

**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 виробів
кондитерських борошняних з додаванням сухих
яйцепродуктів**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-21 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Вікторія КРИШТОФОР

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**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)

«07» травня 2025 р.

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

Криштофор Вікторії Олександрівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва виробів кондитерських борошняних з додаванням сухих яйцепродуктів».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів з додавання сухих яйцепродуктів та харчових добавок. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали та методи проведення експериментальних досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експерименту. 3 Обговорення результатів досліджень. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцент Олег ТЕРТИШНИЙ	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Огляд літератури	09.05-14.05.25	виконано
3	Матеріали та методи проведення експериментальних досліджень	15.05-16.05.25	виконано
4	Дослідна частина	17.05-31.05.25	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Вікторія КРИШТОФОР
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва виробів кондитерських борошняних з додаванням сухих яйцепродуктів»

Кваліфікаційна робота: 64 сторінки, 6 рисунків, 16 таблиця, 0 додатків, 38 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних кондитерських виробів..

Предмет дослідження – Вплив сухих яйцепродуктів на технологічні властивості тіста, якість та терміни зберігання готових борошняних кондитерських виробів.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування рецептури та технології виробництва кексів призначених для профілактичного харчування та вироблених з використанням сухих яйцепродуктів.

У дипломній роботі досліджено вплив сухих яйцепродуктів на технологічні властивості тіста та якість борошняних кондитерських виробів. Проведено експериментальне обґрунтування доцільності використання сухих яєчних продуктів як альтернативи свіжим яйцям у рецептурі. Вивчено їх вплив на структуру, реологічні характеристики, органолептичні властивості та терміни зберігання готових виробів. Запропоновано оптимальне співвідношення інгредієнтів для забезпечення стабільної якості продукції, покращення її споживчих характеристик та подовження терміну придатності. Отримані результати можуть бути використані в промисловому виробництві борошняних кондитерських виробів..

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Борошняні кондитерські вироби, сухі яйцепродукти, рецептура, технологія виробництва, якість виробів, реологічні властивості, зберігання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Харчова цінність борошняних виробів.....	8
1.2 Асортимент та особливості технології виробництва кексів	10
1.3 Яєчні продукти та їх використання при виробництві борошняних виробів .	12
1.4 Шляхи покращення якості, підвищення харчової та зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів	24
Висновки за розділом	27
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
2.1 Матеріали та методи дослідження	29
2.2 Характеристика сировини.....	31
Висновки за розділом	33
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	34
3.1 Розробка технології кексів зниженої енергетичної цінності з використанням сухих яйцепродуктів.....	34
Висновки за розділом	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	50
4.1 Розроблення картки з охорони праці для працівників цеху з виробництва кексів	50
4.2 Утилізація відходів під час виробництва кексів.....	51
Висновки за розділом	52
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	53
5.1 Витрати на проведення досліджень	53
5.2 Визначення вартості дослідження	57
Висновки за розділом	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
БІБЛІОГРАФІЯ.....	60

ВСТУП

Останнім часом структура харчування населення України зазнає суттєвих змін. Зокрема, через зниження фізичних навантажень зменшується загальна потреба в їжі. Водночас потреба організму в ключових поживних речовинах – таких як білки, вітаміни, мінерали тощо – залишається стабільною. Важливе місце в раціоні займають вироби з борошна. Окрім хлібобулочних виробів, значну роль у харчуванні відіграють також борошняні кондитерські продукти та різноманітна кулінарна продукція на основі борошна. Серед борошняних кондитерських виробів особливою популярністю користуються торти, тістечка та кекси. Проте, попри широку популярність, ці продукти не можна вважати компонентами здорового харчування через їх високу калорійність та вміст значної кількості цукру й жирів. У зв'язку з цим актуальним завданням є розробка продуктів із пониженою енергетичною цінністю, збагачених біологічно активними компонентами та харчовими волокнами в достатній кількості.

Яєчні продукти мають широке застосування у виготовленні кондитерських та кулінарних виробів. Проте, використання натуральних яєчних продуктів значно ускладнює організацію виробництва продукції, суттєво збільшуючи мікробіологічні ризики, в той час як використання сухих яєчних продуктів дає змогу виключити низку технологічних операцій і значно спростити процес підготовки сировини до виробництва.

Висушені яєчні продукти включають до рецептур сухих борошняних сумішей для кулінарних виробів. Такі суміші входять до переліку продукції хлібопекарської промисловості та виготовляються згідно з вимогами стандартів Концентрати харчові. Напівфабрикати борошняних виробів.

З використанням яєчних продуктів як складників рецептур, до борошняних виробів потрапляє холестерин, надлишок якого шкідливо впливає на стан здоров'я людини. Через це зменшення обсягу яєчних складників у рецептах продукції, без погіршення їхніх властивостей, є важливим завданням.

Вітчизняне виробництво перероблених яєць постачає на ринок широкий

спектр сухих яєчних продуктів: сухий білок, жовток, яєчний порошок, включно з різними добавками. Це відкриває перед підприємствами, які використовують ці продукти як сировину, можливість вдосконалювати технологічні процеси, варіюючи пропорції білка та жовтка у рецептурах та створюючи нові види продукції. Проте технологічні аспекти використання сухих яєчних продуктів у виробництві борошняних виробів з покращеними харчовими властивостями та зниженою калорійністю досліджені ще недостатньо. У зв'язку з цим є нагальною потреба у розробці технологій та вдосконаленні рецептур борошняних кондитерських виробів та сухих сумішей для виробництва кулінарних виробів із застосуванням окремих видів сухих яєчних продуктів.

Метою даного дослідження є розробка рецептури та технологічного процесу виготовлення кексів, що призначені для профілактичного харчування, з використанням сухих яєчних продуктів.

У межах досягнення поставленої мети в дослідженні були розв'язані такі завдання:

- проаналізовано процеси, що відбуваються під час приготування кондитерських напівфабрикатів із використанням сухих яйцепродуктів;
- визначено вплив сухих яйцепродуктів, додаткових інгредієнтів та харчових добавок на показники якості та харчову цінність готових виробів;
- опрацьовано методи підготовки сухих яйцепродуктів для введення їх до складу рецептур кондитерських напівфабрикатів;
- розроблено технологічний процес виготовлення дріжджових кексів із застосуванням сухих яйцепродуктів;
- здійснено економічний розрахунок витрат, пов'язаних із проведенням експериментальних досліджень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення борошняних кондитерських виробів.

Предметом дослідження є вплив сухих яйцепродуктів на технологічні характеристики тіста, якість і зберігання готових борошняних кондитерських виробів.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Харчова цінність борошняних виробів

За останні роки чітко помітна тенденція до зростання попиту споживачів на кондитерські вироби, а також розширення їхнього асортименту. Велике різноманіття кондитерських виробів досягається використанням більш ніж 200 найменувань сировини, серед яких одним з найважливіших є яйцепродукти: меланж, окремо білок і жовток.

Говорячи про корисність кондитерських виробів, слід, перш за все, відзначити їхню високу енергетичну цінність, так як у їхньому складі міститься значна кількість вуглеводів (58-98 %), мало вологи (1-20 %). Енергетична, цінність кондитерських виробів на 100 грам продукту складає 13-20 % добової потреби в калоріях і 9-27 % і більше у вуглеводах виробів залежно від рецептури покривається: у крохмалі та декстринах – на 41,0 %, у баластових речовинах – на 57,2 %, а в моно- та дисахаридах – на 17,4-40,0 % [14].

Торти, тістечка, кекси, при їх безперечній популярності, не можна розглядати як компонент здорового харчування, і, перш за все через високий вміст в них жирів і вуглеводів, що значно збільшує їх енергетичну цінність, функціональне призначення.

Вміст сахарози та інших засвоюваних вуглеводів сягає борошняних кондитерських виробів – 2-64 % моно- та дисахаридів, 3,8-70,2 % крохмалю та інших полісахаридів.

Біологічна цінність багатьох кондитерських виробів є невисокою. Але є вироби, в яких містяться білкові речовини у значних кількостях (понад 14 %) за рахунок використання як сировинні інгредієнти молочних та яєчних продуктів.

Необхідно вирішувати питання створення нових видів виробів з підвищеною харчовою цінністю, підвищеним вмістом білка та вітамінів за рахунок раціонального використання яйцепродуктів, введення молочного білка,

білка олійних та злакових культур (сої, насіння соняшнику), вітамінних препаратів, вітамінізованих продуктів та інших, а також шляхом зниження масової частки.

Вміст жиру в кондитерських виробках сягає 39 % (драже горіхове, шоколад, листові та мигдальні торти), проте при цьому вміст поліненасичених жирних (ПНЖ) кислот недостатньо. Щоденне вживання борошняних виробів покриває потребу в жирах дорослої людини на 8,9-15,0 %, у ПНЖ на 62,0 %, у фосфатидах – 23,4 % [12].

У структурі харчування населення важливу роль відіграє різноманітна, кулінарна продукція, у тому числі млинці та оладки, для вироблення яких застосовують сухі суміші (Концентрати харчові. Напівфабрикати борошняних виробів), що виробляються хлібопекарськими підприємствами.

Борошнові кулінарні, кондитерські та булочні вироби є важливим джерелом постачання організму вітамінами Е, В6, РР, проте велика частина кондитерських виробів містить дуже мало основних вітамінів. Звичайна продукція, як правило, позбавлена вітамінів С, А.

Борошняні вироби можуть розглядатися як джерело мінеральних речовин. За рахунок борошняних виробів населення Європи покриває близько 47 % потреб у таких важливих мікроелементах, як мідь, марганець, цинк, кобальт. За рахунок борошняних виробів потреба у кальції покривається на 11,5 %, у фосфорі – 45,6 %, у магнії – 43,1 %, у залізі – на 84,7 % [16].

Харчова цінність борошняних виробів визначається не тільки хімічним складом, а й зовнішнім виглядом, смаком та ароматом. Важливими факторами, що визначають харчову цінність борошняних кондитерських виробів, є високий рівень розпушеності м'якуша з одноріднішою пористістю, форма виробів, колір м'якуша, забарвлення кірки. Враховуючи все зростаючий інтерес людей до здорового способу життя, розробка технологій борошняних кондитерських виробів зниженої енергетичної цінності з високими споживчими властивостями на основі використання харчових добавок та інгредієнтів, що володіють певним хімічним складом, характеристиками та функціональними властивостями.

1.2 Асортимент та особливості технології виробництва кексів

Кекси – це борошняні кондитерські вироби з тіста, які готують використовуючи велику кількість олії, яєчної суміші (меланжу) та цукру. Залежно від групи виробів тісто для кексів готують як на дріжджах, так і на хімічних розпушувачах.

Рецептурний склад тіста для кексів – один із найзначніших технологічних факторів, за допомогою яких можна керувати процесами набухання колоїдів борошна та формування структури з метою одержання тіста із заданими пружно-пластичними в'язкими властивостями. З рецептурної сировини найбільший вплив на набухання колоїдів борошна надає цукор, жир, яйцепродукти та вода. Встановлено, що водопоглинальна здатність борошна і кількість клейковини, що відмивається, зменшуються в міру збільшення кількості цукру в тісті. У водному розчині, молекули сахарози виявляють спорідненість до молекул води. Вони оточуються гідратними оболонками, що призводить до збільшення міжмолекулярного простору. Це уповільнює процес дифузії, впливаючи на швидкість набухання осмотичного білку, який міститься в борошні. Молекули сахарози високогідратовані, при температурі 20 °C вони зв'язують і утримують від 8 до 12 молекул води. Отже, чим більше цукру в рецептурі тіста, тим менше в його рідкій фазі вільної води, що бере участь у гідратації та набуханні колоїдів борошна [14].

На набряклі білки клейковинного каркаса в тісті цукор має дегідратуючу дію, тісто стає рідкішим. Це і враховується щодо кількості води, що вноситься в тісто при додаванні цукру.

На спиртове бродіння і газоутворення в тісті стимулюючий вплив навіть незначна кількість цукру (до 10 % до маси борошна). Це тому, що цукор у тісті швидко інвертується з утворенням глюкози і фруктози, переважно зброджуваних дріжджовими клітинами. Додавання великих кількостей (30 %) цукру вже різко знижує газоутворення або навіть зупиняє його (при добавках 40-50 % цукру). Це

обумовлено збільшенням концентрації цукру в рідкій частині тіста, що підвищує осмотичний тиск у ній. Як наслідок, це призводить до плазмолізу клітин дріжджів [14].

Значну роль основи тіста для кексів грають ячні продукти. Ячний альбумін завдяки своїм піноутворюючим властивостям надає виробам пористості та сприяє фіксації структури, лецитин жовтка емульгує жири, передбачені рецептурою.

Внесення жирів в тісто з пшеничного борошна впливає на властивості тіста і на ряд показників якості, харчової та споживчої цінності готових виробів.

Додавання жиру підвищує харчову, енергетичну та споживчу цінність виробу, збільшує об'єм, покращує структурно-механічні властивості м'якуша.

Найважливішим завданням у галузі виробництва борошняних кондитерських виробів є розробка та впровадження інтенсивних технологій, що дозволяють отримувати вироби високої харчової цінності та низької собівартості.

Впровадження нетрадиційної та місцевої сировини дозволяє розширити асортимент продукції та отримати нові види кондитерських виробів, збагачених білками, мікроелементами, мінеральними речами, харчовими волокнами. Таким чином, підвищується харчова цінність готових виробів за економії дорогої сировини. Найбільш перспективними в цьому плані є нові види фруктової та овочевої сировини у вигляді концентрованих соків, паст, порошкоподібних напівфабрикатів, вторинні молочні продукти, виноградний сік і концентроване виноградне сусло, сухі фрукти, соєве борошно, крупка соняшнику, модифіковані крохмалі, комбіновані цукро-паточні, цукро-молочні, цукро-овочево-паточні порошки та ін.

Останнім часом, з урахуванням сучасних вимог про харчування, тобто розширення виробництва низькокалорійних харчових продуктів та продуктів для груп людей, які страждають на різні захворювання (цукровий діабет та ін.) розроблено рецептури діабетичних борошняних кондитерських виробів. Як цукрозамінник у цих рецептурах передбачені ксиліт, сорбіт, фруктоза, ін. продукти.

При проведенні досліджень використовували продукти переробки вівса та ячменю як продукти з підвищеним вмістом харчових волокон. Відомо, що зерно вівса та ячменю, а також продукти їх переробки (висівки, пластівці, борошно) мають підвищений вміст харчових волокон, а також можуть служити потенційними джерелами β -глюкану, який вважають відповідальним за зниження вмісту холестерину у сироватці крові. Крім того, продукти з вівса, на відміну від кукурудзи та пшениці, сприяють розщепленню цукру в крові, що обумовлено особливими властивостями їх харчових волокон.

Традиційні борошняні вироби містять недостатньо білка, до того ж збідненого лізином. Найважливішими джерелами рослинного білка є соєві боби, що містять понад 40 % білка з унікальною комбінацією всіх незамінних амінокислот (виключаючи треонін) та підвищеним вмістом лізину [14].

В даний час з'явилася можливість використання фруктових і овочевих порошків сублімаційної або інфрачервоної сушіння, що містять органічні кислоти, мікро- і макроелементи, сахарозу, в-каротин, пектинові речовини та інші цінні компоненти та засвоюваність їжі, роботу кишечника, нормалізує склад кишкової мікрофлори.

1.3 Яєчні продукти та їх використання при виробництві борошняних виробів

Характеристика яйцепродуктів. Яйцепродукти широко використовуються при виробництві борошняних кондитерських виробів, борошняних східних солодоців хлібобулочної та кулінарної продукції. Введення їх покращує якість виробів, забезпечує отримання пористої структури, надає красиве жовте забарвлення, підвищує харчову цінність та смакові властивості.

Однак використання свіжих яйцепродуктів суттєво ускладнює організацію виробництва борошняних виробів та збільшує мікробіологічну небезпеку виробництва.

Яйцепродукти в сухому вигляді більш технологічні в порівнянні зі свіжими

яйцями, так як при їх використанні відпадає необхідність в таких підготовчих операціях, як миття яєць, знезараження, їх розбивання і подальше відділення білка від жовтка. Тому заміна нативних яєць сухими яйцепродуктами забезпечує прискорення технологічного процесу під час виготовлення борошняних кондитерських виробів та інших.

Аналіз стану яйцепромисловості різних країн показує, що існує пряма залежність між обсягом та рівнем наукових досліджень властивостей курячого яйця, що проводяться в країні та станом у ній промислового виробництва яйцепродуктів. При цьому можна простежити основні світові тенденції у напрямі наукових досліджень у галузі переробки яєць.

Яйце містить усі поживні речовини, необхідні нормальної життєдіяльності людини. Найбільш цінними та поширеними є курячі яйця. Співвідношення в курячому яйці шкаралупи, білка та жовтка залежить від породи та віку птиці, часу знесення та величини яйця (табл. 1.1) [11].

Таблиця 1.1 – Співвідношення частин у середньому курячому яйці

Частини яйця	Абсолютна маса, г	Відносна маса, %
Білок, у тому числі:	32,9	56,7
зовнішній рідкий шар	7,6	23,1
середній щільний шар	18,9	57,4
середній рідкий шар	5,5	16,7
градинковий шар	0,9	2,7
Жовток	18,7	32,2
Шкаралупа з підшкаралупними оболонками, у тому числі:	6,4	11,0
шкуралупа	6,2	96,9
підшкуралупні оболонки	0,2	3,1
Яйце в цілому	58,0	100,0

До складу білка курячих яєць входять 10,6 % протеїнів, 0,9 % вуглеводів (глюкоза), 0,6 % мінеральних речовин (солі сірчаної та фосфорної кислот, кальцій, залізо, калій, натрій, магній та ін.), 87,9 % води, невелика кількість вітамінів та

ферментів яєць відносять овоальбумін (75 %), овокональбумін (31,9 %), овоглобулін (2,0 %) і лізоцим, що володіє бактерицидними властивостями; стабілізацію піни і зв'язність. Фізичний стан бігу при нагріванні змінюється поступово: при 58 °С він починає згортатися, при 60 °С згортання стає помітним, а при 65 °С білок втрачає плинність і починає ущільнюватися, що пояснюється неоднаковими температурами коагуляції [11].

До складу жовтка курячих яєць входять 16,6 % протеїнів, у тому числі ововітелін і оволіветин, 32,6 % ліпідів, 1,0 % вуглеводів (глюкоза, манноза, галактоза), 48,7 % води, 1,1% мінеральних речовин, фосфатидів та ін. У складі жовтка близько 70 % ненасичених жирних кислот, серед яких олеїнова, лінолева, ліноленова та пальмітолеїнова. Він не розчиняється у воді, а при поєднанні з рідинами утворює емульсію – жири у жовтку вже перебувають в емульгованому вигляді. Специфічне забарвлення жовтка зумовлюють ксантофіл, каротин, овофлавін. Температура замерзання жовтка 0,59 °С [11].

Виробництво та переробка курячих яєць має важливе значення для населення, тому що яйцепродукти вже відіграють дуже важливу роль у народному господарстві та як харчові продукти і можуть мати ще більш важливе значення в майбутньому в міру вивчення їх властивостей:

- сухі яєчні продукти: яєчний порошок, сухі білок та жовток, яйцеві суміші для омлету;
- рідкі (пастеризовані) яєчні продукти: меланж, білок і жовток, у тому числі з добавками солі (0,8 %) та цукру (5 %);
- заморожені яєчні продукти: меланж, білок і жовток, у тому числі з добавками солі та цукру.

Якість яєць визначають за органолептичними властивостями – колір, цілісність та чистоту шкуралупи, запах та фізико-хімічними показниками (табл. 1.2).

В даний час відбувається суттєве розширення асортименту яєчних продуктів: яйця, збагачені вітаміном Е, жирними кислотами ω -3, йодовані, коли в годуванні птиці використовують морську водорість ламінарію, багату на йод. У

Японії почали випускати яйця для діабетиків – із підвищеним вмістом інсуліну. Останнім часом справжній бум викликав біологічний селен, що продовжує функціонування клітин і уповільнює їхнє старіння. Доведено, що забезпечення організму селеном запобігає ризику ракових захворювань. Організовано виробництво яєць, збагачених селеном, за рахунок використання спеціальних кормів. Асортиментний ряд яєчних продуктів представлений також функціональними напівпродуктами з спрямованою зміною властивостей і новими фізіологічно та біологічно цінними продуктами харчування у вигляді порошкоподібних сумішей для омлетів, напоїв та паст з використанням яєчного порошку, сухого яєчного білка та жовтка.

Таблиця 1.2 – Основні якісні показники яєчних продуктів

Вид продукту	Масова частка, %,				Калорійність, ккал/100 г	Розчинність, %	Концентрація іонів водню, рН
	Сухого речовини	Жиру	Протеїну	Золи			
Рідкі продукти							
Меланж	25,5	10,0	10,0	1,0	148,0	-	не менше 7,0
Жовток	46,5	27,0	15,5	1,6	303,0	-	не більше 5,9
Білок	11,6	-	11,0	0,6	47,0	-	не менше 8,5
Сухі продукти							
Яєчний порошок	91,5	35,0	45,0	3,7	594,0	не менше 85,0	
Жовток	95,0	50,0	35,0	3,4	667,0	не більше	-
Білок	91,0		85,0	4,6	376,0	не менше	не менше 7,0

Організовано виробництво нехарчових яйцепродуктів, пов'язане з отриманням продукції на основі високих технологій - біологічно активних речовин та медичних препаратів.

Розширення асортименту продукції здійснюється на основі нових та модернізованих технологій, а також досліджень у наступних напрямках

підвищення ступеня відповідності властивостей яєчних продуктів вимогам споживачів [14]:

- глибокий поділ компонентів яйця;
- дослідження властивостей білка, жовтка, меланжу з метою збереження та посилення специфічних функцій яєць: піноутворення, емульгування та гелеутворення;
- застосування ферментних препаратів для модифікації яєчних продуктів для посилення їх специфічних функцій;
- вивчення залежностей між показниками якості продуктів переробки яєць (розчинність, рН, масова частка вільних жирних кислот у жирі, зовнішній вигляд і консистенція, колір, запах і смак), параметрами процесу переробки і новими технологіями пастеризації і стерилізації (величина температури і тривалість її впливу, частка добавок - кухонної);
- розробки нових видів яєчних продуктів та продуктів на яєчній основі, у тому числі лікувально-профілактичної дії;
- дослідження технологічних властивостей яєчних інгредієнтів у процесі їх застосування при виробництві продукції в різних галузях харчової промисловості: м'ясної, кондитерської, масложирової, хлібопекарської та інше з метою поліпшення їхньої адаптації до вимог споживачів.

Сухі яєчні продукти в залежності від способів сушіння бувають пилоподібними та плівковими. Сушіння можна виробляти у віброкиплячому шарі, де рідкий продукт утворює на гранулах з інертних матеріалів тонку плівку, яка при висиханні руйнується і перетворюється на порошок. Застосовують сушильні установки з форсунковим розпилюванням та сублімаційне сушіння.

Сухий яєчний білок одержують після ретельного очищення яйця від жовтка та підшкаралупних оболонок. Очищений морозивний (пастеризований) і сухий яєчний білок посідають друге місце обсягом виробництва всіх яйцепродуктів. Залишок навіть невеликої кількості жовтка (0,1 %) змінюють функціональні властивості білка внаслідок утворення комплексу з лізоцимом. При сушінні цукор, що міститься в яєчному білку, веде до потемніння продукту, висушений

жовток має найгірші показники та емульгуючі властивості, порівняно зі звичайним [12].

Сучасна технологія розпилювального сушіння дозволяє перетворити сирі яйця на порошок із збереженням їх основних властивостей. Яєчна маса при змішуванні із теплою водою добре відновлюється. Яєчний порошок дуже гігроскопічний, тому швидко поглинає вологу з повітря. При цьому в ньому утворюється крупинки та грудочки, знижується якість, змінюється смак і запах. Негативно впливають на стан порошку кисень повітря та світло. Тому зберігають його в темному прохолодному місці: при температурі нижче 20 °C та відносній вологості повітря не більше 75 % – до 6 міс. При температурі не вище 2 °C – до 2 років. Яєчний порошок зі стандартною вологістю (менше 9 %) добре відновлюється та непогано зберігається. Однак найкращим за якістю буде порошок, вироблений методом сублімаційного сушіння яєчної маси. Яєчні продукти, виготовлені за сучасною технологією, дозволяють зберегти багато функціональних властивостей, властиві сирим натуральним харчовим яйцям.

Норми витрати сировини при виробництві сухих яйцепродуктів розроблені на основі розрахунків, що враховують вміст у них масової частки вологи та вміст сухих речовин у яєчній масі (25 %), білку (11 %) та в жовтку (46 %).

Дегідратація вмісту яєць за високих температур у процесі сушіння – це складний фізико-хімічний процес, що істотно впливає на функціональні властивості сушених продуктів і знижує, у порівнянні з вихідним матеріалом, їх якість. Причини змін:

- денатурація найбільш чутливих протеїнів – зокрема кональбуміну;
- реакція глюкози з аміногрупами ряду речовин, що містяться в яйці серед інших, протеїну та кефаліну;
- можливість окислення, особливо поліненасичених жирних кислот;
- початкового стану, вмісту яйця при додаванні води.

Стандартні яєчні продукти, отримані методом розпилювального сушіння без проведення особливих процедур – у тому числі ліофілізації та надання властивостей швидкорозчинності – розчиняються у воді повільно. Причиною

повільної регідратації є утворення на межі фаз продукту – вода тонкого шару зволжених частинок порошку, який ускладнює проникнення рідини всередину шару. Однорідний, без грудочок, розчин виходить швидше при підвищенні температури води і постійному помішуванні. Здатність яєчного порошку до регідратації, а отже, і його технологічна придатність зазвичай визначається загальноприйнятим параметром розчинності. Розчинність означає ступінь реального обігу порошку в первинний стан і виражається у відсотках. Чим вище розчинність, тим більший об'єм та стійкість піни. Розчинність сухих яєчних продуктів залежить від дисперсності, тобто розмір розпорошених частинок, що мають округлу форму, але різняться розмірами. Так, можна отримати яєчний порошок, що складається з водонерозчинних частинок сухого яєчного жовтка, що мають сферичну форму. В цьому випадку розміри частинок знаходяться в межах 5-200 мкм.

На розчинність яєчного порошку впливають багато чинників, зокрема якість вихідного матеріалу. При зберіганні яйце піддається значним змінам: зменшується маса, збільшується розмір повітряної камери, змінюються колір, запах та смак. У міру старіння яйця його протеїни розпадаються, виділяється вуглекислота, значення рН підвищується. Ці та інші фізико-хімічні, а також мікробіологічні зміни при використанні такої сировини посилюють процес денатурації білка при сушінні, знижуючи цим розчинність сухих яйцепродуктів. У порошку, отриманому із старих яєць, у яких метаболічні процеси зайшли вже далеко, наростатиме негативна динаміка погіршення якості. Якщо до цього додати вплив технологічних процесів виробництва порошку і не відповідні вимогам умови його зберігання, то якість може опуститися нижче допустимого рівня.

В «сухому, погано-розчинному яйці емульсія жовтка повністю не відновлюється. Дрібні жирові кульки зливаються в більші повітря, що містять, і піднімаються на поверхню рідини.

Розчинність сухих яйцепродуктів може швидко зменшуватися, якщо порошок швидко не охолодити після висушування. Сухий білок краще витримує

тривале нагрівання, температури зберігання.

Зміна кольору у сухих яйцепродуктах може бути двох видів. Кількість каротиноїдів поступово зменшується, можливо, через їхнє окислення. Так, за 6 місяців зберігання при 37 °С може зникнути до 27 % каротиноїдів. Поруч із цим з'являється коричнево пофарбовані продукти.

Застосування сухих яйцепродуктів для виробництва борошняних виробів. Яйцепродукти широко використовуються в кондитерському та інших харчових виробництвах. При виготовленні борошняних кондитерських виробів, таких як кекси, рулети, печиво, торти та тістечка, застосовують рідкий або порошкоподібний сухий меланж. Введення яйцепродуктів покращує якість борошняних кондитерських виробів, забезпечує отримання їх пористої структури, надає їм красиве жовте забарвлення, підвищує харчову цінність і смакові властивості.

Свіжий яєчний білок, відокремлений від жовтка, або сухий яєчний білок широко застосовується в якості піноутворювача у виробництві таких цукрових кондитерських виробів, як зефір, напівфабрикатів та ін.

Нині у виробництві кондитерської продукції знаходить застосування як імпорту, так і вітчизняну сировину. Свіжі яйцепродукти (свіжий меланж, білок, жовток) як правило, вітчизняні, а сухі (сухий меланж, сухий білок) здебільшого ввозяться з Польщі, а також з Китаю, Німеччини, Данії, Італії і навіть з Аргентини [8].

Велика кількість підприємств переходить з використання свіжих яйцепродуктів на яйцепродукти в сухому вигляді, підготовчих операціях, як миття яєць, їх розбивання та подальше відділення жовтка від білка.

Результати практичного використання яйцепродуктів при виробництві цукрових і борошняних кондитерських виробів, меланжу в рідкому і сухому вигляді вказують на суттєві недоліки цієї сировини, а також на відсутність деяких важливих показників у діючій нормативній документації специфічні вимоги кондитерської галузі.

Існуючі підходи до використання яйцепродуктів у кондитерській

промисловості не повною мірою задовольняють як їх споживачів, так і постачальників (виробників) через наявні розбіжності та претензії за якісними показниками цієї сировини.

Аналіз роботи підприємств вказують на необхідність внести до чинної нормативної документації такі додаткові об'єктивні показники якості [12]:

- час розчинення;
- граничне значення температури на яйцепродукти;
- піноутворююча здатність для яєчного білка;
- стійкість піни для яєчного білка;
- амінокислотний склад.

Крім того, слід розробити та внести до нормативної документації методи визначення цих показників. Оскільки в кондитерській промисловості використовується велика кількість імпортованих яйцепродуктів, що поставляються у сухому вигляді, додаткові показники необхідні для забезпечення оцінки якості сировини, її технологічності та (що особливо важливо) для ідентифікації на відповідність за всіма показниками якості.

Головними напрямками щодо вдосконалення якісних показників яйцепродуктів є забезпечення їхньої мікробіологічної чистоти, отримання заданого хімічного складу, підвищення розчинності білка та його термостабільності.

Слід зазначити важливість показника спостереження. Зниження спостереження, показника, який може характеризувати ефективність проведення підготовчої стадії використання сухих яйцепродуктів: дозування, швидкість розчинення, рівномірність розподілу у розчині та ін.

В даний час приділяється велика увага розробці технологій і нових видів кондитерських виробів для дитячого харчування та спеціального харчування для певних груп населення.

Існує безліч факторів на користь застосування кондитерської промисловості порошкоподібних яєчних продуктів. Основними аргументами при використанні сухих яєчних продуктів є полегшення та прискорення технологічного процесу,

підвищення санітарного рівня власного виробництва, зниження енерговитрат, зменшення необхідної виробничої площі, стабільність якості готових кондитерських виробів.

Порошкоподібні яєчні продукти, відрізняється легкістю дозування механічних та автоматичних виробничих лініях, а також тривалим терміном придатності до року. Коефіцієнт заміни та спосіб гідратації сухих яйцепродуктів представлені у таблицях 1.3. та 1.4.

Таблиця 1.3 – Коефіцієнти заміни для яєць із середньою масою 50 г

Яєчний порошок	1 кг = 90 свіжих яєць
Сухий білок	1 кг = 316 білків свіжих яєць
Сухий жовток	1 кг = 124 жовтки свіжих яєць

Таблиця 1.4 – Способи гідратації сухих яйцепродуктів

Яєчний порошок	750г води + 250г яєчного порошку = 1кг яєчної маси
Сухий білок	900г води + 100г білка у порошку = 1кг рідкого білка
Сухий жовток	500г води + 500г жовтка в порошку = 1кг рідкого жовтка

Альбумін — це високоякісний білковий продукт, що характеризується підвищеною здатністю до збивання. Його отримують із білкової фракції свіжих курячих яєць після відокремлення жовтків. Рідкий білок проходить ряд термічних, механічних та ферментативних обробок, після чого висушується методом розпилювального сушіння і піддається пастеризації. Після фільтрації, видалення цукрів та повторної сухої пастеризації формується порошок білого або світло-кремового кольору.

Порівняно зі свіжими білками, альбумін демонструє вдосконалені властивості збивання та кращу стабільність отриманої піни. Цей сухий протеїн є ефективним піноутворювачем, котрий впливає на процес кристалізації цукру у кондитерському виробництві, надаючи готовій продукції м'яку структуру, ніжність та відчуття жирності. Завдяки цим характеристикам його широко застосовують у виготовленні кремів, зефіру, суфле, безе, тістечок та інших

солодких страв.

У кондитерській галузі альбумін застосовується тоді, коли необхідно досягти формування стабільної піни, забезпечити якісне емульгування жирових компонентів і рівномірний розподіл інгредієнтів у масі, а також підвищити поживну цінність виробів за рахунок тваринного білка високої біологічної цінності. Використання альбуміну в рецептурі суфле дозволяє впливати на водну активність шляхом утворення гелевої структури, що сприяє досягненню пружної та еластичної текстури готового продукту. Крім того, серед білків тваринного походження альбумін вирізняється найбільш збалансованим амінокислотним складом.

Білково-збивний (повітряний) напівфабрикат готують шляхом інтенсивного збивання яєчних білків, які попередньо відновлюють із сухого білка, додаючи воду у співвідношенні 1:9 згідно з рецептурними рекомендаціями. До суміші вводять цукор, а в окремих випадках – подрібнені горіхи. Процес збивання проводиться у машинах періодичної дії, де утворюється стабільна білкова піна.

Оскільки до складу напівфабрикату не входить борошно, готова маса має характерну легкість, крихкість і великопористу структуру. Спочатку білки збивають на низькій швидкості (приблизно 2 – 3 хвилини), доки не утвориться біла піна. Потім поступово підвищують швидкість до 180 об/хв, а коли об'єм маси зростає у 2 – 2,5 рази – збивання триває на високій швидкості (до 300 об/хв). Загальна тривалість процесу становить 30 – 50 хвилин і залежить від якості відновленого білка.

У результаті формується однорідна, крупнопориста, сніжно-біла, пишна маса, яка тримає форму на інструменті, а на її поверхні чітко зберігаються складки. Недостатня або надмірна тривалість збивання може негативно вплинути на якість: напівфабрикат вийде низьким і тонким.

Додавання цукру відбувається поступово без зупинки збивання — спочатку маленькими порціями, наприкінці – більшими. Після цього швидкість зменшують і протягом 1 – 2 хвилин масу злегка перемішують. Готове меренгове тісто має бути повітряним, сухим на вигляд; після введення цукру його об'єм у 5 – 6 разів

перевищує початковий, хоч маса трохи осідає [12].

Якщо білки з цукром збивати занадто довго, маса може втратити свою стабільність — стане надто рідкою, з'явиться надмірний блиск, і вона почне осідати. Щоб уникнути цього ефекту, до білкової суміші рекомендується додавати виннокам'яну або лимонну кислоту у кількості 2 г на 1 кг білка. Додавання кислоти сприяє ущільненню маси під час подальшого збивання, зберігаючи при цьому її пишність. Така маса вирізняється більш гладкою структурою, насиченим білим кольором і блискучою поверхнею. Щоправда, час випікання меренги з кислотами дещо подовжується.

Перед випіканням поверхню дека злегка змащують жиром і присипають борошном. Формування тіста відбувається одразу після замісу, оскільки під час тривалого відстоювання воно втрачає повітря, що призводить до підвищення щільності та зниження стабільності форми під час випікання.

Залежно від виду запланованих виробів, масу розподіляють на листі рівномірним шаром, відсаджують у вигляді невеликих коржів різної форми або використовують трафарет на папері, яким вистелене деко.

Для покращення зовнішнього вигляду меренги можна замінити 1 – 1,5 % цукру на цукрову пудру й злегка посипати нею сформовані заготовки перед випіканням.

Процес випікання відбувається при температурі 100 – 110 °С, що сприяє утворенню світлої скоринки, рівномірному пропіканню та збереженню кольору. Якщо температура перевищує рекомендовану, верхній шар темніє, а внутрішня частина може залишатися непропеченою, що проявляється у надмірній тягучості після розлому. З цієї причини часто застосовують не випікання, а тривале сушіння на поверхні печей.

Тривалість термообробки та стан нижньої скоринки значною мірою залежать від способу формування. Якщо тісто відсаджують на змащене деко, випікання триває від 20 до 60 хвилин, а дно виробу виходить гладким, щільним і менш ламким. Для отримання більш тендітної нижньої скоринки тісто висаджують на папір, застелений на листі, проте в цьому випадку час випікання

збільшується.

Безе на основі заварного крему готують за схожою технологією, проте у збиті відновлені білки поступово вводять гарячий уварений сир, після чого масу збивають ще 1 – 3 хвилини для досягнення однорідності.

1.4 Шляхи покращення якості, підвищення харчової та зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів

Важливий напрямок у розвитку кондитерської галузі зосереджено на вирішенні задачі впровадження новітніх технологій, що дозволяють забезпечувати отримання конкурентоспроможних кондитерських виробів, у тому числі спеціального призначення і наш час не виняток. Торти та тістечка при їх безперечній популярності не можна розглядати як компонент здорового харчування, і насамперед через високий вміст у них жирів, що в першу чергу підвищує їх енергетичну цінність.

У той же час аналіз ринку свідчить про зростаючий інтерес покупців до борошняних кондитерських виробів із кремом, тому розробляються нові технології зниження їхньої енергетичної цінності, до них можуть бути віднесені кондитерські вироби з харчовими волокнами, вершкові креми зі зниженим за рахунок внесення модифікованих крохмалів вмістом жирів та ін.

Харчові добавки – це природні або штучні речовини та їх сполуки, що спеціально вводяться в харчові продукти в процесі їх виготовлення з метою надання харчовим продуктам певних властивостей та/або збереження якості харчового продукту [16].

Іноді окремі групи також виділяють речовини, які прискорюють і полегшують ведення технологічних процесів - технологічні добавки, і навіть допоміжні матеріали.

До харчових добавок не зараховують речовини, що збагачують харчову цінність продуктів харчування, як-от: вітаміни, мікроелементи, амінокислоти. Ці

добавки класифікують як біологічно активні добавки.

При виготовленні тортів та тістечок використовують досить широкий перелік різних харчових добавок. Харчові добавки для обробних напівфабрикатів:

- у виробництві вершкових кремів дуже широко використовуються харчові барвники, ароматизатори, консерванти, можуть використовуватися підсилювачі смаку та аромату, емульгатори, желеутворювачі;
- у виробництві білкових кремів використовуються харчові барвники та ароматизатори, харчові кислоти, желеутворювачі, можуть використовуватися підсилювачі смаку та аромату, консерванти;
- у виробництві заварних кремів можуть застосовуватися емульгатори, для отримання більш стабільної консистенції.

Враховуючи виключно короткий термін зберігання виробів із заварним кремом, перспективним є застосування в їх приготуванні консервантів.

Для приготування бісквітного, заварного, повітряного (білково-збивного) напівфабрикатів використовують, як правило, розпушувачі, емульгатори, консерванти, антиоксиданти, ароматизатори, харчові кислоти.

Ароматизатори надають виробам вишуканий смак і аромат. Харчові кислоти надають виробам смаку, що імітує фрукти та ягоди.

Харчові волокна – це складні сполуки, які утворені полісахаридами (такими як целюлоза, геміцелюлоза, пектинові речовини), а також лігніном і білковими речовинами, що взаємодіють з ними. Ці компоненти є основою клітинних стінок рослин. Згідно з різними дослідженнями, оптимальна щоденна кількість споживання харчових волокон варіюється в межах від 40 до 70 грамів.

Важливими компонентами при створенні харчових продуктів для функціонального харчування є харчові волокна. Фізико-хімічні характеристики харчових волокон, на кшталт здатності до утримування води та іонів металів, розчинності та набрякання, визначаються їхнім хімічним складом. Особливості цього складу залежать від походження сировини та методу обробки [23].

Важливу роль у процесі виготовлення продуктів функціонального харчування відіграють технологічні характеристики, котрі зазвичай називають

функціонально-технологічними властивостями, що впливають на формування структури напівфабрикатів та готових страв.

Як джерело харчових волокон знаходять застосування препарати целюлози і, зокрема, ефіри целюлози – метилцелюлоза та етилцелюлоза. Метилцелюлоза виготовляється із целюлози деревини або бавовни шляхом обробки їх лугами. Кінцевий продукт зазвичай містить не менше 25 % метоксигруп. У дослідях на щурах було доведено, що метилцелюлоза не гідролізується у шлунково-кишковому тракті на целюлозу та метанол, не всмоктується у кров. Також наголошується, що метилцелюлоза зазвичай не піддається дії мікроорганізмів.

КМЦ являє собою простий ефір целюлози та гліколевої кислоти і є полімерною кислотою, що містить у своєму складі карбоксильні групи.

Розчинність КМЦ у воді залежить від ступеня заміщення, молекулярної маси чи ступеня полімеризації, рівномірності, розподілу карбоксиметильних груп у макромолекулах целюлози та їх форми. Тим не менш, у промислових умовах практично не досягається рівномірний розподіл карбоксиметильних груп в областях, що відрізняються доступністю та щільністю упаковки. Нерівномірність розподілу заступників у КМЦ пов'язана і з різною реакційною здатністю гідроксильних груп реакції карбоксиметилування.

КМЦ постає як білий або злегка жовтуватий порошок або волокниста речовина, без запаху. Її насипна маса коливається між 400 і 800 кг/м³, щільність становить 1,59 г/см³. Ступінь заміщення гідроксильних груп варіюється від 0,4 до 1,2 (на одну елементарну ланку), а ступінь полімеризації перебуває в межах 200-1500. Температура розм'якшення КМЦ дорівнює 170 °С. При підвищенні температури КМЦ піддається розкладанню.

КМЦ розчиняється у воді і утворює прозорі в'язкі розчини, електростатичного відштовхування іонізованих карбоксильних груп. Зменшення в'язкості розчинів при рН<6 обумовлено випаданням в осад вільної КМЦ, яке повністю закінчується при рН 2,5. Внаслідок екрануючої дії електроліту та зменшення відштовхування між сусідніми іонізованими групами в'язкості розчинів КМЦ при рН>8 також падає.

У 1 – 3 % розчинах КМЦ у воді знаходяться гель частинки, що складаються з кристалічних залишків целюлози, великої кількості розчинного полімеру. Асоціація макромолекул у водних розчинах КМЦ відбуваються внаслідок неоднорідності заміщення. Зі збільшенням рівномірності алкілування зменшується можливість утворення водневих зв'язків між окремими макромолекулами, а отже, і гелеутворення; У присутності хлориду натрію знижується в'язкість розчинів КМЦ.

Висновки за розділом

Дослідження раціону харчування населення показує, що борошняні кондитерські вироби є популярними продуктами щоденного споживання серед різних груп споживачів, зокрема серед дітей та молоді. Ці вироби включені до переліку основних харчових продуктів, рекомендованих для використання в раціоні дітей і підлітків у колективних закладах. Вони залишаються актуальними та перспективними для збагачення функціональними компонентами.

У яєчній галузі видно прагнення до реорганізації структури споживання та відхід у бік збільшення, виробництва, так званого безшкуралупного яйця, тобто сухих та рідких яйцепродуктів. Яйцепродукти у сухому вигляді більш технологічні порівняно зі свіжими яйцями, оскільки полегшують та прискорюють технологічний процес та стабілізують якість готових виробів. При їх використанні відпадає необхідність таких підготовчих операцій, як миття яєць, їх розбивання і подальше відділення жовтка від білка.

У зв'язку з цим актуальним є пошук раціональних шляхів використання сухих яйцепродуктів при виробництві різноманітних продуктів харчування.

Метою цього дослідження є обґрунтування рецептури та технології виробництва кексів призначених для профілактичного харчування та вироблених з використанням сухих яйцепродуктів.

Відповідно до поставленої мети в роботі вирішували такі завдання:

- дослідити процеси, що відбуваються при приготуванні напівфабрикатів

з використанням сухих яйцепродуктів;

- встановити вплив сухих яйцепродуктів, інших сировинних інгредієнтів та харчових добавок на якість та харчову цінність кондитерських виробів;
- розробити прийоми підготовки сухих яйцепродуктів до введення в рецептуру кондитерських напівфабрикатів;
- розробити технологію виробництва кексів на дріжджах з використанням сухих яйцепродуктів;
- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних кондитерських виробів.

Предмет дослідження – Вплив сухих яйцепродуктів на технологічні властивості тіста, якість та терміни зберігання готових борошняних кондитерських виробів.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали та методи дослідження

Як об'єкти досліджень у роботі застосовували борошно хлібопекарське, сіль, цукор, а також проби сухого яєчного білка, сухого яєчного жовтка та різні харчова добавка карбоксиметилцелюлозу, а також інші види сировини.

При проведенні наукової дослідницької роботи застосовували загальноприйняті методи визначення якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Методи визначення якості борошна. Якість борошна визначали за такими показниками: вологості, кислотності, вмісту сирі та сухої клейковини та її якісної характеристики.

Методи визначення якості сухих яйцепродуктів. У сухих яйцепродуктах визначали вологість, розчинність, кислотність, вміст білка, вміст жиру та функціонально-технологічні властивості.

Приготування кексів. Базова рецептура приготування тіста бісквітного напівфабрикату наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Рецептура кексу «Весняний»

Найменування сировини	Витрата, кг
Борошно пшеничне хлібопекарське вищий сорт	100,00
Дріжджі хлібопекарські пресовані	4,00
Цукор – пісок	28,80
Маргарин	22,00
Сіль кухонна харчова	0,60
Меланж	20,00
Родзинки	15,00
Пудра ванільна	0,07

Разом	191,07
-------	--------

Структурну схему дослідження представлено на рис. 2.1.

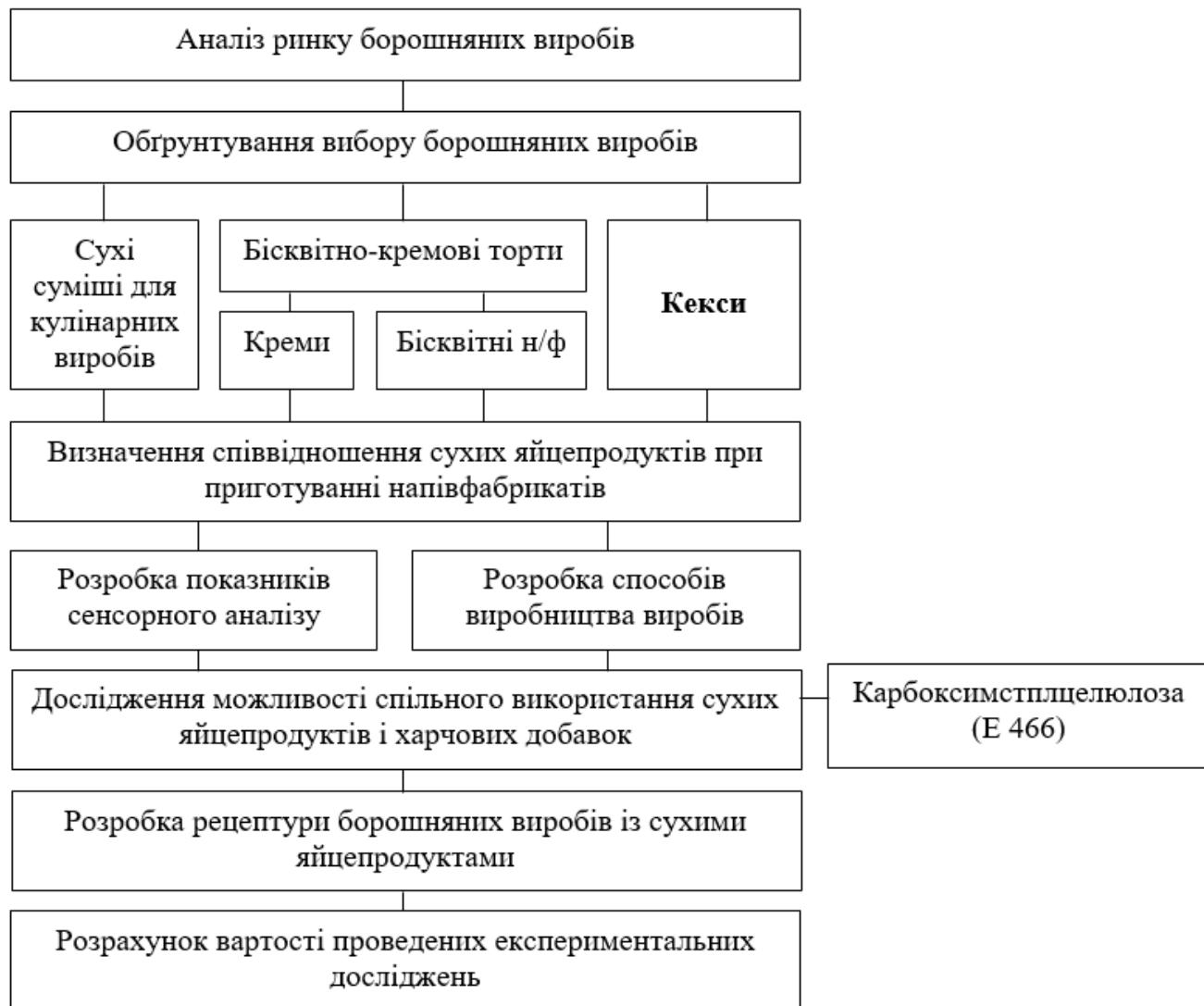


Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення експериментальних досліджень

У тістомісильну машину заливали теплу воду (30 °С), дріжджі відповідно до рецептури та частину борошна. Суміш перемішували протягом 2 хв до одержання однорідної маси. Бродіння опари проводили в термостаті при температурі 30-32 °С, тривалість бродіння становила 150 хв. Потім в опару додавали всю сировину, що залишилася, за рецептурою. Сіль вносили у водному розчині, цукор – у водному розчині, маргарин – у розплавленому вигляді. Тісто замішували протягом 5 хв. Тісто залишали для бродіння протягом 2,5 год. З викинутого тіста

відбирали проби масою 400 г для формування тістових заготовок, заготовки поміщали у форми. Вистоювання тістових заготовок проводили у шафі, де підтримували температуру 38 – 40 °С та відносну вологість 75 – 80 %. Готовність тіста до випікання визначали за допомогою органолептичного аналізу. Випікання проводили при температурі пекарної камери 220 – 230 °С протягом 19 хв. Після випікання кекси виймали з форм і охолоджували протягом 1,5 год. Визначення показників якості готових виробів проводили через 14 – 16 годин після випічки.

Методи досліджень готових виробів. Дослідження органолептичних (смак і запах, консистенція та стан, зовнішній вигляд і поверхня, колір кірки та м'якушу, форма) та фізико-хімічних (вологість, пористість, структурно-механічні властивості м'якушу, питомий об'єм) показників готових бісквітних напівфабрикатів та кексів проводили через 9-14 годин

Вологість м'якушу виробів визначали за ДСТУ 4505-2005, пористість – за допомогою пробника Журавльова за ДСТУ 4505-2005, питомий об'єм та щільність стандартними методами, кислотність м'якуша, що титрується, визначали прискореним способом за ДСТУ 5024:2008.

Органолептична оцінка якості виробів. Органолептичну оцінку якості борошняних кондитерських виробів проводили методом сенсорного аналізу за п'яти бальною шкалою. Органолептичну оцінку якості виробів проводили за показниками зовнішнього вигляду, стану та кольору кірки, стану пористості та еластичності м'якушу, смаку та запаху відповідно до методики. При цьому кожен показник оцінювали за п'яти бальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів їхньої вагомості та можливих дефектів.

2.2 Характеристика сировини

При проведенні досліджень використовували сухий яєчний білок, сухий яєчний жовток, борошно пшеничне, хлібопекарське, а також інші види сировини.

Характеристика борошна. Характеристика дослідного зразка борошна приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика борошна

Найменування показників	Проба		
	1	2	3
Кислотність, град	3,2	3,1	3,0
Вологість, %	12,0	12,5	12,0
Кількість сухої клейковини, %	9,3	9,0	8,9
Кількість сирої клейковини, %	34,2	32,3	31,5
Показання приладу, од. приладу	56	68	75

Характеристика яйцепродуктів. У роботі використовували сухий яєчний жовток та сухий яєчний білок. 1 кг сухого яєчного жовтка відповідає приблизно 124 свіжим жовткам курячого яйця.

Яєчний жовток відповідає європейським стандартам якості та характеризується фізико-хімічними властивостями наведеними в таблиці 2.3.

Сухий яєчний білок характеризується фізико-хімічними показниками, представленими в табл. 2.4.

Таблиця 2.3 – Характеристика сухого яєчного білка

Найменування показників	Проби		
	1	2	3
Вологість, %	3,4	4,5	5,5
Розчинність	95,0	96,3	96,8

Таблиця 2.4 – Характеристика сухого яєчного жовтка

Найменування показника	Проби яєчного жовтка		
	1	2	3
Вологість, %	2,3	1,9	3,8
Розчинність	35,2	32,3	36,0
Жир, %	51,8	52,2	53,0

Характеристика харчових добавок. КМЦ – натрієва сіль карбоксиметилцелюлози (Е 466).

Висновки за розділом

У розділі представлено обґрунтований вибір матеріалів та методів, необхідних для проведення експериментальних досліджень, побудовано структурну схему послідовності проведення досліджень. Визначено оптимальні умови виконання дослідів, а також охарактеризовано використане обладнання та методики. Це забезпечує достовірність отриманих результатів та їх відтворюваність у подальших наукових дослідженнях.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка технології кексів зниженої енергетичної цінності з використанням сухих яйцепродуктів

Кекси належать до популярних кондитерських виробів. Серед цієї групи особливе місце посідають кекси на дріжджах, до яких належить кекс «Весняний». Перед багатьма кондитерськими та хлібопекарськими підприємствами постає актуальне завдання організації на короткий період виробництва цієї продукції. Однак далеко не на всіх підприємствах є відділення для санітарної обробки яєць, тому в даному випадку доцільно використовувати сухі яйцепродукти. Необхідно також здійснювати заходи, що забезпечують продовження свіжості виробів, оскільки ці вироби мають більш тривалий термін реалізації порівняно з іншими виробами, що виробляються із застосуванням дріжджів.

Для продовження терміну придатності виробів доцільно до складу рецептури виробів вводити гідроколоїди та, зокрема, КМЦ. Як було встановлено, при спільному використанні КМЦ та СЯЖ якість бісквітних напівфабрикатів підвищується.

Досліджували вплив КМЦ на якість кексу «Весняний» з пшеничного борошна. Який готували за рецептурою наведеною у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептура кексу «Весняний»

Найменування сировини	Витрата, кг
Борошно пшеничне хлібопекарське вищий сорт	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані	4
Цукор-пісок	28,8
Маргарин	22,0
Сіль кухонна харчова	0,6
Меланж	20
Родзинки	15

Пудра ванільна	0,07
Разом	190,4

КМЦ вводили на стадії замісу безопарного тіста у кількості 0,25 %; 0,5 %; 0,75 %; 1 % до маси пшеничного борошна вищого ґатунку при одночасному внесенні натуральних курячих яєць у кількості відповідно до рецептури. Аналіз якості випечених виробів проводили через 14-16 год після випікання (табл. 3.2).

З експериментальних даних, поданих у таблиці 3.3 та рисунках 3.1 та 3.2 слід зазначити, що при внесенні КМЦ у кількості від 0,25 % до 0,75 % відбувається збільшення питомого обсягу на 4-7 % і навіть пористості виробу на 8,5 % проти контролю. За подальшого збільшення кількості КМЦ значних змін у бік збільшення питомого обсягу чи пористості не відбувалося.

З експериментальних даних випливає, що додавання КМЦ у кількості 0,75 % до маси пшеничного борошна є доцільним дозуванням.

Таблиця 3.2 – Вплив КМЦ на якість кексу, приготованого з використанням натурального меланжу

Найменування показника	Контроль	З внесенням КМЦ, % від маси борошна			
		0,25 %	0,5 %	0,75 %	1 %
Пористість, %	48,2	50,1	51,2	53,5	53,5
Питомий об'єм, г/см ³	3,50	3,59	3,64	3,74	3,73
Щільність, см/г ³	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27
Кислотність готового виробу, град	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Вологість, %	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0

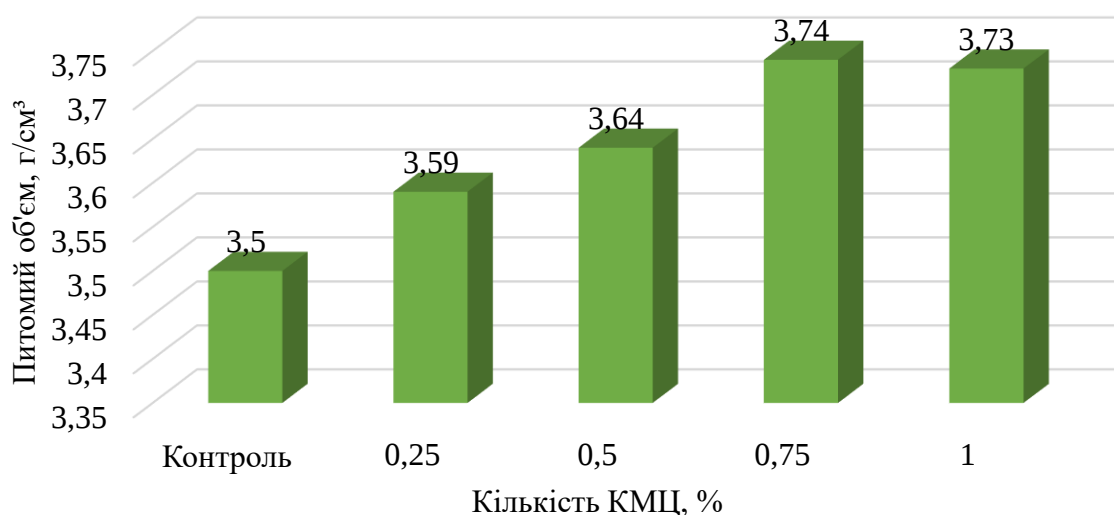


Рисунок 3.1 – Вплив кількості КМЦ на питомий об'єм кексу

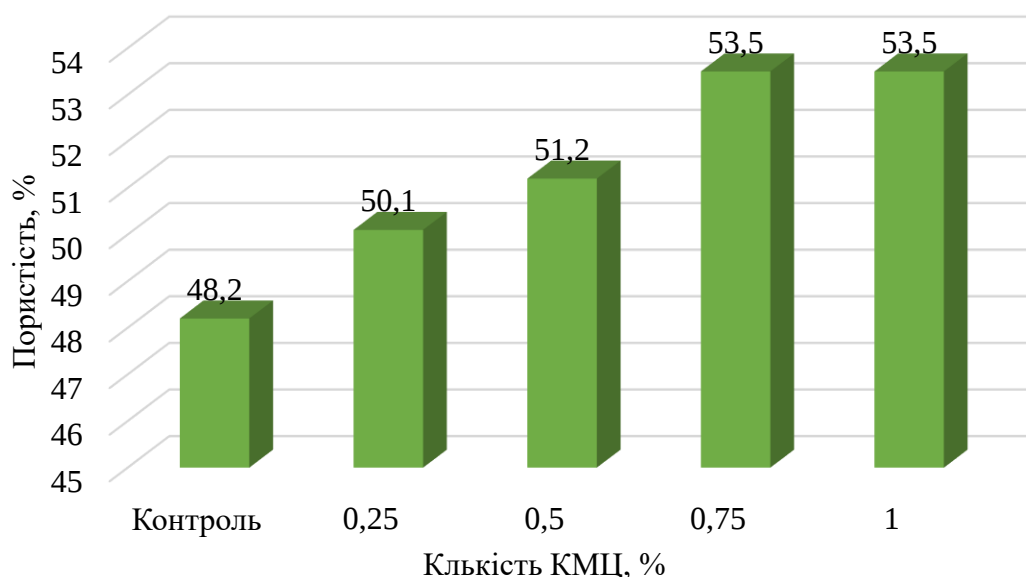


Рисунок 3.2 – Вплив кількості КМЦ на пористість кексу

Отримані дані підтверджені органолептичною оцінкою.

До рецептури кексу «Весняного» входить значна кількість жирового продукту (маргарину). Як відомо підвищення якості виробів, в рецептуру яких входять маргарин, можливе за рахунок додаткового введення ПАР. До складу СЯЖ входить значна кількість природного ПАР лецитину, отже, збільшення частки жовтка в рецептурі кексу може позитивно позначитися на якості виробів.

Досліджували вплив СЯЖ на фізичні властивості тіста для кексів (табл.3.3).

Таблиця 3.3 – Вплив СЯЖ на фізичні властивості тіста для кексу

Зразок	Водопоглинальна здатність, %	Час утворення тіста, хв	Стійкість тіста, хв	Розрідження тіста, BU	Число якості, мм
Контроль	60,04	1,7	1,0	100,0	23,0
З додаванням СЯЖ	60,48	1,6	1,7	90,0	30,0

Як показали отримані дані введення СЯЖ призводить до зміцнення тіста, збільшення стійкості та зниження розрідження.

Досліджували вплив різних співвідношень СЯЖ та СЯБ на якість кексу. Проби виробів готували за наступних співвідношеннях СЯЖ і СЯБ (%): 40:60; 50:50; 60:40. Контролем служила проба виробів, під час виготовлення якої сухі яйцепродукти вводили відповідно до натуральних у відповідності до рецептури кекса «Весняний».

Проведені дослідження дозволили уточнити співвідношення кількості сухого яєчного жовтка (СЯЖ), що вводиться в кекс за рецептурою. Сухі білок і жовток доцільно вводити в рівній кількості. Дані дослідження, представлені в таблиці 3.4 (рис. 3.3 та 3.4), також свідчать про те, що якість кексу «Весняного», приготовленого з внесенням сухого СЯЖ і СЯБ у співвідношенні 50:50 змінюється в позитивний бік.

Таблиця 3.4 – Вплив співвідношення СЯЖ і СЯБ на якість кексу приготованого з додаванням КМЦ

Показники	Контроль	При співвідношенні СЯЖ і СЯБ (%)		
		40:60	50:50	60:40
Пористість, %	48,2	52,0	55	52,5
Питомий об'єм, г/см ³	3,50	3,59	3,74	3,60
Щільність, см/г ³	0,25	0,26	0,27	0,26
Кислотність, град.	2,2	2,2	2,2	2,2
Вологість, %	29,0	29,0	29,0	29,0

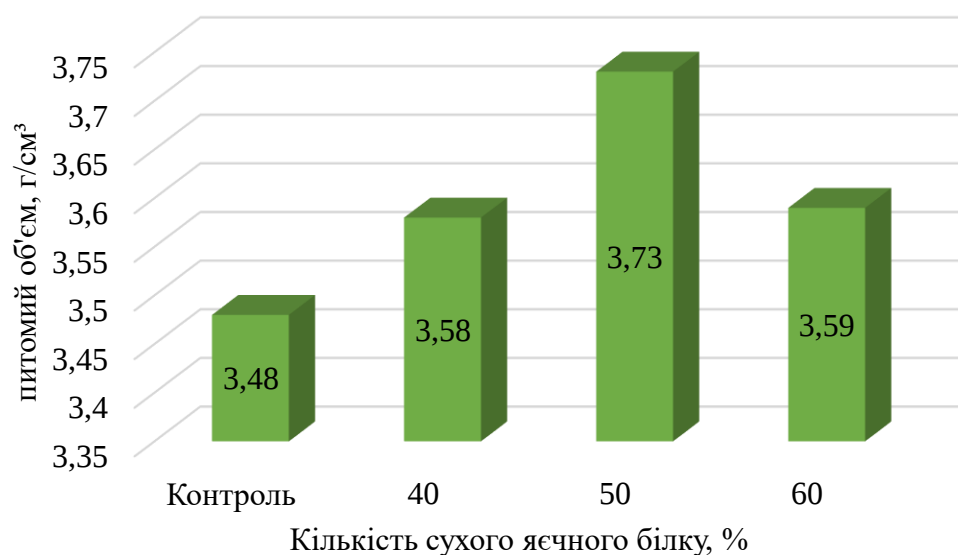


Рисунок 3.3 – Залежність граничного об'єму кексу від масової частки внесення сухого яєчного білка в рецептуру

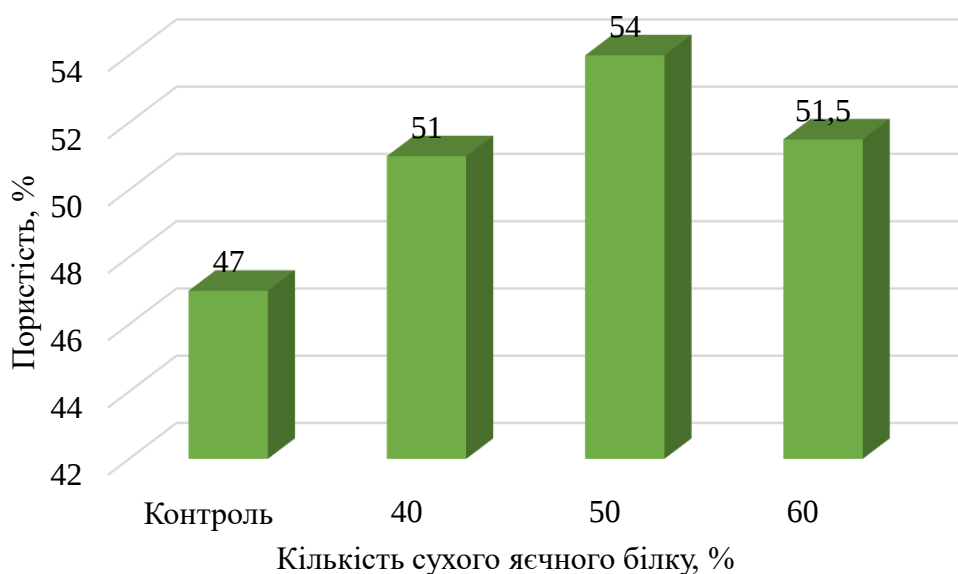


Рисунок 3.4 – Залежність пористості м'якуша кексу від різного відношення сухого яєчного білка в рецептурі

Отримані дані підтверджені органолептичною оцінкою: вироби характеризувалися правильною формою, гладкою куполоподібною поверхнею, рівномірним забарвленням, еластичним м'якушем, продукт мав здобний

характерний приємний запах і смак.

Досліджували можливість спільного використання КМЦ та сухих яйцепродуктів для приготування кексу «Весняний» із пшеничного борошна вищого гатунку.

Проби готували за допомогою таких доз КМЦ: 0,25 %; 0,5 %; 0,75 % та встановлене співвідношення сухих яйцепродуктів.

З даних, представлених у таблиці 3.5 (рис. 3.5 та 3.6), випливає, що спільне внесення карбоксиметилцелюлози та сухих яйцепродуктів у встановленому нами співвідношенні сприяло отриманню кексу «Весняний» з високими споживчими властивостями.

При сумісному додаванні 0,75 % до маси борошна КМЦ та сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50 питомий обсяг зростав 4,0-7,0 %, пористість збільшувалася на 8,5 % порівняно з контролем.

Таблиця 3.5 – Вплив КМЦ на якість кексу, приготовленого при СЯЖ і СЯБ 50:50

Найменування показника	Контроль	Кількість КМЦ, % від маси борошна		
		0,25	0,5	0,75
Пористість, %	49,0	52,4	52,7	56,5
Питомий об'єм, г/см ³	3,53	3,60	3,66	3,82
Щільність, см/г ³	0,25	0,26	0,26	0,27
Кислотність, град	2,2	2,2	2,2	2,2
Вологість, %	29,0	29,0	29,0	29,0

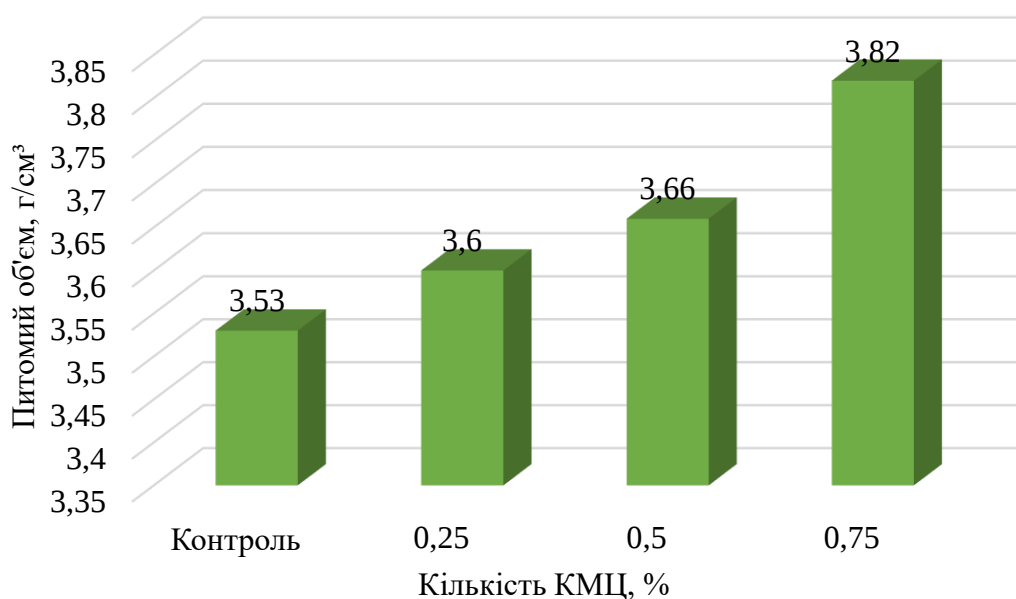


Рисунок 3.5 – Вплив кількості КМЦ з установленою кількістю КМЦ та сухих яйцепродуктів

Як очевидно з рис. 3.5 в контрольній пробі питомий обсяг становив 3,53 г/см³. Спільне внесення КМЦ та сухих яйцепродуктів у встановленому співвідношенні справляло сприятливий вплив на питомий обсяг готового виробу – він збільшувався на 4-7 % порівняно з контролем.

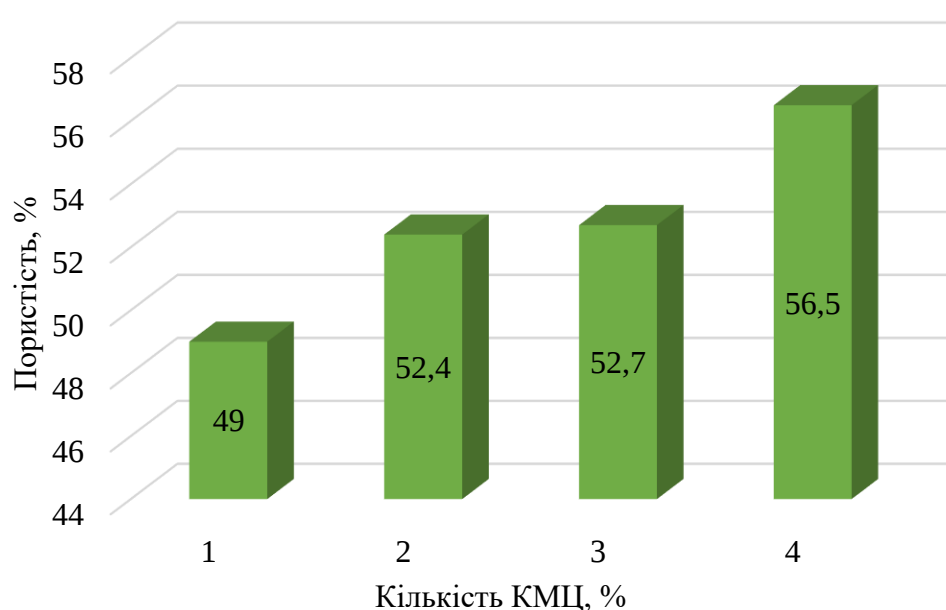


Рисунок 3.6 – Вплив КМЦ на пористість кексів

Як видно із рис. 3.6 в контрольній пробі пористість м'якуша кексу складала 49 %. Спільне внесення КМЦ та сухих яйцепродуктів у встановленому співвідношенні сприяло впливу на пористість готового виробу, вона збільшувалася на 8,5 % порівняно з контролем.

Властивості тіста перед обробкою значною мірою визначають його стан при формуванні та вистоювання, а також якість готових виробів.

Досліджували вплив спільного внесення різних дозувань КМЦ та сухих яйцепродуктів на реологічні властивості тіста.

Для визначення реологічних характеристик використали прилад відповідне лабораторне устаткування.

Визначення реологічних властивостей тіста проводили після замісу, через 1 годину бродіння і вкінці бродіння тіста. Визначали адгезійні властивості та час релаксації.

Результати проведених досліджень наведено у табл. 3.6 та 3.7.

Дані, подані у табл. 3.6 та 3.7, свідчать про зміну адгезійних та пружно-еластичних властивостей під час бродіння тіста для кексів.

При сумісному внесенні КМЦ у кількості 0,75 % і сухих яйцепродуктів до маси борошна зусилля відриву інструменту від проби тіста зменшувалося до -2,8 після замісу, -3,8 через годину бродіння і -4,2 в кінці бродіння порівняно з контролем.

Збільшення кількості КМЦ до 1,0 % до маси борошна при спільному внесенні сухих яйцепродуктів призводило до зниження адгезійних властивостей тіста: посилення відриву інструменту від проби тіста зменшувалося до -2,8 до бродіння, -3,5 після однієї години бродіння -4,0 в кінці бродіння по відношенню.

Аналіз результатів дослідження впливу спільного внесення КМЦ (0,75 %) і сухих яйцепродуктів (50:50) показав, що тривалість релаксації тіста скорочується після замісу до 14,6 секунд, через годину бродіння 18,9 секунд, наприкінці бродіння 19,6 секунд порівняно з контрольною.

Дані, наведені у табл. 3.8 показують, що спільне внесення КМЦ та сухих яйцепродуктів надає позитивний вплив на реологічні властивості тіста,

приготовленого відповідно до рецептури кексу «Весняний».

При сумісному внесенні КМЦ у кількості 0,75 % і сухих яйцепродуктів у встановленому співвідношенні зусилля відриву інструменту від проби тіста зменшувалося на 10,5 % після бродіння порівняно з контролем.

Збільшення кількості КМЦ до 1 % до маси борошна при внесенні сухих яйцепродуктів призводило до збільшення адгезійних властивостей тіста (табл. 3.8): посилення відриву інструменту від проби тіста збільшувалося на 5 % наприкінці бродіння по відношенню до контрольної проби.

Аналіз результатів дослідження впливу спільного внесення КМЦ та сухих яйцепродуктів показав, що тривалість релаксації тіста скорочується на 7 % після бродіння порівняно з контрольною пробою.

Очевидно, зміна реологічних характеристик тіста у напрямі збільшення пружно-еластичних властивостей зумовлено утворенням комплексів зі структурними компонентами тіста при спільному внесенні карбоксиметилцелюлози та сухих яйцепродуктів.

Таблиця 3.6 – Вплив спільного внесення КМЦ і сухих продуктів на адгезійні властивості тіста для кексу

Найменування показників реологічних властивостей	Показники властивостей тіста, приготованого з використанням сухих яйцепродуктів				
	Контроль	з різною кількістю КМЦ, %			
		0,25	0,5	0,75	1
Зусилля відриву інструменту від проби тіста, Н після замісу	-1,7	-1,8	-2,4	-2,8	-2,8
Зусилля відриву інструменту від проби тіста Н через 1 годину після бродіння	-3,6	-3,6	-3,8	-3,8	-3,5
Зусилля відриву інструменту від проби тіста, Н наприкінці бродіння	-3,8	-3,8	-4,0	-4,2	-4,0

Таблиця 3.7 – Вплив КМЦ та сухих яйцепродуктів на час релаксації властивостей тіста для кексів

Найменування показників	Показники властивостей тіста для кексу				
	Контроль	з внесенням сухих яйцепродуктів в оптимальному співвідношенні			
		з різною кількістю КМЦ, %			
		0,25	0,5	0,75	1,0
Час релаксації тіста, після замісу	16,5	15,5	15,2	14,6	13,4
Час релаксації тіста, через 1 годину після бродіння	21,0	16,4	18,6	18,9	18,8
Час релаксації тіста, в кінці бродіння	18,4	16,9	17,4	19,6	17,1

Таблиця 3.8 – Вплив КМЦ та сухих яйцепродуктів на адгезійні властивості і час релаксації тіста для кексів

Найменування показників	Показники властивостей тіста для кексу				
	Контроль	з внесенням сухих яйцепродуктів в оптимальному співвідношенні			
		з різною кількістю КМЦ, %			
		0,25	0,5	0,75	1,0
Час релаксації тіста, після замісу	16,5	15,5	15,2	14,6	13,4
Час релаксації тіста, через 1 годину після бродіння	21,0	16,4	18,6	18,9	18,8
Час релаксації тіста, в кінці бродіння	18,4	16,9	17,4	19,6	17,1

З представлених даних видно, що при спільному внесенні КМЦ кількості 0,75 % і сухих яйцепродуктів у вибраному співвідношенні зусилля відриву інструменту від проби тіста становить -4,2. Подальше збільшення КМЦ призводило до збільшення адгезійних властивостей тіста: зусилля відриву інструменту від проби тіста збільшилося на 5,3 % наприкінці бродіння по відношенню до контрольної проби для кексу «Весняний».

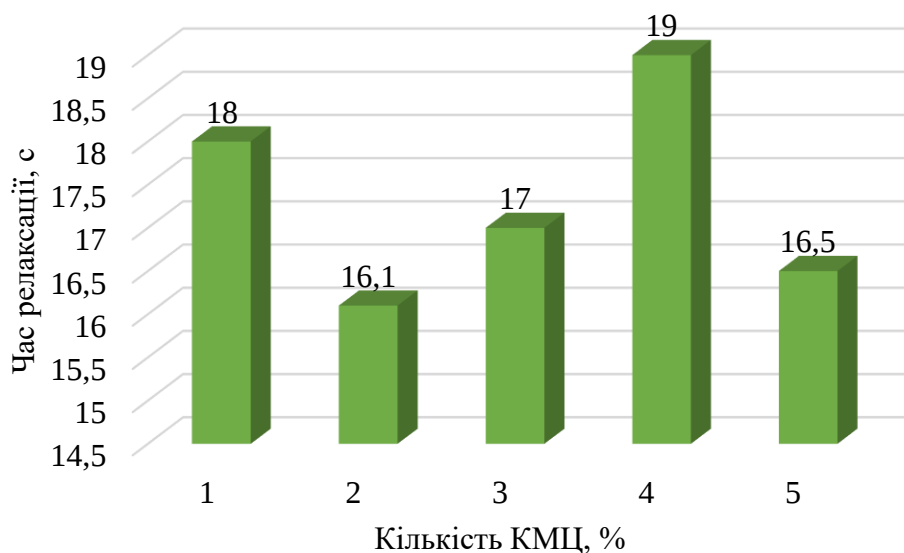


Рисунок 3.7 – Вплив дози внесення КМЦ на час релаксації напруження тіста для кексу «Весняний»

З наведених даних видно, що тривалість релаксації тіста вкінці бродіння скорочується на 7 % порівняно з контрольною пробою.

Для кексу «Весняний» важливим є продовження терміну збереження, оскільки вироби готуються до реалізації протягом значного часу. Досліджували вплив спільного використання КМЦ та сухих яйцепродуктів, що використовуються у вибраному співвідношенні, на збереження свіжості виробів, про яку судили за гідрофільними та структурно-механічними властивостями м'якуша.

КМЦ вносили у кількості 0,75 % до маси, а сухі яйцепродукти вносили у співвідношенні СЯБ:СЯЖ (50:50). Вироби аналізували через 24; 48; 72 та 96 годин після випічки. Визначення ступеня черствіння виробів проводили зі зміни реологічних властивостей м'якушів на аналізаторі структури тіста і гідрофільних властивостей м'якуша.

Результати проведених досліджень наведено у табл. 3.9 та 3.10.

Таблиця 3.9 – Вплив спільного використання КМЦ і сухих яйцепродуктів на зміну реологічних властивостей м'якуша кекса «Весняний» при зберіганні

Виріб	Тривалість зберігання, год	Показники реологічних властивостей м'якуша		
		Загальна деформація, $\Delta H_{\text{заг}}$	Пластична деформація, $\Delta H_{\text{плас}}$	Пружна деформація, $\Delta H_{\text{пруж}}$
Контроль	24	13,88	11,54	3,34
	48	12,22	8,94	3,28
	72	6,65	4,88	1,78
	96	3,23	2,12	1,81
Із внесенням КМЦ, СЯБ та СЯЖ	24	14,42	10,50	3,92
	48	10,34	7,90	2,44
	72	9,51	7,37	2,14
	96	6,47	4,51	1,96

З отриманих даних, представлених у табл. 3.9, видно, що стискання, пружність і пластичність м'якуша кексу, приготованого з внесенням КМЦ і із заміною натурального курячого яйця на сухі яйцепродукти зменшуються при меншій мірі порівняно з контрольною пробою, загальна та пружна деформація були вищими на 4 і 68 %, після 48 год зберігання на 1,0 і 35 %, через 72 год після випічки 43 і 20 %, після 96 год зберігання на 5 і 76 % по відношенню до контрольної проби (рис. 3.8 та 3.9).

Дані, наведені у табл. 3.10, свідчать про те, що обсяг осаду набряклих частинок м'якуша при зберіганні протягом 24-96 год в дослідній пробі був вище в порівнянні з контрольною пробою: через 24 год на 7,0 %, після 48 год зберігання на 9,0 %, через 72 год на 13,2 %.

Таблиця 3.10 – Вплив КМЦ та сухих яйцепродуктів на зміну гідрофільних властивостей

Тривалість зберігання, год	Об'єм набряклих частинок м'якуша, см ³	
	Контроль	З внесенням КМЦ, СЯБ та СЯЖ
24	45	48
48	43	47
72	40	45
96	36	44

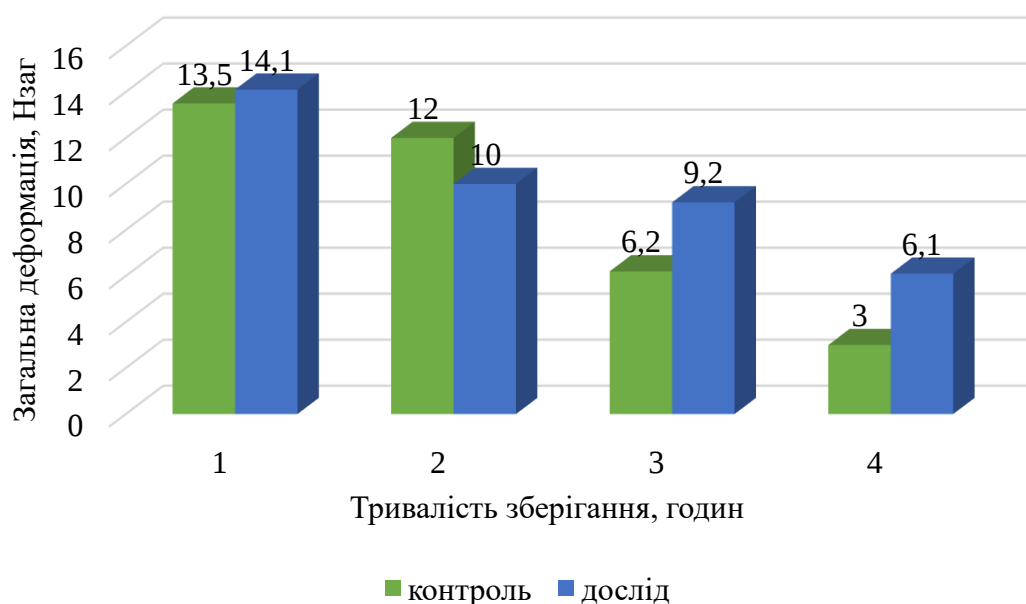


Рисунок 3.8 – Зміна загальної деформації м'якуша кексу «Весняний» контрольної та дослідної проби, приготовленої при внесенні КМЦ та сухих яйцепродуктів

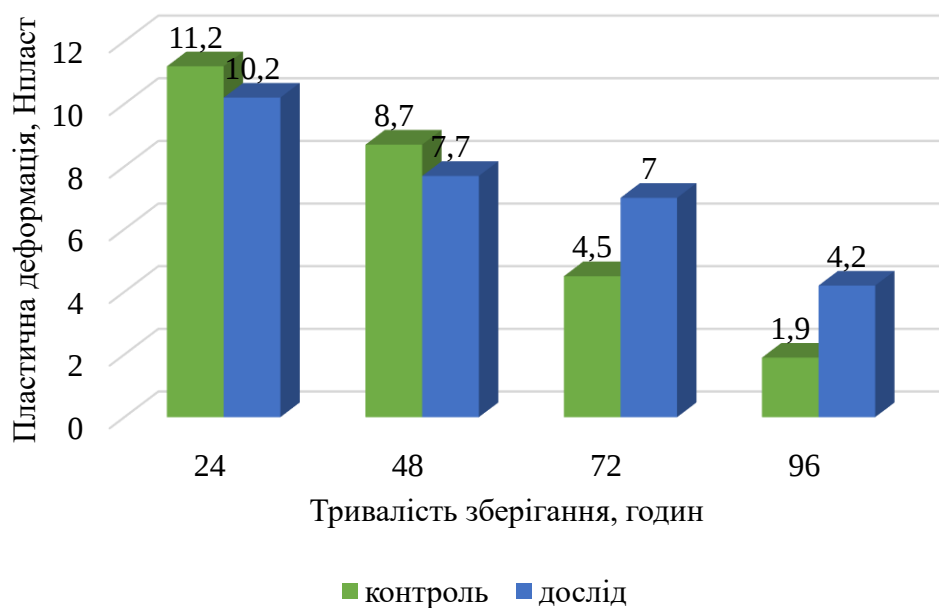


Рисунок 3.9 – Зміна пластичної деформації м'якуша кексу «Весняний»

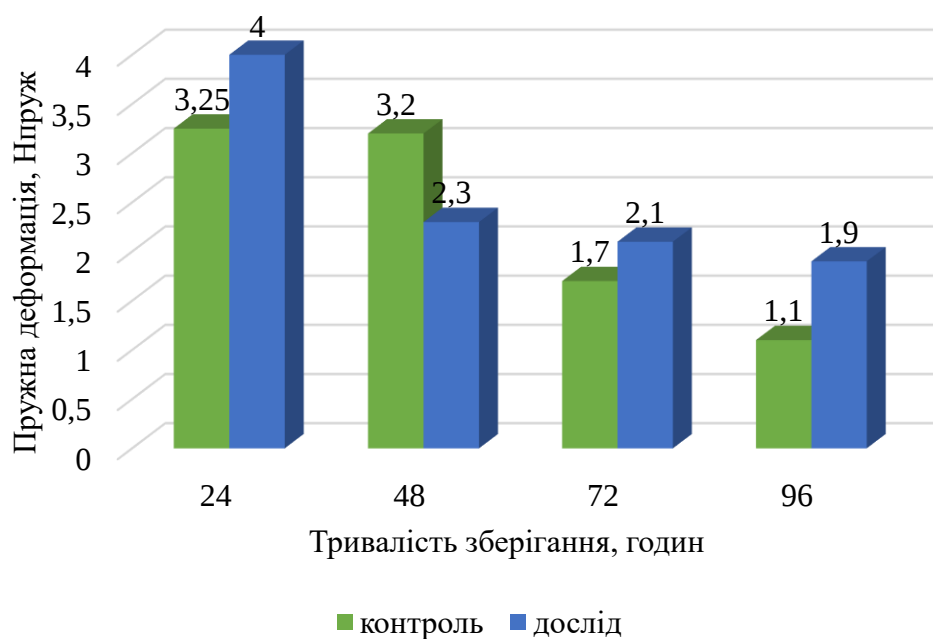


Рисунок 3.10 – Зміна пружної деформації м'якуша кексу «Весняний» контрольного зразка в порівнянні з дослідним зразком при внесенні в оптимальній кількості КМЦ та сухих яйцепродуктів

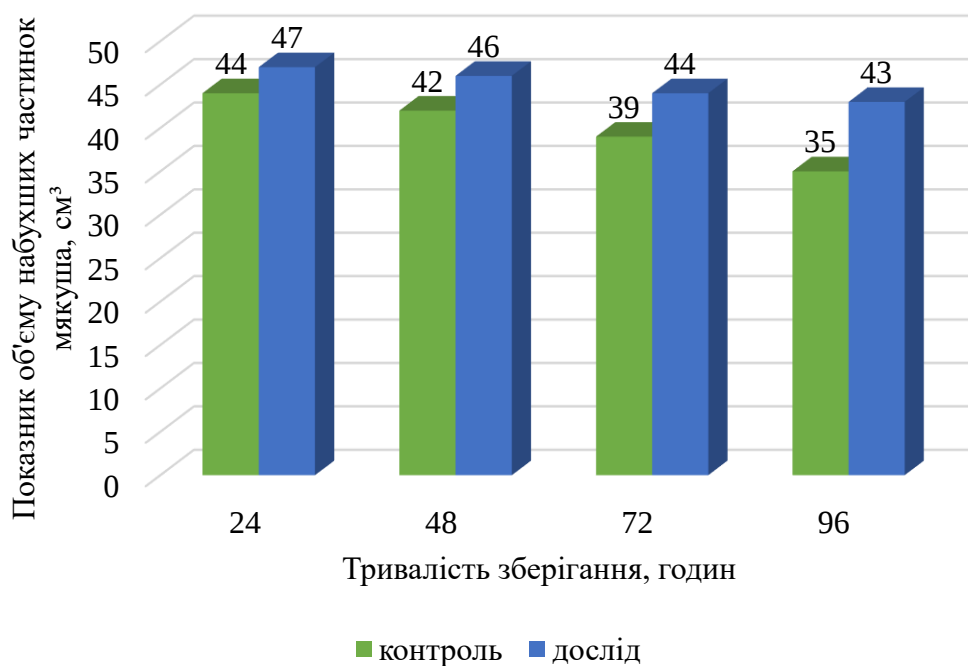


Рисунок 3.11 – Вплив КМЦ і сухих яйцепродуктів на гідрофільні властивості м'якуша кексу «Весняний» при зберіганні

Отримані експериментальні дані підтверджуються органолептичною оцінкою: м'якуш кексів, приготованих з внесенням КМЦ і сухих яйцепродуктів, в процесі зберігання був більш м'яким.

Слід зробити висновок, що швидкість зниження черствіння кексу «Весняний», приготованого із внесенням КМЦ та заміною натурального курячого яйця на сухі яйцепродукти була меншою порівняно з контрольною пробою, можливо, через перерозподіл вологи та збільшення вмісту міцно пов'язаної вологи у готових виробах.

Висновки за розділом

Внесення КМЦ у кількості 0,25-0,75 % сприяє покращенню структурно-механічних властивостей виробу: питомий обсяг збільшується на 4-7 %, а пористість – до 8,5 % у порівнянні з контролем. Подальше збільшення дози КМЦ не призводить до суттєвих змін цих показників.

Сумісне використання 0,75 % КМЦ та сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50 забезпечує покращення як питомого обсягу, так і пористості виробу, що свідчить про синергійний ефект між цими компонентами.

При такому поєднанні також зменшується зусилля відриву інструменту від проби тіста, що вказує на зниження адгезійних властивостей і полегшення обробки тіста в процесі виробництва.

Тривалість релаксації тіста скорочується у всіх етапах бродіння, що свідчить про поліпшення реологічних характеристик тіста та його стабільності під час технологічного процесу.

Надмірне збільшення КМЦ до 1 % веде до підвищення адгезійних властивостей тіста, що може негативно впливати на технологічність обробки.

Черствіння виробів із КМЦ та сухими яйцепродуктами відбувається повільніше порівняно з контрольною пробєю. Це підтверджується покращенням показників пружності, пластичності, деформації м'якуша та органолептичних характеристик упродовж 96 год зберігання.

Збільшення обсягу осаду набряклих частинок м'якуша під час зберігання додатково свідчить про вищу гідрофільність і водозв'язуючу здатність дослідних зразків.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що оптимальним є внесення 0,75 % КМЦ та сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50, що сприяє покращенню якісних характеристик тіста і готових виробів, а також підвищує їхню стійкість до черствіння.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з охорони праці для працівників цеху з виробництва кексів

В таблиці 4.1 приведено карту безпеки праці під час виробництва кексів, запропонована картка охоплює основні зони ризику, потенційні небезпеки та заходи безпеки.

Таблиця 4.1 – Картка безпеки праці під час виробництва кексів

Етап	Заходи безпеки
Підготовка сировини	Одягати ЗІЗ: рукавички, фартух, ковпак. Обережно працювати з ножами, відкривачами та іншим гострим інвентарем
Заміс тіста	Перевірка технічного стану міксерів і тістомісів Використовувати ЗІЗ Уникати контакту з рухомими частинами машин
Формування та випікання	Захист від опіків (використання прихваток, термостійких рукавиць) Дотримання пожежної безпеки при роботі з духовками
Охолодження	Уникати контакту з гарячими поверхнями Обережність при роботі з вентиляторами або іншими охолоджувальними пристроями
Пакування	Мити руки перед пакуванням Дотримання чистоти робочих поверхонь Уникати утворення конденсату при зберіганні виробів
Загальні вимоги	Проведення інструктажу з охорони праці Наявність аптечки у доступному місці Позначення та вільний доступ до евакуаційних виходів
Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)	Рукавички, фартух, ковпак Протиковзне взуття Маска при роботі з сухими інгредієнтами

4.2 Утилізація відходів під час виробництва кексів

Утилізація відходів виробництва печива – важливий аспект забезпечення екологічної безпеки та економічної ефективності підприємства. Відходи можуть бути як харчового, так і нехарчового походження, і кожна група має свої методи утилізації, таблиця 4.1.

Харчові відходи:

- залишки борошна, яєць, молока, маргарину, меланжу;
- обрізки тіста, зіпсовані або непридатні для використання заготовки;
- рештки сировини після обробки шипшини.

Пакувальні та побутові відходи:

- використана тара (плівка, мішки, коробки);
- паперові рушники, серветки, рукавички;
- етикетки, пакувальні матеріали.

Вторинна сировина:

- склотара, пластикова тара (від олії тощо), металеві кришки.

Таблиця 4.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва кексів

Тип відходу	Спосіб утилізації	Примітки
Органічні (харчові)	Компостування, передача тваринництву	За наявності угоди з фермерськими господарствами
Папір, картон	Збір і передача на макулатуру	Використання роздільного збору
Пластик, скло, метал	Передача на переробні підприємства	Через ліцензовані компанії
Небезпечні відходи	Спеціальна утилізація згідно з ДСТУ	Наприклад, прострочені продукти, засоби очищення
Побутові відходи	Вивіз через сміттєві служби	В межах договору з місцевим комунальним підприємством

Рекомендації:

- встановити роздільні баки з відповідним маркуванням;
- проводити щоденне прибирання та вивезення органіки;
- укласти договори з організаціями, що мають ліцензії на утилізацію;
- забезпечити облік та контроль обсягів відходів.

Висновки за розділом

У рамках роботи було розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів. Вона охоплює всі ключові етапи технологічного процесу – від підготовки сировини до пакування готової продукції – та передбачає комплекс заходів з охорони праці, зокрема застосування засобів індивідуального захисту, дотримання правил роботи з технологічним обладнанням, а також вимоги пожежної та санітарної безпеки.

Окрему увагу приділено утилізації відходів виробництва, включно з харчовими залишками та упаковкою. Розглянуто екологічно доцільні шляхи повторного використання побічних продуктів, зокрема вторинної переробки залишків шипшини як джерела харчових волокон, а також сортування та утилізації пакувальних матеріалів відповідно до вимог екологічної безпеки.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат є базою для розрахунку фінансових потреб, необхідних для здійснення наукових досліджень. У ньому передбачено витрати на матеріальні ресурси, електроенергію, оплату праці, амортизацію та накладні витрати.

Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів здійснюється за наступною формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

C_1 – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 5.1 представлено результати розрахунків щодо вартості матеріалів.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість на 10 кг виробленої продукції

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне хлібопекарське вищий сорт, кг	10,00	30,00	300,00
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	0,40	48,00	19,20
Цукор-пісок, кг	3,00	33,00	99,00
Маргарин, кг	2,20	151,00	332,2
Сіль кухонна харчова, кг	0,06	14,00	0,84
Сухі яйцепродукти, кг	1,6	900,00	1044,00
білок + жовток	4,2	600,00	2520,00
Родзинки, кг	1,5	120,00	180,00
Всього			4495,24

Таблиця 5.2 містить результати обчислення витрат на заробітну плату учасників дослідження, яка визначається шляхом множення середньої погодинної оплати праці на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату учасників наукового дослідження

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

Нарахування на заробітну плату становить 22 % від загального обсягу оподатковуваної суми, що підлягає єдиному соціальному внеску:

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

Розрахунок вартості спожитої електроенергії здійснюється за наступною 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 на енергоспоживання обладнання, що використовується для змішування рецептурних компонентів:

$$E_{\text{змішувач}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 6,4 = 29,95 \text{ грн.}$$

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для випікання:

$$E_{\text{випікання}} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 6,4 = 331,78 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на роботу ноутбука:

$$E_{\text{ноутбук}} = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 6,4 = 115,2 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{змішування}} + E_{\text{випікання}} + E_{\text{ноутбук}} = 29,95 + 331,78 + 115,2 = 476,93 \text{ грн.}$$

На основі рівняння 5.3 розраховується сума амортизаційних витрат на обладнання, задіяне під час проведення дослідження:

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

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію обладнання

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Змішувач	19800,0	10	1	5,42
Пароконвектомат	38000,0	10	3	31,23
Ноутбук	24000,0	24	25	394,52
Всього				431,17

Накладні витрати, пов'язані з технічним забезпеченням та організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання складають 80 % від нарахованої заробітної плати дослідника.

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

Розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження приведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахункова вартість дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	4495,24
Заробітна плата (ЗП)	1000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	220,00
Електроенергія (Е)	476,93
Амортизація (А)	431,17
Накладні витрати (НВ)	800,00
Всього	7323,34

На основі проведеного аналізу, основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали та заробітну плату, які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, розрахунок вартості здійснювався з урахуванням витрат та очікуваної прибутковості від його проведення:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 7323,34 + \frac{30 \cdot 7323,34}{100} = 9520,34 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9520,34 грн.

Висновки за розділом

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали (4495,24) та витрати на заробітну плату (1000,00 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9520,34 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Внесення КМЦ у кількості 0,25-0,75 % сприяє покращенню структурно-механічних властивостей виробу: питомий обсяг збільшується на 4-7 %, а пористість – до 8,5 % у порівнянні з контролем. Подальше збільшення дози КМЦ не призводить до суттєвих змін цих показників.

Сумісне використання 0,75 % КМЦ та сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50 забезпечує покращення як питомого обсягу, так і пористості виробу, що свідчить про синергійний ефект між цими компонентами.

При такому поєднанні також зменшується зусилля відриву інструменту від проби тіста, що вказує на зниження адгезійних властивостей і полегшення обробки тіста в процесі виробництва.

Тривалість релаксації тіста скорочується у всіх етапах бродіння, що свідчить про поліпшення реологічних характеристик тіста та його стабільності під час технологічного процесу.

Надмірне збільшення КМЦ до 1 % веде до підвищення адгезійних властивостей тіста, що може негативно впливати на технологічність обробки.

Черствіння виробів із КМЦ та сухими яйцепродуктами відбувається повільніше порівняно з контрольною пробою. Це підтверджується покращенням показників пружності, пластичності, деформації м'якуша та органолептичних характеристик упродовж 96 год зберігання.

Збільшення обсягу осаду набряклих частинок м'якуша під час зберігання додатково свідчить про вищу гідрофільність і водозв'язуючу здатність дослідних зразків.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що оптимальним є внесення 0,75 % КМЦ та сухих яйцепродуктів у співвідношенні 50:50, що сприяє покращенню якісних характеристик тіста і готових виробів, а також підвищує їхню стійкість до черствіння.

У рамках роботи було розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів. Вона охоплює

всі ключові етапи технологічного процесу – від підготовки сировини до пакування готової продукції – та передбачає комплекс заходів з охорони праці, зокрема застосування засобів індивідуального захисту, дотримання правил роботи з технологічним обладнанням, а також вимоги пожежної та санітарної безпеки.

Окрему увагу приділено утилізації відходів виробництва, включно з харчовими залишками та упаковкою. Розглянуто екологічно доцільні шляхи повторного використання побічних продуктів, зокрема вторинної переробки залишків шипшини як джерела харчових волокон, а також сортування та утилізації пакувальних матеріалів відповідно до вимог екологічної безпеки.

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали (4495,24) та витрати на заробітну плату (1000,00 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9520,34 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Дорохович А. М. Створення харчових продуктів спеціального призначення – актуальна проблема сучасності, вклад кондитерів НУХТ в її рішення // «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» : Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ. 2016. С. 56–60.
2. Бісквітний напівфабрикат оздоровчо-профілактичного призначення : пат. на корисну модель 64455 Україна: МПК А 23G 3/00 / Бондар Н. П., Маляр В. В.; власник НУХТ. № 64455; заявл. 06.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
3. Доценко В. Ф., Арпуль О. В., Дочинець І. В., Савчук О. О. Збагачення корисними нутрієнтами виробів із листового тіста // Науковий журнал «Молодий вчений». 2017. № 11 (51). С. 30–34.
4. Ayala-Bribiesca E., Lussier M., Chabot D., Turgeon S. L., Britten M. Effect of calcium enrichment of Cheddar cheese on its structure, in vitro digestion and lipid bioaccessibility // International Dairy Journal. 2016. V. 53. P. 1–9.
5. Інформаційно-аналітичний звіт по ринкам кондитерських виробів: веб-сайт. URL: <http://www.ukrainian-food.org/uk/post/informacijno-analiticnij-zvit-po-rinkam-konditerskih-virobiv-za-cerven-lipen>.
6. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Удосконалення технології здобного напівфабрикату, збагаченого засвоюваними сполуками кальцію // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харків : ХДУХТ. 2019. Вип. 2 (30). С. 35–47.
7. ДСТУ 4619:2006. Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб // Термін дії з 01.11.2007. Київ, Держспоживстандарт України, 2007. 16 с.

8. ДСТУ 4683:2006. Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин // Термін дії з 01.10.2007. Київ, Держспоживстандарт України, 2008. 11 с.

9. ДСТУ 4910:2008. Вироби кондитерські. Методи визначання масових часток вологи та сухих речовин // Термін дії з 01.01.2009. Київ, Держспоживстандарт України, 2010. 13 с.

10. ДСТУ 5023:2008. Вироби кондитерські борошняні. Метод визначення здатності до намокання // Термін дії з 01.01.2010. Київ, Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.

11. ДСТУ 5024:2008. Вироби кондитерські. Методи визначання кислотності та лужності // Термін дії з 01.01.2010. Київ, Держспоживстандарт України, 2010. 12 с.

12. ДСТУ 5060:2008. Вироби кондитерські. Методи визначання масової частки жиру // Термін дії з 01.01.2010. Київ, Держспоживстандарт України, 2010. 16 с.

13. Лялик А., Крисовська Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів // Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості». 2017. С. 114–115.

Шаран А. В., Бура Г. М., Арсеньєва Л. Ю. та ін. Доцільність збагачення борошняних кондитерських виробів морськими бурими водоростями // Хранение и переработка зерна. 2012. № 5. С. 49–56.

14. Шелудько В. М. Зернобобові культури в технології борошняних кондитерських виробів // URL: http://www.khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_131/57.pdf. Дата звернення: 03.10.2016.

15. Akubor P. I. Functional properties and performance of cowpea/plantain/wheat flour blends in biscuits // Plant Foods for Human Nutrition. 2003. V. 58 (3). P. 1–8.

16. Бісквітно-збивне печиво : пат. на винахід 120674 Україна: МПК А21D 13/066; А21D 13/80 / Дорохович А. М., Неймеш Т. А.; власник НУХТ. № 120674; заявл. 17.07.2018; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.

17. Hamdani A. M., Wani I. A., Bhat N. A. Gluten free cookies from rice-chickpea composite flour using exudate gums from acacia, apricot and karaya // Food Bioscience. 2020. V. 35. 100541.

18. Спосіб приготування бісквітного напівфабрикату дієтичного призначення. пат. на корисну модель 35891 Україна: МПК A21D 13/00 / Іоргачова К. Г., Капетула С. М., Макарова О. В., Салавеліс А. Д.; власник ОНАХТ. № 35891; заяв. 24.04.2008; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19.

19. Печиво функціонального призначення : пат. на корисну модель 70088 Україна: МПК A21D 13/08. / Дорохович А. М., Бабіч О. В., Дорохович В. В.; власник НУХТ. № 7008; заяв. 25.12.2003; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.

20. Спосіб виробництва бісквітного печива «Буше» з борошном «Здоров'я» : пат. на корисну модель 130261 Україна: МПК A21D 2/36; A21D 8/02 / Кравченко М. Ф., Романовська О. Л.; власник Кравченко М. Ф., Романовська О. Л. № 130261; заявл. 27.06.2018; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22.

21. Kolawole F. L., Akinwande B. A., Ade-Omowaye B. I. O. Physicochemical properties of novel cookies produced from orange-fleshed sweet potato cookies enriched with sclerotium of edible mushroom (*Pleurotus tuberregium*) // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. V. 19 (2). P. 174–178.

22. Смирнова Я. С. Підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів за допомогою рослинних добавок // Сучасна наука: стан, проблеми перспективи: матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 року) / Старобільськ: ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С.215–218.

23. Калакура М. М., Ратушенко А. Т., Бублик Г. А. Оптимізація якості кондитерських виробів із використанням яблучного порошку // Журнал «Технологический аудит и резервы производства». 2016. № 3/3 (29). С. 12–17.

24. Касабова К. Р. Технологія маффінів підвищеної харчової цінності з продуктами переробки зародків пшениці та бурякового жому: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Харків, 2014. 24 с.

25. Касабова К. Р., Самохвалова О. В., Олійник С. Г. Характеристика нових джерел харчових волокон для збагачення борошняних кондитерських виробів // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Вип. 6/11 (66). С. 8–13.

26. Спосіб виробництва бісквітного рулету «Чарівна троянда» : пат. на корисну модель 38864 Україна: МПК А21D 13/00 / Філь М. І., Сирохман І. В.; власник Філь М. І., Сирохман І. В. № 38864; заяв. 15.07.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.

27. Спосіб виробництва бісквітного рулету «Захоплення» : пат. на корисну модель 38865 Україна: МПК А21D 13/00 / Філь М. І., Сирохман І. В.; власник Філь М. І., Сирохман І. В. № 38865; заяв. 15.07.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.

28. Спосіб виробництва бісквітного рулету «Вишневий цвіт»: пат. на корисну модель 38866 Україна: МПК А21D 13/00 / Філь М. І., Сирохман І. В.; власник Філь М. І., Сирохман І. В. № 38866; заяв. 15.07.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.

29. Бісквітний напівфабрикат : пат. на корисну модель 91967 Україна: МПК А21D 13/00 / Арсеньєва Л. Ю., Неміріч О. В., Петруша О. О., Бончак І. В., Філіпенко В. В.; власник НУХТ. № 91967; заяв. 12.02.2014; опубл. 25.07.2014, Бюл. № 14.

30. Leite das Chagas E. G., Vanin F. M., Santos Garcia V. A., Yoshida C. M. P., Carvalho R. A. Enrichment of antioxidants compounds in cookies produced with camu-camu (*Myrciaria dubia*) coproducts powders // LWT. 2020. V. 137. 110472. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110472>.

31. Canalis M. S. B., Baroni M. V., Leon A. E., Ribotta P. D. Effect of peach puree incorporation on cookie quality and on simulated digestion of polyphenols and antioxidant properties // Food Chemistry. 2020. V. 333. 127464. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127464>.

32. Wu G., Hui X., Wang R., Dilrukshi H. N. N., Zhang Y., Brennan M. A., Brennan C. S. Sodium caseinate-blackcurrant concentrate powder obtained by spray-drying or freeze-drying for delivering structural and health benefits of cookies // Journal

of Food Engineering. 2021. V. 299. 110466.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110466>.

33. Ribeiro G. S., Monteiro M. K. C., Rodrigues do Carmo J., Silva Pena R., Chiste R. C. Peach palm flour: production, hygroscopic behaviour and application in cookies // Heliyon. 2021. V. 7 (5). e07062.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07062>.

34. Петришин Н. З., Бліщ Р. О. Перспективні збагачувальні добавки із зародків пшениці для кондитерських виробів // Вісник Львівської комерційної академії. 2016. № 16. С. 106–109.

35. Aditya S., Stephen J., Radhakrishnan M. Utilization of eggshell waste in calcium-fortified foods and other industrial applications: A review // Trends in Food Science & Technology. 2021. V. 115. P. 422–432.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.047>.

36. Waheed M., Butt M. S., Shehzad A., Adzahan N. M., Shabbir M. A., Rasul Suleria H. A., Aadil R. M. Eggshell calcium: A cheap alternative to expensive supplements // Trends in Food Science & Technology. 2019. V. 91. P. 219–230.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.021>.

37. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 958 с.

38. Горальчук А. Б., Пивоваров П. П., Гринченко О. О. та ін. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навч. посібник. Харків: ХДУХТ, 2006. 63 с.