

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Готельно-ресторанного та туристичного бізнесу імені проф. В.Ф.Доценка

Кафедра Технології ресторанної і аюрведичної продукції

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Технології в ресторанному господарстві

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри Технології
ресторанної і аюрведичної продукції

Олександра НЄМІРІЧ

«27» жовтня 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Маркіна Дмитра Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів з мигдалевого борошна для ЗРГ.

керівник роботи Стукальська Наталія Миколаївна, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» жовтня 2025 року №883-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025

3. Вихідні дані до роботи технологія борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста; матеріали, зібрані під час проходження переддипломної науково-дослідницької практики; методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; Розділ 1 Організація, методологія та методи досліджень; Розділ 2 Розроблення рецептури та технології інноваційної продукції для ЗРГ; Розділ 3 Охорона праці; Розділ 4 Економічні характеристики розроблення, виробництва і реалізації інноваційної продукції для ЗРГ; Загальні висновки; Список використаної літератури та інтернет-ресурсів; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу Аркуш 1 - Апаратурно-технологічна схема виробництва інноваційної продукції

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1-4	Стукальська Н.М., к.т.н., доц.	27.10.2025	01.12.2025

7. Дата видачі завдання 27 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ, РОЗДІЛ 1 Організація, методологія та методи досліджень	27.10–31.10.2025	виконано
2.	РОЗДІЛ 2 Розроблення рецептури та технології інноваційної продукції для ЗРГ	01.11-15.11.2025	виконано
3.	РОЗДІЛ 3 Охорона праці	16.11-18.11.2025	виконано
4.	РОЗДІЛ 4 Економічні характеристики розроблення, виробництва і реалізації інноваційної продукції для ЗРГ	19.11-21.11.2025	виконано
5.	Загальні висновки. Список використаної літератури. Додатки	22.11-24.11.2025	виконано
6.	Графічна частина Аркуш 1. Креслення «Апаратурно-технологічна схема виробництва інноваційної продукції для ЗРГ»	25.11-27.11.2025	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	28.11-30.11.2025	виконано
8.	Подання кваліфікаційної роботи на кафедру	з 01.12.2025	виконано
9.	Перевірка кваліфікаційної роботи на плагіат	01.12 - 03.12.2025	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Дмитро МАРКІН
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Наталія СТУКАЛЬСЬКА
(ім'я та прізвище)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНФОРМАЦІЙНА КАРТКА НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувач: Маркін Дмитро Володимирович

*Факультет готельно-ресторанного та туристичного бізнесу імені
проф. В.Ф. Доценка*

Денна форма здобуття вищої освіти, спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма «Технології в ресторанному господарстві»

Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів з мигдалевого борошна для ЗРГ»

Керівник кваліфікаційної роботи: доц., к.т.н., Стукальська Наталія Миколаївна.

Термін захисту «_____» грудня 2025 р.

Робота захищена з оцінкою _____

Анотація

В кваліфікаційній роботі було дослідження технологічних аспектів виготовлення борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста, зокрема макаронс, з акцентом на удосконалення рецептури шляхом повної заміни яєчного білка рослинними інгредієнтами. У межах дослідження проведено аналіз харчової та органолептичної цінності готових виробів, а також розроблено інноваційну технологію із використанням аквафаби та соєвого білкового ізоляту як альтернативи тваринному білку.

Макаронс, як популярні борошняні кондитерські вироби, відзначаються високим попитом серед споживачів завдяки різноманіттю смакових варіацій та можливості експериментування з начинками, що зумовлює необхідність постійного пошуку нових рецептур. Аналіз літературних джерел підтвердив перспективність використання аквафаби — рослинного інгредієнта з високими піноутворювальними властивостями, а також соєвого білкового ізоляту, який містить понад 90 % білка у сухій речовині та виконує функціональну роль стабілізатора піни.

З метою збагачення хімічного складу виробу до рецептури було введено порошок органічного пирію як джерело харчових волокон і повноцінного рослинного білка. Оптимальним виявилось дозування порошку у кількості 3 % до загальної маси тіста. Комплексна оцінка якості готових виробів включала визначення органолептичних характеристик, вмісту харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та показників безпеки.

У ході досліджень було обґрунтовано та встановлено технологічні параметри приготування макаронс, що забезпечують високі органолептичні властивості готових виробів. З метою оптимізації рецептури та визначення доцільності повної заміни яєчного білка створено модельні композиції на основі аквафаби та соєвого ізоляту. Встановлено, що соєвий білковий ізолят підвищує стабільність білкової піни, а аквафаба забезпечує добру піноутворювальну здатність завдяки наявності розчинних білків і полісахаридів. Додавання лимонного соку сприяє розриву поліпептидних ланцюгів, покращує насичення маси киснем і стабільність піни, що також посилюється за рахунок використання винного каменю.

Досліджено вплив цукру на піностійкість у системах на основі яєчного білка, аквафаби та соєвого ізоляту, а також визначено їх щільність при температурі 20 °С. Для покращення зовнішнього вигляду виробу до складу додано натуральний барвник — спіруліну, яка забезпечує однорідне та інтенсивне забарвлення без негативного впливу на структурно-механічні властивості меренги.

У результаті проведених досліджень і технологічних апробацій розроблено інноваційну рецептуру макаронс із використанням комбінації аквафаби та соєвого білкового ізоляту. Встановлено, що така рецептура дозволяє підвищити вміст білків на 66,3 %, зменшити вміст жирів на 36,3 %, а також суттєво підвищити рівень харчових волокон у порівнянні з традиційною рецептурою. Комплексний показник якості виробу з використанням рослинної сировини становив 0,66 проти 0,56 у контрольному зразку.

Таким чином, розроблений макаронс є збалансованим, високоякісним кондитерським виробом, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування та може бути рекомендований до виробництва як веганська альтернатива традиційним продуктам.

Розроблено інтегровану систему моніторингу для всіх стадій виробництва удосконалених макаронс, що передбачає ідентифікацію критичних контрольних точок (ККТ) у технологічному процесі. Впроваджено систему контролю санітарно-гігієнічного стану виробничого середовища відповідно до чинних нормативно-правових актів та вимог харчової безпеки.

Проаналізовано особливості організації охорони праці в умовах функціонування закладу ресторанного господарства та встановлено вимоги для забезпечення відповідності виробничих умов діючим стандартам з охорони праці та техніки безпеки.

Здійснено економічне обґрунтування вартості нових удосконалених виробів: розраховано прогнозовану відпускну ціну на макаронс для подальшої реалізації, а також визначено собівартість виготовлення борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста в умовах закладу ресторанного господарства.

Обсяг кваліфікаційної роботи складає 101 сторінка, включаючи 28 таблиці, 23 рисунки і 6 додатки. Графічний матеріал представлений на 1 аркуші.

***Ключові слова:** борошняний кондитерський виріб, мигдальне борошно, аквафаба, спіруліна, харчові барвники, технологічний процес.*

Abstract

The qualification work included a study of the technological aspects of the production of flour confectionery products based on almond dough, in particular macarons, with an emphasis on improving the recipe by completely replacing egg white with plant ingredients. As part of the study, an analysis of the nutritional and organoleptic value of finished products was conducted, and an innovative technology was developed using aquafaba and soy protein isolate as alternatives to animal protein.

Macarons, as popular flour confectionery products, are in high demand among consumers due to the variety of taste variations and the possibility of experimenting with fillings, which necessitates the constant search for new recipes. An analysis of literary sources confirmed the prospects for the use of aquafaba, a plant ingredient with high foaming properties, as well as soy protein isolate, which contains over 90% protein in dry matter and performs the functional role of a foam stabilizer.

In order to enrich the chemical composition of the product, organic wheatgrass powder was introduced into the recipe as a source of dietary fiber and high-quality vegetable protein. The optimal dosage of the powder was 3% of the total mass of the dough. A comprehensive assessment of the quality of finished products included the determination of organoleptic characteristics, the content of dietary fiber, vitamins, minerals and safety indicators.

During the research, technological parameters for preparing macaroni were substantiated and established, ensuring high organoleptic properties of finished products. In order to optimize the recipe and determine the feasibility of completely replacing egg white, model compositions based on aquafaba and soy isolate were created. It was found that soy protein isolate increases the stability of protein foam, and aquafaba provides good foaming ability due to the presence of soluble proteins and polysaccharides. The addition of lemon juice contributes to the rupture of polypeptide chains, improves the saturation of the mass with oxygen and the stability of the foam, which is also enhanced by the use of tartar.

The effect of sugar on foam stability in systems based on egg white, aquafaba and soy isolate was studied, and their density was determined at a temperature of 20 °C. To improve the appearance of the product, a natural dye was added to the composition - spirulina, which provides a uniform and intense color without a negative impact on the structural and mechanical properties of the meringue.

As a result of the conducted research and technological testing, an innovative macarons recipe was developed using a combination of aquafaba and soy protein isolate. It was found that such a recipe allows to increase the protein content by 66.3%, reduce the fat content by 36.3%, and also significantly increase the level of dietary fiber

compared to the traditional recipe. The complex quality indicator of the product using plant raw materials was 0.66 versus 0.56 in the control sample.

Thus, the developed macaron is a balanced, high-quality confectionery product that meets modern trends in healthy eating and can be recommended for production as a vegan alternative to traditional products.

An integrated monitoring system has been developed for all stages of production of improved macarons, which involves the identification of critical control points (CCPs) in the technological process. A system for monitoring the sanitary and hygienic state of the production environment has been implemented in accordance with current regulatory legal acts and food safety requirements.

The features of the organization of labor protection in the conditions of the functioning of a restaurant establishment have been analyzed and requirements have been established to ensure that production conditions comply with current standards for labor protection and safety.

An economic justification of the cost of new improved products has been carried out: the projected selling price for macarons for further sale has been calculated, and the cost of manufacturing flour confectionery from almond dough in the conditions of a restaurant establishment has been determined.

Keywords: *flour confectionery, almond flour, aquafaba, spirulina, food dyes, technological process.*

ВСТУП	11
РОЗДІЛ ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ	
1 ДОСЛІДЖЕНЬ	14
1.1 Літературний огляд.....	14
1.2 Мета, об'єкт, предмет досліджень.....	22
1.3 Методи досліджень.....	24
1.4 Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень.....	26
Висновки за розділом 1.....	27
РОЗДІЛ РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ	
2 ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	28
2.1 Підбір рецептурних інгредієнтів, їх властивості та вплив на якісні характеристики напівфабрикатів і готової продукції.....	28
2.2 Вплив масової частки внесення інноваційних інгредієнтів на властивості модельних систем.....	34
2.3 Обґрунтування та встановлення параметрів технологічних процесів.....	35
2.4 Дослідження основних фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних, функціонально-технологічних показників інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	37
2.5 Оптимізація технологічних процесів отримання інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	43

2.6	Рецептура та принципова технологічна схема виробництва інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	55
2.7	Порівняльний розрахунок харчової та біологічної цінності традиційної та інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства.....	57
2.8	Визначення органолептичних, мікробіологічних, структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства	58
2.9	Оцінка показників безпеки інноваційної продукції на основі принципів НАССР.....	62
	Висновки за розділом 2.....	76
	РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	78
	Висновки за розділом 3.....	88
	РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УДОСКОНАЛЕННЯ, ВИРОБНИЦТВА І РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВ.....	83
	Висновки за розділом 4.....	93
	Загальні висновки	95
	Список використаних джерел	98
	Додатки	102

ВСТУП

Актуальність дослідження обумовлена зростанням інтересу споживачів до натуральних і здорових продуктів харчування, а також прагненням розширити асортимент кондитерських виробів на основі альтернативної сировини. Борошняні кондитерські вироби посідають важливе місце в сучасному асортименті харчових продуктів завдяки своїм високим смаковим якостям та різноманіттю. Серед них особливо виділяються вироби на основі мигдального тіста. Мигдаль є цінною сировиною, багатою на вітаміни групи В, вітамін Е, мінеральні речовини, що робить продукцію з його використанням не лише смачною, але й функціонально корисною для здоров'я. При цьому основним інгредієнтом виробів з мигдального тіста є яєчні білки. Білки тваринного походження традиційно використовувалися для створення кондитерських пінних текстур.

Масове виробництво тваринного білка є основною причиною виснаження води, зміни клімату та втрати біорізноманіття. Крім того, багато людей страждають від алергії на тваринні білки, такі як яйця. Дослідження довели, що більшість алергій розвиваються до шкільного віку, але приблизно 1/3 алергії зберігаються в дорослому віці. З цих причин, разом із збільшенням кількості людей, які обирають дотримуватися веганської дієти, докладаються великі зусилля для розробки нових продуктів харчування, придатних для споживачів, які вирішили не споживати тваринний білок з культурних, традиційних або релігійних причин. Цей інтерес також зумовлений підвищенням обізнаності щодо сталого розвитку та здоров'я з точки зору сучасних споживачів.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у вивченні особливостей виготовлення борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста, аналізі їхньої поживної цінності, органолептичних характеристик та технологічних процесів виробництва та удосконаленні технології даної продукції за рахунок використання рослинних замінників яєчного білку.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста.

Предмет дослідження – макаронс, аквафаба, соєвий білковий ізолят, природні барвники, порошок пирію, модельні композиції.

В процесі виконання наукової роботи необхідно вирішити поставлені **завдання:**

- провести аналітичний огляд вітчизняних та закордонних наукових і патентних джерел щодо дослідження технологічних особливостей приготування борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста;

- дослідити альтернативні замінники яєчного білку; визначити можливість використання рослинних інгредієнтів в технології макаронс; дослідити фізико-хімічні і технологічні властивості модельних композицій;

- розробити та науково обґрунтувати технологію макаронс з використанням аквафаби та соєвого білкового ізоляту, порошку пирію та природних барвників.

- провести аналіз якості розроблених борошняних кондитерських виробів з мигдалю;

- розробити і затвердити технологічну документацію на розроблені веганські макаронси;

- впровадити розроблену технологію макаронс у виробництво.

Методи дослідження включали загальноприйняті аналітичні та органолептичні підходи; застосовано методи планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних із використанням спеціалізованого програмного забезпечення; визначення фізико-хімічних показників якості; а також проведення оцінки хімічного складу продукту методом розрахунково-аналітичного підходу.

Наукова новизна полягає в науковому поєднанні рослинних інгредієнтів в технології борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста. Набули подальшого розвитку принципи удосконалення технологій макаронс з використанням аквафаби та соєвого білкового ізоляту.

Апробація результатів досліджень. За результатами наукової роботи опубліковано наукову фахову статтю і трое тез доповідей:

Стукальська Н.М., Марцин Т.О., Маркін Д.О. Поживна цінність макаронс з рослинною сировиною та натуральним барвником. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг.* 2025. №3 (55). С. 111-122. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(55\)08](https://doi.org/10.31617/2.2025(55)08)

Дмитро Маркін, Наталія Стукальська. Ефективність використання дієтичних харчових добавок у виробництві продуктів харчування. Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 7 листопада 2024 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2024 р. С. 155-156

Маркін Д., Стукальська Н. Розроблення системи моніторингу безпеки виробництва борошняних кондитерських виробів з мигдалевого тіста. *Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 7–11 квітня 2025 р. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч.3. - 341 с.*

Маркін Д.В., Стукальська Н.М. Особливості технологічного процесу виробництва виробів з мигдального тіста. *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції, «Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі», 22 травня 2025 р. – К.: НУХТ, 2025 р. – 142-143 С.*

РОЗДІЛ 1

ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Літературний огляд

Представлення нових смаків і розширення асортименту здорових альтернатив борошняних кондитерських виробів відкриває можливості для зростання на ринку продукції з мигдального тіста. Основним інгредієнтом є мигдальне борошно, яке надає виробам горіховий аромат і ніжну текстуру. Крім того, борошняні кондитерські вироби з мигдального тіста мають низьку алергічну активність і дозволені споживачам з глютенною непереносимістю. Це особливо актуально в умовах сьогодення, коли зростає кількість людей із целиакією, непереносимістю глютену та певними аутоімунними процесами [1].

Вироби з мигдального тіста дуже популярні у кондитерському мистецтві світу. При цьому особливе місце займають макаронси (рис.1.1).

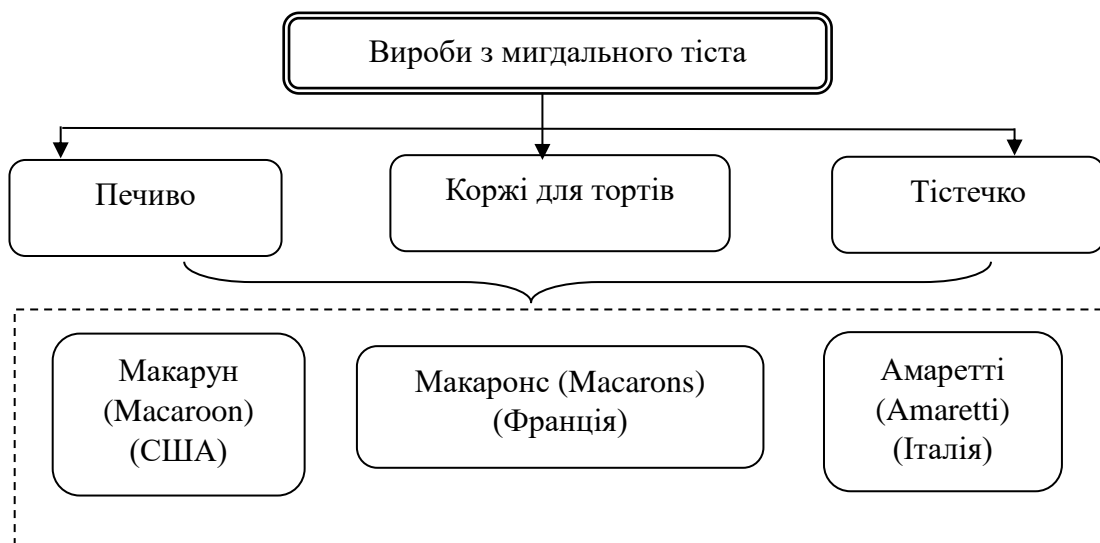


Рис. 1.1 - Асортимент борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста

Зараз макаронс це своєрідна частина гастрономічної культури Франції. Ці французькі кондитерські вироби захопили смаки в усьому світі.

Важко простежити історію виникнення даного борошняного

кондитерського виробу. Протягом історії, враховуючи експоненційний успіх макаронсів, багато країн заявляли про його створення. Є згадки про виникнення виробу на Близькому Сході, є літературні джерела про італійське походження та укорінення у Франції. Macarons de Joyeuse популярний в країні Басків, у Сент-Емільйоні, Нансі. Macarons d'Amiens з XVI століття готують на півночі Франції і за текстурою вони подібні до амаретті. У Франції навіть існують регіональні макаронси: macarons Saint-Emilion, Montmorillon, Massiac, Nancy, Réau, Boulay, Chartres, Sederon, Cormery, Joyeuse, Le Dorat, Sainte Croix, Lannion, Sault, Paris.

Світовими виробниками макаронс є Pierre Hermé, Bottega Louie, Bouchon Bakery, La Maison du Chocolat, Maison Ladurée, Le Macaron French Pastries, Chantal Guillon, Yann Haute Patisserie, Miam Miam Macaronerie, Macaron Café, Honey & Butter Macarons, Olivia Macaron, Nadege Patisserie [3]. В Україні макаронси виготовляють ТМ «Nonpareil» та різноманітні кафе-кондитерські.

Ці делікатні тістечка формуються з двох мигдальних безе-оболонок, з'єднаних ароматною начинкою, що забезпечує оптимальне поєднання хрусткої текстури зовні та м'якої структури всередині.

Завдяки своїй палітрі яскравих забарвлень і широкому спектру смаків, макаронс вирізняються високою естетичною привабливістю та різноманітністю смакових відчуттів. За даними опитування 2022 року переважали шоколадні смаки макаронс (рис. 1.2).

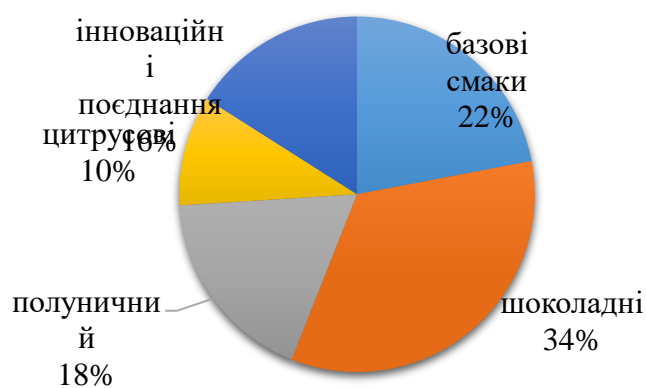


Рис. 1.2 - Смакові уподобання макаронс серед споживачів

Популярність макаронс продовжує зростати. Існує нескінченна різноманітність кольорів і смаків, починаючи від традиційних ароматів, таких

як шоколад і ваніль, до більш сміливих поєднань, таких як лаванда і мед.

Вливання унікальних і несподіваних смаків, таких як матча, лаванда або поєднання екзотичних фруктів, додає сучасний відтінок класичним французьким кондитерським виробам. Ця диверсифікація не тільки приваблює споживачів, які шукають нових смакових вражень, але також сприяє розширенню ринку за рахунок залучення більшої кількості споживачів.

Mascarons — це кондитерський виріб, що базується на мерензі. Основними компонентами сирцевих оболонок є яєчні білки, цукор та мигдальне борошно.

В якості допоміжних добавок нерідко використовують ароматизатори та харчові барвники, які покликані підвищити візуальну привабливість та, частково, покращити смакові характеристики виробу.

Застосування харчових барвників, при умові їх безпечності для споживання, дає змогу надати макаронам яскраві відтінки, використовувати розфарбування декоративних елементів із шоколаду, а також формувати унікальні кольорові композиції, що підсилюють естетичну цінність виробу^{1.3}.



Рис. 1.3- Класифікація барвників

Особливості використання барвників при виготовленні борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста.

При приготуванні макаронс потрібно використовувати сухі харчові барвники або гелеві. Не використовуються рідкі барвники. Популярним є використання натуральних природних барвників. Їхня особливість у тому, що пігмент для барвника отримують з ягід, овочів, чаїв, дикорослих та культурних рослин. Природні барвники чутливі до температурного режиму, впливу кисню, вологи чи кислот. Мають невеликий термін зберігання. Натуральні барвники забарвлюють продукт, змішуючись із компонентами. В залежності від потрібного кольору обирають натуральні харчові барвники (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Характеристика натуральних природних барвників

Колір барвника	Сировина
Натуральні харчові барвники зеленого кольору	Японський чай матча Сік, порошок або пудра листя ячменю Порошок із шпинату Порошок із спіруліни Порошок із водоростей
Натуральні харчові барвники синього (блакитного) кольору	блакитний матча сік червонокочанної капусти блакитна спіруліна сік чорниці або лохини
Натуральні харчові барвники чорного кольору	темний алкалізований какао-порошок пудра бамбукового вугілля чорнила каракатиці порошок із чорних оливок
Натуральні харчові барвники червоного (рожевого) кольору	гранатовий сік сік або пудра червоного буряка порошок сублімованої полуниці порошок малини сік вишні
Натуральні харчові барвники жовтого кольору	порошок із гарбуза куркума порошок або сік моркви
Натуральні харчові барвники фіолетового (бузкового) кольору	пудра та сік фіолетового батату порошок сублімованих чорниць сік та порошок фіолетової капусти пудра з кармаде

Вплив параметрів технологічного процесу на якість виробів з мигдального тіста.

Макаронс не містить харчової соди чи розпушувача. Підйом виробу досягається під час випікання за рахунок пари, що виділяється зі збитих білків.

Сьогодні кондитери віддають перевагу готовим до вживання рідким яєчним продуктам перед цілими яйцями. Або використовують альбумін. Ці продукти є більш сприятливими, оскільки не доводиться мати справу з розбиттям або зберіганням яєчної шкаралупи. Спосіб випікання макаронс визначається типом застосованої меренги — класичної французька меренга, швейцарська меренга або італійська меренга. Меренга є повітряною піною, утвореною шляхом збивання білків з цукром, де білкові молекули (зокрема альбуміни) забезпечують просторову структуру для утримання повітря.

Відмінність між видами меренги полягає в технології введення цукру та/або тепловій обробці: у французькій мерензі цукор поступово додають до частково збитих яєчних білків, при цьому суміш залишається “сирою” до моменту випікання, що робить таку меренгу найменш стабільною. У разі швейцарської меренги білки з цукром нагрівають на водяній бані до помірної температури з метою повного розчинення цукру й початку денатурації білків, після чого суміш збивають до утворення піни — ця методика забезпечує більш щільну й стабільну структуру. Італійська ж меренга передбачає приготування гарячого цукрового сиропу (до температур близько 115–120 °C), який тонкою цівкою вводять у збиті білки; така термічна обробка гарантує максимальну стабільність білкової піни, створюючи ефективну й еластичну структуру, яка зберігає форму навіть без подальшої термічної обробки.

З огляду на відмінності в структурній стабільності, французька меренга є найменш стійкою до осідання піни після збивання, тоді як швейцарська та італійська демонструють підвищену стійкість і здатні утримувати повітряний об'єм довше.

З метою підвищення стабільності білкової піни до складу меренги іноді вводять кислотні регулятори (наприклад кремортартар — винний камінь), що знижують рН суміші, сприяючи розгортанню білкових молекул і формуванню більш однорідної та стабільної піни. Це, у свою чергу, підвищує здатність маси утримувати повітря, зменшує ризик осідання та полегшує подальше моделювання й випікання

Провівши аналіз різних рецептур приготування базових макаронсів узагальнено співвідношення основних інгредієнтів [4]. Вибірку рецептів макаронс було взято з web-сайтів кондитерів Франції. Рецепти були нормовані на 1 г яєчного білка. (рис.1.4).

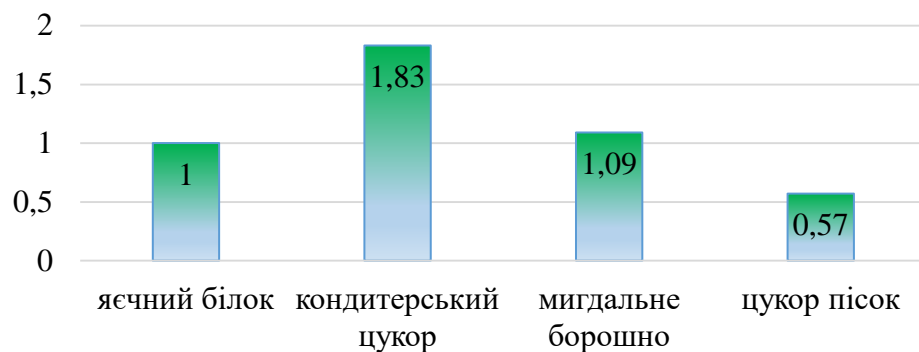


Рис. 1.4 - Узагальнене співвідношення інгредієнтів у рецептурі макаронс, г

У більшості рецептур для приготування макаронс пропорції мигдального борошна коливалися в межах приблизно 0,76...1,30 г, тоді як кількість цукру демонструвала ширші варіації — від 1,30 до 2,25 г. За даними досліджень, при використанні кондитерського цукру у співвідношенні 2,10 г на 1 г білка готові вироби характеризувалися незадовільними показниками зовнішнього вигляду — відзначалися розриви оболонки, формування повітряних кишень і нерівномірність структури.

Технологічний прийом формування меренги передбачає збивання білків до п'ятиразового збільшення їх об'єму; стандартна тривалість такого збивання — близько 30 хвилин. Після цього здійснюють стадію макаронажу — обережне з'єднання меренгової маси з сухою сумішшю мигдального борошна і цукрової пудри. Метою макаронажу є видалення надлишкового повітря та досягнення потрібної консистенції тіста: гладкої, блискучої, «тягучої» структури, здатної стікати зі шпателя стрічкою.

При цьому для досягнення найкращого результату рекомендується використовувати мигдальне борошно дрібного помелу. Перед випіканням сформовані тістечка підсушують при кімнатній температурі протягом 30–60 хвилин. Випікання здійснюють при температурі близько 150 °С протягом 13–15

хвилин.

Оптимально сформований макаронс має пласку основу, характерні «ніжки» — оборочки навколо основи, рівну, глянсову поверхню; текстура повинна бути легкою, повітряною й мати приємну розжовуваність, без жорсткості. При поперечному розрізі слід спостерігати рівномірну, губчасту структуру без видимих повітряних порожнин між корою й серединною частиною. Як правило, діаметр оболонки становить близько 3,0–5,0 см, а висота — приблизно 0,75–1,0 см.

Виробники розробляють безглютенові, веганські та органічні варіанти макаронів, щоб задовольнити попит на здорові кондитерські вироби. Це розширює їхню привабливість серед споживачів, які дбають про здоров'я. Поєднання нових смаків і корисних альтернатив стає ключовим напрямом розвитку ринку.

Pierre Hermé розробив макаронси Rose des Sables на рослинній основі [5]. В технології були використані білки рослинного походження (екстракт морських водоростей і картопляні протеїни), вівсяне молоко і мигдальний молочний шоколад. Солодкі та карамелізовані ноти смаженого мигдалю поєднуються з ароматом молочного шоколадного ганашу і троянди, досягаючи квінтесенції смаку.

Проведено дослідження по використанню модифікованого побічного продукту макухи волоського горіху в технології борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста [6]. Макуха волоського горіха є недорогим побічним продуктом харчової олійної промисловості, але водночас є цінним джерелом харчових волокон, природних антиоксидантів і поліненасичених жирних кислот. У контексті розроблення безпечних для здоров'я борошняних кондитерських харчових продуктів і для зниження собівартості виробництва було проведено дослідження впливу побічного продукту макухи волоського горіха на якісні характеристики макаронс.

Для приготування меренги кондитери використовують суміш ячного білку та ізолят соєвого протеїну у співвідношенні 11,3:1,0.

Мигдальне борошно коштує досить дорого. Науковці Індонезії визначили,

що однією з альтернатив є часткова заміна мигдального борошна на кукурудзяне. Для поліпшення характеристики макарон з кукурудзяного борошна додавали харчову добавку КМЦ (карбоксиметилцелюлоза) [8].

Недоліком макаронс, які виготовлено за традиційною рецептурою є незбалансований склад незамінних амінокислот. Науковцями України розроблено рецептурний напівфабрикату для макаронс із повною заміною мигдального борошна на кунжутне [7]. Кунжутне борошно доцільно вносити в кількості 23,15-28,15% для забезпечення задовільних фізико-хімічних та органолептичних показників та достатнього збагачення печива поживними речовинами. За рахунок зміни рецептурних інгредієнтів покращилась біологічна цінність макаронсів без погіршення органолептичних показників.

Досліджено вплив порошку ріжкового дерева на хімічний склад, загальний вміст фенолів, загальний вміст флавоноїдів, антиоксидантну активність, поліфенольні компоненти, жирні кислоти та мінерали печива макаронів та його олії. Визначено параметри якості при виробництві макаронс з плодів ріжкового дерева та сорго [10]. Сорго є важливою основною їжею, яку споживають у жарких і напівпосушливих регіонах (США, Нігерія, Алжир, Ефіопія, Судан тощо), і воно багате клітковиною, вітамінами, мінералами фенольними кислотами, антоціанами, фітостеролами. Ці поживні речовини відіграють позитивну роль у здоров'ї та харчуванні людей, особливо тих, хто страждає від харчової алергії та різноманітних розладів, таких як целиакія, діабет і ожиріння. Порошок ріжкового дерева - це натуральний підсолоджувач, схожий на шоколад. Тому його часто використовують як заміник какао. Використання Кероб (ріжкового дерева) як інгредієнта обґрунтовується тим, що він не містить алкалоїдів, характерних для какао-продуктів — зокрема кофеїну та теоброміну.

У дослідженнях щодо заміни традиційного цукру в кондитерських виробках на поліоли — такі як Еритритол, Ксилітол, Сорбітол та Мальтитол — було встановлено, що продукти з еритритолом демонструють одні з найкращих показників стабільності серед досліджених варіантів.

Харчові інновації можна розглядати як процес комбінування інгредієнтів з

використанням нових технологій та/або нової сировини. Інновації також можуть бути результатом поєднання інгредієнтів із існуючих рецептів. Процес інновацій повинен враховувати особливості поєднання інгредієнтів, текстуру та смак, щоб не тільки розширити асортимент виробів, а й принести значну та очевидну користь для споживачів.

Макаронс завжди був відомий як виріб, який виготовлений лише з меренги та меленого мигдалю, що характеризується певною текстурою та смаком. Аналітичний огляд літератури дозволив визначити основні напрями удосконалення технології виготовлення борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста (рис. 1.5).

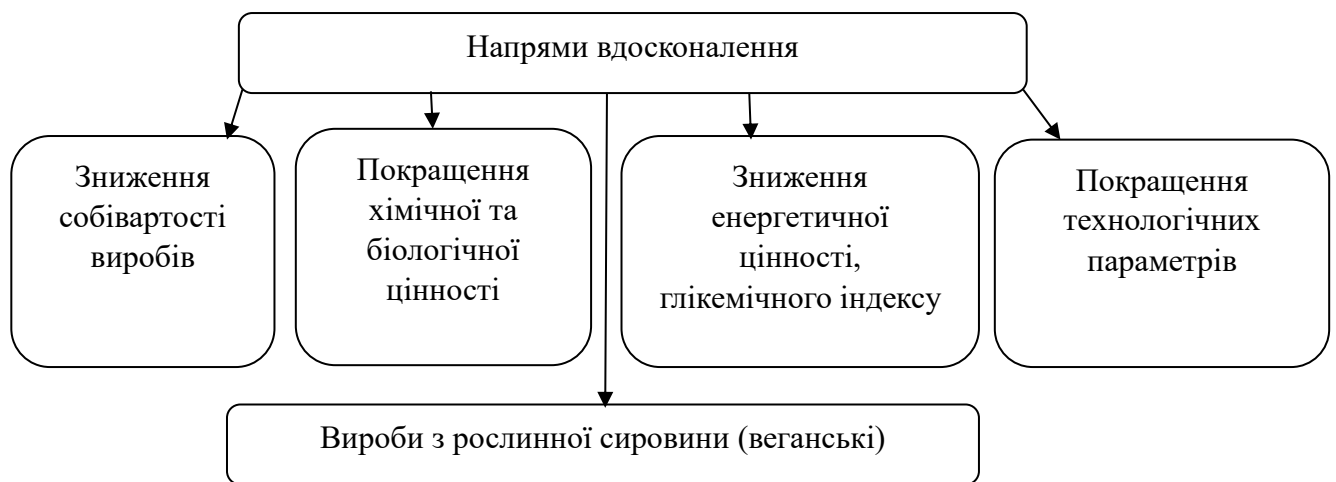


Рис. 1.5 - Узагальнені напрями вдосконалення борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста

Важливим є варіанти персоналізації, що дозволяють покупцям вибирати смаки, кольори. Ця тенденція впливає на бажання отримати унікальні та персоналізовані враження.

Дедалі популярнішими стають рецепти макарон, які відповідають дієтичним потребам і вподобанням. Сюди входять борошняні кондитерські вироби з низьким вмістом цукру, веганські та з покращеною поживною цінністю.

Виробники макаронс продовжують експериментувати з унікальними та різноманітними смаками та начинками. Споживачі все більше зацікавлені в спробі нетрадиційних комбінацій, що спонукає бути більш креативними у своїх пропозиціях.

1.2 Мета, об'єкт, предмет досліджень

Мета роботи — розробити науково обґрунтовану технологію виробництва борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста, адаптовану для закладів ресторанного господарства. Обрано веганський напрям розроблення макаронсів підвищеної поживної цінності зі збереженням традиційної текстури та смаку без використання тваринної сировини.

Враховуючи мету наукової роботи визначено основні завдання для розробки веганських макаронсів:

- проведення аналітичного огляду літературних джерел науковців, фахівців-практиків України та світу з метою визначення рослинних замінників яєчних білків.
- аналіз та вибір натуральних природних барвників для використання в технології приготування макаронсів з метою покращення кольору виробів
- обґрунтувати можливість заміни яєчних білків рослинною сировиною (аквафаба, соєвий білковий ізолят)
- Визначити раціональне співвідношення основних інгредієнтів в технології приготування макаронсів; дослідити пропорції мигдального борошна та цукру для отримання необхідної текстури
- дослідити фізико-хімічні і технологічні властивості модельних композицій борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста;
- визначити якість розроблених макаронсів для веганів
- науково обґрунтувати і розробити технологію борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста
- провести комплексну оцінку якості макаронсів з використанням рослинної сировини
- розробити нормативну документацію на інноваційні борошняні кондитерські вироби з мигдального тіста.

Об'єктом дослідження виступає технологія виготовлення борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста для закладів ресторанного господарства.

Предметом дослідження є сукупність сировинних і технологічних компонентів та параметрів, зокрема: рослинна сировина, аквафаба, соєвий білковий ізолят, мигдальне борошно, натуральний природний зелений барвник (спіруліна), цукор, порошок пирію, винний камінь, а також модельні композиції виробів із мигдального тіста — зокрема макаронс.

Сировина, яка використана в науковій роботі відповідає вимогам НАССР, ДСТУ та вимогам діючої в Україні нормативної документації, має сертифікати якості (табл. 1.2).

Таблиця 2.1

Сировина, що використовується в дослідженнях

Назва сировини	Нормативні документи
Мигдальне борошно	згідно ISO 22000:2005
Цукор білий кристалічний	ДСТУ 4623:2023
Ксантанова камідь	згідно ISO 22000:2005
Аквафаба (порошок з відвару нуту)	згідно ISO 22000:2005
Соєвий білковий ізолят	згідно ISO 22000:2005
Натуральний природний барвник (спіруліна)	згідно ISO 22000:2005
Порошок пирію	згідно ISO 22000:2005

Органічний порошок пирію отримують із молодих пагонів, вирощених на екологічно чистих ґрунтах за органічною технологією. Продукт містить мінерали (Fe, Mg, Ca), клітковину, вітаміни А, С, Е, повноцінний рослинний білок, хлорофіл (480,9 мг), флавоноїди (540,6 мг) та ферменти (оксидаза, трансгідрогеназа, протеаза, амілаза, ліпаза), що сприяють травленню та засвоєнню поживних речовин.

Соєвий білок і аквафаба є ефективними заміниками яєчного білка для приготування меренги, безе, макаронс.

Вдосконалення рецептури дозволить створити веганські макаронс, які не поступатимуться традиційним за смаком, текстурою та зовнішнім виглядом, а

також відповідатимуть екологічним і етичним принципам веганського харчування.

1.3 Методи досліджень

Розробка технології борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста, особливо альтернативних (веганських), потребує використання наукових методів дослідження. Вони дозволяють оцінити якість, стабільність піни, органолептичні характеристики та фізико-хімічні властивості продукту.

Відбір проб борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста для проведення сенсорних, фізико-хімічних та інших досліджень здійснювався відповідно до вимог ГОСТ 7631-85.

При розробці технології макаронсів застосовувалися такі фізико-хімічні методи дослідження:

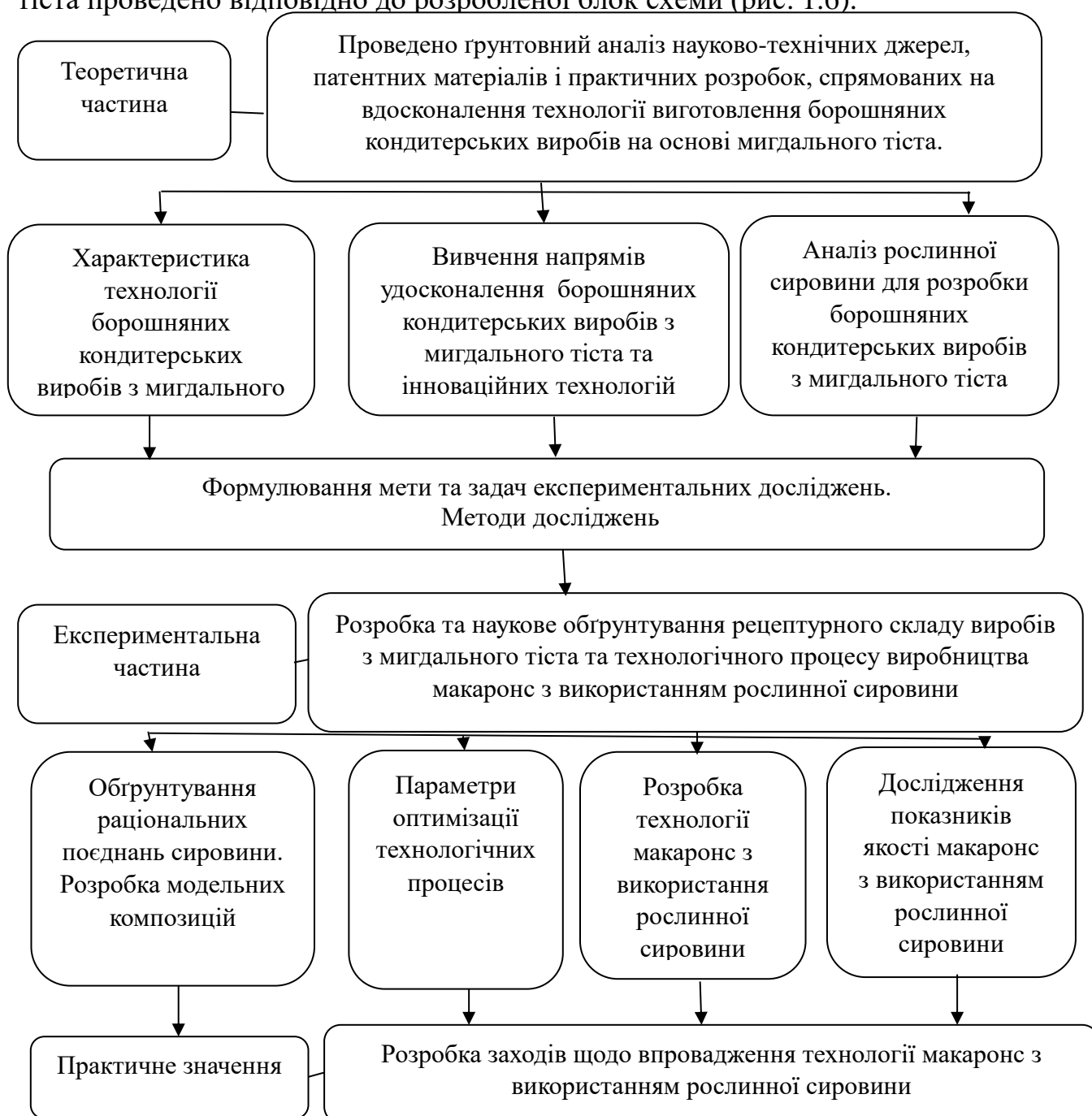
- аналіз піноутворювальної здатності — оцінювання здатності замінників яєчного білка формувати стабільну піну шляхом збивання розчинів, з подальшим фіксуванням зміни висоти піни упродовж визначених часових інтервалів та розрахунком максимальної піноутворювальної здатності;
- оцінювання «кратності піни» та об'ємної концентрації повітря — шляхом розрахунку на основі максимальної піноутворювальної здатності та об'єму посудини для збивання;
- визначення вмісту сухих речовин для оцінки консистенції розроблених макаронсів відповідно до ДСТУ 7804:2015;
- рН-метрія для визначення впливу кислотності на стабільність піни.

Крім того, для оцінки сенсорних (органолептичних) характеристик готових борошняних виробів з мигдального тіста — макаронсів — здійснювалася органолептична оцінка відповідно до вимог ДСТУ 4803:2013.

Хімічний склад розроблених макаронсів (вміст білків, жирів, вуглеводів) визначали за допомогою розрахункового методу.

1.4 Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Розроблення технології борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста проведено відповідно до розробленої блок схеми (рис. 1.6).



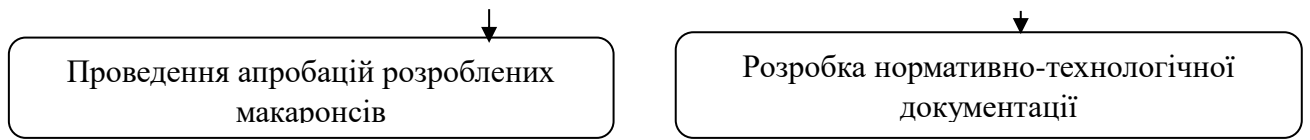


Рис. 1.6 - Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Висновки за розділом 1

Встановлено особливості технології виробництва борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста. Проведений аналіз наукових джерел та сучасних інноваційних технологій дозволив узагальнити основні напрями вдосконалення даної технології.

У роботі чітко окреслено мету, об'єкт та предмет дослідження — а саме: технологію виготовлення макаронсів із використанням рослинної сировини.

Предметом дослідження обрано такі інгредієнти та компоненти, як: рослинні замінники яєчного білка (аквафаба, соєвий білковий ізолят), натуральний природний барвник (спіруліна), порошок пирію, ксантанову камідь.

Також предметом є модельні композиції виробів із мигдального тіста, включно з макаронсами.

Для комплексної оцінки властивостей розроблених виробів застосовано сукупність методів, що дають змогу охарактеризувати їх поживну цінність, органолептичні показники, фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні властивості.

РОЗДІЛ II

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

2.1 Підбір рецептурних інгредієнтів, їх властивості та вплив на якісні характеристики напівфабрикатів і готової продукції

Попит на борошняні кондитерські вироби рослинного походження зростає, що стимулює зацікавленість у заміні традиційних інгредієнтів тваринного походження, зокрема яєць, на їх рослинні аналоги.

Яйця мають багато властивостей, які використовують під час приготування та випікання (зв'язування, аерація, пінні текстура, кремоподібність, загустіння, підрум'янювання, стабілізація), тому кожна запропонована заміна зазвичай охоплює деякі, але не всі ці властивості – отже, потрібні різні замітники для різних рецептів. В якості заміників яєць використовують поєднання харчової соди та оцту (банановий гречаний хліб), мелене насіння льону (веганські кекси з лимоном), насіння чіа (кекси, печиво, брауні), пюре бананове, яблучне або гарбузове (хліб на заквасці), соєвий йогурт (кекси, млинці), тофу (кекси).

Перспективними альтернативами яєчного білка у технології кондитерських виробів на основі мигдального тіста виступають аквафаба та соєвий білковий ізолят.

Аквафаба — це густа прозора рідина, яка утворюється в результаті варіння нуту у воді. Кулінарне використання аквафаби почали досліджувати з 2014 року. Властивості аквафаби спочатку описав Joël Roessel і визначив інгредієнт як піноутворювач, який замінює яєчний білок. Пізніше було встановлено, що аквафаба є чудовим емульгатором і загусником, а не тільки піноутворювачем. Як

правило, 1г нуту дозволяє отримати 0,6–1г аквафаби, яка до недавнього часу рахувалась як побічні відходи технологічного процесу. Цей недорогий матеріал можна трансформувати з побічної сировини у нову натуральну харчову добавку з підвищеною вартістю, що значною мірою розширює можливості використання нуту як функціонального інгредієнту.

На ринку України представлена аквафаба у вигляді сублімованого порошку (Ledova; My healthy product AUGUST). А також використовують аквафабу у вигляді рідини, яку отримують з консервованого нуту або отримують в процесі теплової обробки нуту. Приготування сухого нуту у воді є важливим етапом у традиційних методах консервування або приготування відвареного нуту. На основі даних наукових досліджень вчених Haifa Sebiі, Abir Mokni Ghribi, Wissal Chebbi, Rana Mustafa, Yue He, Youn Young ShimVenkatesh Meda, Martin J.T., Hamadi Attia, Reaney M., Xu Thomas визначено та узагальнено оптимальні параметри для отримання аквафаби з високими якісними характеристиками. У процесі теплової обробки компоненти бобових піддаються структурним змінам, зумовленим термічним впливом (рис. 2.1).

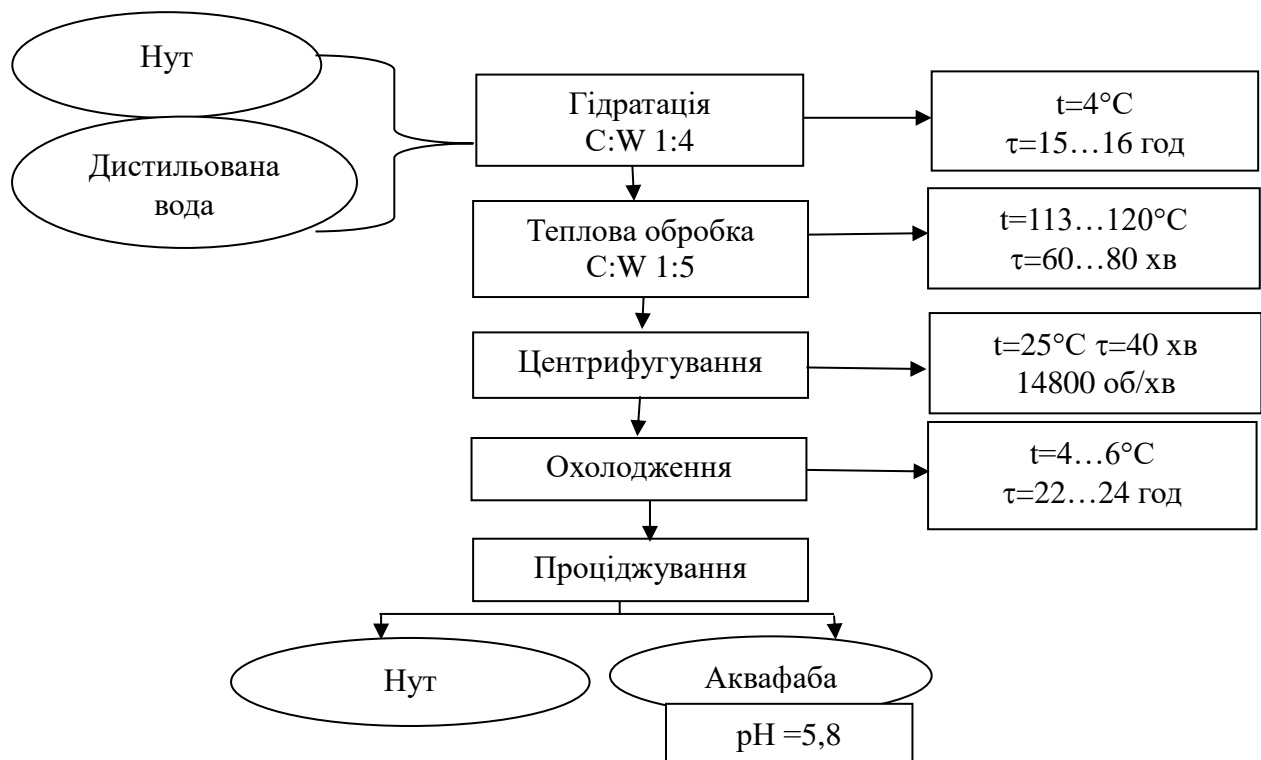


Рис. 2.1 - Технологія виробництва аквафаби

Дослідження показало, що неможливо отримати пінну структуру, коли нут попередньо не замочували. Гідратація є необхідним етапом в технологічному процесі приготування бобових, оскільки це зменшує антипоживні фітати та оксалати, а також пом'якшує структуру нуту. Гідратація призводить до набухання, що робить тріщини насінневої оболонки більш проникними. Водночас введена вода частково гідратує молекули крохмалю всередині матриці в реологічному явищі, яке називається гелеутворенням. Поєднання цих процесів скорочує час варіння та регулює хімічну дифузію молекул у воду. У деяких дослідженнях зазначається, що після замочування та варіння загальна кількість цукру, олігосахаридів та білка в нуті зменшувалась, враховуючи, що частина цих сполук переходила у воду при варінні.

Під час варіння приблизно 5–8 г/100 г загальної кількості твердих речовин переходить у воду, а їх хімічний склад можна розділити таким чином: 1,2 г/100 г вуглеводів з низьким рівнем розчинності у воді, 0,04 г/100г з високим вмістом водорозчинних вуглеводів, 2,4 г/100 г нерозчинної клітковини, 1,0 г/100 г білка, 0,6 г/100 г золи та 4,5 мг/г сапонінів.

Функціональні властивості обумовлені хімічним складом продукту. Наявність білків, вуглеводів і сапонінів надає аквафабі емульсійні та піноутворювальні властивості, які можна використовувати у технології продуктів рослинного походження. Відомо, що білки можуть агрегувати на межі повітря-вода або вода-масло, знижуючи поверхневий натяг і дозволяючи включати повітряні бульбашки або краплі олії, які утворюють когезійну плівку з достатньою еластичністю для стабілізації піни та емульсії. При цьому полісахариди мають властивості загущення, які дозволяють їм утримувати воду та покращувати стабільність піни шляхом модифікації в'язкості водної фази.

Рідка аквафаба містить переважно полісахариди, білок, сапоніни та продукти реакції Майяра, які сприяють її функціональним властивостям. Інститут харчування Nofima (Норвегія) дослідив склад аквафаби за допомогою інфрачервоної спектроскопії з перетворенням Фур'є (FT-IR). Аналіз проводили як на нефільтрованому зразку, так і після фільтрації. Отримані результати показали,

що аквафаба містить переважно білки та вуглеводи у значній кількості, тоді як жирова складова практично відсутня. Кількість легкозасвоюваних вуглеводів виявилась незначною. Хімічний склад аквафаби наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Хімічний склад аквафаби, %

Показники	Вміст	Показники	Вміст
Білки	21,8	Сахароза	0,6
Жири	0,5	Фруктоза	0,05
Енергетична цінність	154	Глюкоза	0,1
		Крохмаль	0,1

За даними аналітичного огляду літератури заміником яєчного білку може бути соєвий білковий ізолят. Він має високу поживну цінність і хороші характеристики переробки. З прогресом технологій харчової промисловості та зміною інформації про здоров'я споживачів ізолят соєвого білка все ширше використовується як харчова сировина. Більшість білків у продукті існують переважно в агрегованому стані, і як розчинні, так і нерозчинні агрегати можна перетворити на наноструктуровані частинки [18]. Білок у соєвому ізоляті згортається, утворюючи сферичну структуру з гідрофобним центром і гідрофільним зовнішнім шаром.

Ізоляти соєвого білка традиційно готують із знежиреного соєвого шроту за допомогою водної або м'якої лужної екстракції білків і розчинних вуглеводів. Таким чином, нерозчинний залишок, в основному вуглеводи, видаляють центрифугуванням з подальшим осадженням соєвого білка в його ізоелектричній точці (рН в діапазоні 4,5). Білок, що випав в осад, відокремлюють механічним декантуванням, промивають і нейтралізують до рН приблизно 6,8, а потім сушать розпиленням. Отриманий продукт є високоочищеною протеїнатою формою соєвого білка з мінімальним бобовим смаком. Соеві ізоляти є найбільш концентрованою формою соєвого білка [19].

Проведено огляд літературних джерел і сформульовано відмінності між соєвим білком та соєвим білковим ізолятом (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Характеристика соєвого білкового ізоляту і соєвого білку

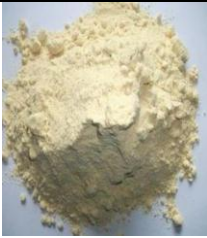
Показник	Відмінності	
	Соєвий білковий ізолят	Соєвий білок
Характеристика	Ізольований соєвий білок (SPI) — це форма білкової харчової добавки, отриманої із розчиненого соєвого шроту при низькотемпературному обробленні. Він відрізняється здатністю діяти як емульгатор і як агент, що забезпечує піноутворення.	Соєвий білок є представником рослинних білків; його амінокислотний профіль має спільні риси з білками молока, хоча й з певними відмінностями.
Вміст білка	≈90%	≈38%
Вид	Соєвий білок є високомолекулярним органічним полімером, утвореним амінокислотами, сполученими пептидними зв'язками; основну його частину становлять глобуліни (переважно 7S — β-конгліцин та 11S — гліцинин), які зазвичай складають ≈ 90 % від загального білкового вмісту, тоді як альбумінові фракції — значно меншу частку (близько 5–10 %)	Порошкові соєві білкові продукти — це високоочищені або концентровані форми соєвого білка (наприклад, ізолят або концентрат), які мають вигляд сухого порошку з підвищеним вмістом білка. Така форма зручно використовується як білкова добавка, оскільки містить велику частку соєвого білка відносно інших компонентів соєвих бобів — при цьому відсутні більшість жирових чи волокнистих фракцій.
Функціональні характеристики	Емульгуюча властивість, драглеутворення, властивість до утворення пінної структури	Водоутримувальна та жироемульгуюча здатність

Органолептичні показники рослинних заміників яєчного білку наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Органолептичні показники соєвого білкового ізоляту та аквафаби

Назва показників	Соєвий білковий ізолят	Аквафаба
Зовнішній вигляд	Однорідний порошок	В'язка рідина

		
Смак і запах	Чистий знеособлений без сторонніх присмаків і запахів	Нейтральний з легким ароматом нуту
Колір	Світло-жовтий	Від жовтого до світло-коричневого

Спостерігається потреба в розробленні продукції з високим вмістом мінеральних речовин, вітамінів та низьким вмістом жирів. Пирій має високий вміст білків, вуглеводів, вітамінів А, С, Е, харчових волокон, рибофлавіну ніацину, та фолієвої кислоти, мінеральних речовин, таких як кальцій, залізо, магній, каротин, селен, [22]. Він також містить 17 амінокислот, з яких 8 є незамінними, а також має велику кількість антиоксидантів, які можуть бути корисними для лікування різних захворювань, таких як діабет та серцево-судинні захворювання. Крім того, відносно значна кількість золи в порошку свідчить про те, що він містить необхідні елементи для здорового функціонування організму. Склад порошку пирію показано на рис. 2.2.

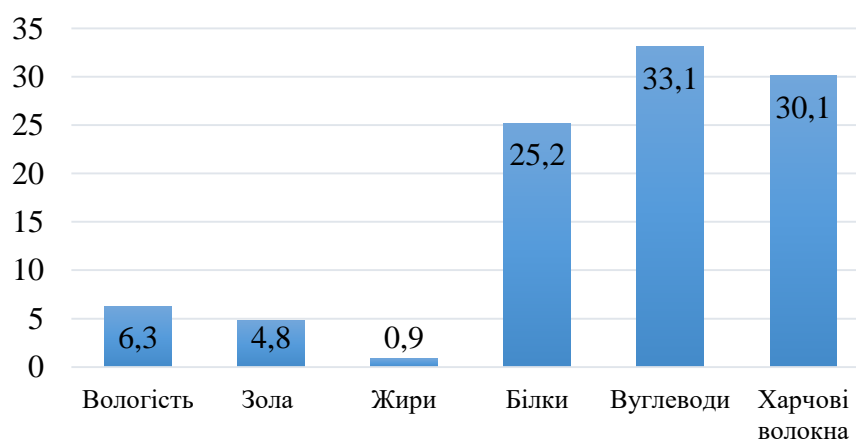


Рис. 2.2 - Хімічний склад порошку пирію [23]

Енергетична цінність пирію у вигляді порошку становить 197 ккал.

В порошку пирію міститься значна кількість вітамінів та мінеральних речовин (табл. 2.4).

Мінеральний та вітамінний склад порошку пирію (на 100 г)

Показник	Вміст	Показник	Вміст
Вітамін С	14,4 мг	Залізо	5,27 мг
Вітамін Е	9,14 мг	Кальцій	73,8 мг
Тіамін	0,61 мкг	Магній	24,0 мг
Рибофлавін	2,62 мкг	Фосфор	36,6 мг
Вітамін В6	0,96 мг	Калій	147,0 мг
Фолієва кислота	84 мкг	Натрій	9,46 мг
Вітамін В12	66 мкг	Цинк	3,90 мг

2.2 Вплив масової частки внесення інноваційних інгредієнтів на властивості модельних систем

У процесі розробки харчових продуктів усе більше уваги приділяється використанню альтернативних білкових інгредієнтів рослинного походження, таких як аквафаба та соєвий білковий ізолят. А також вивчаються напрями покращення поживної цінності борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста за рахунок використання порошку пирію. Додавання цих компонентів до модельних систем дозволяє змінювати їхні структурно-механічні, реологічні та органолептичні властивості, підвищуючи харчову цінність та функціональні характеристики готової продукції.

Аквафаба, як рідина, що утворюється під час варіння бобових культур, володіє піноутворювальними властивостями, завдяки вмісту білків і розчинних вуглеводів. Її використання у модельних системах може сприяти покращенню стабільності емульсій та текстурних показників.

Соєвий білковий ізолят є концентрованим джерелом рослинного білка з високою біологічною цінністю, який забезпечує формування стабільної білкової сітки, впливаючи на в'язкість, пружність та водоутримуючу здатність системи.

Порошок пирію містить значну кількість біологічно активних речовин і виступає джерелом структурних компонентів, які здатні зміцнювати структуру виробу та підвищувати його харчову цінність за рахунок вмісту харчових волокон.

Внесення різних масових часток цих інгредієнтів дозволяє моделювати функціональні властивості систем: змінювати консистенцію, підвищувати піноутворюючу здатність і стабільність системи, покращувати здатність до

утримання вологи та формувати необхідну текстуру макаронсів, яка буде за показниками наближатись до контрольного зразку. Дослідження таких змін є важливим для подальшої оптимізації рецептур та розроблення технології макаронс із використанням рослинних білкових інгредієнтів.

На початковій стадії дослідження, щоб оцінити можливість повної заміни яєчного білка, були створені модельні зразки, у складі яких як альтернативні білкові компоненти застосовували аквафабу та ізолят соєвого білка:

- Контрольний зразок: 100 % яєчний білок, цукор, мигдальне борошно;
- Модельний зразок 1: 100 % аквафаби, цукор, мигдальне борошно;
- Модельний зразок 2: 100 % соєвого білкового ізоляту, цукор, мигдальне борошно;
- Модельний зразок 3: 90 % аквафаби + 10 % соєвого білкового ізоляту, цукор, мигдальне борошно;
- Модельний зразок 4: 80 % аквафаби + 20 % соєвого білкового ізоляту, цукор, мигдальне борошно;
- Модельний зразок 5: 70 % аквафаби + 30 % соєвого білкового ізоляту, цукор, мигдальне борошно.

На другому етапі передбачено визначення оптимального вмісту порошку пірію, що дозволить покращити поживні характеристики макаронсів без погіршення їх органолептичних властивостей.

2.3 Обґрунтування та встановлення параметрів технологічних процесів

Технологія приготування макаронс базується на точному дотриманні параметрів кожного етапу, оскільки дані борошняні кондитерські вироби з мигдального тіста надзвичайно чутливі до змін у рецептурі, консистенції тіста та температурних режимів. Важливо отримати ідеальні «кришечки» з гладкою поверхнею, характерною «спідничкою» та ніжною текстурою всередині.

При приготуванні необхідно враховувати консистенцію меренги. Перевищення або недостатнє збивання піноутворюючих речовин, знижена піноутворююча здатність та незначна стабільність системи може призвести до

того, що суміш буде занадто рідкою або занадто нестабільною, а відповідно макаронс не піднімуться належним чином або не матимуть щільної текстури.

В технології передбачено використання мигдального борошна до якого є ряд технологічних вимог. Мигдальне борошно повинно бути дрібного помолу, яке декілька разів просіюють разом із цукровою пудрою для досягнення однорідної структури тіста і рівної поверхні макаронс. Недотримання даних параметрів призведе до отримання грудок або зернистої структури.

Основні параметри технологічного процесу згруповано в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Параметри технологічного процесу приготування макаронс

Етап	Параметри технологічного процесу	Обґрунтування
Вибір і підготовка мигдального борошна	Дрібний помел, просіювання 2...3 рази	Забезпечення однорідної структури, без грудочок та зернистості
Підготовка та збивання яєчного білку або рослинних замінників (авафаба, соєвий білковий ізолят)	1. Температура сировини ($t=22...25^{\circ}\text{C}$), консистенція. 2. Об'єм піни, стійкість маси 3. Однорідність структури	Стійка меренга гарантує структуру та об'єм макаронс
Змішування з сухими інгредієнтами (masaropage)	Консистенція маси, текучість	Від консистенції залежить форма, «спідничка» та гладкість
Відсаджування (формування) заготовок	Розмір $d=3...4$ см, товщина 2...3мм	Рівність заготовок та однаковий час випікання
Сушіння без теплової обробки (scoutage)	На поверхні шкаралупи утворюється легка скоринка $\tau=20...30$ хв $t=22...25^{\circ}\text{C}$	Без утворення скоринки : -наявні тріщини на поверхні. При недостатньому утворенні скоринки оболонка підніметься, але при натисканні внутрішня частина оболонки розірве поверхню печива -шкаралупа макаронів буде готуватися рівномірно, оскільки не буде різниці між поверхнею шкаралупи та внутрішньою частиною, тому формування коміра не відбудеться
Теплова обробка	$\tau=10...17$ хв $t=140...150^{\circ}\text{C}$	Рівномірне пропікання, формування структури

При макаронажі надмірне або недостатнє змішування тіста може призвести до того, що макаронс будуть занадто плоскими або матимуть порожнисту оболонку. Правильно проведений макаронаж дозволяє отримати тісто, яке стікає стрічкою, блискуче та однорідне.

Для отримання ідеальної форми макаронс важливо контролювати параметри піноутворення та щільність тіста. В процесі витримування маси стійкість піни повинна наближатись до контрольного зразку, зменшення об'єму повинно бути не більше ніж 15% від початкової маси. Стабільність піни критично важлива для запобігання осіданню заготовок під час сушіння та випікання. Показником структурної стабільності є формування стабільних «піків».

Щільність збитої маси повинна бути в межах 0,3...0,4 г/см³. Низька щільність збитої маси вказує на добре насичення повітрям, що необхідне для підйому макаронс. Щільність готового мигдального тіста – 0,4...0,5 г/см³. Щільність готового макаронс після теплової обробки – 0,8...1,0 г/см³.

Крім того макаронс чутливі до змін температури та вологості, що може вплинути на їх консистенцію та сенсорні показники готової продукції. Випікання у вологому середовищі або при неправильній температурі може призвести до наявності тріщин, утворенню порожнистої оболонки або форма не буде збережена. Висока вологість може подовжити час сушіння або призвести до відсутності «спіднички».

Готові макаронс охолоджують на пергаменті/килимку, щоб уникнути прилипання та деформації. Наповнення кремом проходить лише після повного охолодження випечених напівфабрикатів макаронс, щоб зберегти структуру виробу. Технологічний процес приготування макаронс вимагає високої точності на кожному етапі. Встановлені параметри - дрібний помел і просіювання борошна, структурно-механічні характеристики маси, температурні режими - є обов'язковими для отримання якісного продукту з характерною текстурою і високими сенсорними показниками.

2.4 Дослідження основних фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних, функціонально-технологічних показників інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Піноподібні властивості аквафаба обумовлені, з одного боку, присутністю в ній білків з низькою молекулярною масою — переважно альбумінових фракцій — а також полі-/олігосахаридів і сапонінів.

Доведено, що білкові фракції з молекулярною масою $\leq \sim 25$ кДа мають високу здатність до спінювання та поверхнево-активні властивості, які забезпечують адсорбцію на межі «рідка фаза / газ» та сприяють стабілізації повітряних бульбашок у вигляді піни.

Крім того, встановлена позитивна кореляція між загальним вмістом білка в аквафабі і її піноутворювальною здатністю та об'ємною ємністю утвореної піни.

Сапоніни, що входять до складу аквафаби, можуть знижувати міжфазний натяг, що також сприяє формуванню і стабілізації піни під час збивання. Таким чином, аквафаба має обґрунтовані функціональні властивості для застосування як піноутворювач у технології борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста.

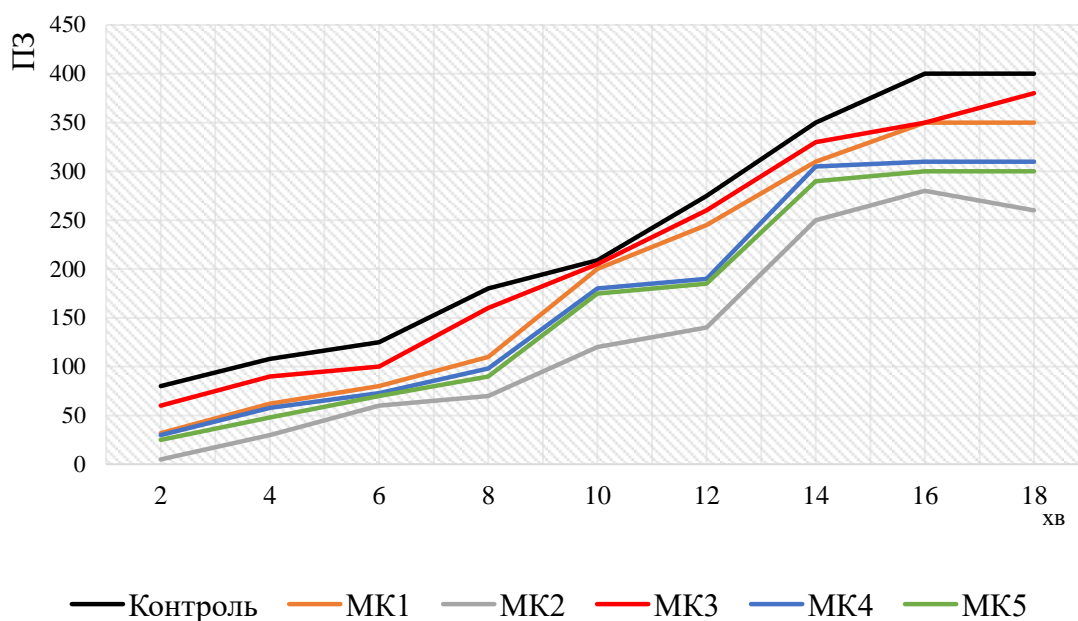


Рис. 2.3 - Кінетика піноутворення модельних композицій

Натуральний (нектонізований) соєвий білковий ізолят характеризується обмеженою здатністю до піноутворення внаслідок компактної конформації білкових молекул. За результатами експериментів, часткове поєднання цього

ізоляту з аквафабою (модельна композиція 3) продемонструвало найвищі показники піноутворювальної здатності серед досліджених варіантів.

Додавання лимонного соку до модельних композицій перед збиванням сприяє розриву поліпептидних ланцюгів та покращує насичення маси киснем, завдяки чому утворюється більш стійка піна. Крім того, підвищується в'язкість суміші, що позитивно впливає на стабільність піни. Схожий ефект має і використання винного каменю (рис. 2.4).

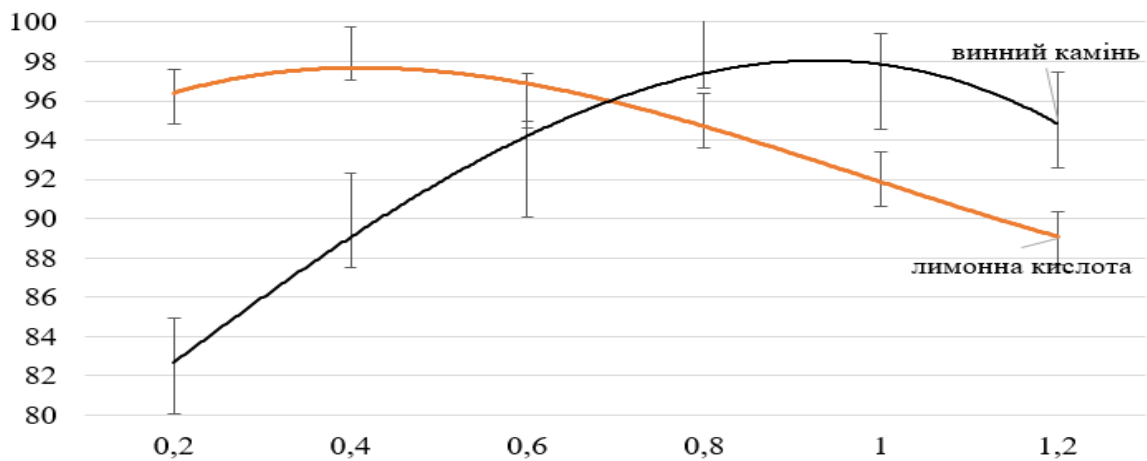


Рис. 2.4 - Вплив винного каменю та лимонної кислоти на якісні показники піни

Роль полісахаридів у стабільності піни виконується шляхом зменшення кремоподібності та збільшення в'язкості. У зв'язку з цим можна припустити, що утворення перехресних зв'язків між полісахаридами та білками може відігравати визначальну роль у забезпеченні стабільності піни.

Зокрема, під час збивання Аквафаба демонструє легку утворюваність піни — особливо за умов додавання цукру або лимонної кислоти, що підсилює її функціональні властивості.

Додавання стабілізуючого агента, такого як винний камінь (крейда), може поліпшити стійкість отриманої піни.

Водночас Соевий білковий ізолят забезпечує піноутворення завдяки білковим фракціям (глобулінам 7S та 11S), які адсорбуються на межі «вода-повітря», зменшуючи міжфазний натяг і стабілізуючи повітряні бульбашки.

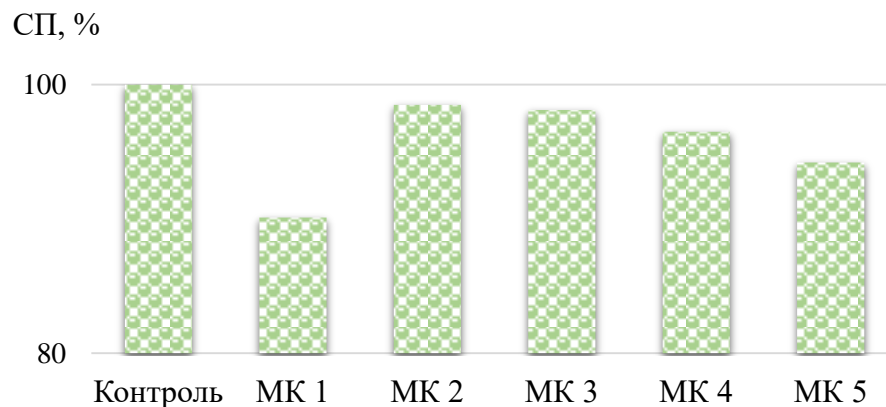


Рис. 2.5 - Стійкість піни модельних композицій

Фізико-хімічні та техніко-функціональні дослідження обох інгредієнтів — аквафаби та соєвого білкового ізоляту — продемонстрували, що вони володіють високою здатністю до піноутворення та утворення стабільної піни.

Додатково проведено експериментальний аналіз впливу цукру на стабільність піни, з утворенням піни з ячного білка, аквафаби та соєвого білкового ізоляту, що представлено на рис. 2.6.

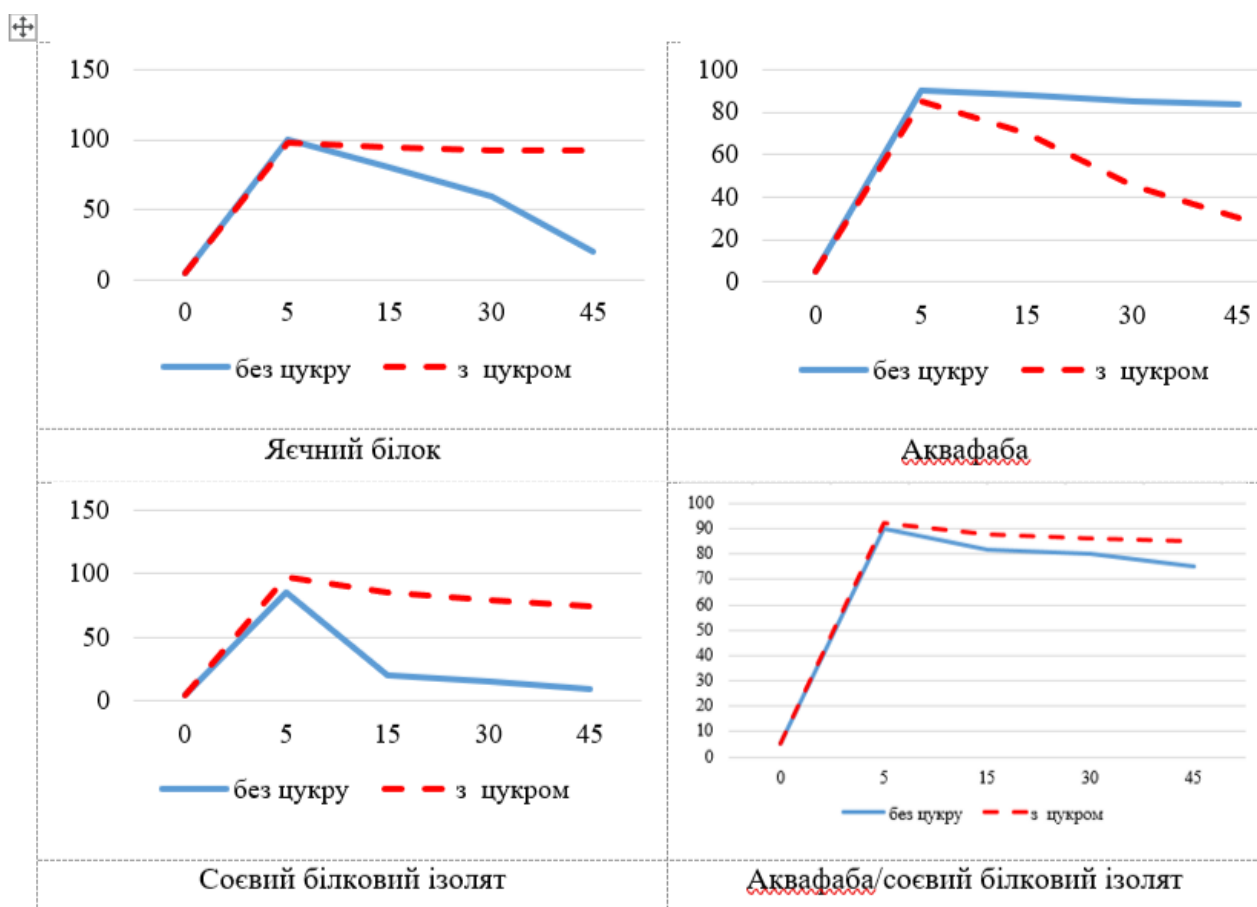


Рис. 2.6 - Вплив цукру на стійкість піни

Визначено щільність рідини: яєчного білка, аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту при температурі 20 °С. Рідина аквафаби характеризується щільністю в межах 1,02–1,06 г/см³, тоді як щільність рідкого яєчного білка становить близько 1,045 г/см³. Після збивання з цукром щільність суміші знижується внаслідок інкорпорації повітря.

Суміш, в якій поєднано аквафабу та соєвий білковий ізолят, за значенням щільності наближається до показників традиційної яєчно-цукрової маси.

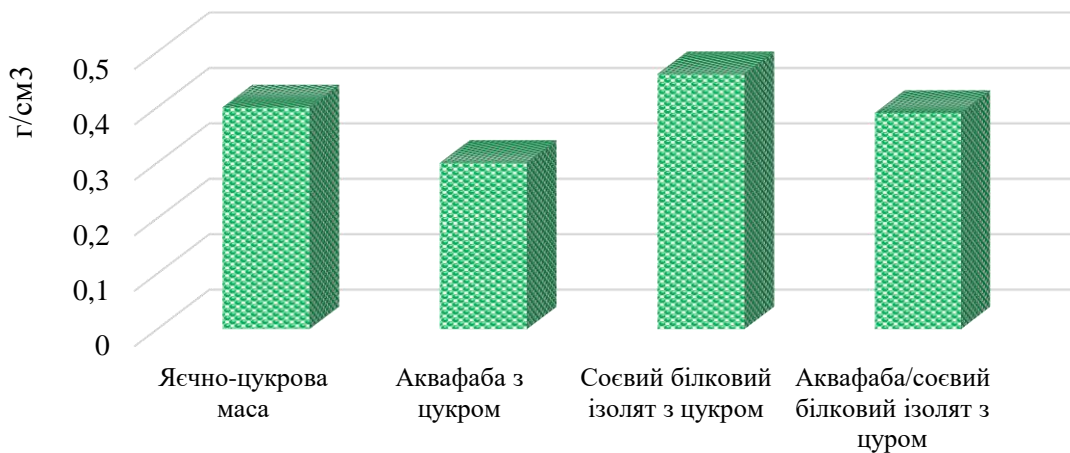


Рис. 2.7 - Щільність сировини для приготування меренги

Розроблено модельні рецептури із варіюванням кількості порошку пирію в діапазоні від 1 до 9 грамів. На основі результатів досліджень розраховано інтегральний індекс якості модельних композицій, котрий охоплює такі показники: органолептичні властивості; вміст харчових волокон; рівень вітамінів; вміст мінеральних речовин; безпечність кінцевого продукту. Аналіз залежності інтегрального індексу якості від дози порошку пирію дозволив встановити раціональну величину добавки, яка підвищує харчову цінність без погіршення органолептичних та технологічних властивостей (див. рис. 2.8).

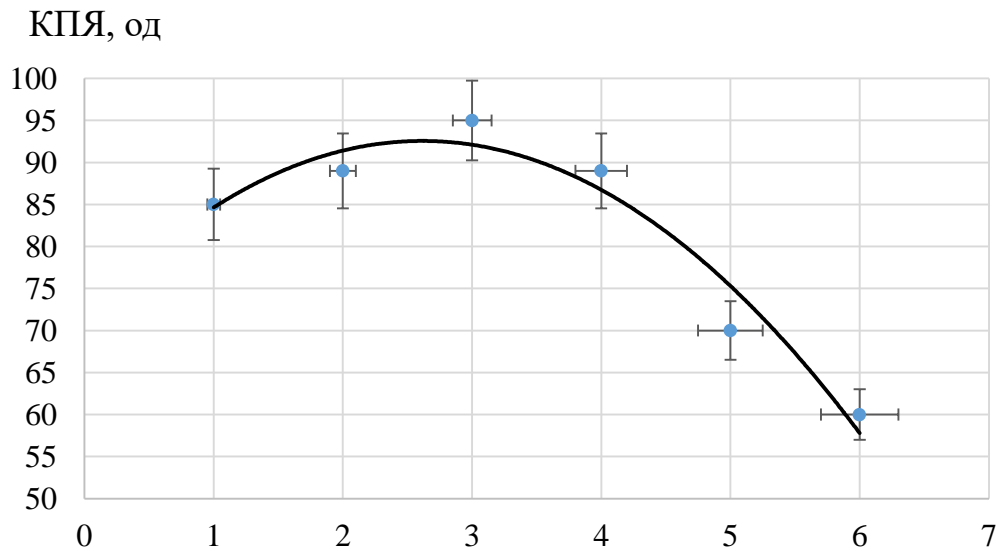


Рис. 2.8 - Залежність комплексного показника якості (КПЯ) від кількості порошку пірію

З огляду на рис. 2.8 оптимальним є використання порошку пірію в кількості 3 г. Більша кількість добавки негативно впливає на сенсорні показники готових борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста. При додаванні більшої кількості порошку пірію суттєво змінюється колір та з'являється неприємний трав'янистий запах.

Проведено дослідження сенсорних показників, які є важливим етапом контролю якості та визначення споживчих характеристик борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста. Оцінено такі властивості продукції, як зовнішній вигляд, колір, консистенцію, смак та аромат.

З огляду на проведені структурно-механічні дослідження, визначено що найкращі дескриптори мала модельна композиція №3. Модельна композиція не мала сторонніх або специфічних смаків чи запахів. Але при цьому колір був сірувато-білий, що є незвичним та неприйнятним для споживачів. І був оцінений дегустаторами у 4 балів з 10. З метою усунення даного недоліку було використано натуральний органічний барвник (спіруліна). Застосування натуральних барвників у виробництві кондитерських виробів набуває все більшого поширення у зв'язку із зростанням попиту на продукти без синтетичних добавок. Спіруліна - мікроводорість, багата на пігмент фікоціанін, який забезпечує насичений

бірюзово-блакитний відтінок. Завдяки своїм властивостям спіруліна рівномірно розподіляється у масі та забарвлює її у яскравий і стійкий колір без негативного впливу на структурно-механічні характеристики меренги.

У межах дослідження було проведено сенсорну оцінку напівфабрикатів двох зразків без додавання барвників та із застосуванням натурального барвника на основі спіруліни. Оцінювання проводили за 10-бальною шкалою.

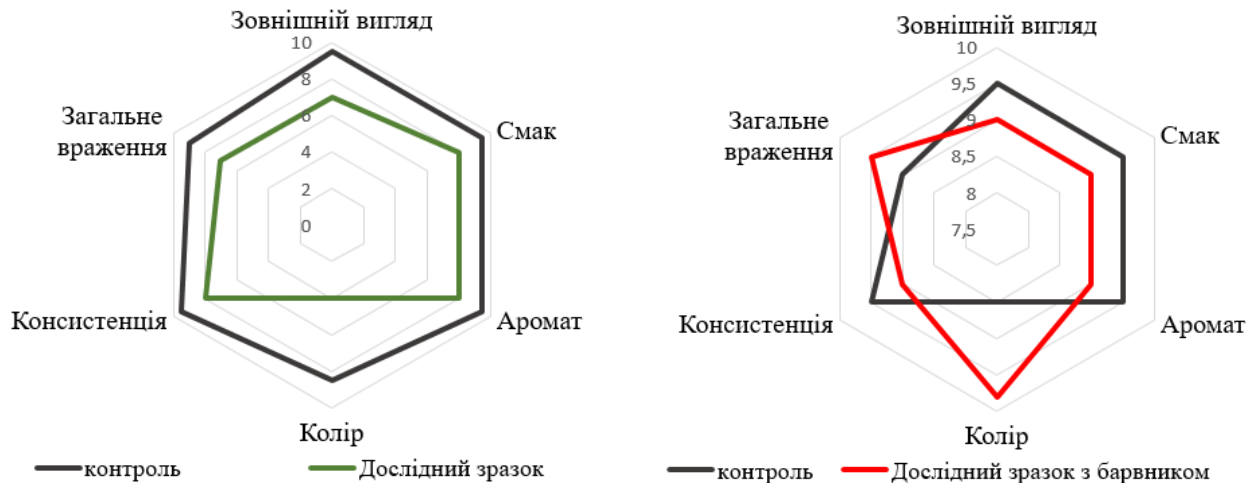


Рис. 2.9 - Профілограма якості модельної композиції

З результатів сенсорного аналізу можна зробити висновок, що аквафаба не додає жодного додаткового смаку до смаку макаронс. Це проявляється у відсутності рослинних та бобових ароматів. Дослідний зразок без барвника має трохи гірші показники за кольором та загальним враженням через невиразний сірий відтінок, однак текстура та смак залишаються на високому рівні. При використанні спіруліни покращується зовнішній вигляд, макаронс набуває яскравого відтінку. За консистенцією інноваційні вироби мають легку пористу текстуру. Спіруліна та порошок пірію надають злегка рослинні нотки аромату.

Результати проведених досліджень підтвердили можливість заміни яєчного білка на аквафабу в поєднанні з соєвим білковим ізолятом у співвідношенні 90:10 у рецептурі макаронс.

2.5 Оптимізація технологічних процесів отримання інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Визначення оптимальних параметрів виготовлення удосконалених макаронс

Процес оптимізації технологічних параметрів передбачає вибір найбільш ефективного варіанту реалізації технологічних операцій під час виготовлення інноваційного борошняного кондитерського виробу – макаронс із використанням аквафаби, соєвого білкового ізоляту та порошку пирію. Оптимізація спрямована на досягнення максимальної якості готового продукту за мінімальних витрат ресурсів і часу.

Для забезпечення об'єктивності оцінки результатів оптимізації необхідно обрати показник, який кількісно характеризує ефективність процесу. Такий показник визначається як критерій оптимальності Q , що є числовою мірою відображення результативності технологічних змін.

Вимоги до критерію оптимальності

Під час конкретизації задачі оптимізації враховуються такі вимоги до критерію оптимальності Q :

1. Q повинен мати кількісне вираження і визначатися у конкретних одиницях виміру;
2. Бути безпосередньо пов'язаним із цільовим призначенням технологічного процесу (покращення якості макаронс);
3. Проявляти чутливість до основних технологічних параметрів і реагувати на їх зміни;
4. Мати зрозумілий фізичний зміст;
5. Бути єдиним для конкретно визначеної задачі оптимізації.

Враховуючи наведені вимоги, у межах даного дослідження критерієм оптимальності обрано комплексний показник якості (КПЯ) готових макаронс, од.

Формулювання задачі оптимізації

Умову задачі оптимізації можна представити як необхідність встановлення оптимальних значень параметрів технологічного процесу виготовлення удосконалених макаронс за умови $Q \Rightarrow \max$, од.

Об'єкт дослідження – процес виготовлення удосконалених макаронс із мигдального тіста з додаванням аквафаби, соєвого ізоляту та порошку пирію. Предмет дослідження – комплексний показник якості (КПЯ) готових виробів, од.

Планування експерименту

Зважаючи на поліфакторний характер впливу технологічних параметрів на величину Q , доцільним є застосування методів математично-статистичного планування повнофакторного експерименту (ПФЕ). Такий підхід забезпечує отримання максимальної кількості достовірної інформації щодо впливу режимів випікання на якість готового виробу.

Практика застосування ПФЕ дозволяє цілеспрямовано варіювати умовами досліду і за мінімальних витрат часу, матеріалів та інших ресурсів отримати математичну модель процесу, що описує залежність Q від змінних факторів. Розв'язання побудованої моделі при умові $Q \Rightarrow \max$ забезпечує визначення оптимальних режимів технологічного процесу виготовлення інноваційних макаронс.

Ключовим елементом планування є розроблення раціональної методики керування експериментом, яка враховує всі можливі взаємодії між факторами, що впливають на КПЯ.

Отже, застосування планування експерименту дає змогу:

- мінімізувати загальну кількість дослідів;
- одночасно варіювати обраними незалежними змінними;
- формувати чітку експериментальну стратегію для прийняття обґрунтованих рішень після кожної серії дослідів;
- визначати оптимальні значення основних технологічних параметрів.

Визначення комплексного показника якості у кожному досліді проводилося у триразовому повторі з подальшою статистичною обробкою результатів для підвищення точності оцінки.

Вибір впливових факторів

У процесі вивчення режимів виготовлення удосконалених макаронс особливу увагу приділяють вибору керуючих факторів, які здатні суттєво

впливати на рівень Q у бажаному напрямі. Вибір найбільш значущих факторів серед потенційних є критичним етапом, що визначає достовірність і результативність проведеної оптимізації.

Для забезпечення коректності математико-статистичного моделювання та достовірності результатів оптимізації важливим етапом є обґрунтований вибір керуючих факторів, які безпосередньо впливають на комплексний показник якості (Q) готових макаронс.

Керуючі (незалежні) фактори повинні відповідати таким вимогам:

- ✓ мати можливість одночасного встановлення на заданих рівнях із забезпеченням стабільності їх значень упродовж проведення експерименту;
- ✓ бути як кількісними (наприклад, тривалість збивання, температура випікання, час термообробки, вологість тіста), так і якісними (природа сировини, спосіб приготування, технологічна послідовність операцій);
- ✓ забезпечувати високу точність вимірювання, яка відповідає вимогам експерименту та обраному рівню достовірності;
- ✓ характеризуватися незалежністю один від одного, тобто відсутністю лінійної кореляції між факторами, що гарантує можливість їх варіювання на будь-якому рівні незалежно від інших параметрів.

Впливові фактори технологічного процесу

На основі аналізу технологічних етапів виготовлення удосконалених макаронс із застосуванням аквафаби, соєвого білкового ізоляту та порошку пирію визначено основні впливові фактори, оптимізація яких дає змогу досягти максимального значення критерію оптимальності Q, а саме:

- ✓ вологість тіста, %;
- ✓ густина тіста, кг/м³;
- ✓ тривалість збивання суміші, хв;
- ✓ тривалість термічної обробки, хв;
- ✓ температура випікання, °С.

Узагальнення результатів аналізу

Проведений аналіз варіативності технологічних факторів, здатних впливати на якість удосконалених макаронс, дозволив сформувавши систему взаємопов'язаних показників, контрольована зміна яких у лабораторних умовах забезпечить побудову адекватної математичної моделі процесу та вирішення оптимізаційної задачі за критерієм $Q \Rightarrow \max$.

З метою проведення математично-статистичної оптимізації технологічного процесу виготовлення удосконалених макаронс як керуючі параметри обрано такі фактори:

- τ – тривалість термічної обробки, хв;
- y – тривалість збивання суміші, хв;
- t – температура випікання, °С.

Ці параметри мають суттєвий вплив на структурно-механічні, органолептичні та фізико-хімічні характеристики готового виробу, а їх взаємодія визначає загальний рівень комплексного показника якості (КПЯ).

Оптимізаційна система

Система оптимізації технологічного процесу виготовлення інноваційних макаронс включає такі складові:

- Критерій оптимальності Q – комплексний показник якості (КПЯ) удосконалених макаронс, визначений за результатами експериментальних досліджень, од.;
- Перший керуючий фактор (X_1) – температура термічної обробки, t , °С;
- Другий керуючий фактор (X_2) – тривалість термічної обробки, τ , хв;
- Третій керуючий фактор (X_3) – тривалість збивання білково-цукрової суміші, y , хв.

Рівні варіювання факторів

Для дослідження впливу керуючих параметрів на критерій оптимальності заплановано експеримент із трьома рівнями варіювання кожного фактора:

- нижній рівень (н.р.) – мінімальне значення параметра, при якому забезпечується технологічна стабільність процесу;

- середній рівень (с.р.) – базове значення, що відповідає умовам стандартного технологічного режиму;
- верхній рівень (в.р.) – максимальне значення параметра, що не призводить до погіршення якості готового виробу.

Крок варіювання кожного керуючого фактора позначається як $\pm\Delta$, і визначався на основі аналізу попередніх експериментальних досліджень та технологічного досвіду виробництва макаронс.

Умовні позначення, прийняті в дослідженні:

- Q або H – комплексний показник якості (КПЯ), од.;
- t – температура випікання, °C;
- τ – тривалість термічної обробки, хв;
- y – тривалість збивання білково-цукрової маси, хв;
- в.р., с.р., н.р. – верхній, середній та нижній рівні варіювання відповідно;
- $\pm\Delta$ – інтервал зміни факторів відносно середнього рівня.

Таким чином, сформована система оптимізаційних параметрів створює основу для проведення повнофакторного експерименту та подальшого побудування математичної моделі впливу технологічних факторів на якість удосконалених макаронс.

+ **X1** – в.р. t; - **X1** – н.р. t, + **X2**– в.р. τ ; -**X2**– н.р. τ ; + **X3**– в.р. y; -**X3**– н.р. y;
X01, X02, X03 – с.р для t, τ та y.

Для побудови матриці планування експерименту передбачено варіювання керуючих факторів на трьох рівнях їх значень.

Для **X1** – t + Δ (в.р.); t (с.р.) і t - Δ (н.р.),

Для **X2** – τ + Δ (в.р.); τ (с.р.) і τ - Δ (н.р.),

Для **X3** – y + Δ (в.р.); y (с.р.) і y - Δ (н.р.).

Рівні ПФЕ представлені у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Рівні планування експерименту

Рівень		Керуючі фактори		
		t, °C	τ , хв.	y, хв.
		X1	X2	X3
Нижній	–	130	13	5

Середній	о	140	15	6
Верхній	+	150	17	7
Інтервал варіювання	Δ	10	2	1

Оскільки під час планування експерименту формується матриця варіювання трьох керуючих факторів (t , τ та y) на двох рівнях зміни (в.р. та н.р.), кількість необхідних дослідів визначається за формулою: $N = 2^n = 2^3 = 8$.

Таким чином, вісім експериментальних дослідів є достатніми для реалізації всіх можливих комбінацій зміни керуючих факторів у межах досліджуваного діапазону.

Схематичне представлення варіювання факторів наведено у матриці плану активного експерименту (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

**Матриця-план ПФЕ² дослідження впливу керуючих факторів на КПЯ
удосконалених макаронс**

№ дослідів	Спільна дія факторів					
	Позначення рівня зміни фактору	Кількість, одиниці виміру, °С	Позначення рівня зміни фактору	Кількість, одиниці виміру, хв	Позначення рівня зміни фактору	Кількість, одиниці виміру, хв
1	+X1	150	+X2	17	+X3	7
2	+X1	150	+X2	17	-X3	5
3	+X1	150	-X2	13	+X3	7
4	+X1	150	-X2	13	-X3	5
5	-X1	130	-X2	13	-X3	5
6	-X1	130	-X2	13	+X3	7
7	-X1	130	+X2	17	-X3	5
8	-X1	130	+X2	17	+X3	7

Після формування матриці планування було проведено експеримент. Перед його реалізацією послідовність дослідів рандомізували, надавши їм випадкову нумерацію для усунення можливих систематичних похибок. Кожну серію дослідів ($N = 4$) виконували у триразовому повторі (m_1, m_2, m_3), після чого обчислювали середнє значення результатів ($N_{сер}$), наведене в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Усереднені результати експерименту

Досліди N	Керуючі фактори			КПЯ, $N_{сер}$, од.
	t , °С	τ , хв.	y , хв.	

1	150	17	7	87,7
2	150	17	5	88,3
3	150	13	7	90,4
4	150	13	5	84,8
5	130	13	5	81,3
6	130	13	7	83,2
7	130	17	5	84,6
8	130	17	7	85,8

Відтворюваність отриманих експериментальних значень N перевіряли за нульовою гіпотезою щодо однорідності вибірових дисперсій, які обчислювали за відповідною формулою.

$$S_{ij}^2 = \sum_{j=1}^N (\mu_{ij} - \mu_{j\text{сер}})^2 / (N-1) \quad (2.1)$$

де N – загальна кількість проведених дослідів; j – порядковий номер досліді; i – номер паралельного вимірювання.

Розрахункове значення критерію однорідності дисперсій за Кохреном, який використовується для оцінки їхньої згоди, визначали за формулою:

$$G_{\text{розр}} = \frac{S_{ij}^{\text{max}^2}}{\sum S_{ij}^2} \quad (2.2)$$

$S_u^2 \text{ max}$ – max значення із лінійних дисперсій;

$\sum_{u=1}^N S_u^2$ - сума всіх дисперсій по N лініях матриці планування.

Якщо виконується умова $G_{\text{розр}} < G_{\text{крит}}$, нульова гіпотеза про однорідність вибірових дисперсій приймається. Значення $G_{\text{крит}}$ визначається за статистичними таблицями для відповідного числа ступенів свободи (f_1, f_2) та рівня значущості q . У технологічних розрахунках, як правило, приймається рівень суттєвості $q = 0,05$ (5%).

За результатами розрахунків: $G_{\text{розр}} = 0,2956$, $G_{\text{крит}} = 0,2957$.

Оскільки $G_{\text{розр}} < G_{\text{крит}}$, нульова гіпотеза про однорідність дисперсій підтверджується, що свідчить про відтворюваність експериментальних результатів і високу ймовірність отримання аналогічних даних за повторних досліджень.

Для кількісного опису взаємозв'язку між змінними параметрами (H , t , τ , y) застосовано регресійний аналіз, виконаний методом найменших квадратів. Загальна форма рівняння регресії має вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n.$$

Коефіцієнти регресії (b_0 , b_1 , ..., b_n) відображають середню зміну значення y при зміні відповідного фактора x на одну одиницю. Графічне відображення отриманого рівняння регресії представлено у вигляді кривої регресії.

Найпоширенішим випадком є лінійна форма регресійного рівняння, що виражається наступною залежністю:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_ix_i.$$

Коефіцієнти b_1 , b_2 , ..., b_i відповідають змінним, а b_0 – вільний член рівняння; при цьому y і x можуть бути векторами. Для приведення експериментального рівняння до лінійного вигляду застосовують математичні перетворення, наприклад: $\lg x$, $\lg y$, $1/x$, $1/y$, \sqrt{y} .

Коефіцієнти регресії розраховували методом найменших квадратів за допомогою системи нормальних рівнянь. У даній оптимізаційній задачі кількість рівнянь дорівнює числу керуючих факторів (X_1 , X_2), позначимо $N = y$, $X_1 = x_1$, $X_2 = x_2$.

Таким чином, коефіцієнти функції визначаються з цієї системи рівнянь.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2.$$

Перше рівняння записують у наступному вигляді:

$$\sum y_i = N b_0 + b_1 \sum x_{1j} + b_2 \sum x_{2i}$$

Коли для запису другого рівняння застосовується квадратична функція, вона множиться на x

$$x \cdot \sum y_2 = N b_0 + b_1 \sum x_j + b_2 \sum x_2^2$$

Коефіцієнти регресії (b_0 , b_1 , ..., b_i) дають змогу визначити середню зміну залежної змінної y при зміні кожного параметра x на одиницю. Для побудови та оцінки лінійної регресійної моделі використовують програму Microsoft Excel із функціями «Регресія» та «LINEST».

В результаті статистичного аналізу отримують:

- ✓ набір коефіцієнтів $\{b_0; b_1; \dots; b_2\}$;
- ✓ стандартні похибки для коефіцієнтів (S_b);
- ✓ коефіцієнт детермінованості R^2 , який характеризує ступінь відповідності моделі експериментальним даним ($0 \leq R^2 \leq 1$): чим ближче до 1, тим достовірніша модель.
- ✓ статистику F-тесту, що перевіряє ймовірність випадкового характеру адекватності моделі (правило: $F_{роз} > F_{крит} \rightarrow$ модель статистично значуща).
- ✓ залишкову суму квадратів, яка показує розкид фактичних значень від лінії регресії.

Дані для аналізу вносяться у вигляді таблиці вихідних значень (наприклад, табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Вихідні дані

Дослід, №	КПЯ, $H_{сер}$, од.	Температура обробки, °C	Тривалість теплової обробки, хв.	Тривалість збивання, хв.
1	88,7	150	17	7
2	89,0	150	17	5
3	89,4	150	13	7
4	87,9	150	13	5
5	84,3	130	13	5
6	85,7	130	13	7
7	86,6	130	17	5
8	87,1	130	17	7

Реалізація розрахункового механізму програми зафіксувала такі дані:

1)

	Коефіцієнти рівняння регресії	Похибки розрахунку коефіцієнтів	t-статистика
Y-перетин (H)	61,39	4,69	13,09
Змінна X1	0,14	0,03	5,12
Змінна X2	0,26	0,14	1,86
Змінна X3	0,39	0,28	1,40

2)

Регресивна статистика	
Множинний R	0,94
R-квадрат	0,89
Нормований R-квадрат	0,80
Стандартна похибка	0,78
Спостереження	8,00

3) Слід окремо відзначити графічні представлення, які демонструють ступінь збігу між експериментальними даними Y та їх передбачуваними значеннями (зображено на графіку «Передбачуване Y »).

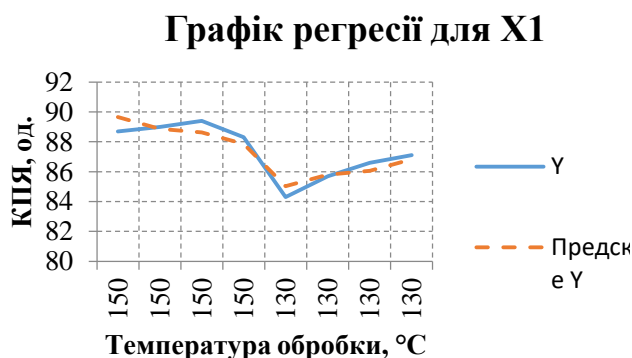


Рис. 2.10 – Графік апроксимації експериментальних даних для X1 – температура обробки, °C

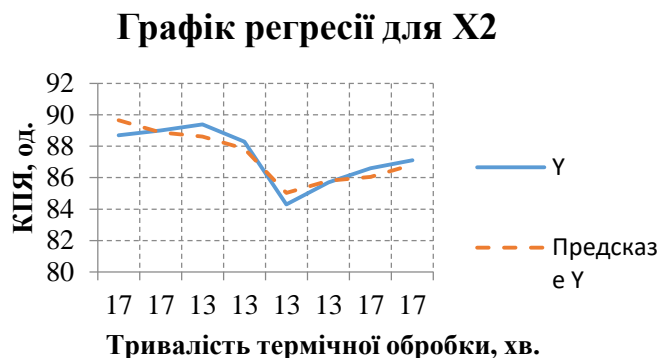


Рис. 2.11 – Графік апроксимації експериментальних даних для X2 – тривалість термічної обробки, хв

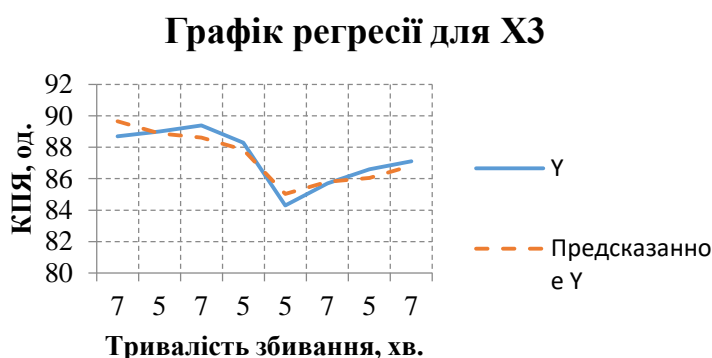


Рис. 2.12 – Графік апроксимації експериментальних даних для X3 – тривалість збивання, хв

У ході математичного моделювання заданих оптимізаційних завдань сформовано наступну математичну модель:

$$H = 61,39 + 0,14 X1 + 0,26 X2 + 0,39 X3$$

Отримано значення коефіцієнту детермінованості $R^2=0,89R$. Це дозволяє зробити висновок, що сформована математична модель є адекватною та придатною для розрахунку очікуваних оптимальних значень керуючих факторів.

Для підтвердження статистичної значущості адекватності моделі застосовано F -тест: за умови $F_{\text{роз}} > F_{\text{крит}}$ вважаємо, що адекватність моделі не випадкова.

Критерій Фішера $F_{\text{роз}}$	Значення $F_{\text{крит}}$
10,55	0,02

Для прогнозування ННН за новими значеннями t, τ, y — які не охоплені експериментом, але потенційно лежать в оптимальній зоні Q — використовуємо функцію Excel «ТЕНДЕНЦІЯ». Вона за методом найменших квадратів апроксимує залежність між відомими даними X і Y й обчислює H для нових X .

Створюємо таблицю із значеннями X_1, X_2, X_3 (для t, τ, y) та отриманими H . Потім будуємо діаграму «Визначення оптимальних значень параметрів виготовлення удосконалених макаронс», об'єднуючи експериментальні й розрахункові дані.

Таблиця 2.10

Дані для визначення оптимальних значень параметрів виготовлення удосконалених макаронс

$t, \%$	$\tau, \%$	$y, \%$	$H_{\text{ср}}$
150	17	7	88,7
150	17	5	89,0
150	13	7	89,4
150	13	5	87,9
130	13	5	84,3
130	13	7	85,7
130	17	5	86,6
130	17	7	87,1
120	29	1	86,16
125	27	1,5	86,55
130	25	2	86,94
135	23	2,5	87,33
140	21	3	87,71
145	19	3,5	88,10
150	17	4	88,49
155	15	4,5	88,88
160	13	5	89,26
165	11	5,5	89,65
170	9	6	90,04

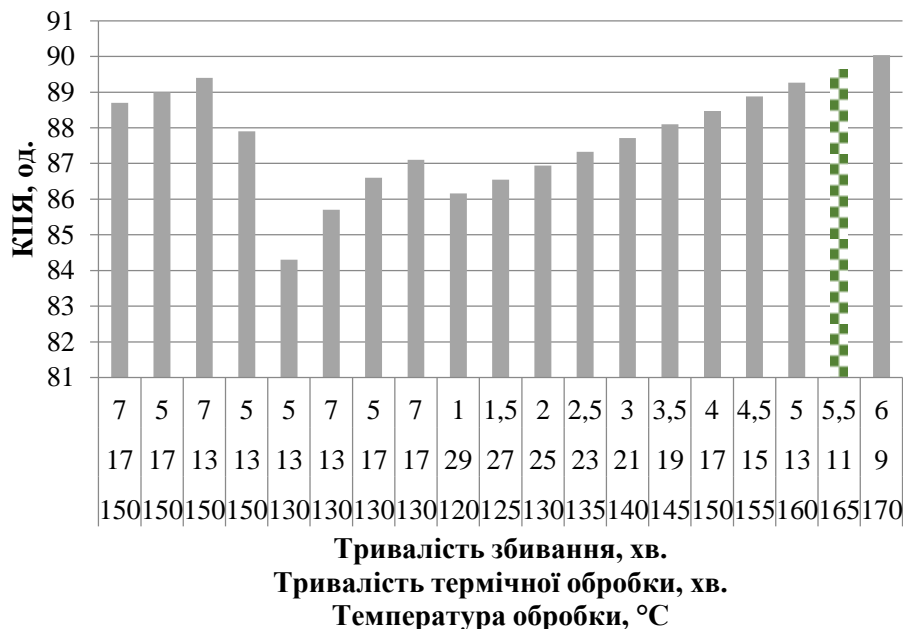


Рис. 2.13 – Визначення оптимальних значень параметрів виготовлення удосконалених макаронс

Аналіз отриманих результатів (див. рис. 2.13) дозволяє встановити, що оптимальними параметрами для виробництва удосконалених макаронс із максимальним значенням КПЯ є: тривалість випікання — 11 хв при температурі 165 °C, а також тривалість збивання — 5,5 хв. Подальше збільшення даних параметрів вважається економічно недоцільним через значне зростання енергозатрат.

2.6 Рецептатура та принципова технологічна схема виробництва інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Виготовлення макаронс з використанням аквафаби та соєвого білкового ізолята – це інноваційний підхід, який дозволяє створювати веганські варіанти цього популярного борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста. Макаронс готують на основі меренги, яка має $\cong 80\%$ повітряної фази.

В таблиці 2.11 наведено рецептуру макаронс з використанням альтернативних видів сировини (аквафаби, соєвого білкового ізоляту, порошку пірію, природного барвника спіруліни).

Рецептура інноваційних макаронс

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 100 г готового виробу, г		Технологічні вимоги до сировини
		В натурі	В сухих речовинах	
Аквафаба з нуту	10	20,0	2,0	My healthy product AUGUST
Соевий білковий ізолят	95	2,2	2,09	ДСТУ 4595:2006
Кондитерський цукор	99,85	52,7	52,6	ДСТУ 4623-2006
Мигдальне борошно	95	21,1	20,0	ТУ У 10.3-2992501409-001-2019
Лимонна кислота	99,5	0,1	0,1	ДСТУ 908:2006
Винний камінь	99	0,8	0,8	Виробник Frontier Natural Products
Натуральний органічний барвник (спіруліна)	94	0,1	0,1	ДСТУ EN 12392-2:2003
Порошок пірію	95	3,0	2,85	згідно ISO 22000:2005
Начинка на основі рослинної сировини		-	30	
Вихід			130	

В результаті технологічних проробок і серії відпрацювань розроблено технологію макаронс з використанням суміші аквафаби і соєвого білкового ізолята (Додаток А).

Аналіз технологічного процесу приготування борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста з додаванням рослинної сировини (аквафаби, соєвого білкового ізоляту), визначивши режими кожної операції та мету, що вона досягає представлено в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Аналіз технологічного процесу приготування макаронс з використанням рослинної сировини

Технологічна операція	Параметри технологічної операції	Результат, що отримується	Обладнання та інструментарій, що застосовується в технологічній операції
Макаронс за інноваційною технологією	Аквафабу збити до піни, додати лимонну кислоту, винний камінь та соєвий білковий ізолят. Коли маса буде збита до м'яких піків додають барвник та тоненькою цівкою вливають цукровий сироп уварений до 118°C. Продовжують збивання до жорстких піків. Вводять суміш порошку пірію, мигдального борошна та цукру (макаронаж). Відсаджують вироби.		

Технологічна операція	Параметри технологічної операції	Результат, що отримується	Обладнання та інструментарій, що застосовується в технологічній операції
	Вистоюють (scoutage). Висушують протягом 11...15 хв. Після дозрівання проводять процес формування з кремом.		
<i>Підготовка сировини:</i>			
Підготовка аквафаби	t= 4...6°C, τ=12...16 хв.	Охолодження з метою покращення піноутворення	Стіл виробничий
Просіювання: мигдальне борошно, порошок пирію	-	Видалення грудочок, покращення текстури	Стіл виробничий
<i>Приготування макаронс:</i>			
Збивання аквафаби та соєвого білкового ізоляту	τ=5...8 хв	Отримання об'ємної, повітряної маси	Стіл виробничий, міксер
Додавання порошку пирію, мигдального борошна, цукру (макаронаж)	τ= 1...2 хв.	Отримання маси, яка стікає стрічкою	Стіл виробничий
Відсаджування	d=3...5 см	Формування виробів однакової форми	Стіл виробничий, деко
Вистоювання (scoutage)	τ=20...30 хв, t=22...25°C	Утворення «шкірочки» на поверхні, що сприятиме підняттю тіста	Стелаж
Теплова обробка	τ=11...15 хв, t=130...150°C	Доведення до стану кулінарної готовності	Пароконвектомат
З'єднання всіх інгредієнтів, оформлення	-	Формування готового борошняного кондитерського виробу	Стіл виробничий, ваги

2.7 Порівняльний розрахунок поживної та біологічної цінності традиційної та інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

Було проведено розрахунок поживної цінності макаронс, виготовлених із використанням суміші аквафаби, соєвого білкового ізоляту та порошку пирію. У модернізованому виробі з мигдального тіста вміст білків зріс на 66,3%, тоді як кількість жирів зменшилася на 36,3%. Крім того, у виробі покращено вітамінний профіль. Загальна енергетична цінність макаронс знизилася на 18,6%. (табл. 2.13).

Хімічний склад макаронсу за інноваційною технологією

Показники	Макаронс (контроль)	Макаронс (інноваційна технологія)	Різниця, %
Білки, г	9,8	16,3	66,3
Жири, г	19,0	12,1	-36,3
Вуглеводи, г	46,8	40,1	-14,3
Залізо, мг	1,5	2,9	93,3
Вітамін В ₁ , мг	0,08	0,19	137,5
Вітамін РР, мг	18,6	166,1	793,0
Енергетична цінність, ккал	382	311	-18,6

В розроблених макаронс за інноваційною технологією суттєво збільшився вміст харчових волокон за рахунок використання порошку пирію (рис. 2.14).

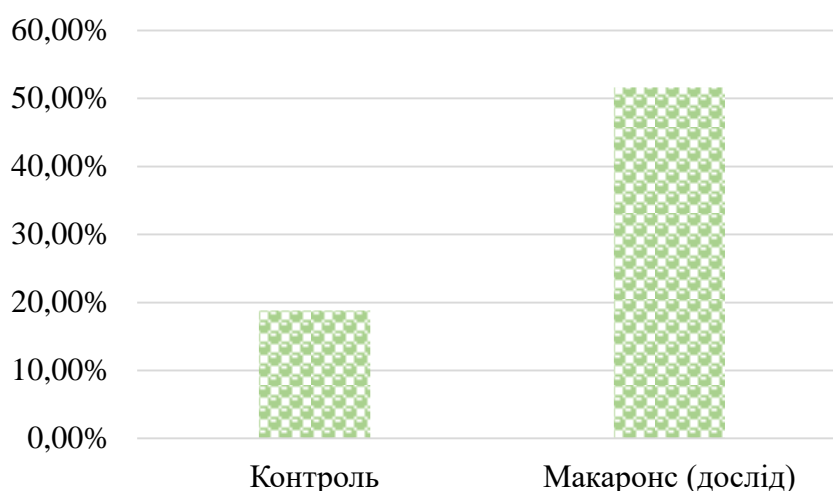


Рис. 2.14 - Вміст харчових волокон в макаронс, % від добової потреби

2.8 Визначення органолептичних, мікробіологічних, структурно-механічних та функціонально-технологічних властивостей інноваційної продукції для закладів ресторанного господарства

При постановці завдання ставилось за мету розробити макаронс для широкої групи споживачів, включаючи веганів, споживачів з харчовою алергією та людей які дотримуються здорового харчування.

На основі проведених досліджень розроблено макаронс з використанням аквафаби та соєвого білкового ізоляту. Порівняльна характеристика контрольного та інноваційного зразків макаронс наведена в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Функціонально-технологічні властивості макаронс

Показники	Макаронс (класична технологія)	Макаронс (інноваційна технологія)
Піноутворення	Високі показники за рахунок овальбуміну. Міцна еластична піна	Показники наближаються до контролю за рахунок водорозчинних білків і сапонінів. Піна потребує використання стабілізаторів
Стабільність піни	Потребує використання стабілізаторів та режимів збивання	Підвищується при використанні соєвого білкового ізоляту
Стабілізатори	Цукор	Цукор, лимонна кислота, винний камінь
Структурування	Базується на здатності білків утворювати стабільну меренгу на основі яєчного білку і цукру, переході піни у тістову масу при макаронажі, коагуляції білків та стабілізації при тепловій обробці	Соевий білковий ізолят посилює піноутворення аквафаби та використовується як стабілізатор. Формується міцна оболонка
Термостійкість	Високі показники	Показники підвищуються за рахунок використання соєвого білкового ізоляту
Смак і текстура	Мигдальний смак, легка текстура	Наближається до контрольного зразку
Стійкість при зберіганні	До 5 днів	Вологість виробу відповідає нормам контрольного зразку, тому термін зберігання до 5 дні

Респонденти оцінювали макаронс з аквафабою, соєвим білковим ізолятом та порошком пирію за основними показниками органолептики: зовнішній вигляд, текстура, колір, смак, консистенція, запах. Органолептичні показники макаронсу характеризуються високими показниками та імітують сенсорні показники контролю (рис. 2.15).



Рис. 2.15 - Сенсорні показники макаронсу приготовленого за інноваційною технологією

Характеристика органолептичних показників макаронсу з сумішшю аквафаби, соєвого білкового ізоляту, порошку пирію наведена в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Органолептичні показники макаронсу

Показник	Характеристика	Вид виробу
Форма	Симетрична, кругла, діаметр 4...5 см	
Поверхня	Гладка, матова, з легким блиском, без тріщини. «Ніжка» (спідничка) рівномірна по колу	
Консистенція	Оболонка: тонка, хрумка. Середина ніжна, м'яка, злегка волога, з легкою тягучістю	
Смак і запах	Збалансований, виразний, з легким рослинним ароматом, відсутність сторонніх та неприємних присмаків (водянистості, металевого присмаку). Без сторонніх запахів.	
Колір	Бірюзовий	

На підставі узагальнених даних сформовано інтегральний (комплексний) індекс якості борошняних кондитерських виробів з мигдального борошна з додаванням рослинної сировини — зокрема аквафаби, соєвого білкового ізоляту, порошку пирію та натурального природного барвника (спіруліни). Індекс якості розраховано за наступними групами показників:

- Показник А – хімічний склад: А₁ – вміст білків (г), А₂ – вміст заліза, А₃ – вміст харчових волокон, А₄ – вміст вітаміну В1, А₅ – вміст жирів;

- Показник В1 – енергетична цінність;
- Показник С – органолептичні характеристики: С₁ – зовнішній вигляд, С₂ – смак, С₃ – запах, С₄ – колір, С₅ – консистенція.

Таблиця 2.16

Комплексний показник якості макаронс з використанням аквафаби та соєвого білкового ізоляту

Одиничні показники якості	Одиниці вимірювання	Базове значення показника	Розмірні показники якості		Відносні показники якості	
			контроль	дослід	контроль	дослід
В1	ккал	2000	382	311	0,19	0,16
С1	Бали	10	7	9	0,98	1,00
С2	Бали	10	8	9	0,92	0,99
С3	Бали	10	8	9	0,90	0,98
С4	Бали	10	4	9,8	0,96	1,00
С5	бали	10	8	9	0,96	1,00
А1	г	60	9,8	16,3	0,16	0,27
А2	мг	4,5	1,5	2,9	0,33	0,64
А3	мг	15	4,7	12,9	0,31	0,86
А4	мг	1,1	0,08	0,19	0,07	0,17
А5	г	50	19	12,1	0,38	0,24
КПЯ					0,56	0,66

За результатами розрахунків інтегрального показника якості, макаронс за інноваційною технологією отримали значення 0,66, тоді як контрольний зразок — 0,56.

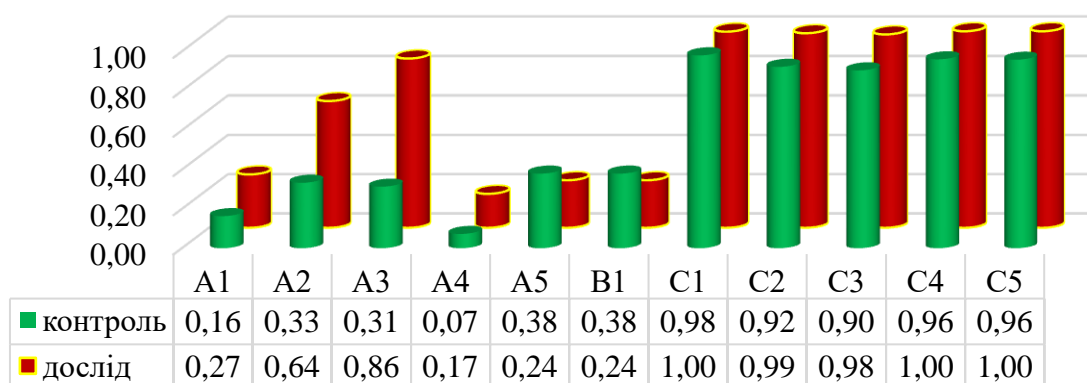


Рис. 2.16 - Комплексний показник якості макаронс за інноваційною технологією

2.9 Оцінка показників безпеки інноваційної продукції на основі

принципів НАССР

Макаронс вважається примхливим десертом, тому часто трапляються помилки в процесі його приготування. До найпоширеніших відносяться наступні:

- якщо тісто довго збивати - тістечка будуть розтікатися в різні боки. Для випікання використовується тільки густе тісто.
- якщо сильно збивати меренгу, то макаронс будуть тріскатися в духовці.
- порожнеча всередині тістечка часто виникає через низьку температуру в духовці і неправильному перемішуванні тіста.
- нерівна поверхня виробу говорить про те, що мигдальне борошно дуже крупного помелу.

Проаналізуємо технологічний процес виробництва тістового напівфабрикату для тістечка макарун на італійській меренгі (табл. 2.17).

Таблиця 2.17

Аналіз технологічного процесу виробництва мигдального напівфабрикату для тістечка макаронс на італійській меренгі

Найменування технологічної операції	Мета, що досягається	Параметри технологічної операції	Фізико-хімічні процеси, що відбуваються
<i>Підготовка інгредієнтів</i>			
Мигдальне борошно	Просіювання для подальшого рівномірного розподілення сухих продуктів	Сито	Насичення борошна повітрям, прибирання грудочок
Цукрова пудра			Видалення кристаликів цукру, що залишилися
<i>Приготування мигдальної пасти</i>			
Змішування сухих інгредієнтів	Перемішування інгредієнтів між собою	-	Отримання однорідної консистенції
Приготування мигдальної пасти	Додавання ½ маси яєчного білку	-	Утворення тістової структури, надання в'язкості
<i>Приготування італійської меренги</i>			
З'єднування води та цукру	Розчинення цукру	T=60°C	Дифузія, рівномірне розподілення солодкості
Приготування цукрового сиропу	Уварювання води та з цукром	T=118°C	Випаровування води і підвищення густини сиропу, збільшення концентрації цукру

Найменування технологічної операції	Мета, що досягається	Параметри технологічної операції	Фізико-хімічні процеси, що відбуваються
Збивання яєчного білка	½ маси яєчного білка збити міксером на малих оборотах	T=20°C	Утворенням пишної піни, за рахунок поверхневої денатурації білка
Змішування збитих білків та цукрового сиропу	Отримання однорідної, гладкої, глянсової консистенції	T=35°C	Розподіл найдрібніших частинок по всьому об'єму, пропусканням повітря під тиском через рідину
Додавання харчового барвника	Фарбування меренги	-	Надання меренгі відповідного забарвлення, розподілення барвника по всій масі
<i>Макаронаш</i>			
Макаронаш	Поєднання мигдальної пасти з меренгою	-	Уникнення насичення киснем, отримання однорідної маси
<i>Формування заготовок</i>			
Формування заготовок для тістечка	Надання заготовкам округлої форми, відстоювання	t=45 хв.	Підсихання поверхні н/ф для подальшого утворення «спіднички» під час випікання
<i>Випікання заготовок</i>			
Випікання заготовок для тістечка	Доведення до готовності	T=140°C, t=15-20 хв.	Денатурація білків, випарювання вологи, процес меланоїдиноутворення, збільшення об'єму за рахунок розширення пухирців повітря, утворення скоринки на поверхні виробу
Охолодження н/ф	Уникнути змінання заготовок, втрати форми	T=25-27°C	Часткова втрата вологи

Етап виробництва продукції є головним при дослідженні небезпечних факторів, так як має найбільшу кількість нюансів, які можуть стати причиною виникнення небезпек. Для наочності такої думки розроблена таблиця 2.18, щодо ідентифікації небезпечних чинників на етапі виготовлення борошняного кондитерського виробу «Макарун».

**Ідентифікація небезпечних чинників на етапі виготовлення
борошняного кондитерського виробу «Макарун»**

Найменування етапу	Небезпечні чинники		Методологія оцінювання небезпечних чинників			Запропоновані регулювальні дії щодо запобігання, усунення або зменшення ступеня ризику небезпечного чинника
	Позначення	Причини появи	Вр	В	СР	
Підготовчі операції та приготування тіста	Б	Використання забрудненого обладнання та посуду	0,3	3	0,9	Контроль технологічного процесу, контроль очищення обладнання, дотримання санітарних вимог персоналом
	Б	Порушення інструкції обробки яєць	0,3	2	0,6	Дотримання інструкції обробки яєць
	Х	Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	0,4	2	0,8	Ретельне промивання обладнання після використання миючих або дезінфікуючих засобів
	В	Пошкоджена тара та обладнання, ювелірні вироби, біологічний матеріал працівників	0,4	2	0,8	Контроль за цілісністю тари, технічним обслуговуванням обладнання та дотриманням персоналом правил гігієни
Випікання	Б	Використання забрудненого обладнання та посуду	0,3	3	0,9	Контроль технологічного процесу, контроль очищення обладнання, дотримання санітарних вимог персоналом
	Х	Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	0,4	2	0,8	Ретельне промивання обладнання після використання миючих або дезінфікуючих засобів
	Ф	Пошкоджена тара та обладнання, ювелірні вироби, біологічний матеріал працівників	0,4	2	0,8	Контроль за цілісністю тари, технічним обслуговуванням обладнання та дотриманням персоналом правил гігієни
Охолодження	Б	Використання забрудненого обладнання та посуду	0,3	3	0,9	Контроль технологічного процесу, контроль очищення обладнання, дотримання санітарних вимог персоналом
	Х	Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	0,4	2	0,8	Ретельне промивання обладнання після використання миючих або дезінфікуючих засобів
	Ф	Пошкоджена тара та обладнання, ювелірні вироби, біологічний матеріал працівників	0,4	2	0,8	Контроль за цілісністю тари, технічним обслуговуванням обладнання та дотриманням персоналом правил гігієни

Найменування етапу	Небезпечні чинники		Методологія оцінювання небезпечних чинників			Запропоновані регулювальні дії щодо запобігання, усунення або зменшення ступеня ризику небезпечного чинника
	Позначення	Причини появи	Вр	В	СР	
Тимчасове зберігання	Б	Порушення умов зберігання та транспортування	0,3	3	0,9	Контроль процесу транспортування та зберігання
	Х	Залишки миючих та дезінфікуючих засобів	0,2	2	0,4	Ретельне промивання обладнання після використання миючих або дезінфікуючих засобів
	Ф	Потрапляння біологічних матеріал працівників	0,1	2	0,2	Контроль за цілісністю тари та дотриманням персоналом правил гігієни

За результатами аналізу було визначено найбільш ймовірні та серйозні небезпеки, які можуть виникнути під час термічної обробки та охолодження. Щоб уникнути цих небезпечних впливів на продукт, слід скласти перелік необхідних запобіжних заходів і занести його в таблицю 2.19.

Таблиця 2.19

Необхідні запобіжні дії для уникнення дії небезпечних чинників на етапі виготовлення продукції

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
Етап виробництва: Підготовчі операції та приготування тіста	
Б: Спороутворюючі бактерії: <i>Salmonella spp</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ; спороутворюючі бактерії: <i>Clostridium perfringens</i> при прийманні сировини	<p>Висока ймовірність виникнення Контроль температурних режимів та вологість в складських приміщеннях, контроль термінами придатності товарів, контроль за гігієною в приміщеннях, проведення прибирання за графіком, за необхідності здійснюється дератизація приміщення</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-08 «Контроль за шкідниками, визначення виду, запобігання їх появи, засоби профілактики та боротьби»</p> <p>ППУ-11 «Зберігання та транспортування»</p> <p>ППУ-12 «Контроль технологічних процесів»</p> <p>I-1 «Прибирання приміщень та санвузлів»</p> <p>I-4 «Інструкція по миттю виробничого обладнання»</p> <p>Журнал обліку проведення щоденного прибирання, журнал списання, графік прибирання, графік дератизації. Журнал мікробіологічного контролю Чек-лист контролю умов зберігання сировини та матеріалів</p>

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
<p>Х: Токсичні елементи, мікотоксини, діоксини, радіонукліди, пестициди</p>	<p>Контроль терміну придатності молока після відкриття, контроль умов зберігання, контроль очищення поверхні та миття миючими засобами. Контроль терміну зберігання яєць після санітарної обробки</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-5 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)»</p> <p>ППУ-08 «Контроль за шкідниками, визначення виду, запобігання їх появи, засоби профілактики та боротьби»</p> <p>ППУ-11 «Зберігання та транспортування»</p> <p>ППУ-12 «Контроль технологічних процесів»</p> <p>Журнал обліку проведення щоденного прибирання, Журнал виробничого контролю, графік прибирання, графік дератизації.</p> <p>Журнал контролю змивів</p> <p>Чек-лист контролю умов зберігання сировини та матеріалів</p>
<p>Ф: біологічні матеріали працівників, скло, метал та пластик</p>	<p>Середня ймовірність виникнення</p> <p>Контроль цілісності тари, устаткування, дотримання персоналом правил гігієни</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-2 «Санітарний стан приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок»</p> <p>ППУ-3 «Планування та стан комунікацій вентиляції, водопроводів водопостачання та водовідведення, електропостачання, освітлення</p> <p>ППУ-6 «Здоров'я та гігієна персоналу»</p> <p>План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу</p>
Етап виробництва: Випікання та охолодження	
<p>Б: <i>Bacillus subtilis</i>, <i>S.Aureus</i></p>	<p>Контроль параметрів технологічного процесу, санітарним станом тари, інвентарю та приміщень</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-05 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)»</p> <p>ППУ-10 «Контроль за технологічними процесами»</p>

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії
Х: Залишки миючих засобів	<p>Контроль за змивами технічного обладнання, інвентарю та тари, після використання миючих засобів</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-05 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)»</p> <p>План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу</p> <p>Журнал контролю змивів</p>
Ф: біологічні матеріали працівників, скло, метал та пластик	<p>Контроль цілісності тари, устаткування, дотримання персоналом правил гігієни</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-2 «Санітарний стан приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок»</p> <p>ППУ-6 «Здоров'я та гігієна персоналу»</p> <p>План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання</p>
Етап виробництва: Зберігання	
Б: МАФАНМ, БГКП, Salmonella, Bacillus subtilis, S.Aureus, пліснява	<p>Контроль температури та вологості в складських приміщеннях, контроль термінів придатності товарів, контроль гігієни в приміщеннях, прибирання за графіком, за потребою, проведення дератизації</p>
Х: Залишки миючих засобів	<p>Контроль за змивами технічного обладнання, інвентарю та тари, після використання миючих засобів</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-05 «Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь)»</p> <p>План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу</p> <p>Журнал контролю змивів</p>
Ф: біологічні матеріали працівників, скло, метал та пластик	<p>Контроль цілісності тари, устаткування, дотримання персоналом правил гігієни</p> <p>Управління:</p> <p>ППУ-2 «Санітарний стан приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок»</p> <p>ППУ-6 «Здоров'я та гігієна персоналу»</p> <p>План проведення ремонтних робіт, графік технічного обслуговування обладнання, навчання персоналу</p>

Отже, щоб запобігти виникненню небезпек, необхідно ретельно враховувати часові та температурні умови під час технічного процесу, контролювати гігієнічний стан приміщень, обладнання, інвентарю та технічний стан обладнання, а також вимагати від персоналу дотримання правил особистої гігієни.

Далі необхідно визначити, які етапи виробництва регулюються відповідністю програмі передумов, а які слід ідентифікувати як ККТ. Аналіз проводиться за допомогою алгоритму прийняття рішень, а дані заносяться до таблиці 2.20.

Таблиця 2.20 - Встановлення критичних контрольних точок на етапі виготовлення продукції

Етап процесу	Позначення ідентифікації чинника та найменування	Відповіді на запитання «дерева прийняття рішень»				Номер ККТ
		№1 Чи і є можливим на даному чи наступному етапі попереджувальні дії для цього небезпечного чинника?	№2 Чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чинника а до допустимого?	№3 Чи можливість на даному етапі появи небезпечного чинника або збільшення його до недопустимого рівня	№4 Чи гарантує наступний етап уникнення небезпечного чинника	
Підготовка операції та приготування тіста	Б МАФАНМ, БГКП	Так	Відсутній	Так	Так.	-
	Х Залишки миючих засобів	Так.	Відсутній	Так	Так.	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал,	Так.	Відсутній	Так	Ні.	ККТ 1
Випікання	Б Bacillus subtilis, S.Aureus	Так.	Відсутній	Так	Ні.	ККТ 2
	Х Залишки миючих засобів	Так.	Відсутній	Ні	-	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал, пластмаса	Так.	Відсутній	Ні	-	-

Етап процесу	Позначення ідентифікації чинників та найменування	Відповіді на запитання «дерева прийняття рішень»				Номер ККТ
		№1 Чи і є можливим на даному чи наступному етапі попереджувальні дії для цього небезпечного чинника?	№2 Чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чинника до допустимого?	№3 Чи можливість на даному етапі появи небезпечного чинника або збільшення його до недопустимого рівня	№4 Чи гарантує наступний етап уникнення небезпечного чинника	
Охолодження	Б Bacillus subtilis, S.Aureus	Так	Відсутній	Так	Так.	-
	Х Залишки миючих засобів	Так	Відсутній	Так	Так.	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал, пластмаса	Так	Відсутній	Так	Так.	-
Тимчасове зберігання	Б МАФАНМ, БГКП, Salmonella, Bacillus subtilis, S.Aureus, пліснява	Так.	Відсутній	Ні	-	-
	Х Залишки миючих засобів	Так	Відсутній	Так	Так.	-
	Ф Біологічний матеріал, скло, метал, пластмаса	Так	Відсутній	Так	Так.	-

Отже, у результаті аналізу критичних контрольних точок було встановлено, що вони є на етапі замішування тіста (дана ККТ повинна контролювати фізичні чинники) та на етапі випікання, яка повинна контролювати температурний режим та тривалість процесу випікання

При розробленні системи моніторингу важливим етапом є проведення аналізу небезпечних чинників, одним з яких є наявність харчових алергенів, що можна визначити на етапі приймання та проміжного зберігання сировини та виготовлення продукції.

Розроблена продукція – це борошняний кондитерський виріб виготовлений з мигдального борошна. Важливою умовою є унеможливлення перехресного забруднення продуктів, що мають потенційні алергени.

В борошняному кондитерському виробі «Макаруни» наявні алергени: яйця, мигдаль.

Яйця. Цей тип алергії частіше зустрічається у дітей. У них може бути алергія на білок, жовток або на обидва компонента одразу. Більшість дітей долають алергію на яйця до п'яти років. Компоненти, які необхідно видалити, це альбумін і глобулін.

Мигдаль. Алергія на горіхи виникає до 5-річного віку та діти рідко її переростають.

Мигдаль може бути причиною алергії, яка часто може супроводжуватися протягом усього життя. Звичайними реакціями організму на прийом мигдалю (горіхів) є свербіж та набряк порожнини рота та гортані, екземи, кропив'янки, болі в животі та нудота є можливими симптомами. У деяких випадках можуть виникнути небезпечні для життя реакції (анафілактичний шок).

Основними (мажорними) алергенами мигдалю є Pru du 6 (він становить 65% від загального вмісту білків у мигдалі), альбумін Pru du 2S і білок-переносник ліпідів Pru du LTP (спроможні призводити до перехресних реакцій). Перехресна алергічна активність до мигдалю можлива з алергенами представників сімейства рожевих (абрикосами, персиками, вишнею), а також волоським горіхом, насінням соняшника, арахісом, бразильським горіхом, кедровими горіхами, кукурудзою, пилком берези.

Співробітники повинні бути поінформовані про особисту гігієну, GMP, процедури прибирання та санітарії, особисту безпеку та свою роль у програмі НАССР.

Дотримання правил особистої гігієни - цілком зрозумілий принцип, якому має слідувати кожен. Проте особливо важливим він є для тих, хто працює із продуктами харчування. Здоров'я та гігієна персоналу регламентується програмами-передумовами ПП-6.

Перед початком роботи працівники закладу мають залишити у спеціальній шафі: верхній одяг вуличне взуття головний убір персональні речі. Необхідно змінити вуличне взуття на робоче, яке зберігається окремо від вуличного. Змінне робоче взуття працівникам найліпше обирати зручне та легке. Воно не має зісковзувати з ноги (закриті носок та п'ята) ковзати по підлозі. Бажано, аби підошва робочого взуття не була зовсім пласкою і добре амортизувала. У цьому випадку зменшується навантаження на хребет і ноги, тож працівник харчоблоку, який майже цілий день проводить «на ногах», менше стомлюватиметься.

Перебуваючи в у виробничих приміщеннях працівники носять промарковані:

- санітарний одяг - для робіт, пов'язаних із організацією харчування
- спеціальний одяг - для прибирання приміщень
- фірмовий одяг - під час видачі страв (офіціанти)
- спеціальний водонепроникний фартух - для миття посуду
- прибирають волосся під хустку чи ковпак.

На одного працівника виробничого цеху розраховують не менше трьох комплектів санітарного одягу. Цей одяг зберігають у спеціально відведеному місці, окремо від верхнього одягу та особистих

Заборонено застібати санітарний одяг шпильками, голками, зберігати у кишенях різні сторонні предмети - вони можуть потрапити в страву (фізична небезпека).

Під час робочого дня кожен працівник має стежити за тим, аби його одяг був чистим та охайним. Санітарний одяг необхідно змінювати в міру забруднення, але не рідше ніж раз на два дні. Санітарні правила забороняють працівникам у санітарному одязі: виконувати роботи з прибирання приміщень (для цього є спеціальний одяг) виходити на вулицю знаходитися в інших приміщеннях, зокрема в туалеті. Перед відвідуванням туалету працівники залишають санітарний одяг на вішалці поруч із дверима туалету й надягати лише після того, як ретельно виміють руки та продезінфікують їх препаратами, дозволеними до використання в установленому законодавством порядку.

Серед вимог до особистої гігієни працівників харчоблоку однією з найважливіших є миття рук. Працівники мають мити руки: по прибутті в заклад, перед тим, як зайти до виробничих приміщень щоразу перед тим, як повернутися до виробничих приміщень з іншого місця, зокрема з туалету після кожного забруднення переходячи від одного виду обробки продуктів до іншого.

Відповідно до програми-передумови рукомийники укомплектовані мийними та деззасобами з дозаторами, одноразовими рушниками або електросушаркою. Біля кожного рукомийники розташовано правила миття рук (додаток В).

За Санітарними правилами працівники мають: коротко підрізати нігті на руках перед початком роботи знімати каблучки, браслети, буси, броші, сережки-кліпси, годинник тощо. Нігті не можна покривати лаком, адже під час роботи часточки лаку потраплятимуть у страви. Працівникам на робочому місці заборонено: курити, споживати їжу.

Моніторинг санітарно-гігієнічних умов виробництва прописано в програмі-передумові ПП-5 Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття й дезінфекції виробничих, допоміжних і побутових приміщень та інших поверхонь).

Основні вимоги ПП-5, які впроваджені в ресторані «Чорноморка»:

➤ Наявність промаркованого інвентарю для прибирання з врахування колірної зонування приміщень

Система кольорового маркування ділить інвентар для прибирання на кілька кольорів: червоний, синій (блакитний), зелений і жовтий. На ці колірні зони ділиться площа приміщень для прибирання, а необхідний інвентар, інструменти, матеріали і засоби вибираються відповідно до них. Наприклад, червоний колір означає, що даним інструментом наводять чистоту в приміщеннях, які відрізняються сильним бактеріальним забрудненням. Це туалетні кімнати, м'ясний цех, кімнати з брудною білизною і відходами. Такі приміщення вимагають особливого підходу до їх санітарного стану і прибирання (табл. 2.21).

Таблиця 2.21

Поділ прибирального інвентарю відповідно до стандартів НАССР

Застосування	Червоний	Жовтий	Зелений	Синій
HoReCa	Туалетні кімнати	Санітарні поверхні, раковини, душові кабінки, плитка	Виробничі приміщення	Загальне прибирання поверхонь, меблів, скляних вітрин
Ресторан	М'ясний цех	Торгівельна зала	Овочевий цех	Рибний цех
Виробництво	Зона з підвищеним рівнем стерильності	Складська зона	Зона виробництва	Зона відпочинку

- Мийні та деззасоби, що використовуються в закладі мають висновок держсанепідекспертизи та відповідну сферу застосування
- Наявні інструкції із приготування мийних та дезрозчинів.
- Наявні інструкції щодо миття та дезінфекції.
- Розроблено графік миття та дезінфекції.
- Ведуться записи щодо проведеного прибирання.
- Проводиться періодичний лабораторний контроль змивів з інвентарю та обладнання, поверхонь.

На основі проведеного аналізу діяльності кафе-кондитерської «Honey» структуровано програми-передумови та визначено стандартні санітарні робочі процедури в залежності від характеру небезпечного чинника (табл. 2.22).

Таблиця 2.22

Необхідні запобіжні дії відповідно до програм-передумов для кафе-кондитерської «Honey»

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії	Документація
<i>Належне планування виробничих, допоміжних і побутових приміщень для уникнення перехресного забруднення</i>		
Б.: при недотриманні розміщення та проектування будівель ускладнюються процедури санітарної обробки, що призводить до мікробіологічного зараження продукції	Вірогідність появи низька Дотримання належного планування виробничих, допоміжних і побутових приміщень	Компановочне рішення: проєкт розміщення виробничих приміщень (поділ на зони) та зазначення технологічних потоків з розташуванням обладнання
Ф., Х.: можливе забруднення		Програми обслуговування

сировини та готової продукції сторонніми домішками		обладнання
---	--	------------

Ідентифікований небезпечний чинник	Процедура запобіжної дії	Документація
<i>Здоров'я та гігієна персоналу</i>		
Б.: персонал може стати джерелом мікробіологічного забруднення при недотримання правил особистої гігієни, стану здоров'я, неналежної санітарної обробки рук	Вірогідність появи середня Дотримання особистої гігієни персоналом	Плановий медичний огляд, наявність медичної книжки. Інструкції з санітарної обробки рук Інструкція контролю здоров'я персоналу Інструкція з додержань правил особистої гігієни персоналу
<i>Управління відходами виробництва</i>		
Б.: при неправильному зберіганні, несвоєчасному вивезенні відходів можливий розвиток мікрофлори, який призведе до біологічного зараження сировини та готової продукції	Вірогідність появи середня Наявність промаркованих контейнерів для відходів у необхідній кількості; Відвести спеціальне місце для збирання відходів; Договір та графік вивезення відходів	Інструкція з управління відходами виробництва

У процесі проведення моніторингу встановлено небезпечні чинники. Тому для контролю дієвості розробленої системи потрібно розробити корегувальні дії для усіх встановлених критичних контрольних точок. Розроблений план НАССР, до якого внесені усі визначені небезпечні чинники, граничні показники та встановлені коригувальні дії для всіх критичних контрольних точок, оформлений у вигляді табл. 2.23.

При розробці плану управління безпечністю удосконаленого борошняного кондитерського виробу «Макаруни» було визначено дві контрольні критичні точки, пов'язані зі стадією виробництва продукту. Для ККТ були встановлені граничні значення, процедури моніторингу та коригувальні дії.

Таблиця 2.23

План управління безпечністю виготовлення борошняного кондитерського виробу «Макаронс»

Етап	Небезпечний чинник	№ ККТ	Критична гранична величина для кожної ККТ	Процедура моніторингу			Коригувальна дія	Протокол НАССР	Відповідальна особа
				Що	Як	Кратність			
Приготування тіста	Фізичні: Дотримання санітарних норм і правил технологічного процесу персоналом	1	Постійний техогляд обладнання, перевірка температурних режимів.	Відсутні сторонні предмети	На виробничій ділянці, за допомогою візуального нагляду	Протягом технологічного процесу приготування тіста	Відповідальна особа регулює справність технологічного обладнання та дотримання санітарних норм персоналом	Журнал виробничого контролю.	Кухар
Випікання	Біологічні: вегетативні патогенні організми	2	Час та температура. 140°C протягом щонайменше 15-20 хвилин середині виробу 70°C	Температура в середині продукту, час випікання	На виробничій ділянці, за допомогою таймера і термометра	Протягом термічного оброблення	Відповідальна особа регулює час, температуру смаження, температуру всередині виробу. Вразі порушення технологічних параметрів необхідно: виділити продукт. Відобразити дії в документах	Журнал виробничого контролю. Журнал бракеражу готового виробу. Моніторинг часових та температурних параметрів згідно технологічної картки	Кухар (Су-шеф)

Кожна критична точка має критичну граничну величину, зазначену процедуру моніторингу, відповідну коригувальну дію та відповідальну особу.

Висновки за розділом 2

Проаналізовано рецептурні інгредієнти для заміни сировини тваринного походження в технології борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста. Перспективними заміниками яєчного білку в технології виробів з мигдального тіста є аквафаба та соєвий білковий ізолят. Проведено огляд літературних джерел і сформульовано відмінності між соєвим білком та соєвим білковим ізолятом

Розроблено технологічну методику отримання аквафаба на основі аналізу літературних даних та технологічних експериментів. Надано характеристику порошку пирію як додаткового компонента, призначеного для поліпшення хімічного складу макаронсів.

Обґрунтовано і встановлено критичні параметри технологічного процесу приготування макаронсів: дрібність помелу та просіювання борошна, структурно-механічні властивості замісу, температурні режими — які визнано необхідними для формування кінцевого продукту з заданою текстурою та задовільними сенсорними характеристиками.

Проведено фізико-хімічні, органолептичні та функціонально-технологічні дослідження модельних композицій із використанням рослинної сировини (аквафаба, соєвий білковий ізолят, порошок пирію). Висунуто науково обґрунтовану необхідність включення натурального барвника спіруліна.

Розроблено рецептуру та принципову технологічну схему виробництва інноваційного продукту — макаронсів на основі мигдального борошна з рослинною сировиною.

Визначено якісні показники створених макаронсів за новою технологією.

Розраховано поживну цінність макаронсів із сумішшю аквафаби, соєвого білкового ізоляту та порошку пирію; у порівнянні з традиційним виробом — спостерігається зростання вмісту білків на 66,3 %, зменшення вмісту жирів на 36,3 %, покращено вітамінний склад.

При цьому енергетична цінність макаронсів зменшилась на 18,6 %.

Згідно з розрахунками, комплексний інтегральний показник якості макаронсів за інноваційною технологією дорівнює 0,66, тоді як для контрольного зразка — 0,56.

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є невід'ємною складовою частиною управління виробничим процесом у закладах ресторанного господарства. Вона спрямована на створення безпечних і нешкідливих умов праці, запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аварійним ситуаціям.

Згідно із Законом України «Про охорону праці» (1992 р., зі змінами), роботодавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці умови праці, що відповідають вимогам нормативно-правових актів з безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Ця вимога стосується також підприємств ресторанного господарства, діяльність яких поєднує технологічні, обслуговувальні та адміністративні процеси.

Особливість галузі полягає в поєднанні виробничих операцій (теплова та механічна обробка сировини, робота з електро- й газовим обладнанням, контакт із гарячими поверхнями) і безпосереднього спілкування з відвідувачами. Тому безпечна організація праці на підприємствах громадського харчування має подвійне значення: вона гарантує не лише збереження життя і здоров'я персоналу, а й безпечність продукції для споживачів.

Нормативно-правова база з охорони праці в ресторанному господарстві

Система охорони праці в Україні регулюється рядом законодавчих і нормативних документів, серед яких:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Кодекс законів про працю України;
- Закон України «Про пожежну безпеку»;
- Державні санітарні норми і правила для підприємств громадського харчування (ДСанПіН 42-123-5770-91);
- Правила безпеки систем газопостачання України;
- Норми пожежної безпеки НПАОП 0.00-1.07-94;

- Типове положення про навчання з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05).

Дія цих документів поширюється на всі види підприємств громадського харчування — ресторани, кафе, бари, їдальні, кейтерингові служби тощо. Відповідальність за стан охорони праці несе керівник закладу або власник підприємства.

Основні небезпечні та шкідливі фактори у виробничому процесі

У закладах ресторанного господарства працівники зазнають впливу низки небезпечних і шкідливих факторів, серед яких:

- *фізичні фактори* — висока температура повітря, гарячі пари, шум, вологість, електричний струм, гострі предмети;
- *хімічні фактори* — мийні засоби, дезінфектанти, пари жирів і кислот;
- *біологічні фактори* — контакт із харчовою сировиною, можливість мікробіологічного забруднення;
- *психофізіологічні фактори* — інтенсивне навантаження, стресові ситуації, тривала стояча робота.

Наявність цих факторів вимагає чіткої організації технологічного процесу, дотримання санітарно-гігієнічних норм та використання засобів індивідуального захисту.

Організація системи охорони праці в закладах ресторанного господарства

На кожному підприємстві ресторанного господарства має бути розроблена й впроваджена система управління охороною праці. Її основними елементами є:

1. *Організаційна структура* — призначення відповідальної особи або створення служби охорони праці.
2. *Планування заходів* — складання річного плану з охорони праці, який включає проведення інструктажів, медичних оглядів, перевірок обладнання, навчання персоналу.

3. *Фінансування* — виділення коштів на придбання спецодягу, засобів індивідуального захисту, модернізацію обладнання та покращення умов праці.

4. *Контроль і аудит* — проведення внутрішніх перевірок, облік і аналіз нещасних випадків, ведення журналів інструктажів.

Ефективність системи залежить від взаємодії керівництва та персоналу, а також від наявності зворотного зв'язку між працівниками та службою охорони праці.

Технічні, санітарно-гігієнічні та організаційні заходи

Технічні заходи

До технічних заходів належить забезпечення справності електричного, теплового та холодильного обладнання, своєчасне проведення технічних оглядів, заземлення, вентиляції й освітлення. Важливим є використання захисних екранів, теплоізоляційних матеріалів і пристроїв автоматичного вимкнення.

Кухонне обладнання повинно відповідати вимогам стандартів безпеки ДСТУ EN 60335 та бути розташованим так, щоб уникати перехрещення потоків сировини і готової продукції.

Санітарно-гігієнічні заходи

До них належать забезпечення належного мікроклімату (температура 18–22 °С, вологість 60–70 %), ефективної вентиляції та освітлення, дотримання правил особистої гігієни персоналу, регулярне прибирання й дезінфекція приміщень. Працівники повинні мати доступ до санітарно-побутових приміщень: гардеробних, душових, кімнат відпочинку.

Організаційні заходи

Організаційні заходи включають:

- проведення вступного, первинного, повторного та позапланового інструктажів;
- допуск до роботи лише осіб, які пройшли медичний огляд;
- дотримання режиму праці та відпочинку;

- ведення журналів інструктажів і перевірки знань з охорони праці.

Крім того, в закладі повинні бути розроблені інструкції з безпечного виконання робіт для кожної професії — кухаря, офіціанта, посудомийника, бармена, прибиральника тощо.

Засоби колективного та індивідуального захисту

Засоби колективного захисту включають системи вентиляції, пожежної сигналізації, протиковзкі покриття підлог, екрани та огороження обладнання.

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) належать:

- робочий одяг із щільних натуральних тканин, фартухи, нарукавники;
- термостійкі рукавиці, нековзке взуття;
- головні убори (ковпаки, сітки);
- захисні окуляри, респіратори (при роботі з хімічними речовинами).

Роботодавець зобов'язаний забезпечувати працівників ЗІЗ безоплатно та контролювати їх використання.

Пожежна безпека та електробезпека

У ресторанах та кафе з тепловим обладнанням існує підвищена небезпека займання. Для запобігання пожежам необхідно:

- забезпечити справність електромережі, вентиляції, газових приладів;
- встановити пожежну сигналізацію, вогнегасники, плани евакуації;
- навчити персонал діям у разі виникнення пожежі;
- проводити щорічні тренування з евакуації.

Електрообладнання має регулярно проходити перевірку опору ізоляції, а працівники — інструктаж із правил електробезпеки (НПАОП 40.1-1.21-98).

Навчання, інструктажі та формування культури безпеки

Ефективна система охорони праці неможлива без постійного навчання персоналу. Усі працівники проходять обов'язкове навчання та перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на три роки.

На підприємстві ведуться журнали обліку проведення інструктажів, складаються акти перевірки знань. Керівники підрозділів несуть персональну відповідальність за проведення навчань.

Формування культури безпеки передбачає залучення працівників до процесів покращення умов праці, створення системи заохочень за дотримання правил безпеки, а також розвиток корпоративної свідомості, орієнтованої на безпечну поведінку.

Контроль, аналіз і вдосконалення системи охорони праці

Контроль за станом охорони праці здійснюється адміністрацією закладу, службою охорони праці та уповноваженими представниками трудового колективу. Проводяться планові й позапланові перевірки, аудит умов праці, аналіз причин нещасних випадків.

Результати аналізу є основою для розроблення коригувальних заходів, оновлення інструкцій, проведення додаткових навчань. Постійне вдосконалення системи охорони праці забезпечує зменшення ризиків, підвищення продуктивності праці та загальної ефективності виробництва.

Висновки за розділом 3

Охорона праці у закладах ресторанного господарства є важливою складовою ефективного функціонування підприємства харчової галузі. Її метою є створення безпечних і комфортних умов праці, запобігання травматизму, професійним захворюванням і аваріям.

Комплексний підхід до організації охорони праці — від розроблення інструкцій і навчання персоналу до впровадження технічних та санітарно-гігієнічних заходів — сприяє не лише безпеці працівників, а й підвищенню якості продукції, зменшенню виробничих витрат, покращенню іміджу закладу.

Таким чином, ефективне функціонування системи охорони праці в закладах ресторанного господарства є запорукою сталого розвитку підприємства, дотримання

норм безпеки та конкурентоспроможності на ринку послуг ресторанного господарства.

РОДЗІЛ 4 ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УДОСКОНАЛЕННЯ, ВИРОБНИЦТВА І РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВ

Для оцінки конкурентоспроможності борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста, а саме макаронс було визначено прогнозовану ціну під час реалізації даної кулінарної продукції. На першому етапі було здійснено розрахунок собівартості та реалізованої ціни удосконалених борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста, які вироблені на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни, як натурального фарбника в певному закладі ресторанного бізнесу. Розрахунок собівартості був здійснений за наведеними нижче переліком статей витрат, які погоджені з п.138.8 ст 138. Податкового кодексу України щодо собівартості виготовлених та реалізованих товарів.

Стаття 1. Вартість сировини та матеріалів

До складу статті включаються:

- витрати сировини та матеріалів, що входять до розроблених рецептур
- величина транспортно-заготівельних витрат

Таблиця 4.1

Калькуляційна карта № 1 розрахунку продажної ціни – Макаронс (контроль)

Найменування продукту	Норми витрат, кг	Планова ціна закупівлі, без ПДВ, грн./кг	Сума (вартість сировини), грн.
Борошно мигдалеве	0,625	572	357,5
Цукрова пудра	1,125	60	67,5
Ячний білок	0,625	60	37,5
Цурок-пісок	0,250	40	10
Загальна вартість	100 шт		472,5

Таблиця 4.2

**Калькуляційна карта № 2 розрахунку продажної ціни
«Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни**

Найменування продукту	Норми витрат, кг	Планова ціна закупівлі, без ПДВ, грн./кг	Сума (вартість сировини), грн.
Аквафаба з нуту	1,0	4000	80
Соевий білковий ізолят	0,110	200	22
Кондитерський цукор	2,64	40	105
Мигдальне борошно	1,1	572	629
Лимонна кислота	0,005	120	0,6
Винний камінь	0,04	2800	120
Натуральний органічний барвник (спіруліна)	0,005	800	4
Загальна вартість	100 шт		960,6

Витрати на покупку необхідної сировини і товарів були розраховані за цінами придбання в оптовій та роздрібній торгівлі на жовтень місяць 2025 р. Розрахунок повної вартості сировини зведено в табл. 4.1 та 4.2. Результати здійснених розрахунків свідчать про те, що витрати на покупку сировини для приготування «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни становлять 960,6 грн., а контрольного борошняного кондитерського виробу «Макаронс» - 472,5 грн.

Величину транспортно-заготівельних витрат визначили як 2% від витрат на закупівлю сировини та матеріалів:

- для контролю «Макаронс» $472,5 \times 0,02 = 9,45$ (грн.)
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $960,6 \times 0,02 = 19,21$ (грн.)

Усього по статті 1 вартість сировини та матеріалі складає

- для контролю «Макаронс» $472,5 + 9,45 = 481,95$ (грн.)

- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $960,6 + 19,21 = 979,8$ (грн.)

Стаття 2. Зворотні відходи

Технологія продукту-аналогу та технології виробництва удосконаленого борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста передбачають максимально повне (безвідходне) використання сировини та матеріалів, ця стаття витрат становить 1% від вартості сировини й матеріалів.

Усього по статті 2:

- для контролю «Макаронс» $481,95 \times 0,01 = 4,82$ (грн.);
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $979,8 \times 0,01 = 9,80$ (грн.),

Стаття 3. Паливо та енергія на технологічні цілі

У цю статтю включається вартість закуповуваних на стороні різних видів палива й енергії, необхідних для технологічних, енергетичних та інших потреб підприємства, для виробництва даної кулінарної продукції, виходячи з потужності та часу роботи необхідного технологічного обладнання.

Сукупні питомі енерговитрати на виробництво розраховували як 1,2% від вартості сировини і матеріалів. Усього по статті 3:

- для контролю «Макаронс» $481,95 \times 1,2 = 5,78$ (грн.);
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $979,8 \times 1,2 = 11,75$ (грн.),

Стаття 4. Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці розраховували з урахуванням відомостей щодо оплати праці на підприємстві (1 людина отримує за годину праці 180,00 грн.). Середня заробітня плата становить 1800 гривень.

Стаття 5. Відрахування на соціальне страхування

Стаття комплексна та включає: відрахування на обов'язкове соціальне страхування, відрахування в пенсійний фонд та військовий збір. Відрахування на ці

витрати відповідно до діючого законодавства становлять 41,5% від фонду оплати праці працівників підприємства і складає 747 гривень при базовій зарплаті в 1800 гривень.

Стаття 6. Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва. До цих витрат відносять:

- витрати на освоєння нових видів продукції в період їхнього освоєння;
- витрати на освоєння нових та удосконалених виробництв різної кулінарної продукції.

Дані витрати були прийняті в розмірі 0,25% від вартості сировини та матеріалів. Усього по статті 6:

- для контролю «Макаронс» $481,95 \times 0,25 = 1,20$ (грн.);
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $979,8 \times 0,25 = 2,45$ (грн.),

Стаття 7. Відшкодування зношування спеціальних інструментів і пристосувань цільового призначення та інші спеціальні витрати

Розмір витрат визначається як 0,5% від вартості машин та устаткування.

Орієнтовна вартість машин та обладнання для виробництва продуктів становить 100 тис. грн. Тоді розмір витрат складає $100000 \times 0,5 = 500$ (грн.)

Стаття 8. Витрати на експлуатацію та утримання устаткування

Стаття комплексна та включає наступні елементи:

- витрати на повне відновлення основних виробничих фондів і капітального ремонту у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого й підйомно-транспортного устаткування. На реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт основних фондів, що належать підприємству. А також використовуваних на правах оренди (лізингу), розраховані на основі їхньої балансової вартості та установлених норм;
- витрати на проведення поточного ремонту, технічного обслуговування устаткування;

- інші витрати, які пов'язані з експлуатацією устаткування.

Витрати по наведених напрямках визначили по відношенню до вартості машин та устаткування (0,5%) і складають

$$10000 \times 0,5 = 500,00 \text{ (грн.)}$$

Стаття 9. Загальновиробничі витрати

До цієї статті відносять:

- витрати на оплату праці (основну та додаткову) допоміжного персоналу;
- відрахування на соціальне страхування від заробітної плати допоміжного персоналу;
- амортизаційні відрахування на повне відновлення та капремонт будинків, споруджень, що належать підприємству, а також використовуваних на правах оренди (лізингу), розраховані на основі їхньої балансової вартості та установлених норм амортизації;
- витрати на поточний ремонт будинків, споруд;
- інші витрати.

Загальні витрати за цією статтею розраховані як 150% від витрат на заробітну плату виробничих працівників, що складає 1650,0 тисяч гривень при базовій зарплаті в 2700 гривень

Стаття 10. Загальногосподарські витрати

Загальногосподарські витрати становлять в середньому 180% від витрат на оплату праці виробничих працівників і складають $1800 \times 180 = 3240,00$ (грн.)

Стаття 11. Витрати внаслідок технічного неминучого браку

У цю статтю включається вартість остаточно забракованої продукції з технологічної причини. Їхня величина визначається як 0,2% від вартості сировини і матеріалів.

Усього по статті 11:

- для контролю «Макаронс» $481,95 \times 0,2 = 0,96$ (грн.);

- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $979,8 \times 0,2 = 1,96$ (грн.),

Стаття 12. Супутня продукція не передбачається

Стаття 13. Інші виробничі витрати

Стаття включає витрати, які пов'язані з організацією й обслуговуванням виробництва. Дана величина становить 1,5% від вартості продукції і матеріалів.

Усього по статті 13:

- для контролю «Макаронс» $481,95 \times 1,5 = 7,2$ (грн.);
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $979,8 \times 1,5 = 14,7$ (грн.),

Стаття 14. Виробнича собівартість розраховується шляхом складання величини витрат за статтями 1...13.

- для контролю «Макаронс»
 $= 481,95 + 4,82 + 5,78 + 1800 + 747 + 1,2 + 500 + 500 + 1650 + 3240 + 0,96 + 7,2 = 8938,91$
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $= 979,8 + 9,8 + 3,44 + 1800 + 747 + 2,45 + 500 + 500 + 1650 + 3240 + 1396 + 14,7 = 9448,15$

Стаття 15. Позавиробничі (комерційні витрати)

Ця стаття містить витрати на пакування, передпродажну підготовку та вантажно-розвантажувальні роботи, рекламні та інші витрати по реалізації кулінарної продукції, величина яких визначається у відсотках до виробничої собівартості (5%). Усього по статті 15:

- для контролю «Макаронс» $8938,91 \times 5 = 446,9$
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $9448,15 \times 5 = 472,4$
- Повна собівартість продукції, яка включає усі види затрат на виробництво та реалізацію продукції становить:

- для контролю «Макаронс» $8938,91 + 446,9 = 9385,8$

- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $9448,15+472,4=9920,55$

Прибуток підприємства приймали в розмірі 15% від повної собівартості.

Отримуємо:

- для контролю «Макаронс» $9385,8 \times 15 = 1408$
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $9920,55 \times 15 = 1488$

Оптова ціна виробу включає повну його собівартість та прибуток підприємства і становить:

- для контролю «Макаронс» $9385,8 + 1408 = 10793,8$
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і

спіруліни $9920,55 + 1488 = 11408,55$

Відпускна ціна виробу з ПДВ (ПДВ складає 20% від оптової ціни підприємства) складає:

- для контролю «Макаронс» $10793,8 \times 20 = 2158,76$
 $10793,8 + 2158,76 = 12952,56$
- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $11408,55 \times 20 = 2281,71$
 $11408,55 + 2281,71 = 13690,26$

Підсумки розрахунків собівартості виробництва та відпускної ціни «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни (продукту-аналога) та нових продуктів узагальнено в табл. 4.3

Таким чином, отримані розрахунки дозволили визначити відпускну ціну розроблених продуктів.

З урахуванням виходу кулінарної страви було розраховано ціну продукту-аналога та удосконаленого борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста на 100 г. виробів., яка складає:

- для контролю «Макаронс» 129,52

- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни 136,90

Таблиця 4.3

Розрахунок відпускної ціни удосконаленого борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни за статтями витрат

Статті витрат	Контроль	Зразок №1
Стаття 1. Витрати на закупівлю сировини	481,95	979,8
Стаття 2. Зворотні відходи	4,82	9,80
Стаття 3. Паливо та енергія на технологічні цілі	5,78	11,75
Стаття 4. Витрати на оплату праці	1800	1800
Стаття 5. Відрахування на соціальне страхування	747,0	747,0
Стаття 6. Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	1,2	2,45
Орієнтована вартість машин та устаткування	10000	100000
Стаття 7. Відшкодування зношування спеціальних інструментів і пристосувань цільового призначення та інші спеціальні витрати	500	500
Стаття 8. Витрати на експлуатацію та утримання устаткування	500	500
Стаття 9. Загальновиробничі витрати	1650	1650
Стаття 10. Загальногосподарські витрати	3240	3240
Стаття 11. Витрати внаслідок технічного неминучого браку	0,96	1,96
Стаття 12. Супутня продукція	0,00	0,00
Стаття 13. Інші виробничі витрати	7,2	14,7
Стаття 14. Виробнича собівартість	8938,91	9448,15
Стаття 15. Позавиробничі (комерційні) витрати	446,9	291,2
Повна собівартість продукції	9385,8	9920,55
Прибуток підприємства	1408	1488
Оптова ціна виробу	107,93	114,08
Відпускна ціна кулінарної продукції	129,52	136,90

Приріст обсягу реалізації (обсяг товарообороту) розраховували за даною формулою:

$$\Delta P = (P \cdot T_p) / 100 \quad (4.1)$$

де, ΔP – приріст обсягу реалізації, грн..;

T_p – темп приросту обсягу реалізації, %;

P – фактичний обсяг реалізації даного виробу за певний період (рік), грн.

Фактичний обсяг реалізації кулінарної продукції складає тис. грн. Темп приросту обсягу реалізації визначали за формулою:

$$T_p = T_c \cdot K_{ec} \quad (4.2)$$

де, T_c – темп зміни ціни, %;

K_{ec} – коефіцієнт еластичності попиту по ціні

Коефіцієнт прямої еластичності попиту по ціні показує, на скільки відсотків змінюється попит споживачів при зміні ціни виробу на один відсоток. Даний коефіцієнт приймали в розмірі 4,5.

Темп зміни ціни визначали за формулою:

$$T_c = \left(\frac{VЦ_{ан}}{VЦ_{нов}} \right) \cdot 100\% \quad (4.3)$$

де, $VЦ_{ан}$ – ціна за 1 кг продукту-аналога, грн.;

$VЦ_{нов}$ – ціна за 1 кг нових виробів, грн..

Розраховуємо темп зміни (всі ціни взято за 100 гр продукції). За аналог візьмемо контроль:

- $T_c = (136,90 : 129,52 - 1) \cdot 100\% = 5,7 \%$

Темп приросту обсягу реалізації складатиме:

* для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни

$$Tr = 5,7 * 4,5 = 25,65$$

Тоді, приріст обсягу реалізації буде складати:

- для «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни $\Delta P = (15 * 25,65) : 100\% = 3,85$ тис. грн

Приріст маси прибутку розраховувала за формулою:

$$\Delta П = (\Delta P \cdot P_n) / 100 \quad (4.4)$$

де, $\Delta П$ - приріст маси прибутку, грн. ;

P_n – рентабельність, що склалася на підприємстві (рівень прибутку), %.

В закладі ресторанного бізнесу, в якому було розроблено, виготовляється і реалізується борошняний кондитерський виріб з мигдального тіста борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни, склався рівень прибутку в розмірі 15%.

Приріст маси прибутку складатиме:

- Для борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни

$$\Delta П = (3,85 * 15) : 100 = 0,58 \text{ тис.грн}$$

При реалізації удосконаленого борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни збільшиться прибуток в закладі ресторанного бізнесу, що спонукатиме до підвищення ефективності роботи ЗРГ та використання основних і оборотних коштів підприємства зокрема.

У таблиці 4.4 узагальнено джерела зростання економічної ефективності ЗРГ і реалізації нового виду борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни.

Таблиця 4.4

Показники ефективності виробництва борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни

Показник	Значення
Ціна борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни 100 г	136,90
1. Прогнозний приріст обсягу реалізації за рахунок зниження ціни підприємства-виробника, тис.грн	3,85
2. Середньогалузевий рівень рентабельності Макаронс, %	15
3. Приріст прибутку підприємства-виробника (в розрахунку на діючий обсяг виробництва) при виробництві борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс» на основі аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту і спіруліни	0,58

Висновки за розділом 4

У даному розділі здійснено комплексний розрахунок прогнозованої цінової політики удосконаленого борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс», виготовленого з використанням аквафаби з нуту, соєвого білкового ізоляту та спіруліни, у контексті його подальшої реалізації в закладі ресторанного господарства. Метою проведених розрахунків є визначення економічної доцільності виробництва даного виду продукції, оцінка її конкурентоспроможності на ринку кондитерських виробів та формування оптимальної відпускної ціни.

У процесі дослідження було здійснено визначення собівартості удосконаленого виробу, яка охоплює вартість основної сировини, допоміжних

матеріалів, енергетичних ресурсів, витрат на оплату праці, нарахувань на заробітну плату, а також загальновиробничих та адміністративних витрат. Розрахунок витрат на закупівлю окремих видів сировини, необхідної для виробництва вдосконаленого кондитерського виробу з мигдального тіста «Макаронс», проводився відповідно до діючих цін на товари, придбані в оптовій та роздрібній торгівлі у жовтні 2025 року. Такий підхід забезпечує актуальність економічних показників і дозволяє адекватно оцінити ринкові умови функціонування підприємства-виробника.

На основі проведених економічних розрахунків визначено, що відпускна ціна удосконаленого борошняного кондитерського виробу «Макаронс» із мигдального тіста, виготовленого з використанням аквафаби з нуту, соєвого білкового ізоляту та спіруліни, становить 136,90 грн за 100 г готової продукції. Така ціна відображає реальні витрати на виробництво та забезпечує конкурентоспроможність продукту на ринку ресторанного бізнесу.

Згідно з прогнозними розрахунками, очікується приріст обсягу реалізації на рівні 3,85 тис. грн, що зумовлено зниженням ціни підприємством-виробником у межах раціональної цінової стратегії. Це дозволяє не лише підвищити попит на продукцію, але й сприяє розширенню ринкової частки підприємства.

Середньогалузевий рівень рентабельності для даного виду кондитерських виробів становить 15 %, що свідчить про стабільну прибутковість даної продукції в межах галузі. Водночас прогнозований приріст прибутку підприємства-виробника оцінюється на рівні 0,58, що підтверджує економічну ефективність упровадження удосконаленого рецептурного складу виробу на основі аквафаби, соєвого білка та спіруліни.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про перспективність виробництва удосконаленого кондитерського виробу «Макаронс» у закладах ресторанного господарства. Впровадження інноваційних інгредієнтів рослинного походження не лише знижує собівартість продукції, але й підвищує її харчову цінність, екологічність та привабливість для споживачів, орієнтованих на здорове

харчування. Таким чином, розроблена цінова політика сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства та зміцненню його позицій на ринку сучасних кондитерських виробів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до затвердженого завдання на тему «Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів з мигдалевого борошна для ЗРГ».

Метою наукової роботи було дослідження технологічних особливостей виготовлення борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста, оцінка їх харчової та органолептичної цінності, а також удосконалення рецептури шляхом повної заміни яєчного білка рослинними інгредієнтами. Популярними борошняними кондитерськими виробами є макаронс. Виробники макаронс постійно впроваджують нові, нестандартні смаки та начинки, реагуючи на зростаючий інтерес споживачів до оригінальних смакових поєднань, що стимулює пошук креативних ідей у створенні продукції.

При написанні курсової роботи проведено аналітичний огляд літератури та визначено, що розробка макаронс із використанням аквафаби та соєвого білкового ізоляту є перспективним напрямом у створенні альтернативної версії борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста. Аквафаба є веганським продуктом, не містить глютену та холестерину, застосовують як структуроутворювач та піноутворювач (замість яєчного білка) у продуктах рослинного походження. Соєвий білковий ізолят — це високоочищений білковий продукт, отриманий із соєвих бобів шляхом видалення жирів та вуглеводів. Він містить понад 90% білка у сухій речовині та використовується як функціональний інгредієнт у харчовій промисловості.

З метою покращення хімічного складу макаронс використано органічний пирій у вигляді порошку. Це джерело клітковини та повноцінного рослинного білка. За

результатами досліджень було розраховано комплексний показник якості, який включав органолептичні показники, вміст харчових волокон, вміст вітамінів та мінеральних речовин, безпечність продукції. Оптимальним є використання порошку пірію в кількості 3% до загальної маси.

В роботі обґрунтовано та встановлено параметри технологічних процесів приготування макаронс, адже дотримання параметрів кожного етапу сприяє розробці виробів з високими органолептичними показниками. З метою визначення масової частки інноваційних інгредієнтів та можливості повної заміни тваринних білків на рослинну продукцію розроблено модельні композиції. В процесі проведення досліджень визначено, що соєвий білковий ізолят покращує стабільність білкової піни. Аквафаба, як заміник яєчного білка, демонструє добру піноутворювальну здатність, завдяки наявності розчинних білків та полісахаридів. Визначено, що додавання лимонного соку сприяє розриву поліпептидних ланцюгів та покращує насичення маси киснем, завдяки чому утворюється більш стійка піна. Було досліджено вплив стабілізаторів на стійкість піноутворювальної маси: встановлено, що додавання винного каменю значно підвищує стабільність піни. Додатково проаналізовано вплив цукру на стабільність піни, одержаної з яєчного білка, аквафаби та соєвого білкового ізоляту, що дозволило виявити оптимальні умови для формування стабільної повітряної структури. Також визначено щільність рідких білкових компонентів при 20 °С — яєчного білка, аквафаби та соєвого білкового ізоляту, — що дало змогу порівняти їх фізико-хімічні властивості перед збиванням.

Для покращення органолептичних характеристик макаронсів, виготовлених за інноваційною рецептурою, застосовано натуральний барвник — порошок Спіруліна. Завдяки здатності спіруліни рівномірно розподілятися у тестовій масі, досягнуто однорідного забарвлення виробів у яскравий та стійкий колір без помітного погіршення структурно-механічних властивостей меренги.

Внаслідок серії технологічних випробувань розроблено вдосконалену технологію виготовлення макаронсів із використанням суміші аквафаби та соєвого

білкового ізоляту. Згідно з проведеними розрахунками поживної цінності, новий рецепт відзначається суттєвим збільшенням вмісту білків (+66,3 %) та харчових волокон, з одночасним зниженням вмісту жирів на 36,3 %. Енергетична цінність виробу зменшилась на 18,6 % порівняно з традиційним макаронсом.

Інтегральний показник якості розроблених макаронсів з рослинною сировиною склав 0,66 — суттєво вище за аналогічний показник контрольного зразка (0,56). Це свідчить, що нова рецептура забезпечує збалансовані органолептичні, поживні та технологічні показники, відповідаючи сучасним тенденціям здорового харчування та потребам споживачів із харчовими обмеженнями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Українська спілка целиакії URL: <https://celiac.org.ua/c/index.cfm>
2. The macaroons of Amiens URL: <https://gastronomie-hautsdefrance.fr/en/produits/the-macaroons-of-amiens/>
3. Macarons market URL: <https://exactitudeconsultancy.com/reports/34000/macarons-market/>
4. Optimizing sugar ratios for macaron taste and structure URL: <https://www.cookingscienceguy.com/pages/wp-content/uploads/2012/07/Food-Science-Macaron3.pdf>
5. Pierre Hermé launches the plant-based Rose des Sables macaroon URL: <https://www.grainesdepapilles.com/en/pierre-herme-launches-the-vegan-rose-des-sables-macaroon/>
6. Quality Characteristics and Volatile Profile of Macarons Modified with Walnut Oilcake By-Product URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/9/2214>
7. Напівфабрикат для макаронс /Патент на корисну модель № 100453 URL: <https://iprop-ua.com/inv/fx89rmm1/>
8. Formulation Techniques and Variations of CMC (Carboxymethyl Cellulose) Concentrations to Improve on Making Gluten-Free Corn Macaron URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/81/e3sconf_iconard2023_04020.pdf
9. Sucrose substitution by polyols for the production of shelf stable macaroon: attribution of their molecular weight and synergy URL: https://www.researchgate.net/publication/342370819_Sucrose_substitution_by_poly

ols_for_the_production_of_shelf_stable_macaroon_attribution_of_their_molecular_weight_and_synergy

10. Determination of quality parameters and gluten free macaron production from carob fruit and sorghum URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X21001591>

11. Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake URL: <https://academic.oup.com/ijfst/article/53/10/2247/7804983?login=false>

12. Whipped chickpea aquafaba as a fat replacer in ice cream: Effect on sensory and physicochemical properties URL: https://www.researchgate.net/publication/387083408_Whipped_chickpea_aquafaba_as_a_fat_replacer_in_ice_cream_Effect_on_sensory_and_physicochemical_properties

13. Aquafaba: A Multifunctional Ingredient in Food Production URL: https://www.researchgate.net/publication/365468369_Aquafaba_A_Multifunctional_Ingredient_in_Food_Production

14. Canned Beans Aquafaba as an Egg White Substitute in the Technology of Low-Fat Mayonnaise URL: https://www.researchgate.net/publication/377150623_Canned_Beans_Aquafaba_as_an_Egg_White_Substitute_in_the_Technology_of_Low-Fat_Mayonnaise

15. Current processing methods of aquafaba / Trends in Food Science & Technology 138(1) URL: https://www.researchgate.net/publication/371862242_Current_processing_methods_of_aquafaba

16. Chickpea cooking water (Aquafaba): Technological properties and application in a model confectionery product URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X22007512>

17. Total replacement of egg white by aquafaba and commercial substitute in meringue formulation: Effect on physico-chemical properties and hedonic

appreciation / International Journal of Gastronomy and Food Science URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X25000046>

18. Soy food products and their health benefits URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/soy-protein-isolate>

19. The Overview of Food Technology to Process Soy Protein Isolate and Its Application toward Food Industry URL: https://www.researchgate.net/publication/341190737_The_Overview_of_Food_Technology_to_Process_Soy_Protein_Isolate_and_Its_Application_toward_Food_Industry

20. ДСТУ 4595:2006 Білок соєвий URL: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4595-2006.pdf

21. Foaming properties and olfactory profile of fermented chickpea aquafaba and its application in vegan chocolate mousse URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266592712500019X>

22. A study on wheat grass powder incorporated products and its nutritional value URL: https://www.researchgate.net/profile/Anwara-Khatun/publication/376184607_A_study_on_wheat_grass_powder_incorporated_products_and_its_nutritional_value/links/656caf49ce88b8703130413a/A-study-on-wheat-grass-powder-incorporated-products-and-its-nutritional-value.pdf

23. Wheatgrass (Triticum aestivum): a miraculous microgreen: an overview URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772566924000375>

24. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996909002683>

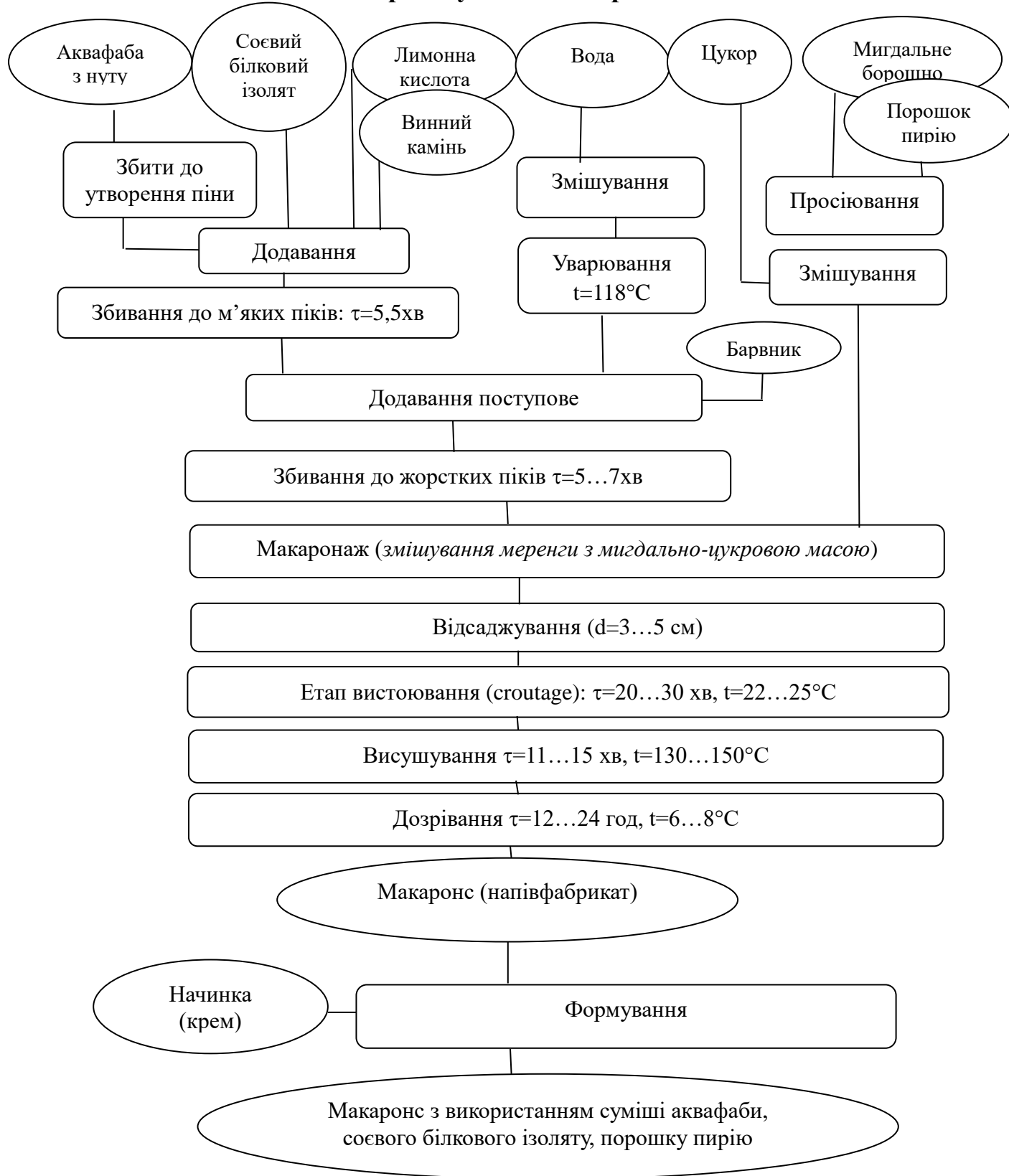
25. Французські мигдальні тістечка макаронс URL: <https://fantasty.com/macarons/>

26. Chickpea aquafaba production techniques for foaming: A comparison of foam stability considering the use of soaking water, additives, pressure cooking time, pH, and protein content URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643824009228>
27. Study of the Technological Properties of Pedrosillano Chickpea Aquafaba and Its Application in the Production of Egg-Free Baked Meringues URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/4/902>
28. Boukid, F.; Gagaoua, M. Vegan Egg: A Future-Proof Food Ingredient? Foods 2022, 11, 161. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35053893/>
29. Закон України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів" від 20 вересня 2015 року.\
30. ДСТУ 4281-2004 "Заклади ресторанного господарства. Класифікація".
31. Національний стандарт ДСТУ ISO 22000:2019 "Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі".
32. ДСТУ 4161-2003, ДСТУ ISO 22000:2019, Іванов С. В. "Моніторинг безпечності харчових продуктів: сучасні підходи та методи"., Петров А. І. "Безпечність харчових продуктів"., Веб-ресурси, Food Safety Authority of Ukraine, Гринюк І. О., Мороз І. В. "Системи моніторингу та управління безпечністю харчових продуктів"., Інтернет-ресурс НАССР International, ДСТУ EN ISO/IEC 17025.
33. [Електронний ресурс] Вимоги до алергенів у харчових продуктах – Режим доступу: www.foodsafety.gov.ua
34. Гринюк І. О., Мороз І. В. "Системи моніторингу та управління безпечністю харчових продуктів". – Київ: Видавництво "Діло", 2019.
35. Мартинюк Н. О. Функціональні інгредієнти в технологіях борошняних виробів / Н. О. Мартинюк. — Тернопіль : ТНТУ, 2021. — 168 с.

36. Петров А. І. "Безпечність харчових продуктів". – Київ: Видавництво "КНТ", 2018.
37. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 21.12.2020 № 477 щодо ДСТУ ISO 22000:2019.
38. Іванов С. В. "Організація системи управління якістю в закладах харчування". – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2020.
39. Ковальчук О. М. "Наукові дослідження в галузі харчової безпеки". – Харків: Видавництво "Фактор", 2019.

ДОДАТКИ

Технологічна схема приготування макаронс за інноваційною



ЗАТВЕРДЖЕНО

Керівник _____

(найменування суб'єкта господарювання
у громадському харчуванні)

(прізвище, ім'я та по батькові керівника)

«___» _____ 2025 р.

(підпис)

Технологічна карта №1**Макаронс з аквафабою та соєвим білковим ізолятом**

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 100 г готового виробу, г		Технологічні вимоги до сировини
		В натурі	В сухих речовинах	
Аквафаба з нуту	10	20,0	2,0	My healthy product AUGUST
Соевий білковий ізолят	95	2,2	2,09	ДСТУ 4595:2006
Кондитерський цукор	99,85	52,7	52,6	ДСТУ 4623-2006
Мигдальне борошно	95	21,1	20,0	ТУ У 10.3-2992501409-001-2019
Лимонна кислота	99,5	0,1	0,1	ДСТУ ГОСТ 908:2006
Винний камінь	99	0,8	0,8	Виробник Frontier Natural Products
Натуральний органічний барвник (спіруліна)	94	0,1	0,1	ДСТУ EN 12392-2:2003
Порошок пірію	95	3,0	2,85	згідно ISO 22000:2005
Начинка на основі рослинної сировини		-	30	
Вихід			130	

Технологія приготування

Аквафабу збити до піни, додати лимонну кислоту, винний камінь та соєвий білковий ізолят. Коли маса буде збита до м'яких піків додають барвник та тоненькою цівкою вливають цукровий сироп уварений до 118°C. Продовжують

збивання до жорстких піків. Вводять суміш порошку пірію, мигдального борошна та цукру (макаронаж). Відсаджують вироби. Вистоюють (scoutage). Висушують протягом 11...15 хв. Після дозрівання проводять процес формування з кремом.

Вимоги до якості страви та оформлення

Зовнішній вигляд - форма симетрична, кругла, діаметром 4...5см

Поверхня - гладка, матова, з легким блиском, без тріщин. «Ніжка» (спідничка) рівномірна по колу

Консистенція – оболонка: тонка, хрумка. Середина ніжна, м'яка, злегка волога, з легкою тягучістю.

Колір - бірюзовий.

Смак і запах - збалансований, виразний, з легким рослинним ароматом, відсутність сторонніх та неприємних присмаків (водянистості, металевого присмаку). Без сторонніх запахів.

Мікробіологічні показники для даного виду страви

Кількість мезофільних аеробних мікроорганізмів (МАФ) в 1 г – не більше 10^3

Бактерії групи кишкової палички (БГКП) в 1 г – не допускається.

Патогенні мікроорганізми в 1 г – не допускається.

Фізико-хімічні показники готової страви (на 100 г)

Білок, г	16,3
Жири, г	12,1
Вуглеводи, г	40,1

Енергетична цінність, ккал	311
----------------------------	-----

Алергени: Мигдальне борошно

Розробив: _____ Дмитро МАРКІН

Перевірив: _____ Наталія СТУКАЛЬСЬКА

Публікації

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

*„ОЗДОРОВЧИ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ ТА ДІЄТИЧНІ
ДОБАВКИ: ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕКА”*

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

7 листопада 2024 р.

КИЇВ НУХТ 2024

УДК 663/664:613.2-049.7

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДІЄТИЧНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Дмитро Маркін, Наталія Стукальська

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Природні добавки, такі як екстракти рослин, натуральні антиоксиданти, пробіотики та пребіотики, широко використовуються у виробництві продуктів для здорового харчування. Вони не лише покращують смакові характеристики, але й збагачують продукти корисними речовинами, які мають позитивний вплив на здоров'я. Зростаючий попит на екологічно чисті та безпечні продукти спонукає виробників шукати нові природні джерела для підвищення харчової цінності своїх продуктів. Використання таких добавок є кроком у розробці інноваційних рішень для створення функціональних продуктів, що відповідають потребам сучасного споживача. Дане дослідження фокусується на оцінці ефективності використання дієтичних природних добавок у виробництві продуктів для здорового харчування, їх перевагах та викликах, з якими стикаються виробники.

Актуальність теми обумовлена зростанням популярності здорового способу життя та попиту на функціональні продукти харчування, які можуть позитивно вплинути на стан здоров'я людини. На світовому ринку, починаючи з 2001 року, спостерігається постійне зростання дієтичних добавок до їжі (ДД або БАД) на 7-8% на рік. З кожним роком споживачі все більше звертають свою увагу на склад продуктів, надаючи перевагу тим, які містять природні компоненти, без штучних барвників та консервантів. Тому виробники зацікавлені у виробництві продуктів харчування з вмістом дієтичних добавок.

В залежності від функціональних особливостей дієтичні добавки поділяються на: нутрицевтики, парафармацевтики, пробіотики та пребіотики.

Нутрицевтики використовуються для корекції хімічного складу їжі людини і тварин, а парафармацевтики застосовуються для профілактики, допоміжної терапії і підтримки у фізіологічних межах функціональної активності органів і систем. Кінцевою метою використання нутрицевтиків є покращення харчового статусу людини, зміцнення здоров'я та профілактика ряду захворювань.

А ось функціональна значимість парафармацевтиків полягає в регуляції у фізіологічних межах функціональної активності органів і систем; регуляції нервової системи, мікробіоценозу шлунково-кишкового тракту; адаптації до екстремальних умов; адаптогенний ефект та допоміжна терапія.

Застосування пробіотиків та пребіотиків має певний позитивний вплив на організм людини, а саме: підвищує імунітет; покращується синтез вітамінів групи В; зниження рН в товстій кишці; зниження рівня цукру в крові та відновлення балансу в товстій кишці.

При додаванні дієтичних добавок до їжі необхідно дотримуватися певних принципів, а саме: етапності, адекватності, синдромального принципу, принципу оптимальності доз та принципу комбінування.

Тому, додавання дієтичних добавок до складу продуктів харчування може змінювати ключову роль у вирішенні таких завдань, як:

- підвищення поживної цінності продуктів. Природні інгредієнти здатні збагачувати продукти необхідними вітамінами, мінералами та антиоксидантами. Використання таких добавок, як екстракти ягід, пробіотики, омега-3 жирні кислоти, дозволяє створювати продукти, що відповідають сучасним вимогам до здорового харчування.
- покращення здоров'я та профілактика захворювань. Використання пробіотиків та пребіотиків і інших біоактивних компонентів сприяє покращенню імунітету, роботи шлунково-кишкового тракту та інших систем організму.
- покращення смакових якостей. Природні добавки не тільки підвищують якість виробництва, але й позитивно впливають на смакові характеристики, виробляючи продукти більш привабливими для споживачів.
- тривалість зберігання. Деякі природні антиоксиданти та консерванти (наприклад, екстракти розмарину або зеленого чаю) сприяють подовженню терміну придатності продукту, забезпечуючи їхню безпеку.
- безпека та екологічність. Природні добавки вважаються більш безпечними для споживання, знижуючи ризик побічних ефектів зі штучними аналогами.

Однак, під час дослідження також були виділені деякі виклики: складність виробництва. Виробництво продукції із природними дієтичними добавками часто є більш технологічно складним і дорогим, що може вплинути на кінцеву вартість продукції.

Підтримання стабільної якості. Використання природних продуктів вимагає постійного контролю якості сировини та технологічного процесу, щоб уникнути коливання у властивостях продукції.

Таким чином, дослідження ефективності природних дієтичних добавок у виробництві продуктів для здорового харчування є прибутком як для виробників, так і для споживачів, які прагнуть покращити своє харчування за допомогою натуральних компонентів.

Література

Якість харчових та дієтичних добавок. Аптека UA. № 49 (1320) 20 Грудня 2021 р. URL: <https://www.apteka.ua/article/621181> (дата звернення 21.10.2024 р.)

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

91th
International scientific conference
of young scientist and students

"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"

April, 7–11 2025

Part 3

Kyiv, NUFT, 2025

8. Розроблення системи моніторингу безпеки виробництва борошняних кондитерських виробів з мигдалевого тіста

Дмитро Маркін, Наталія Стукальська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Питання безпеки та якості харчової продукції є необхідною вимогою до виробників, незалежно від потужності підприємства чи форми власності, а задля забезпечення стабільних показників якості та гарантування безпеки потребується розробка та запровадження комплексних систем моніторингу виробництва.

Метою роботи є розроблення системи моніторингу безпеки та якості виробництва борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста.

Технологічний процес виробництва борошняного кондитерського виробу «Масагооп» складається з певних етапів, а саме: приймання та зберігання сировини, обробка сировини та приготування БКВ і його реалізація.

Результати. У результаті проведення алгоритму «дерева прийняття рішень» було встановлено, що на етапі приймання сировини критичні контрольні точки не виявлено, тому небезпечні чинники можна контролювати за допомогою програми-передумови «Специфікації (вимоги) до сировини та контроль за постачальниками». Стадія проміжного зберігання також не має критичних контрольних точок, всі потенційно небезпечні ризики будуть контролюватися за допомогою програм передумов.

Етап виробництва продукції є головним при дослідженні небезпечних факторів, так як має найбільшу кількість нюансів, які можуть стати причиною виникнення небезпек. Для наочності було розроблено ідентифікацію небезпечних чинників на етапі виготовлення борошняного кондитерського виробу «Масагооп».

За результатами аналізу визначено найбільш ймовірні та серйозні небезпеки, які можуть виникнути під час термічної обробки та охолодження БКВ «Масагооп». Щоб уникнути цих небезпечних впливів на продукт, слід скласти перелік необхідних запобіжних заходів.

У результаті аналізу критичних контрольних точок було встановлено, що вони є на етапі замішування тіста (дана ККТ повинно контролювати фізичні чинники) та на етапі випікання, необхідно контролювати температурний режим та тривалість процесу випікання.

Отже, щоб запобігти виникненню небезпек, необхідно ретельно враховувати часові та температурні умови під час технічного процесу, контролювати гігієнічний стан приміщень, обладнання, інвентарю та технічний стан обладнання, а також вимагати від персоналу дотримання правил особистої гігієни.

Висновки. У процесі проведення моніторингу встановлено небезпечні чинники. Тому для контролю дієвості розробленої системи було розроблено корегувальні дії для усіх встановлених критичних контрольних точок. Розроблений план HACCP, до якого внесено усі визначені небезпечні чинники, граничні показники та встановлені коригувальні дії для всіх критичних контрольних точок.

Література.

1. Впровадження системи HACCP для операторів ринку харчових продуктів : практичний посібник / А. С. Ткаченко, Ю. О. Басова, О. О. Горячова та ін.; за загальною редакцією А. С. Ткаченко. – Полтава : ПУЕТ, 2020. – 137 с.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE



NATIONAL UNIVERSITY OF FOOD
TECHNOLOGIES

XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

**INNOVATIVE
TECHNOLOGIES IN
THE HOTEL,
RESTAURANT AND
TOURISM
BUSINESS**



May 22, 2025

Kyiv NUFT 2025

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ З МИГДАЛЬНОГО ТІСТА

Маркін Д.В., здобувач

Стукальська Н.М., к.т.н., доц.

*Національний університет харчових технологій
(НУХТ), м. Київ*

Макаронс - ці невеликі тістечка складаються з двох мигдальних оболонки меренги, поєднаних із ароматною начинкою, створюючи ідеальний баланс хрускіту та жування. Макаронс, відомий своїми яскравими кольорами та різноманітними смаками.

Але виробництво даних кондитерських виробів мають свої певні особливості. Тому мета наукової роботи полягає в повному розгляді особливостей виробництва борошняного кондитерського виробу з мигдального тіста на прикладі макаронс.

Спосіб випікання макаронс залежить від типу меренги, яка використовується. Для приготування макаронс можна використовувати французьку, швейцарську або італійську меренги.

Меренга – це повітряна маса зі збитих білків і цукру. Яєчний білок містить 90% води і 10% білка (наприклад, альбуміну). Ці білки забезпечують структурну підтримку для утримання повітря. Процес збивання білків сприяє розгортанню білків, що призводить до утворення сітки, в яку додається повітря. Цукор полегшує і стабілізує захоплення повітря білками яєць.

Різниця між видами меренги полягає в тому, як цукор додається до збитих білків. У французькій мерензі цукровий пісок додається безпосередньо до частково збитих яєчних білків. Весь цукор в процесі збивання повинен повністю розчинитися і зв'язатися з молекулами білка. При приготуванні швейцарської меренги цукор і яєчні білки нагрівають, поки цукор не розчиниться. Температура не повинна бути вище 50°C. Важливо контролювати процес, адже відбувається денатурація білка.

При приготуванні італійської меренги варять цукровий сироп $t=116-118^{\circ}\text{C}$, який потім додають до збитих яєчних білків.

Французька меренга є найменш стійкою і має тенденцію втрачати повітря, тоді як швейцарська та італійська меренги більш стабільні. З метою стабілізації системи додають винний камінь E336 – порошок білого кольору, що підтримує структуру маси при збиванні і збільшує її в об'ємі. Винний камінь запобігає кристалізації цукру. Іноді для стабілізації білка додають лимонну кислоту, сіль, використовують альбумін.

Одним із варіантів стабілізації системи є використання іонів металів. Французькі пекарі використовують мідний посуд для приготування меренги: іони міді мають тенденцію утворювати міцні зв'язки з реактивними групами сірки, ефективно запобігаючи зв'язуванню яєчних білків, щоб спричинити відокремлення білків від вологи при приготуванні меренги

Іншим фактором, який впливає на стабільність меренги, є кількість

використаного цукру, особливо для французької меренги. Цукор при приготуванні макаронсів сприяє не тільки смаку, але й структурі. Критичний крок полягає в збиванні яєчних білків до утворення меренги середньої жорсткості. Співвідношення ближче до 1:2 призводить до набагато міцнішої французької меренги, але є технології меренг з співвідношенням 1:1 (м'яка меренга) та 1:1,5 (меренга середньої густоти).

Меренги середньої жорсткості утворюють м'які, але міцні піки. Конструктивно це точка, в якій білки утворюють достатньо зв'язків один з одним, щоб утворити стабільну структуру. При надмірному збиванні білки утворюють занадто багато зв'язків один з одним, білкові клітини стають занадто тисними, що призводить до відділення вологи з яєчних білків в піні.

Пропорції мигдального борошна в більшості рецептур коливались в діапазоні 0,76...1,30 г. Пропорції цукру демонстрували більші варіації між рецептами: діапазон 1,30...2,25 г

За дослідженнями науковців при використанні кондитерського цукру у кількості 2,10 г до 1 г білка виробу мали незадовільні показники зовнішнього вигляду. Спостерігався розрив оболонки, наявність повітряних кишень, нерівномірність структури.

Технологічний процес приготування меренги полягає в збиванні білків до збільшення їх об'єму в 5 разів. Тривалість збивання при цьому становить ≈ 30 хвилин.

Наступним етапом приготування макаронсів – виробів з мигдального тіста є макаронаж. Це поєднання меренги (французької, італійської, швейцарської) із сумішшю мигдального борошна та цукрової пудри. Цей процес призначений для видалення повітря з тіста, що виконується доти, доки тісто не отримає потрібну кількість повітря, що забезпечує текстуру, ідеальну для макаронс. Ця текстура відображена глясовим тістом, яке стікає зі шпателя, як стрічка.

За даними оглядів мигдальне борошно для приготування макаронс краще використовувати дрібного помелу.

Перед випіканням макаронси повинні підсохнути при кімнатній температурі протягом 30...60 хв. Випікають макаронси при $t=150^{\circ}\text{C}$ протягом 13...15 хвилин.

У підсумку можна зазначити, що правильно сформований макаронс має пласку основу, оборочки навколо основи, які називаються «ніжкою», і гладку глясову поверхню. Текстура виробу повинна бути легкою і повітряною з легким розжовуванням, але не жорсткою. А поперечний зріз повинен давати рівну, губчасту структуру без видимих повітряних кишень між поверхнею та рештою виробу. Стандартний розмір оболонки макаронс становить приблизно 3,00-5,00 сантиметрів у діаметрі і 0,75-1,00 см у висоту.



НАЦІОНАЛЬНИЙ ФОНД
ДОСЛІДЖЕНЬ І ІННОВАЦІЙ
УКРАЇНИ

ТОВАРОЗНАВСТВО. ТЕХНОЛОГІЇ. ІНЖИНІРИНГ

COMMODITY SCIENCE.
TECHNOLOGIES. ENGINEERING

3 (55) 2025

DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2025\(55\)08](https://doi.org/10.31617/2.2025(55)08)
УДК 641.1:667.272/.276



СТУКАЛЬСЬКА Наталія

<https://orcid.org/0000-0001-6590-7170>

к. т. н., доцент,
доцент кафедри технологій ресторанної
і аюрведичної продукції
Національного університету харчових
технологій

вул. Володимирська, 68, м. Київ,
01033, Україна
Nata777ivanova@gmail.com

МАРЦІН Тетяна

<https://orcid.org/0000-0002-0079-1856>

к. т. н., доцент кафедри ресторанних
і крафтових технологій
Державного торговельно-економічного
університету

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
t.martsyn@knu.edu.ua

МАРКІН Дмитро

<https://orcid.org/0009-0009-8175-0854>

практик, ресторан "Хутір"
с. Віта-Поштова, Київська обл.,
08170, Україна
dmarkin888@gmail.com

STUKALSKA Nataliia

<https://orcid.org/0000-0001-6590-7170>

PhD (Technical), Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Technology of Restaurant
and Ayurvedic Products
National University of Food Technologies

68, Volodymyrska St., Kyiv,
01033, Ukraine
Nata777ivanova@gmail.com

MARTSYN Tetiana

<https://orcid.org/0000-0002-0079-1856>

PhD (Technical), Associate Professor
at the Department of Restaurant
and Craft Technologies
State University of Trade and Economics

19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine
t.martsyn@knu.edu.ua

MARKIN Dmytro

<https://orcid.org/0009-0009-8175-0854>

practitioner, restaurant "Khutir"
village Vita-Poshtova, Kyiv region,
08170, Ukraine
dmarkin888@gmail.com

ПОЖИВНА ЦІННІСТЬ МАКАРОНС З РОСЛИННОЮ СИРОВИНОЮ ТА НАТУРАЛЬНИМ БАРВНИКОМ

В умовах зростання кількості осіб з харчовими алергіями та дієтичними обмеженнями, а також підвищеного інтересу до натуральних інгредієнтів актуальним є дослідження поживної цінності кондитерських виробів, створених на основі альтернативної сировини. Метою статті є обґрунтування технології виготовлення борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста зокрема макаронс, з повною заміною яєчного білка рослинними інгредієнтами. У дослідженні використано аквафабу та соєвий білковий ізолят як заміники яєчного білка. Аквафаба – веганський продукт із хорошою піноутворювальною здатністю, а соєвий ізолят містить понад 90% білка та забезпечує стійкість піни. Також до рецептури введено порошок органічного пирію як джерело клітковини й

NUTRITIONAL VALUE OF MACARONS MADE WITH PLANT-BASED INGREDIENTS AND NATURAL COLORING

In the context of the growing number of people with food allergies and dietary restrictions, as well as increased interest in natural ingredients, it is relevant to study the nutritional value of confectionery products created on the basis of alternative raw materials. The aim of the scientific work was to substantiate the manufacturing technology of flour confectionery products from almond dough, in particular macarons, with the complete replacement of egg white with plant ingredients. The study used aquafaba and soy protein isolate as egg white substitutes. Aquafaba is a vegan product with good foaming properties, and soy isolate contains over 90% protein and ensures foam stability. Organic wheatgrass powder was also introduced into the recipe as a source of fiber



Copyright © 2025. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії [Creative Commons Attribution License 4.0 \(CC-BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Міжнародна ліцензія

обирати барвник відповідно до бажаного кольору і враховувати його властивості під час приготування.

Науковці щороку досліджують нові безглютенові, веганські та органічні альтернативи поряд з використанням натуральних барвників, щоб задовольнити зростаючий попит на кондитерські вироби, орієнтовані на здорове харчування. Такий підхід трансформує макаронс з традиційного десерту на привабливий продукт для споживачів, що свідомо обирають корисніший раціон.

Поєднання інноваційних смакових рішень з безпечними для здоров'я інгредієнтами стало ключовим трендом у розвитку ринку макаронс. Сучасні споживачі дедалі частіше віддають перевагу не лише незвичним смакам, а й продуктам з покращеним складом, що відповідають вимогам здорового способу життя.

Pierre Hermé створив макаронс *Rose des Sables* на основі рослинних інгредієнтів (*Castro, 2020*). У рецептурі використано білки рослинного походження, зокрема екстракт морських водоростей і картопляний протеїн, а також вівсяне молоко і мигдальний молочний шоколад. Смакова композиція поєднує солодкі та карамелізовані відтінки смаженого мигдалю з ароматом ганаши з молочного шоколаду й троянди, створюючи вишуканий гармонійний смак.

Досліджено використання модифікованої макухи волоського горіха – побічного продукту олійної промисловості – у виробництві макаронс на основі мигдального тіста (*Pop et al., 2020*). Макуха є доступним джерелом харчових волокон, антиоксидантів і поліненасичених жирів. Метою дослідження стало покращення якості виробів і зниження собівартості при збереженні поживної цінності.

Мигдальне борошно є доволі вартісним інгредієнтом, тому індонезійські дослідники запропонували частково замінювати його кукурудзяним (*Herawati et al., 2023*). Для покращення властивостей макаронс з додаванням кукурудзяного борошна до рецептури вводили харчову добавку КМЦ (карбоксиметилцелюлозу).

Традиційні макаронс мають незбалансований амінокислотний склад. Українські дослідники запропонували повністю замінити мигдальне борошно на кунжутне, яке рекомендується додавати у кількості 23.15–28.15% (*Давиденко та ін., 2015*). Така заміна підвищує біологічну цінність виробу без втрати смакових якостей.

Bissar et al. (2022) досліджено вплив порошку ріжкового дерева на склад і якість макаронс, зокрема вміст фенолів, флавоноїдів, жирних кислот та мінералів, антиоксидантну активність. Авторами також проаналізовано застосування сорго – поживної культури, багаті на клітковину, вітаміни, антиоксиданти та корисні сполуки, що підходить для людей з харчовою алергією, целиацією, діабетом чи ожирінням. Порошок ріжкового дерева, що не містить кофеїну й теоброміну, є натуральним заміником какао і використовується як підсолоджувач з шоколадним присмаком.

обирати барвник відповідно до бажаного кольору і враховувати його властивості під час приготування.

Науковці щороку досліджують нові безглютенові, веганські та органічні альтернативи поряд з використанням натуральних барвників, щоб задовольнити зростаючий попит на кондитерські вироби, орієнтовані на здорове харчування. Такий підхід трансформує макаронс з традиційного десерту на привабливий продукт для споживачів, що свідомо обирають корисніший раціон.

Поєднання інноваційних смакових рішень з безпечними для здоров'я інгредієнтами стало ключовим трендом у розвитку ринку макаронс. Сучасні споживачі дедалі частіше віддають перевагу не лише незвичним смакам, а й продуктам з покращеним складом, що відповідають вимогам здорового способу життя.

Pierre Hermé створив макаронс *Rose des Sables* на основі рослинних інгредієнтів (*Castro, 2020*). У рецептурі використано білки рослинного походження, зокрема екстракт морських водоростей і картопляний протеїн, а також вівсяне молоко і мигдальний молочний шоколад. Смакова композиція поєднує солодкі та карамелізовані відтинки смаженого мигдалю з ароматом ганашу з молочного шоколаду й троянди, створюючи вишуканий гармонійний смак.

Досліджено використання модифікованої макухи волоського горіха – побічного продукту олійної промисловості – у виробництві макаронс на основі мигдального тіста (*Pop et al., 2020*). Макуха є доступним джерелом харчових волокон, антиоксидантів і поліненасичених жирів. Метою дослідження стало покращення якості виробів і зниження собівартості при збереженні поживної цінності.

Мигдальне борошно є доволі вартісним інгредієнтом, тому індонезійські дослідники запропонували частково замінювати його кукурудзяним (*Herawati et al., 2023*). Для покращення властивостей макаронс з додаванням кукурудзяного борошна до рецептури вводили харчову добавку КМЦ (карбоксиметилцелюлозу).

Традиційні макаронс мають незбалансований амінокислотний склад. Українські дослідники запропонували повністю замінити мигдальне борошно на кунжутне, яке рекомендується додавати у кількості 23.15–28.15% (*Давиденко та ін., 2015*). Така заміна підвищує біологічну цінність виробу без втрати смакових якостей.

Bissar et al. (2022) досліджено вплив порошку ріжкового дерева на склад і якість макаронс, зокрема вміст фенолів, флавоноїдів, жирних кислот та мінералів, антиоксидантну активність. Авторами також проаналізовано застосування сорго – поживної культури, багатой на клітковину, вітаміни, антиоксиданти та корисні сполуки, що підходить для людей з харчовою алергією, целиакією, діабетом чи ожирінням. Порошок ріжкового дерева, що не містить кофеїну й теоброміну, є натуральним заміником какао і використовується як підсолоджувач з шоколадним присмаком.

Представниками Університету Гвельд-Хамбера (*Vahid-Dastjerdi et al., 2020*) проведено дослідження щодо заміни цукру еритритом, ксилітом, сорбітом і мальтитом для подвоєння стабільності борошняних кондитерських виробів з мигдального тіста. Найкращі показники мали вироби з використанням еритритолу.

Аналіз наукових джерел дав змогу виокремити ключові напрями вдосконалення технології виготовлення борошняних кондитерських виробів на основі мигдального тіста, зокрема: зменшення собівартості, підвищення хімічної й біологічної цінності, зниження енергетичної цінності та глікемічного індексу, а також покращення технологічних характеристик виробів.

Метою дослідження є створення технології виготовлення борошняних кондитерських виробів із мигдального тіста для закладів ресторанного господарства. Розробка орієнтована на веганський варіант макаронс із підвищеною поживною цінністю, збереженням характерної текстури та смаку без застосування інгредієнтів тваринного походження. Предмет дослідження – рослинна сировина, аквафаба, соєвий білковий ізолят, мигдальне борошно, натуральний природний зелений барвник (спіруліна), цукор, порошок пірію, винний камінь, модельні композиції виробів з мигдального тіста, макаронс.

Під час розроблення технології макаронс застосовано фізико-хімічні методи дослідження. Зокрема, проаналізовано піноутворювальну здатність замінників яєчного білка, вплив цукру на стабільність піни з яєчного білка, аквафаби та соєвого білкового ізоляту. Сенсорні властивості макаронс оцінено згідно з ДСТУ 4803:2013. Хімічний склад визначали розрахунковим методом з урахуванням вмісту білків, жирів і вуглеводів.

1. Обґрунтування вибору альтернативної сировини

Попит на альтернативні борошняні кондитерські вироби рослинного походження привів до зростаючого інтересу заміни інгредієнтів тваринного походження, таких як яйця. Перспективними замінниками яєчного білка в технології виробів з мигдального тіста є аквафаба та соєвий білковий ізолят. Аквафаба – це в'язка прозора рідина, що залишається після варіння нуту у воді. Вона є недорогим продуктом, який можна перетворити з відходів на цінну натуральну харчову добавку з доданою вартістю, розширюючи можливості застосування нуту в харчовій промисловості.

Рідка аквафаба містить переважно полісахариди, білки, сапоніни та продукти реакції Майяра, що визначають її функціональні властивості. Дослідження інституту *Nofima* (Норвегія) за допомогою *FT-IR* показало, що аквафаба багата на білки та вуглеводи, при цьому жирів майже немає, а легкозасвоюваних вуглеводів – дуже мало. Нутрієнтний склад аквафаби наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Нутрієнтний склад аквафаби (на 100 г)

Показник	Вміст	Показник	Вміст
Білки, г	21.8	Сахароза, г	0.6
Жири, г	0.5	Фруктоза, г	0.05
Енергетична цінність, ккал	154	Глюкоза, г	0.1
		Крохмаль, г	0.1

Джерело: (Nofima, n. d).

За даними огляду наукової літератури, соєвий білковий ізолят є ефективною заміною яєчного білка завдяки високій поживній цінності та добрим технологічним властивостям. Внаслідок розвитку харчових технологій і зростання уваги до здоров'я його дедалі частіше використовують у харчовій промисловості. Соєвий білковий ізолят виробляють із знежиреного соєвого шроту методом водної або лужної екстракції, після чого центрифугують для видалення нерозчинних вуглеводів. Білок осаджують при pH близько 4.5, відокремлюють, промивають, нейтралізують до pH 6.8 і сушать розпиленням. В результаті отримують високоочищений ізолят із мінімальним бобовим смаком – найбільш концентровану форму соєвого білка (Astawan *et al.*, 2020).

Сучасне харчування орієнтується на продукти з високим вмістом мінералів, вітамінів і низьким вмістом жирів. Пірії багатий на білки, харчові волокна, вуглеводи, вітаміни *A*, *C*, *E*, ніацин, рибофлавін, фолієву кислоту, а також мінерали (залізо, кальцій, магній, селен, каротин) (Halim *et al.*, 2023). Він містить 17 амінокислот, з яких 8 незамінні, і багато антиоксидантів, що можуть допомагати при діабеті та серцево-судинних захворюваннях. Високий вміст золи підтверджує наявність корисних для організму елементів. Склад порошку пірію у відносних показниках представлено на рис. 1.

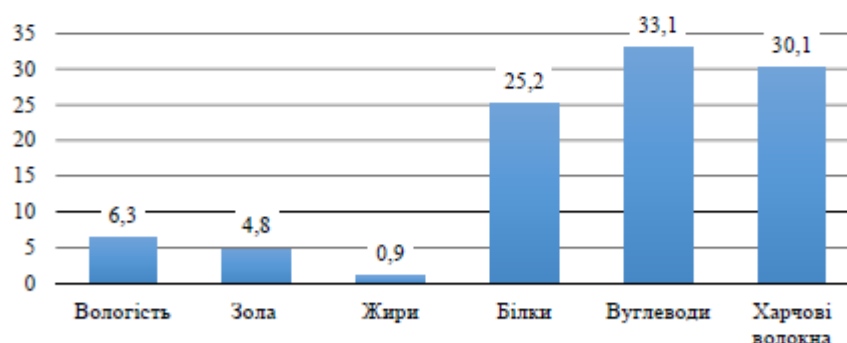


Рис. 1. Хімічний склад порошку пірію, %

Джерело: складено авторами за даними (Mishra *et al.*, 2025).

Енергетична цінність пірію у вигляді порошку становить 197 ккал.

Отже, за результатами аналітичних досліджень підтверджено доцільність використання аквафаби, соєвого білкового ізоляту, порошку

пирія та спіруліни у технології макаронс для створення виробу з підвищеною поживною цінністю, збереженням традиційної текстури та смаку без застосування тваринних інгредієнтів.

2. Дослідження фізико-хімічних, органолептичних, функціонально-технологічних показників інноваційної продукції

На початковому етапі для оцінки можливості повної заміни яєчного білка створено модельні суміші з аквафаби та соєвого білкового ізоляту.

Контрольний зразок: яєчний білок (100%), цукор, мигдальне борошно.

Модельний зразок 1: аквафаба (100%), цукор, мигдальне борошно.

Модельний зразок 2: соєвий білковий ізолят (100%), цукор, мигдальне борошно.

Модельний зразок 3: аквафаба (90%), соєвий білковий ізолят (10%), цукор, мигдальне борошно.

Модельний зразок 4: аквафаба (80%), соєвий білковий ізолят (20%), цукор, мигдальне борошно.

Модельний зразок 5: аквафаба (70%), соєвий білковий ізолят (30%), цукор, мигдальне борошно.

При розробленні технології макаронс використано фізико-хімічні методи дослідження:

- аналіз піноутворюючої здатності. Визначення здатності заміників яєчного білка до утворення стабільної піни – збиванням розчинів та фіксуванням через проміжки часу збільшення висоти піни та розрахунком за результатами визначення максимальної піноутворювальної здатності;

- кратність піни та об'ємної концентрації повітря – розрахунком за результатами визначення максимальної піноутворювальної здатності та розмірів ємкості для збивання.

Піноутворюючу здатність модельних композицій з аквафабою та соєвим білковим ізолятом представлено у відносних показниках на рис. 2.

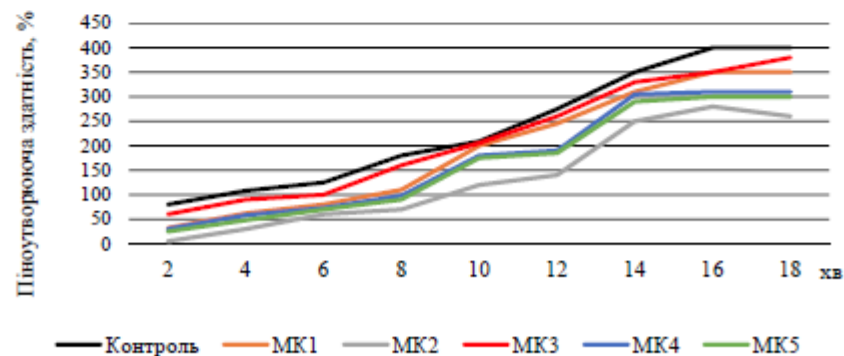


Рис. 2. Кінетика піноутворення модельних композицій

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

Нативний соєвий білковий ізолят має обмежену піноутворюючу здатність через компактну структуру білків. Часткове поєднання соєвого білкового ізоляту з аквафабою (модельна композиція 3) показало найвищі показники піноутворюючої здатності.

Полісахариди сприяють стабільності пін, знижуючи кремоподібність і підвищуючи в'язкість. Перехресні зв'язки між полісахаридами та білками відіграють важливу роль у її стабільності. Аквафаба легко збивається, особливо при додаванні цукру та лимонної кислоти, а винний камінь покращує стійкість пін. Соєвий білковий ізолят утворює піну завдяки білкам глобулінів 7S і 11S, які адсорбуються на межі вода – повітря, знижують поверхневий натяг і стабілізують бульбашки (рис. 3).

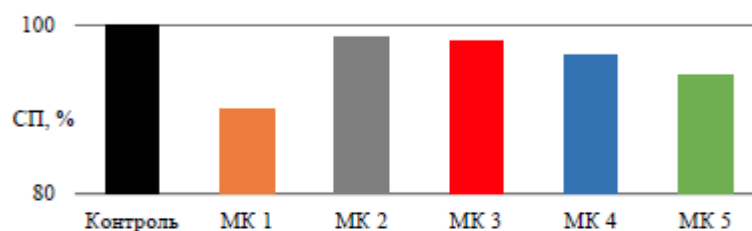


Рис. 3. Стійкість пін модельних композицій

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

Фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики обох інгредієнтів (аквафаби та соєвого білкового ізоляту) показали, що вони мають високу піноутворюючу здатність та стійкість пін.

Подальшим кроком було визначення щільності яєчного білка, аквафаби з нуту та соєвого білкового ізоляту при температурі 20° С. Щільність рідкої аквафаби становить 1.02...1.06 г/см³. При цьому щільність яєчного білка – 1.045 г/см³. Після збивання з цукром щільність зменшується завдяки насиченню повітрям. Суміш, в якій поєднуються аквафаба і соєвий білковий ізолят, за показниками щільності наближається до показників яєчно-цукрової маси (рис. 4).

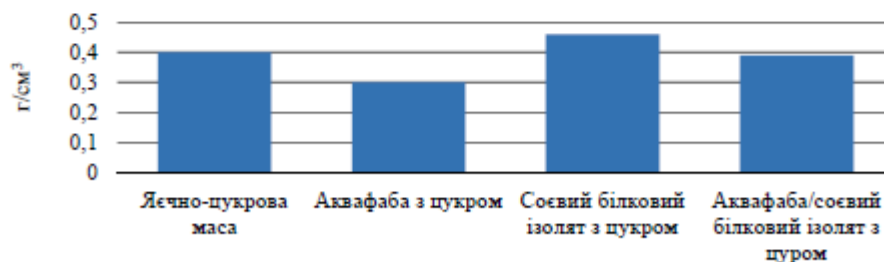


Рис. 4. Щільність сировини для приготування меренги

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

На другому етапі визначено оптимальну дозу порошку пірію для підвищення поживної цінності макаронс без впливу на їх органолептичні властивості. Розроблено модельні композиції з використанням різної кількості порошку пірію від 1 до 9 г. За результатами досліджень розраховано комплексний показник якості модельних композицій, який включав такі параметри: органолептичні показники; вміст харчових волокон; вміст вітамінів; вміст мінеральних речовин. Визначення залежності комплексного показника якості від кількості порошку пірію дозволило обрати раціональну кількість добавки без погіршення запланованих показників (рис. 5).

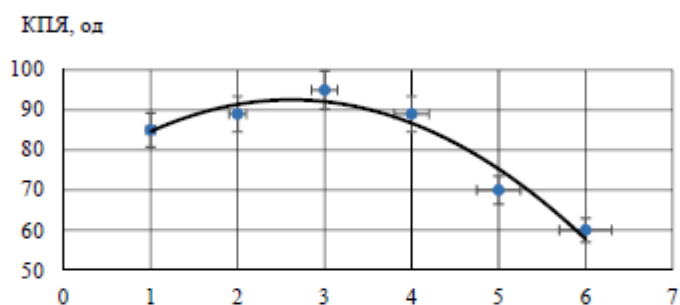


Рис. 5. Залежність комплексного показника якості (КПЯ) від кількості порошку пірію

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

За даними рис. 5, проаналізовано, що оптимальна доза порошку пірію – 3 г, оскільки більша кількість погіршує сенсорні властивості, змінюючи колір і викликаючи неприємний трав'янистий запах. Сенсорні дослідження оцінювали зовнішній вигляд, колір, консистенцію, смак і аромат макаронс. Найкращою виявилась модельна композиція № 3, яка не мала сторонніх смаків чи запахів, але мала сірувато-білий колір, неприйнятний для споживачів (4 з 10 балів). Для усунення цього недоліку додали натуральний барвник – спіруліну, багату на фікоціанін, що надає яскравого бірюзового кольору без впливу на текстуру. Сенсорна оцінка (рис. 6) показала покращення кольору після додавання спіруліни.



Рис. 6. Профілограма якості модельної композиції

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

Сенсорний аналіз виявив, що аквафаба не впливає на смак макаронс, не додаючи рослинних чи бобових відтінків. Зразок без барвника мав менш привабливий сірий колір, але зберіг високу якість текстури і смаку. Використання спіруліни покращує зовнішній вигляд, надаючи яскравого кольору. Інноваційні макаронс мають легку пористу текстуру, а спіруліна з порошком пірію додають легкі рослинні нотки аромату. Дослідження підтвердили можливість заміни яєчного білка аквафабою і соєвим ізолятом у співвідношенні 90:10.

У *табл. 2* наведено рецептуру макаронс з використанням альтернативних видів сировини (аквафаби, соєвого білкового ізоляту, порошку пірію, природного барвника спіруліни).

Таблиця 2

Рецептура інноваційних макаронс

Найменування сировини	Маса сировини на 100 г
Аквафаба з нуту	20.0
Соєвий білковий ізолят	2.2
Кондитерський цукор	52.7
Мигдальне борошно	21.1
Лимонна кислота	0.1
Винний камінь	0.8
Натуральний органічний барвник (спіруліна)	0.1
Порошок пірію	3.0
Вихід	100

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

Розраховано поживну цінність макаронс із сумішшю аквафаби, соєвого білкового ізоляту, порошку пірію. В розробленому борошняному кондитерському виробі з мигдального тіста збільшено вміст білків на 66.3%, а вміст жирів зменшився на 36.3%. Покращився вітамінний склад розробленого виробу. Енергетична цінність зменшилась в макаронс на 18.6% (*табл. 3*).

Таблиця 3

Хімічний склад макаронс за інноваційною технологією

Показник	Макаронс (контроль)	Макаронс (інноваційна технологія)	Різниця, %
Білки, г	9.8	16.3	+66.3
Жири, г	19.0	12.1	-36.3
Вуглеводи, г	46.8	40.1	-14.3
Залізо, мг	1.5	2.9	+93.3
Вітамін В ₁ , мг	0.08	0.19	+137.5
Вітамін РР, мг	18.6	166.1	+793.0
Енергетична цінність, ккал	382	311	-18.6

Джерело: складено авторами розрахунковим методом.

У розроблених макаронс за інноваційною технологією суттєво збільшився вміст харчових волокон завдяки використанню порошку пирію (рис. 7).

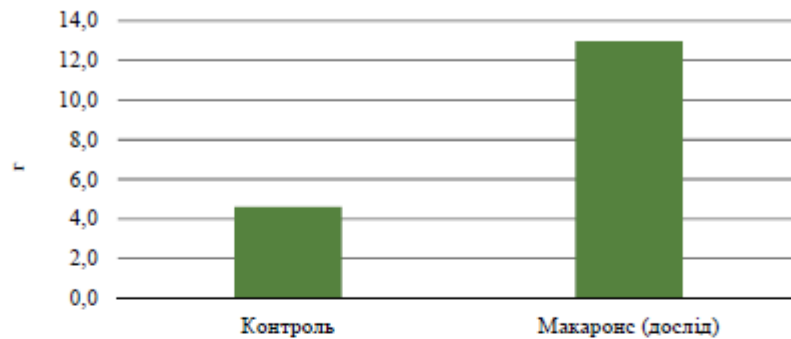


Рис. 7. Вміст харчових волокон у макаронс (на 100 г)

Джерело: складено авторами розрахунковим методом.

Органолептичні показники макаронс мають високі значення та відповідають сенсорним характеристикам контрольного зразка (рис. 8).



Рис. 8. Сенсорні показники макаронс, приготовлених за традиційною (контроль) та інноваційною (дослід) технологією

Джерело: створено авторами за результатами власних досліджень.

На основі узагальнених даних розраховано комплексний показник якості макаронс з мигдального борошна з додаванням аквафаби, соєвого ізоляту, порошку пирію та натурального барвника спіруліни. Показник якості враховує:

A – хімічний склад (білки, залізо, харчові волокна, вітамін B1, жири),

B – енергетичну цінність,

C – органолептичні властивості (зовнішній вигляд, смак, запах, колір, консистенція) (табл. 4).

Таблиця 4

Комплексний показник якості дослідного та контрольного зразків макаронс

Одиничні показники якості	Одиниці вимірювання	Базове значення показника	Розмірні показники якості		Відносні показники якості	
			контроль	дослід	контроль	дослід
A1	г	60	9.8	16.3	0.16	0.27
A2	мг	4.5	1.5	2.9	0.33	0.64
A3	мг	15	4.7	12.9	0.31	0.86
A4	мг	1.1	0.08	0.19	0.07	0.17
A5	г	50	19	12.1	0.38	0.24
B1	ккал	2000	382	311	0.19	0.16
C1	бали	10	7	9	0.98	1.00
C2	бали	10	8	9	0.92	0.99
C3	бали	10	8	9	0.90	0.98
C4	бали	10	4	9.8	0.96	1.00
C5	бали	10	8	9	0.96	1.00
КПЯ					0.56	0.66

Джерело: визначено авторами розрахунковим методом.

За результатами розрахунків, комплексний показник якості макаронс за інноваційною технологією становить 0.66, а контрольного зразка – 0.56.

Висновки

Представлені результати наукових досліджень виконані в межах сучасних підходів до розвитку харчових технологій, зокрема борошняних кондитерських виробів. Ці підходи передбачають розробку рецептур, що відповідають трендам здорового харчування та вимогам споживачів до натуральності та функціональності продуктів. На основі проведених експериментальних досліджень підтверджено наукову гіпотезу, згідно з якою використання рослинних інгредієнтів та натуральних барвників у рецептурі макаронс сприятиме підвищенню їхньої поживної цінності. Доведено перспективність використання рослинної сировини, яка відзначається високим вмістом білків, харчових волокон, а також натуральних барвників з антиоксидантними властивостями.

Поживна цінність макаронс із сумішшю аквафаби, соєвого ізоляту, спіруліною та порошку пірію була розрахована. У розробленому виробі з мигдального тіста вміст білків збільшився на 66.3%, а жирів знизився на 36.3%. Також покращився вітамінний склад, а енергетична цінність зменшилась на 18.6%. Комплексний показник якості інноваційних макаронс становить 0.66, тоді як контрольного зразка – 0.56.

Отже, розробка нових рецептур макаронс є перспективним напрямом, що відповідає сучасним вимогам ринку щодо функціональних кондитерських виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCE

- Astawan, M., & Prayudani, A. P. G. (2020). The overview of food technology to process soy protein isolate and its application toward food industry. *World Nutrition Journal*, 4(1), 12. https://www.researchgate.net/publication/341190737_The_Overview_of_Food_Technology_to_Process_Soy_Protein_Isolate_and_Its_Application_toward_Food_Industry <https://doi.org/10.25220/WNJ.V04.S1.0003>

Bissar, S., & Özcan, M. M. (2022). Determination of quality parameters and gluten-free macaron production from carob fruit and sorghum. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, (27), 100460.

Castro, K. (n. d.). *Pierre Hermé launches the plant-based Rose des Sables macaroon*. <https://www.grainesdepapilles.com/en/pierre-herme-launches-the-vegan-rose-des-sables-macaroon>.

Halim, A., Saha, R. K., Mony, T., Akhter, H., & Khatun, A. A. (2023). A study on wheat grass powder incorporated products and its nutritional value. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 8(4), 25–29. https://www.researchgate.net/profile/Anwara-Khatun/publication/376184607_A_study_on_wheat_grass_powder_incorporated_products_and_its_nutritional_value/links/656caf49ce88b8703130413a/A-study-on-wheat-grass-powder-incorporated-products-and-its-nutritional-value.pdf

Herawati, H., Agustinisari, I., Kumiasari, I., Anggraeni, D., & Bachtiar, M. (2023, November 14). Formulation techniques and variations of CMC (carboxymethyl cellulose) concentrations to improve on making gluten-free corn macaron. *E3S Web of Conferences*, 444, 04020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404020>

Mishra, N., Tripathi, R., Pandey, D., Shah, K., & Chauhan, N. S. (2025). Wheatgrass (*Triticum aestivum*): A miraculous microgreen: An overview. *Journal of Future Foods*, 5(3), 239–247. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772566924000375>

Nofima. (n. d.). *Research*. <https://nofima.com/>

Pop, A., Păucean, A., Socaci, S. A., Alexa, E., Man, S. M., Mureșan, V., Chiș, M. S., Salanță, L., Popescu, I., Berbecea, A., & Muste, S. (2020). Quality characteristics and volatile profile of macarons modified with walnut oilcake by-product. *Molecules*, 25(9), 2214. <https://doi.org/10.3390/molecules25092214>

Vahid-Dastjerdi, L., Hadaegh, H., Jahromi, S. R., & Jazaeri, S. (2020). Sucrose substitution by polyols for the production of shelf stable macaroon: Attribution of their molecular weight and synergy. *European Food Research and Technology*, 246(14). https://www.researchgate.net/publication/342370819_Sucrose_substitution_by_polyols_for_the_production_of_shelf_stable_macaroon_attribution_of_their_molecular_weight_and_synergy

Давиденко, Т. С., & Лазоренко, Н. П. (2015). *Налиефабрикат для макаронс* (Патент України № 100453). <https://iprop-ua.com/inv/pdf/fc89mm1-pub-description.pdf>

Davydenko, T. S., & Lazorenko, N. P. (2015). *Semi-finished product for macarons* (Patent of Ukraine No. 100453). <https://iprop-ua.com/inv/pdf/fc89mm1-pub-description.pdf>

Українська спілка целіакії. (б. д.). <https://celiac.org.ua/c/index.cfm>

Ukrainian Celiac Association. (n. d.). <https://celiac.org.ua/c/index.cfm>

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не мають фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин з державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що один з авторів працює в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів і редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Стукальська, Н., Марлін, Т., & Маркін, Д. (2025). Поживна цінність макаронс з рослинною сировиною та натуральним барвником. *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*, 3(55), 111–122. [https://doi.org/10.31617/2.2025\(55\)08](https://doi.org/10.31617/2.2025(55)08)

Надійшла до редакції 20.07.2025.

Прийнято до друку 25.08.2025.

Публікація онлайн 16.09.2025.

