

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра Технології оздоровчих продуктів

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«15» 02 2024р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Галина СИМАХІНА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«15» 02 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення»

на тему: Удосконалення способу виробництва безглютенових кексів, збагачених напівзнежиреним борошном насіння льону, порошком плодів глоду та кунжуту

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗОП-2-1М

Приходько Анастасія Анатоліївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Стеценко Наталія Олександрівна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Консультанти

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Анастасія ГОРЗОВА

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач (ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав (-ла) і не одержував (-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

(підпис)

Київ – 2024 р.

## НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологійКафедра технології оздоровчих продуктівОсвітній ступінь магістрСпеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)


Освітньо-професійна програма Технології харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології оздоровчих продуктів

 Галина СИМАХІНА  
" 4 " \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 2023 року

## ЗАВДАННЯ

## НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Приходько Анастасія Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення способу виробництва безглютенових кексів, збагачених напівзнежиреним борошном насіння льону, порошком плодів глоду та кунжуту

Керівник роботи Стеценко Наталія Олександрівна, к.х.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 06.11.2023 року № 907кс2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи харчове середовище – кекси з безглютенового борошна, джерела функціональних інгредієнтів – напівзнежирене борошно насіння льону, порошок плодів глоду, насіння кунжуту, готовий продукт – безглютенові кекси з поліпшеною харчовою та біологічною цінністю.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Розділ 1. Оздоровчі продукти – світовий тренд та основний об'єкт інновацій у харчовій промисловості. Розділ 2. Організація, методологія та методи проведення досліджень. Розділ 3. Конструювання та спосіб виробництва безглютенових кексів покращеної біологічної цінності з використанням наукових принципів збагачення. Розділ 4. Алгоритм організації інноваційного підприємства з виробництва безглютенових кексів, його соціальна та економічна ефективність. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу

принципові технологічні схеми отримання напівзнежиреного лляного борошна, порошку плодів глоду, збагачених безглютенових кексів.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20.10.2023 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.10.23-4.11.23	Виконано
2	Розділ 1. Оздоровчі продукти – світовий тренд та основний об'єкт інновацій у харчовій промисловості	5.11.23-16.11.23	Виконано
3	Розділ 2. Організація, методологія та методи проведення досліджень	17.11.23-6.12.23	Виконано
4	Розділ 3. Конструювання та спосіб виробництва безглютенових кексів покращеної біологічної цінності з використанням наукових принципів збагачення	7.12.23-10.01.24	Виконано
5	Розділ 4. Алгоритм організації інноваційного підприємства з виробництва безглютенових кексів, його соціальна та економічна ефективність	11.01.24-18.01.24	Виконано
6	Формулювання висновків до роботи	26.01.24-27.01.24	Виконано
7	Оформлення роботи та попередній захист на кафедрі	01.02.24-09.02.24	Виконано
8	Захист роботи на засіданні ЕК	19.02.24	

Здобувач



Анастасія ПРИХОДЬКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи



Наталія СТЕЦЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Обсяг: 117 с., 26 табл., 16 рис., 85 джерел.

Об'єкт дослідження кваліфікаційної роботи – це спосіб виробництва безглютенових кексів на основі рисового борошна з додаванням напівзнежиреного борошна насіння льону, кунжуту та порошку з плодів глоду.

Предметом розробки є технологічні властивості різних видів безглютенового борошна, насіння льону та кунжуту, плодів глоду, а також кексів для людей, хворих на целиацію.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення науково обґрунтованої технології безглютенових борошняних кондитерських виробів з поліпшеною біологічною цінністю за рахунок їх збагачення напівзнежиреним лляним борошном, порошком плодів глоду та кунжутом.

При виконанні кваліфікаційної роботи проведено аналітичний огляд ринку виробництва оздоровчих продуктів, а також ринку безглютенових борошняних кондитерських виробів. Обґрунтовано вибір рисового борошна як основи для виробництва безглютенових кексів, а також джерел функціональних інгредієнтів для їх збагачення. Запропоновано способи отримання напівзнежиреного лляного борошна та порошку плодів глоду, проведено оцінку їх властивостей. Розроблено технологію збагачених безглютенових кексів. Розраховані показники їх харчової та біологічної цінності, досліджено показники якості. Проведено аналіз організаційних, технологічних, економічних аспектів діяльності сучасного харчового підприємства з випуску безглютенових кондитерських виробів. Запропоновано шляхи використання вторинних сировинних ресурсів.

**Ключові слова:** оздоровче харчування, безглютенові кондитерські вироби, кекси, лляне борошно, порошок плодів глоду, насіння кунжуту, функціональний інгредієнт.

## ABSTRACT

Volume: 117 pages, 26 tables, 16 figures, 85 sources.

The object of research of the qualification work is a method of production of gluten-free cakes based on rice flour with the addition of semi-defatted flour of flax seeds, sesame and hawthorn fruit powder.

The subject of development is the technological properties of various types of gluten-free flour, flax and sesame seeds, hawthorn fruits, as well as cakes for people with celiac disease.

The purpose of the qualification work is to develop a scientifically based technology of gluten-free flour confectionery products with improved biological value due to their enrichment with semi-defatted flax flour, hawthorn fruit powder and sesame.

During the performance of the qualification work, an analytical review of the market for the production of health products, as well as the market for gluten-free flour confectionery was carried out. The choice of rice flour as a basis for the production of gluten-free cakes, as well as sources of functional ingredients for their enrichment, is substantiated. Methods of obtaining semi-defatted flax flour and hawthorn fruit powder are proposed, and their properties are evaluated. The technology of enriched gluten-free muffins has been developed. Indicators of their nutritional and biological value were calculated, quality indicators were investigated. An analysis of the organizational, technological, and economic aspects of the activity of a modern food enterprise producing gluten-free confectionery was carried out. Ways of using secondary raw materials are proposed.

**Keywords:** health nutrition, gluten-free confectionery, muffins, flax flour, hawthorn fruit powder, sesame seeds, functional ingredient.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ВСТУП</b>	9
<b>РОЗДІЛ 1. ОЗДОРОВЧІ ПРОДУКТИ – СВІТОВИЙ ТРЕНД ТА ОСНОВНИЙ ОБ’ЄКТ ІННОВАЦІЙ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ</b> .....	14
1.1. Виробництво оздоровчих харчових продуктів як сучасний тренд у харчовій промисловості.....	14
1.2. Особливості складу безглютенових харчових продуктів, аналіз світового та вітчизняного ринку їх виробництва.....	20
1.3. Обґрунтування доцільності виробництва кексів з безглютенових видів сировини.....	26
1.3.1. Медико-біологічна характеристика безглютенових видів борошна .....	26
1.3.2. Характеристика біохімічного складу та способів отримання напівзнежиреного борошна з насіння льону, порошку глоду та насіння кунжуту .....	33
1.4. Патентний пошук.....	39
<b>Висновки</b>	44
<b>РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	46
2.1. Об’єкти досліджень .....	46
2.2. Предмети досліджень .....	46
2.3. Методи досліджень, що використовувалися у кваліфікаційній роботі .....	46
2.4. Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень .....	52
<b>РОЗДІЛ 3. КОНСТРУЮВАННЯ ТА СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ ПОКРАЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ НАУКОВИХ</b>	

<b>ПРИНЦИПІВ ЗБАГАЧЕННЯ .....</b>	<b>53</b>
3.1. Розроблення технологій отримання джерел функціональних інгредієнтів при виробництві безглютенових кексів..	53
3.1.1. Спосіб отримання напівзнежиреного борошна з насіння льону.....	
3.1.2. Спосіб отримання порошку плодів глоду.....	56
3.2. Визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості збагачувачів.....	58
3.3. Обґрунтування рецептури безглютенових кексів з підвищеною біологічною цінністю.....	62
3.3.1. Підбір рецептурних інгредієнтів та дослідження їх впливу на якісні характеристики кексів.....	62
3.3.2. Вплив масової частки внесення збагачувачів на показники харчової та біологічної цінності модельних зразків кондитерських виробів.....	64
3.4. Обґрунтування та розроблення раціонального способу виробництва безглютенових кексів, збагачених напівзнежиреним борошном насіння льону, порошком глоду та кунжутом.....	68
3.4.1. Технологія кексів та її вдосконалення при додаванні збагачувачів.....	68
3.4.2. Принципова технологічна схема виробництва безглютенових збагачених кексів .....	71
3.4.3. Оптимізація технологічних рішень виробництва безглютенових збагачених кексів.....	73
3.4.4. Порівняння харчової і біологічної цінності традиційних кексів та безглютенових збагачених кексів розрахунковим методом..	75
3.4.5. Дослідження показників якості безглютенових збагачених кексів.....	78
3.5. Оцінка показників безпеки безглютенових збагачених кексів з використанням системи НАССР.....	80

<b>Висновки</b> .....	87
<b>РОЗДІЛ 4. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ НАПІВЗНЕЖИРЕНИМ БОРОШНОМ НАСІННЯ ЛЬОНУ, ПОРОШКОМ ГЛОДУ ТА КУНЖУТОМ</b> .....	89
4.1. Алгоритм створення інноваційного підприємства з виробництва безглютенових кексів оздоровчого призначення з характеристикою його ресурсних складових.....	89
4.2. Застосування SWOT-аналізу для характеристики діяльності підприємства.....	93
4.3. Оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва та реалізації безглютенових кексів оздоровчого призначення.....	95
4.4. Заходи з охорони довкілля при виробництві збагачених безглютенових кексів. Раціональне перероблення вторинних сировинних ресурсів.....	97
<b>Висновки</b> .....	103
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	105
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	108

## ВСТУП

Важливими проблемами, що стоять перед харчовою промисловістю на сучасному етапі, є економія дорогих видів сировини, розширення і вдосконалення асортименту, створення продуктів з оздоровчими та профілактичними властивостями. Виникає потреба розширення асортименту за рахунок якісних та нових виробів на основі використання нетрадиційних видів сировини з високими споживчими характеристиками і невисокою вартістю.

Протягом останніх років виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі. Статистичні дані свідчать, що зростає кількість алергічних захворювань, які викликані не засвоєністю певних харчових сполук, зокрема глютену. Оскільки важливим чинником здоров'я української нації є повноцінне харчування населення, задача вивчення механізмів здоров'я, а також шляхів його збереження завжди є актуальною [1].

Харчові продукти, що призначені для дієтичного харчування людей, є харчовими продуктами, які через свій особливий склад або особливий процес виготовлення значно відрізняються від продуктів для звичайного споживання, адже відповідають поставленій меті забезпечення дієтичного харчування і реалізуються так, щоб було ясно, що вони відповідають цій меті. Дієтичне харчування повинне відповідати спеціальним вимогам, що пред'являються до харчування деяких категорій споживачів з порушеним процесом засвоєння глютену в організмі [2].

Встановлено, що на сьогоднішній день у нашій державі асортимент харчових продуктів для людей, які мають генетично зумовлені та алергічні захворювання є недостатньо широким і різноманітним. Однією з таких хвороб є целиакія (або глютенічна ентеропатія) – прогресуюче мультифакторне захворювання, що виникає при пошкодженні ворсинок тонкої кишки певними харчовими продуктами, в яких є білок глютен (клейковина). Наслідком може бути з часом повна атрофія слизової оболонки тонкого кишечника. Целиакія пов'язана з синдромом мальабсорбції через

непереносимість гліадину ( $\alpha$ -фракція) – компоненту глютену пшениці, ячменю, жита, вівса, що може мати тенденцію зворотного розвитку й повного відновлення слизової оболонки в умовах суворого дотримання дієти. Значна кількість людей різних країн світу стали споживати продукти без глютену, і не тільки при діагностуванні целиакії, а й через бажання поліпшити здоров'я та здійснити профілактику. Інтенсифікація маркетингових служб та поширення каналів збуту сприяють виробництву інноваційних продуктів, що не містять глютену [3].

Основну частку безглютенової продукції в Україні складають продукти закордонного виробництва, тому питання використання альтернативних видів рослинної сировини для заміни традиційного борошна, що містить глютен, набуває неабиякого значення та потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень [4].

**Актуальність теми.** Отже, на даний час актуальною є розробка продуктів спеціалізованого призначення, в тому числі для людей, які страждають на непереносимість глютену або целиакію. Єдиним методом лікування захворювання та профілактики ускладнень при целиакії є безглютенова дієта. В якості повноцінної заміни глютенівмісних продуктів можна використовувати як традиційні види зернових: (рис, гречку, кукурудзу, пшоно), так і нетрадиційні (амарант, сорго, льон, кіноа та ін.). Асортимент безглютенової продукції не великий, проте попит на даний вид продукції зростає з кожним роком і необхідність забезпечення даної категорії людей спеціалізованими продуктами харчування існує постійно [5].

Безглютенові борошняні вироби виробляють з рисового, кукурудзяного, гречаного борошна та крохмалю, вони у декілька разів дорожче аналогічних борошняних виробів з пшеничного борошна. В результаті зрозумілою є необхідність забезпечення хворих з целиакією якісними і недорогими спеціалізованими продуктами українського виробництва, на основі нетрадиційної зернової сировини, що визначає актуальність теми магістерської кваліфікаційної роботи. Виробництво

функціональних та дієтичних харчових продуктів для вказаної категорії населення у нашій країні розвинене на недостатньому рівні.

Важливий елемент дієтичної терапії для хворих на целиакію – це використання у харчуванні продуктів з високою харчовою та біологічною цінністю. У зв'язку з цим вчені стикаються з необхідністю розроблення безглютенових продуктів, які не тільки містять всі нутрієнти, необхідні для людського організму, але й мають гарний смак. На даний час на українському ринку така продукція представлена в не широкому асортименті і хворим на целиакію доводиться відмовитися від багатьох традиційних продуктів. У розвинених країнах для пацієнтів з целиакією розроблені і виробляються безглютенові заміники хліба, макаронів, печива, борошна для випічки тощо, ці вироби позначаються на упаковці символом «перекреслений колос». Такі види продукції проходять ретельний контроль рецептури та технології виробництва. На жаль, на даний час асортимент функціональної безглютенової продукції на українському ринку залишається вкрай обмеженим [6].

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення науково обґрунтованої технології безглютенових борошняних кондитерських виробів з поліпшеною біологічною цінністю за рахунок їх збагачення напівзнежиреним лляним борошном, порошком плодів глоду та кунжутом.

З врахуванням мети роботи, при її виконанні вирішували наступні завдання [6]:

- охарактеризувати сучасний стан виробництва безглютенових харчових продуктів в Україні та на світовому ринку;
- визначити медико-біологічну характеристику безглютенових кексів, як традиційного харчового середовища та природних джерел функціональних інгредієнтів для його збагачення;
- визначити об'єкти, предмети, методи досліджень у при розробленні технології безглютенових кексів;

- дослідити біохімічний склад, фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості джерел функціональних інгредієнтів;
- обґрунтувати рецептуру збагачених безглютенових кексів на основі рисового борошна;
- дослідити вплив масових часток інгредієнтів на харчову та біологічну цінність збагачених кексів;
- розробити принципову технологічну схему та описати технологію безглютенових кексів, збагачених напівзнежиреним лляним борошном, кунжутом та порошком плодів глоду;
- провести оптимізацію асортименту продукції симплекс-методом;
- визначити показники якості безглютенових кексів;
- розрахувати та порівняти харчову й біологічну цінність традиційних та збагачених кексів;
- визначити організаційні, технологічні, економічні аспекти створення інноваційного підприємства з виробництва збагачених безглютенових кексів;
- оцінити соціальні та економічні результати впровадження технології безглютенових кексів на підприємствах кондитерської галузі України;
- запропонувати шляхи раціонального використання вторинних сировинних ресурсів;
- надати характеристику заходів з охорони довкілля при виробництві безглютенових кексів.

**Об'єкт дослідження** кваліфікаційної роботи – це спосіб виробництва безглютенових кексів на основі рисового борошна з додаванням напівзнежиреного борошна насіння льону, кунжуту та порошку з плодів глоду.

**Предметом розробки** є технологічні властивості різних видів безглютенового борошна, насіння льону та кунжуту, плодів глоду, а також кексів для людей, хворих на целиацію.

**Наукова новизна** роботи полягає в обґрунтуванні вибору харчової основи та джерел функціональних інгредієнтів для виробництва кексів

спеціального призначення для хворих з глютенною ентеропатією або целиацією та в удосконаленні способу їх виробництва.

**Практична цінність** отриманих результатів полягає у тому, що запропонована технологія може бути використана на підприємствах кондитерської галузі, а також у навчальному процесі при викладанні лекційних курсів, практичних занять та при виконанні курсових робіт, проєктів і кваліфікаційних робіт.

## **РОЗДІЛ 1. ОЗДОРОВЧІ ПРОДУКТИ – СВІТОВИЙ ТРЕНД ТА ОСНОВНИЙ ОБ’ЄКТ ІННОВАЦІЙ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

### **1.1. Виробництво оздоровчих харчових продуктів як сучасний тренд у харчовій промисловості**

У світі немає більшого ринку, ніж ринок харчових продуктів. Постійними споживачами цього ринку є понад 7 млрд. людей. Частка галузі у структурі переробної промисловості світу становить близько 9%, у розвинених країнах – 7,6%, у країнах, що розвиваються – 11,8%. Харчова промисловість України – це понад тисячу великих, середніх та малих підприємств різних форм власності, що виробляють майже 20 % щодо загального обсягу промислової продукції [8].

В умовах погіршення екологічного стану довкілля, збільшення кількості хронічних захворювань, якість та безпека харчових продуктів все частіше стають факторами, що визначають вибір споживача. У зв'язку з цим останнім часом активно використовується поняття функціонального харчування, яке дає організму необхідну кількість білків, вуглеводів, вітамінів, амінокислот, мінералів та інших біологічно активних речовин.

Концепція функціонального харчування передбачає споживання функціональних та оздоровчих продуктів, які призначені для систематичного вживання у складі раціонів усіма віковими групами здорового населення, що сприяє зниженню ризику розвитку захворювань, пов'язаних із харчуванням, зберігає та покращує здоров'я за рахунок наявності у складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів [9].

Головною тенденцією серед учасників продовольчого ринку є зростаючий попит на товари для здорового харчування, продаж яких за 2022 р. підвищився більш ніж у 2 рази [10]. Категорія функціональних продуктів (або better-for-you) – це нове покоління товарів з додатковою користю для організму – у них підвищено концентрацію корисних речовин. Такі продукти стали відповіддю на актуальний запит споживача – бажання дбати про себе без використання таблеток. Кожен із таких товарів вирішує

конкретні завдання щодо здоров'я. Наприклад, білкові коктейлі, йогурти, снеки – відновлюють м'язи, спреди з вітамінами групи А та D – підтримують здоров'я серця та судин.

Деякі функціональні продукти розробляють для окремих груп споживачів із певними фізіологічними потребами: молочні продукти без лактози – для людей з лактазною недостатністю, кондитерські вироби на основі замінників цукру – для діабетиків, безглютенові продукти – для людей, що страждають непереносимістю глютену тощо. Однак більша частина продуктів спрямована на всіх покупців, які просто втомилися від традиційної лінійки супермаркетів та шукають цікаві та корисні варіанти – наприклад, морозиво без цукру або десерти зі зниженою калорійністю. Тому актуальним та доцільним на сьогодні є виведення на вітчизняний ринок харчової продукції з оздоровчими властивостями, ознайомлення з нею споживача, а також підвищення обсягів її продажів шляхом застосування можливостей цифрового маркетингу.

По-перше, це дасть змогу виробнику харчової продукції оздоровчого призначення надати більш детальну інформацію про свій виріб на сайті продавця, а не обмежуватися тільки етикеткою продукту; описати його корисні властивості, мінімально необхідну кількість споживання даного продукту для отримання оздоровчого ефекту для організму людини; розмістити розширений опис про виробника та сировину, що була використана під час виготовлення продукції, відгуки реальних покупців тощо.

По-друге, вік споживачів, які дбають про своє здоров'я і будуть купувати функціональну харчову продукцію, збігається з віком покупців, що користуються ринком електронної комерції. Це, в свою чергу, дозволить безпосередньо наблизити харчову продукцію функціонального спрямування до свого потенційного споживача.

По-третє, онлайн-торгівля з використанням інструментів цифрового маркетингу може бути досить зручною під час продажу швидкопсувної

функціональної харчової продукції шляхом її виготовлення на замовлення. Таким чином, покупець на сайті інтернет-магазину або на сторінці в соціальній мережі може завчасно зробити замовлення і отримати свіжий продукт у потрібний час. Також виготовлення продукції на замовлення дозволить виробнику не зазнавати збитків внаслідок невчасної реалізації продукції, що має дуже обмежений термін зберігання [10].

Ряд нових напрямів у розвитку харчової промисловості обумовлений розвитком ринку фудтеху та впровадженням інноваційних цифрових технологій на всіх етапах виробництва та збуту харчових продуктів, що стало можливим завдяки досягненням сучасної науки (генної інженерії, біохімії, IT-технологій, електроніки, робототехніки тощо), розробленню на їх основі інноваційних технологічних рішень та доступності їх впровадження у виробничий процес. Світовий ринок інноваційних харчових технологій динамічно розвивається. У 2021 р. його обсяг склав 120 млрд. дол. США, а в 2027 р., за прогнозами, він досягне 300 млрд дол. [11].

Результати контролювання стану здоров'я споживачів дали можливість обґрунтувати необхідність використання оздоровчих (функціональних) продуктів у щоденних раціонах кожної людини. До того ж, основні соціальні, а також медичні аспекти вказаної проблеми виявилися надзвичайно важливими для охорони здоров'я суспільства, прогнозування активного творчого довголіття, тому комітети експертів різних країн та ВООЗ обґрунтували необхідність внесення важливих змін до раціонів з метою запобігання багатьох хвороб, що викликані неправильним харчуванням. Споживання оздоровчих продуктів гарантує [12]:

- підвищення захисних функцій імунної системи організму;
- поповнення дефіциту біологічно активних сполук, котрий виникає у сучасної людини;
- усунення недостатності харчування;
- ослаблення впливів токсичних елементів, які можуть бути в продукті або ендотоксинів організму;

- поліпшення функціонального стану різних органів та систем організму;
- зростання фізичної витривалості, адаптаційних резервів і психологічної стійкості в екстремальних умовах;
- прискорення відновлення метаболічних реакцій після підвищених навантажень, як екологічних, так і фізичних або нервово-емоційних;
- поліпшення самопочуття.

Сукупність вказаних чинників свідчить про можливість відчутного впливу спеціально підбраного харчування на функціонування організму та обґрунтовує передумови виробництва й реалізації оздоровчих харчових продуктів.

Функціональне харчування дозволяє індивідуалізувати потреби кожної людини. За останні кілька десятиліть попит на продукцію, що має позитивний вплив на здоров'я людини, стрімко зріс у всьому світі. Ринок для функціональних харчових продуктів у розвинених країнах є інвестиційно привабливим. Відповідно, виробництво оздоровчих та функціональних харчових продуктів та інгредієнтів потребує регулювання на державному рівні.

Як правило, харчові продукти, пов'язані зі здоров'ям, підлягають вимогам щодо якості та безпеки, які ідентичні звичайним харчовим продуктам. Виняток становлять нормативні акти, які встановлюють правила маркування оздоровчих продуктів та твердження щодо їх фізіологічних ефектів або вмісту певного інгредієнта, який може вплинути на фізіологічні аспекти.

У Європі та США велика увага приділяється безпеці «здорової їжі» та нових харчових продуктів. Європейське агентство з безпеки харчових продуктів і Управління з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів США вимагає від виробників надати інформацію про склад партій продукту для оцінки безпеки нових харчових продуктів та інгредієнтів [13].

В Україні правовий статус термінів «продукт функціонального харчування» та дієтична добавка регулюється Законом України 771 «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів». У 2020 році МОЗ України затверджено наказ № 1145 «Про затвердження Порядку вимог до тверджень про поживність і здоров'я для харчових продуктів», що регламентує такі поняття: формули та умови їх використання; твердження про оздоровчі ефекти, дозволені для використання в маркуванні та рекламі харчових продуктів; заяви про зниження ризику захворювань і заяви, пов'язані з розвитком і здоров'ям дітей [13].

При розробленні продуктів оздоровчого призначення враховуються різноманітні чинники, а саме: забезпечення організму людини есенціальними харчовими речовинами та енергією відповідно до фізіологічних потреб та специфіки обмінних процесів; специфічний вплив харчування на організм; біохімічний склад сировини та вибір технології її перероблення. З урахуванням сучасних поглядів на харчування, необхідно забезпечити відповідність та адекватність складу багатокomпонентних оздоровчих продуктів, що додатково збагачені необхідними функціональними інгредієнтами, рекомендаціям для груп населення з урахуванням їх статі, віку, місця проживання, інтенсивності фізичної активності, стану здоров'я [14]. Обґрунтування оптимального набору та співвідношення компонентів для створення оздоровчих продуктів, наближених до фізіологічних потреб організму, неможливе без застосування формалізованих методів, які ґрунтуються на інформації про біохімічний склад джерел функціональних інгредієнтів.

При проектуванні рецептур оздоровчих харчових продуктів необхідний системний підхід до їх створення, який враховує не тільки потреби організму людини в основних поживних речовинах, енергії, вітамінах і мінералах, але й можливість хімічної взаємодії складових частин створюваного продукту. Моделювання складу багатокomпонентних оздоровчих харчових продуктів

полягає у раціональному підборі інгредієнтів рецептури продукту за критеріями харчової та біологічної цінності.

Для вирішення цього завдання необхідно на основі медико-біологічних вимог розробити модель продукту, яка враховує біохімічний склад, масові частки основних компонентів, структурні співвідношення показників біологічної цінності за певними критеріями відповідності. При цьому використовуються інформація сучасних баз даних про нутрієнтний склад сировини та харчових продуктів. На основі бази даних формується база знань у вигляді параметричних описів проєктованого продукту, варіантів рецептур, балансних рівнянь і структурних співвідношень між основними компонентами і властивостями продукту [15].

Комп'ютерне проєктування полягає в побудові моделі продукту за заданими параметрами якості, виборі вихідних компонентів і в рецептурній оптимізації продукту за критеріями харчової та біологічної цінності. Алгоритм оптимізації нутрієнтного складу оздоровчих харчових продуктів складається з наступних етапів: визначення переліку властивостей та фізіологічної дії нового продукту; обґрунтування функцій – критеріїв оптимізації; обґрунтування і вибір інгредієнтного складу для моделювання необхідних функцій; визначення меж інтервалів питомої ваги інгредієнтів, їх пріоритетності та обмежень; моделювання органолептичних властивостей нового харчового продукту; розроблення технологічної схеми виробництва функціонального харчового продукту; обґрунтування показників втрат лабільних нутрієнтів залежно від обраних видів технологічного оброблення сировини; встановлення відповідності нутрієнтного складу оздоровчого харчового продукту нормативним показникам; експертна оцінка відповідності оптимізованого інгредієнтного складу заданим властивостям.

Реалізація запропонованого алгоритму дозволить створити асортимент харчових продуктів із заданими властивостями, які здатні чинити профілактичну і оздоровчу дію за рахунок оптимальної кількості та співвідношень функціональних інгредієнтів, що знижують ризики

виникнення багатьох захворювань та підсилюють адаптаційні механізми організму в умовах стресових ситуацій.

Основні підходи, які закладені до комп'ютерних програм розрахунку нутрієнтної адекватності складу оздоровчих продуктів, дозволяють зробити роботу технолога ефективнішою і знизити витрати на розроблення нових видів продуктів.

## **1.2. Особливості складу безглютенових харчових продуктів, аналіз світового та вітчизняного ринку їх виробництва**

Останнім часом виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі через зростання кількості алергійних захворювань, викликаних непереносимістю певних харчових сполук, зокрема глютену. Основну частку безглютенової продукції в Україні становить продукція закордонного виробництва, тому питання використання альтернативних видів рослинної сировини для заміни традиційного борошна, що містить глютен, набуває неабиякого значення та потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень [16].

На даний час актуальною є розробка продуктів спеціалізованого призначення, в тому числі для людей, які страждають на целиацію. Целиакія (глютенова ентеропатія) – мультифакторіальне захворювання, викликане пошкодженням ворсинок тонкої кишки харчовими продуктами, що містять глютен – білкову фракцію таких злаків, як пшениця, жито, ячмінь, овес або їх гібридів, і похідні цієї білкової фракції, нерозчинні у воді. Єдиним методом лікування захворювання і профілактики ускладнень при целиакії є безглютенова дієта [17].

Глютен є складною сумішшю багатих глютаміном і проліном гліадинів і глютенінів, які є відповідальними за розвиток целиакії. Внаслідок амінокислотного складу глютенів їх специфічні частини досить стійкі до протеолітичного розщеплення у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) людини. В результаті цього в ШКТ накопичуються специфічні, багаті на пролін

пептиди, що призводять до небажаних симптомів, таких як непереносимість різних пептидів, що утворюються з глютену. За визначенням лікарів-дієтологів, під безглютеновою дієтою мають на увазі раціон, який повністю виключає їжу із вмістом клейковини. Сувора довічна безглютенова дієта є єдиним ефективним та науковим методом боротьби з целиакією та симптомами, пов'язаними з даною патологією.

В якості повноцінної заміни глютенівмісних продуктів можна використовувати як традиційні види зернових: (рис, гречку, кукурудзу, пшоно), так і нетрадиційні (амарант, сорго, льон, кіноа та ін.) [1]. Асортимент безглютенової продукції не великий, проте попит на даний вид продукції зростає з кожним роком і необхідність забезпечення даної категорії людей спеціалізованими продуктами харчування існує постійно.

Глобальний продовольчий ринок харчових продуктів та інгредієнтів, що не містить глютену, поділяється за регіонами: Європа (Велика Британія, Німеччина, Угорщина, Франція, Італія, Іспанія, Бельгія, Нідерланди, Люксембург та ін.); Північна Америка (США та Канада); Латинська Америка (Бразилія, Мексика та ін.); Азійсько-Тихоокеанський регіон (Китай, Японія, Сінгапур, Індія, Австралія, Нова Зеландія та ін.); Близький Схід і Північна Африка. Ринок безглютенових харчових продуктів у країнах Європи посідає найбільшу частку у світовому споживанні через обізнаність населення щодо здорового харчування [18].

Світовий ринок безглютенових продуктів інтенсивно зростає – такого різноманіття безглютенових продуктів та темпів росту раніше не відзначалося. За 2014...2016 рр. асортимент безглютенових продуктів у Європі зріс з 6 до 12 тис. найменувань. Це пов'язано із алергічними захворюваннями населення, зі зростанням медичних показань, розширенням інформації для споживачів, загальним трендом щодо здорового харчування.

Високий попит на безглютенові продукти стимулює зростання ринку. У 2014 р. глобальний ринок безглютенових продуктів харчування становив

понад 4 млрд дол. США. До 2020 р. світовий ринок безглютенових продуктів збільшився майже удвічі відносно 2013 р. [18].

Одним зі способів реалізації державної політики в галузі здорового харчування населення України є розробка інноваційних технологій з метою створення продуктів харчування нового покоління, збагачених усіма необхідними есенційними мікронутрієнтами необхідних для нормального функціонування організму людини.

У багатьох країнах для потреб хворих на целиацію розроблені та випускаються борошняні безглютенові суміші для випічки, замітники печива, макаронних виробів, хліба тощо. Відповідно до міжнародного стандарту, закріпленого Codex Alimentarius, продовольство, у складі якого вміст глютену не перевищує 20 мг/кг на загальну масу харчового продукту, у вигляді, як його продають або передають споживачам, може маркуватися як «без глютену». Використання такого терміну дозволено Регламентом ЄС № 41/2009, що застосовується до харчових продуктів для людей, які не переносять клейковину. Такий Регламент Комісії застосовують до всіх харчових продуктів, у фасованій упаковці та без упаковки, окрім дитячих сумішей [19].

Ці продукти позначаються на упаковці символом «перекреслений колосок». При їх виробництві особливу увагу приділяють чистоті сировини – повинні бути виключені найменші домішки токсичних для хворих на целиацію злаків. У Європі сертифікуючим органом виступає Європейська Асоціація Спілок Целиакії (AOECS) – некомерційна організація, яка наразі об'єднує 35 європейських національних громадських товариств людей, що хворі на целиацію. Її ліцензійний символ у вигляді перекресленого колоска, використання якого дозволено компаніям, чия продукція повністю відповідає вимогам AOECS до безглютенових харчових продуктів, означає безпеку цих продуктів для споживачів [20].

На рис. 1.1 наведено асортимент безглютенової продукції у відсотковому співвідношенні [1]. Найбільшу частку ринку становлять хлібобулочні вироби, що не містять глютену.

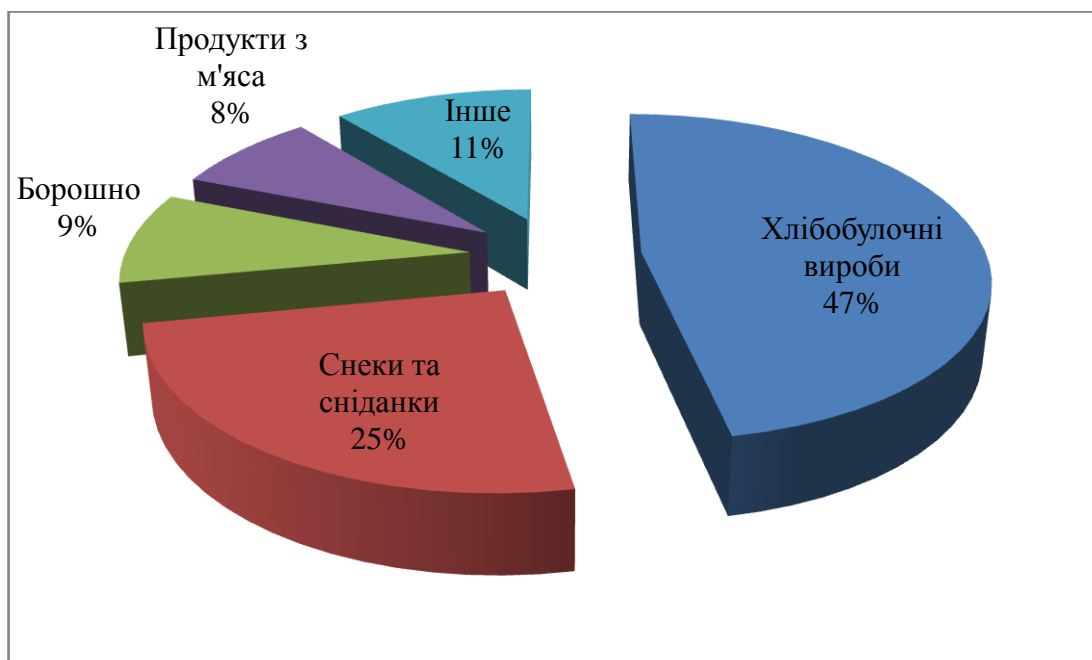


Рис. 1.1. Асортимент безглютенової продукції за типом, %

Обсяг виробництва безглютенових продуктів у світі у період 2013–2020 рр. подано на рис. 1.2.

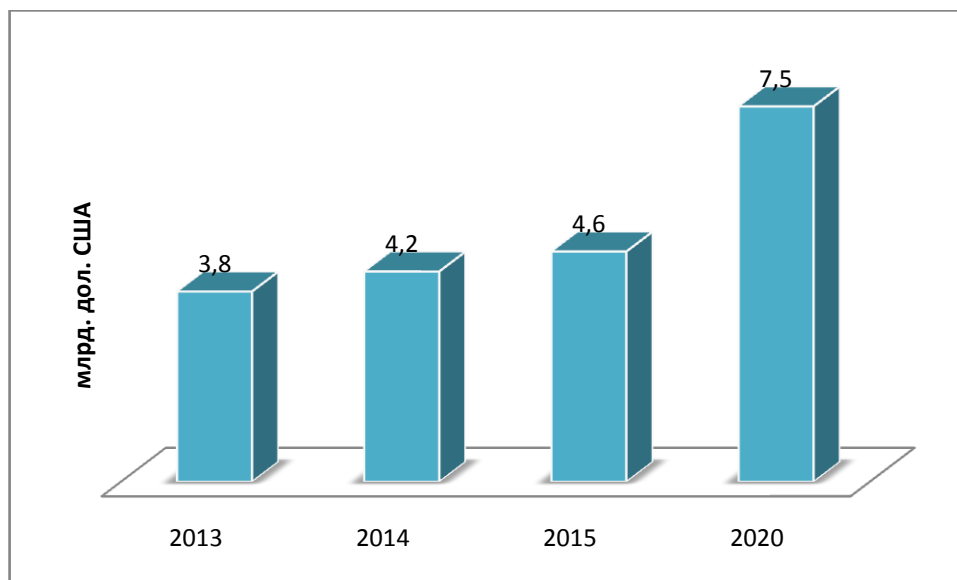


Рис. 1.2. Виробництво безглютенових харчових продуктів у період 2013-2020 років

За обсягами споживання безглютенової продукції лідером серед європейських країн є Велика Британія, де 13 % загальної кількості населення

вживають безглютенові продукти. Наразі компанія Genius, яка донедавна посідала найвищі позиції за всіма нішевими напрямками виробництва безглютенових продуктів, конкурує з провідним британським виробником хліба Warburtons, який теж почав випускати безглютеновий хліб під своєю маркою. Населення інших європейських країн також активно залучено до споживання безглютенової продукції, %: в Італії – 9, в Іспанії та Німеччині – по 7, у Франції – 6 [21].

Аналізуючи об'єми виробництва продуктів харчування на основі використання безглютенової сировини, можна зробити висновок, що з кожним роком спостерігається стрімке зростання даного сектору виробництва, що пов'язано зі збільшенням кількості захворювань, а отже потребує особливої уваги науковців галузі та виробників з метою розробки та впровадження інноваційних технологій для створення продуктів харчування нового покоління.

На сьогодні в Україні кількість виробників, які займаються виробництвом безглютенової продукції має тенденцію до зростання. На вітчизняному ринку можна зустріти продукцію, з надписом “Gluten free”, «вільний від глютену». Для виробників розроблено та з 2017 р. діє знак якості «Перекреслений колосок», який свідчить, що виробник дотримується всіх європейських стандартів для виготовлення безглютенової продукції та перевіряється за усіма правилами і проходить контроль на виробництві.

Вітчизняний ринок безглютенових продуктів почав формуватися лише у 2018 році, до цього основні позиції і потреби закривав імпорт. У 2019 р. в Україні було підписано перший договір про використання виробником ТМ «Перекреслений колосок». ВГО «Українська спілка Целіакії» повідомила, що відбулося підписання першого ліцензійного договору на використання ТМ «Перекреслений колосок», що стало важливою подією та прикладом європейських стандартів безпеки на харчовому виробництві в Україні [1].

Безглютенова їжа стала характерною рисою харчування і життя в третьому тисячолітті. Зростання кількості хворих на непереносимість

глютену, целіакію визначає збільшення споживання безглютенових продуктів. Значна кількість людей у світі стали купувати продукти, що не містять глютен, не після діагностики целіакії, а у зв'язку з уявленнями про підтримку здоров'я та профілактику хвороб через безглютен. Активність маркетингової роботи, покращення каналів збуту викликають необхідність виробництва продуктів, що не містять клейковину (глютен).

Проведений аналіз виробництва безглютенової продукції функціонального призначення дозволяє зробити висновок, що на сьогодні основну частку на ринку безглютенових продуктів харчування в Україні займають продукти імпортного виробництва. Проте як приклад, можна навести асортимент безглютенової продукції вітчизняного виробника Ms.Tally:

- Борошно: рисове, гречане, кукурудзяне, пшоняне, амарантове, вівсяне, з тефу, з нуту, з коричневого рису, з червоної сочевиці, із зеленої гречки, з сорго;
- Макаронні вироби: локшина, паста, спіральки та фігурні макарони різних видів;
- Різноманітні крупи, нут, сочевиця;
- Суміші для випікання.

Наявність безглютенових продуктів та інгредієнтів для приготування їжі дає людям, які страждають на целіакію, можливість змінити свій раціон і користуватися відносно широким потенціалом для домашнього приготування їжі. Той факт, що споживачі є краще освіченими та більш вимогливими, спричиняє зростання попиту на здорові та поживні харчові продукти, а також має вплив на розробку нових видів продуктів та реструктуризація існуючих [22].

Світовий досвід дозволяє зробити висновок, що на сьогодні існує досить широкий вибір безглютенової продукції, але вітчизняний ринок потребує проведення глибоких наукових досліджень з розробки інноваційних технологій з метою створення продуктів харчування нового покоління.

### **1.3. Обґрунтування доцільності виробництва кексів з безглютенових видів сировини**

#### **1.3.1. Медико-біологічна характеристика безглютенових видів борошна**

Одними з найбільш розповсюджених для всіх верств населення України є харчові продукти на зерновій основі, зокрема хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби. Переважна більшість з них у нашій країні виробляється на основі пшеничного борошна, яке містить глютен. З врахуванням зростання кількості населення, яке має непереносимість глютену, стає зрозумілою необхідність розширення сучасних теоретико-методологічних знань про особливості застосування безглютенових видів борошна. Паралельно з цим, необхідно досліджувати потенційні рецептурні інгредієнти та займатися розробленням інноваційних технологій, які дозволяють розширювати асортимент безглютенової продукції, повністю виключати клейковину з її складу, що сприятливо відобразиться на стані здоров'я людей, які страждають на глютену ентеропатію. При цьому сучасні технологи мають дбати про достатню насиченість безглютенових продуктів життєво необхідними есенціальними нутрієнтами, що сприяють підвищенню загальною опірності організму, позитивно впливають на роботу всіх органів та систем організму людини, забезпечують компенсацію тривалих дефіцитів цінних харчових речовин у раціонах.

Традиційні кондитерські вироби, зокрема кекси, виготовляють на основі пшеничного борошна, а також його похідних – клейковини та крохмалю [23]. Зачасти достатньо замінити пшеничне борошно рисовим, кукурудзяним без помітної шкоди для смаку та якості виробів. Зовсім іншою є ситуація для виробів, де клейковина забезпечує особливу консистенцію. Для таких технологій необхідно видозмінювати рецептури, щоб досягти розпушеності виробів та їх ніжної текстури. Часто відсутність клейковини компенсують додаванням більшої кількості яєць або яєчних продуктів, якщо вони передбачені рецептурою. Іншим способом є залучення

високомолекулярних вуглеводів – кукурудзяного крохмалю, агар-агару, пектину або ксантанової камеді [24].

З точки зору нутрієнтного складу кондитерських виробів, виникає ситуація, коли вилучають цінний рослинний білок глютен, але збільшують вміст вуглеводів, які для подібних виробів знаходяться у значному надлишку. Це фактично є збільшенням кількості так званих «пустих» калорій, що підвищують енергетичну цінність виробів, але знижують їх нутрієнтну насиченість. Тому до розроблення технологій подібних продуктів доцільно залучати технологів оздоровчих продуктів, які можуть правильно та ефективно підбирати необхідні рецептурні компоненти, що будуть насичені вітамінами, мінеральними елементами та іншими біологічно активними речовинами.

Відомо, що при виготовленні безглютенових кондитерських виробів необхідно забезпечувати на всіх етапах технологічного процесу відсутність контакту сировини та готових продуктів з будь-якими глютенними інгредієнтами або виробами [25].

Результати сучасних досліджень свідчать, що глютен є складною сумішшю багатих глютаміном і проліном гліадинів і глютенінів, які є відповідальними за розвиток целиакії [26]. Внаслідок амінокислотного складу глютенів їх специфічні частини досить стійкі до протеолітичного розщеплення у шлунково-кишковому тракті людини. В результаті цього у шлунково-кишковому тракті накопичуються специфічні, багаті проліном пептиди, що призводять до небажаних симптомів, таких як непереносимість різних пептидів, що утворюються з глютену. Потрапляння глютену в організм стає причиною руйнування ворсинок ентероцитів, від чого порушується процес всмоктування поживних речовин, загальний стан людини погіршується, виникають збої у роботі шлунка [27].

Згідно з рекомендаціями Codex Alimentarius вільним від глютену вважається харчовий продукт, в якому концентрація глютену становить менш ніж 20 ppm (мільйонних часток).

Базовими основами для виготовлення безглютенових кондитерських виробів можуть стати рисове та кукурудзяне борошно, какао-боби, амарантове борошно, кокосовий горіх та борошно з нього, рослинні вершки, фрукти, ягоди, продукти їх перероблення тощо. Загусниками доцільно обирати агар-агар, отриманий з морських водоростей та пектин [22].

Рисове борошно – це крохмалевмісна безглютенова сировина, що характеризується високим вмістом токоферолу, вітамінів групи В, біотину, цинку, заліза, кальцію, магнію, калію та фосфору. Це борошно не використовується як основна сировина при випіканні хліба, але знаходить широке застосування для виробництва безглютенових сортів хліба або борошняних кондитерських виробів [28].

Хоча і рисове борошно і пшеничне борошно використовують для подібних виробів, ці два типи мають ряд відмінностей у нутрієнтному складі та впливі на фізико-хімічні та структурно-механічні показники харчових продуктів. Тому варто ретельно оцінити та порівняти склад борошна, щоб визначити їх схожість або відмінності, а також визначити, який саме тип борошна краще підходить при створенні різноманітних виробів та для забезпечення конкретних потреб [29].

Одна з найбільших відмінностей між рисовим і пшеничним борошном полягає в їх енергетичній цінності, яка пояснюється вмістом поживних речовин (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Вміст поживних речовин і енергетична цінність рисового та пшеничного борошна [30]

Показник харчової цінності	Пшеничне борошно	Рисове борошно
Білки, %	10,2	7,5
Жири, %	1,0	0,5
Вуглеводи, %	70,2	80,0
Харчові волокна, %	2,3	2,4
Енергетична цінність, ккал	330,6	354,5

Отже, рисове борошно має більш високу енергетичну цінність. Це пов'язано із високим вмістом вуглеводів, у першу чергу крохмалю. Загальний вміст вуглеводів у рисовому борошні майже на 10% більший, ніж у пшеничному борошні. При цьому загальний вміст харчових волокон у обох видах борошна майже однаковий. Рисове борошно поступається пшеничному за вмістом білку, якого у ньому на 2,7% менше, якщо аналізувати склад 100 г продукту. Якщо прийняти загальний вміст білку у пшеничному борошні за 100%, то рисове борошно має на 26,5% меншу білку. Загальний вміст жирів відрізняється не значно.

З точки зору здорового харчування кількість поживних речовин у рисовому борошні гірша. Але для спеціального харчування хворих на целиацію при виготовленні борошняних кондитерських виробів доцільно застосовувати саме його. При цьому високий вміст крохмалю може позитивно впливати на структурно-механічні властивості виробів.

Доцільно порівняти кількісний вміст вітамінів та мінеральних речовин у двох видах борошна (табл. 1.2 та 1.3 відповідно).

Таблиця 1.2 – Вміст вітамінів у пшеничному та рисовому борошні [30]

Вітамін	Пшеничне борошно	Рисове борошно	Порівняння, %
В <sub>1</sub> , мг	0,095	0,138	+45,2
В <sub>2</sub> , мг	0,045	0,021	-46,7
В <sub>3</sub> , мг	0,067	0,089	+32,8
В <sub>6</sub> , мг	0,16	0,17	+6,3
В <sub>9</sub> , мкг	1,4	2,6	+85,7
Н, мг	2,0	3,5	+75,0
РР, мг	1,2	2,6	+116,7
Е, мг	1,4	1,1	-21,6

При проведенні порівняння вмісту вітамінів встановлено, що рисове борошно перевершує пшеничне за кількістю вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, Н та РР, що свідчить про його більш високу біологічну цінність, тобто наявність есенціальних нутрієнтів.

Таблиця 1.3 – Вміст мінеральних речовин у пшеничному та рисовому борошні [30]

Мінеральні речовини	Пшеничне борошно	Рисове борошно	Порівняння, раз
Натрій, мг	10	16	1,6
Кальцій, мг	18	44	2,4
Магній, мг	16	138	8,6
Калій, мг	122	348	2,9
Фосфор, мг	86	160	1,9
Залізо, мг	1,2	2,2	1,8

З результатів табл. 1.3 можна зробити висновки, що мінеральний склад рисового борошна значно кращий, ніж пшеничного, у ньому знаходиться у 1,6 рази більше натрію, в 1,8 – заліза, в 1,9 – фосфору, в 2,4 – кальцію, в 2,9 – калію та в 8,6 – магнію. Отже, використання рисового борошна у технології безглютенових кексів вплине на підвищення вмісту в них мінеральних речовин.

Високий вміст клейковини у пшеничному борошні забезпечує легке в обробці тісто, вироби з добре підіймаються. Оскільки рис не містить глютену, тісто на його борошні не підніметься, якщо його не змішати з пшеничним борошном або глютенем [31]. Основними проблемами, що виникають при роботі з тістом з рисового борошна – це відсутність еластичності, розтяжності й здатності утримувати газ. Порівняння білків пшеничного та рисового борошна за даними авторів [32-34] виконано у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Фракційний склад білків борошна пшениці та рису

Білкові речовини	Вид борошна	
	рисове	пшеничне
Білки, г, у тому числі фракції, % від маси білків	7,5	10,2
альбуміни	5,8	19,6
глютеліни	70,0	28,2
глобуліни	9,2	3,5
проламіни	14,0	35,6

Аналіз даних показує, що у рисовому борошні переважає глютелінова фракція, а вміст альбумінів та проламінів є меншим, ніж у пшеничному борошні. Загальний вміст білку у рисовому борошні є значно меншим. Але важливо оцінювати не лише цей показник, а й збалансованість амінокислотного складу білку. Для цього було проаналізовані дані [33] щодо вмісту незамінних амінокислот (табл. 1.5), а також за методиками [35] були визначені амінокислотний скор та коефіцієнти утилітарності й надлишковості білку кожного виду борошна. Результати розрахунків відображені у табл. 1.6-1.7 відповідно.

Таблиця 1.5 – Амінокислотний склад рисового та пшеничного борошна

Незамінна амінокислота	Вміст, г/100 г білка	
	рисове борошно	пшеничне борошно
Ізолейцин	4,1	4,2
Лейцин	7,3	6,8
Лізін	4,5	2,7
Метіонін+цистин	2,3	3,6
Треонін	3,5	2,4
Триптофан	1,2	1,0
Фенілаланін+тирозин	6,6	8,9
Валін	4,6	4,2

Таблиця 1.6 – Амінокислотний скор білків рисового та пшеничного борошна

Показник	Амінокислотний скор, %	
	рисове борошно	пшеничне борошно
Ізолейцин	101	103
Лейцин	106	97
Лізин	80	60
Метіонін+цистин	91	103
Треонін	87	60
Триптофан	120	100
Фенілаланін+тирозин	116	148
Валін	88	84

З отриманих даних можна зробити висновок про те, що амінокислотний скор лейцину, лізину, треоніну, триптофану та валіну рисового борошна вищий, ніж пшеничного борошна. Першою лімітованою амінокислотою обох видів борошна є лізин, але його скор у білку рисового борошна є вищим на 20%. Зробити висновки про збалансованість білкового складу дозволить розрахунок показників у табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Показники збалансованості білків рисового та пшеничного борошна

Показник	Рисове борошно	Пшеничне борошно
Коефіцієнт утилітарності, %	84,5	63,9
Коефіцієнт надлишковості, %	14,6	33,8
Повноцінна частина НАК, г/100 г білку	28,8	21,6

Отже, коефіцієнт утилітарності білку, який характеризує рівень його засвоєння, для рисового борошна є більшим на 20,6%. Коефіцієнт

надлишковості, який показує кількість незамінних амінокислот, що використовуються нерационально, є меншим на 19,2%. Це підтверджує значно кращу збалансованість амінокислотного складу рисового борошна. Таким чином, його застосування у технології безглютенових кексів є доцільним та обґрунтованим.

### **1.3.2. Характеристика біохімічного складу та способів отримання напівзнежиреного борошна з насіння льону, порошку глоду та насіння кунжуту**

Створення нових харчових продуктів, які мають, на відміну від традиційних, цільове призначення завдяки використанню природних функціональних збагачувачів, зокрема у вигляді лікарської та іншої рослинної сировини, дає можливість запобігти та відкоригувати наслідки багатьох хвороб цивілізації, а також розробляти широкий спектр продуктів для тих груп населення, які через особливий стан здоров'я або функціонування організму потребують спеціального харчування [36].

Для підвищення біологічної цінності безглютенових кексів можна використовувати різноманітні збагачувачі. Доцільно обирати ті, які характеризуються цінним біохімічним складом та належать до безглютенових видів сировини. Відомо, що раціон людей з глютенною ентеропатією має дефіцит різних мікронутрієнтів [37]. Для поліпшення цього варто обрати борошно насіння льону.

Біологічна цінність насіння льону визначається наявністю у його складі повноцінних за амінокислотним складом білків, лігнанів, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот групи  $\omega$ -3, макро- та мікроелементів, багатьох вітамінів. Всі речовини мають властивості забезпечення профілактики та лікування різноманітних захворювань, перш за все, серцево-судинних, шлунково-кишкових, онкологічних тощо [38].

Ляне насіння льону є джерелом якісних збалансованих білків, які використовуються у вигляді борошна, а також білкових ізолятів і

концентратів. Загальний вміст вуглеводів становить 12...20%, серед яких значна частина представлена харчовими волокнами. Крім того, в насінні льону є органічні кислоти, багато мінеральних речовин, вітаміни Е, А, слизи у кількості до 12 % [39-41].

Ціле насіння льону з метою оздоровлення вживають при закрепах, цукровому діабеті з водою. Воно набрякає у шлунково-кишковому тракті (ШКТ), поглинаючи рідину, механічно подразнює кишечник, покращує перистальтику. Цінним є слиз насіння, який створює ефект обволікального впливу на харчові маси, а також слизові оболонки травного каналу.

Відвар насіння льону доречний при харчових отруєннях. Слизоутворюючі полісахариди перешкоджають всмоктуванню токсичних речовин у кров. Вони забезпечують профілактичну дію щодо виразок шлунку, дванадцятипалої кишки, при ентеритах, колітах. Додатково секреторну та моторну функцію ШКТ підсилює алкалоїд лінамарин, який знаходиться в оболонці насіння льону. Жирна олія завдяки специфічному складу, визначає біологічну ефективність цієї сировини. Вона містить незначну кількість холестерину, а переважно включає великий вміст поліненасичених жирних кислот. Вони забезпечують поліпшення обміну холестерину, сприяють збереженню і відновленню еластичності судин, чинять профілактику серцево-судинних хвороб. Жирові компоненти володіють послаблюючою та жовчогінною дією. Поєднання ефектів позитивного впливу на моторику ШКТ, збільшення жовчовиділення та зв'язування холестерину створює умови для виведення надлишку холестерину з організму [39-40].

$\omega$ -3 жирні кислоти насіння льону знижують кров'яний тиск, покращують кровопостачання мозку, попереджують утворення тромбів, запобігають порушенням серцевого ритму та знижують вірогідність розвитку інфаркту міокарду та інсульту. Для них характерні протизапальні, імуномодулюючі ефекти, тому  $\omega$ -3 жирні кислоти здатні блокувати розвиток пухлин, обмежувати метастазування ракових клітин в організмі людини.

Вони допомагають при деяких захворюваннях шкіри, є доведеним засобом щодо профілактики запальних процесів у різних органах, відновлюють еластичність сухої та подразненої шкіри. Рішенням Американської та Європейської асоціацій кардіологів ПНЖК групи  $\omega$ -3 включено до терапії профілактики ішемічної хвороби серця [41-42].

Насіння льону характеризується високою часткою високомолекулярних ненасичених жирних кислот (88 %) з переважанням ліноленової (табл. 1.8)

Таблиця 1.8 – Жирнокислотний склад насіння льону, % [43]

Жирні кислоти	Сорт льону	
	«Дебют»	«Південна ніч»
Насичені:	12,1	11,4
Міристинова	сліди	0
Пальмітинова	7,4	8,0
Стеаринова	4,2	3,2
Арахінова	0,5	0,2
Ненасичені:	87,9	88,6
Пальмітоолеїнова	0,2	сліди
Олеїнова	21,4	18,1
Лінолева	12,8	15,4
Ліноленова	53,5	55,1

Не типовість будови насіння льону визначають особливості технологічного процесу переробки його на борошно. Насіння льону належить до дрібнонасіньових, у яких оболонка щільно прилягає до ядра, у зв'язку з

цим у технологічний процес не вводять стадії фракціонування та обрушення. Оболонка насіння льону містить значну кількість цінних харчових компонентів. На відміну від інших видів насіння олійних культур в оболонці насіння льону міститься незначна кількість целюлози (не більше 18% в перерахунку на суху речовину) і до 62% інших вуглеводів, в першу чергу слизу, що представляють собою вуглеводи, що легко диспергуються у воді, а також жири, протеїни, мінеральні речовини. Збереження всього комплексу харчових речовин насіння льону у кінцевому продукті підвищує його харчову та біологічну цінність [44].

Технологічна схема перероблення насіння льону включає наступну послідовність основних стадій [45]:

- очищення лляного насіння від мінеральних, органічних та металомагнітних домішок;
- короткочасне промивання насіння льону протягом 5-10 хв;
- термообробка насіння льону конвекційним способом при температурі 70°C протягом 5 хв;
- подрібнення харчового насіння для отримання повножирного лляного борошна;
- видалення харчової олії з насіння льону методом «холодного» пресування;
- подрібнення знежиреного насіння льону (лляної макухи) для отримання напівзнежиреного лляного борошна;
- додаткове видалення технічної олії з лляної макухи екстракцією;
- подрібнення лляного шроту для отримання знежиреного лляного борошна;
- просіювання перемеленого насіння послідовно на ситах з діаметром отворів 2 мм, 1 мм та 0,5 мм.

Залежно від мети використання, можна обирати для рецептур нових харчових продуктів жирне, напівзнежирене та жирне лляне борошно.

Ще одним збагачувачем обрано порошок з плодів глоду криваво-червоного (*Crataegus sanguine Pall*). Він містить багато вітамінів та мінеральних речовин, антиоксиданти, розчинні та нерозчинні харчові волокна, біофлавоноїди. Комплекс біологічно активних речовин плодів глоду чинить позитивний вплив на стан серцево-судинної системи, знижує збудливість центральної нервової системи, забезпечує профілактику гіпертонічної хвороби та поліпшує коронарний і мозковий кровообіг [46].

Плоди глоду містять органічні кислоти, від 2 до 6 % пектинових речовин, сорбіт, цукри, від 20 до 100 мг аскорбінової кислоти, близько 2 мг  $\beta$ -каротину, понад 500 мг лейкоантоціанів та антоціанів, від 1 до 3,5 % кумаринів, а також катехіни, стерини, вітамін К, фенолокислоти, флавоноли, олеанолову та урсолову кислоти [47].

Препарати, які виготовляють з плодів глоду криваво-червоного, мають кардіотонічні, спазмолітичні, гіпотензивні, седативні властивості. Глід криваво-червоний покращує активність серцевого м'язу, має нормалізуючий ефект щодо кров'яного тиску, центральної нервової системи, що поліпшує сон та психологічний стан людини.

Препарати, виготовлені з плодів рослини, не викликають побічних ефектів, не токсичні та не чинять кумулятивної дії. Їх застосовують при склеротичній та вегетативно-нервовій формах гіпертонії, гострому ревматизмі, психічному перезбудженні, атеросклерозі, запамороченнях. Основне призначення – для лікування захворювань серцевого м'язу та та стенокардії [48].

Насіння кунжуту є джерелом найбільшої кількості кальцію серед усіх рослинних продуктів, завдяки чому позитивно впливає на стан кісткової системи та зубів. Відомо, що високий вміст вітаміну Е в насінні сприяє боротьбі з онкологічними захворюваннями, передчасним старінням організму людини, харчові волокна детоксикують його, а поліненасичені жири покращують обмін холестерину, знижують його кількість у сироватці крові [49].

У табл. 1.9 представлено інформацію про біохімічний склад рослинних збагачувачів.

Таблиця 1.9 – Біохімічний склад збагачувачів безглютенових кексів

Нутрієнт	Борошно ляне	Порошок глоду	Насіння кунжуту
<b>Макронутрієнти</b>			
Вода, г	7,0	12,2	9,0
Білки, г	18,2	2,3	19,4
Жири, г	42,2	2,1	48,7
$\omega$ -3 ПНЖК, г	9,60	0,01	0,8
Вуглеводи, г	3,8	83,1	12,2
Харчові волокна, г	25,1	31,5	2,6
<b>Вітаміни</b>			
$\beta$ -каротин, мг	0	2,57	40
Е, мг	20,0	11,02	2,3
С, мг	-	92,1	-
В <sub>1</sub> , мг	1,6	0,44	1,27
В <sub>2</sub> , мг	0,16	0,64	0,36
В <sub>9</sub> , мг	87,0	12,2	96,0
РР, мг	3,1	1,5	11,1
<b>Мінеральні речовини</b>			
Калій, мг	813	2420	498
Кальцій, мг	255	98,9	1474
Магній, мг	392	395	540,3
Фосфор, мг	642	45	720
Залізо,мг	5,73	1,1	16,0
Цинк, мг	4,34	0,12	10,2
Селен, мкг	25,4	17,54	34,3

Запропонована заміна частини рисового борошна на лляне, а також додавання порошку плодів глоду та насіння кунжуту дозволить збагатити безглютенові кекси харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, кальцієм та комплексом мікронутрієнтів. При їх споживанні буде забезпечена позитивна дія на стан серцево-судинної, нервової систем, шлунково-кишкового тракту, а також профілактика гіпертонії, інфаркту, інсульту, онкологічних захворювань та передчасного старіння.

#### **1.4. Патентний пошук**

При дотриманні правил безглютенового виробництва можливо виробляти широкий асортимент продукції, де в рецептурі буде передбачена заміна пшеничного борошна. Відомо, наприклад, що у Чехії у звичайних супермаркетах можна знайти вже готові вироби з поміткою «bezlepkové». Є безглютенові суміші, на упаковці яких є рекомендації рецептур і точні інструкцією для приготування виробів в домашніх умовах. Виробник SEMIX пропонує шоколадний торт, де замість звичайного пшеничного борошна до рецепту входить борошно рисове та пшеничний депротеїнізований крохмаль. Наприклад, італійська торгова марка Dr. Schär вже багато років спеціалізується на виробництві безглютенової продукції. Їх продукція доступна на полицях магазинів більш ніж 100 країн світу. Головними цінностями компанії є відповідальність, прогрес та наближеність до споживача. Щодо стану українського ринку, то асортимент значно менш різноманітний. Більшість виробів створюються у малих пекарнях або кондитерських, а продукція великих підприємств вкрай обмежена.

Проте аналіз наявності патентів на безглютенові борошняні кондитерські вироби дозволив виявити значну кількість цікавих сучасних розробок, більшість з яких належить науковцям Національного університету харчових технологій.

В основі корисної моделі [50] знаходиться завдання створення функціональних кондитерських виробів для споживачів з алергічним

захворюванням глютеніа ентеропатія. Визначені задача вирішується так, що до складу продукту безглютенового входить цукор, хімічні розпушувачі, ароматизатор, меланж, вершкове масло, вода, а як безглютенове борошно обрано кукурудзяне. Запропоноване виключення пшеничного борошна із заміною кукурудзяним дозволяє рекомендувати такі вироби хворим на глютеніа ентеропатію, тому що білки кукурудзяного борошна не провокують алергічну реакцію, як це виникає для виробів з глютеніа (білок, що наявний у пшеничному борошні).

Також існує спосіб повної заміни борошна пшеничного на БЗК - борошно із зародків кукурудзи, яке виробляють шляхом підсушування кукурудзяних зерен з наступним відділенням зародка від ендосперму. Зародок подрібнюють та використовують в поєднанні з традиційною сировиною, що дозволяє виробляти повноцінні функціональні продукти, збагачені білком та іншими біологічно активними речовинами. Зокрема борошно містить незамінні амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни. Крім того, у БЗК є високий вміст жиру (11 %), а це дозволяє частково замінювати тваринний жир (вершкове масло) у рецептурах кондитерських виробів на рослинний жир. Також для корегування смаку додають кокосову стружку [51].

Для безглютенових кондитерських виробів часто використовують гречане борошно, але автори [52] запропонували внесення борошна з насіння амаранта, що дозволяє збагатити розроблений виріб комплексом нутрієнтів: білком, ліпідами, мінеральними речовинами. Вживати подібний виріб можуть всі групи населення, та основна категорія – це хворі на целиакію. Амарантове борошно розглядають як сировину з повноцінним та легкозасвоюваним білком, кількість метіоніну, триптофану, лізину, аргініну, у ньому вища, ніж у більшості зернових чи бобових культур. Жири борошна насіння амаранту містять ненасичені жирні кислоти та токоферолі, що забезпечують антиоксидантну захисну дію.

У зв'язку зі специфічними властивостями безглютенового гречаного та амарантового борошна, рекомендовано використовувати додатково крохмаль або камеді рослинного походження, що дозволить забезпечити високу якість кондитерських виробів. Автори [52] обрали картопляний крохмаль як додаткову сировину, тому що він утворює клейстери невисокої в'язкості, внаслідок чого можна отримати борошняні кондитерські вироби з ніжною текстурою. Оптимальним співвідношенням гречаного і амарантового борошна визначено 3:1, а додаванням до рецептури безглютенових мафінів ксантанової камеді та соняшникового лецитину забезпечує оздоровчі та профілактичні властивості безглютенових кондитерських виробів.

Прикладом безглютенового бісквітного печива є розробка [53]. Завдання розробки рецептури вирішується використанням додаткових інгредієнтів, а також параметрів технологічного процесу, що гарантує поліпшення органолептичних характеристик продукту. Особливістю нових виробів є те, що вони мають тривалий термін зберігання, адже їх вологість не висока. Вони або можуть безпосередньо використовуватися у харчуванні, або входить до складу більш складних за рецептурою багатокомпонентних кондитерських виробів. Основою рецептури є цільна або подрібнена кукурудзяна крупа, рисове борошно, а пластівці чи борошно гречки, вівса, перловки обирають для додаткового надходження вітамінів групи В і харчових волокон. Підсолоджувачами рекомендовано обрати мед, кленовий сироп. Можливим є застосування цукрозамінників: синтетичних, таких як ізомальт, ксиліт чи лактитол, природних, таких як стевіозид. Синтетичні цукрозамінники поліпшують структурно-механічні властивості безглютенових борошняних кондитерських виробів, які відрізняються пухкою текстурою. Найкращими для цього є лактитол та сорбіт, дещо гірший – ізомальт.

При реалізації способу [53] приготування бісквітного печива з подовженим часом зберігання здійснюють спочатку підготовку рецептурних компонентів, далі йде приготування тіста при замішуванні зернової основи та

солодких компонентів і структуроутворювачів, однорідну консистенцію отримують при ретельному перемішуванні всіх рецептурних компонентів. Наступними стадіями є формування, випікання та охолодження безглютенових виробів. Зерновою аглютеновою основою є подрібнена кукурудзяна крупа, або суміш її та пластівців вівсяних (гречаних), також може бути суміш пластівців перлових і борошна рисового, або суміш пластівців вівсяних та кукурудзяної крупи чи інші комбінації. Солодкість забезпечують використанням цукру або лактитолу, (ксиліту, сорбіту, суміші ізомальта й меду, суміші ізомальту зі стевіозидом, кленового сиропу. Додатковим структуроутворювачем, окрім меланжу, може бути крохмаль [53].

В розробці [54] при виробництві безглютенових виробів спеціального призначення рекомендують використовувати нетрадиційну нову сировину – олію кокосову та борошно кокосове. Жирну кокосову олію виробляють з копри, тобто ендосперму горіхів кокосової пальми, яка представляє собою безбарвну або світло-жовту прозору рідину. Олія має привабливі органолептичні властивості – легкий специфічний кокосовий аромат та ніжний смак. Таку олію зачасти отримують гарячим пресуванням, яке забезпечує високий вихід продукту та руйнування мінеральних речовин. Можливим є застосування холодного пресування, перевагою якого є максимальне збереження цінних нутрієнтів та корисних властивостей. Недоліком методу є невисокий вихід олії, приблизно на рівні 10 % від маси сировини, тому його реалізують не часто. Специфічний жирокислотний склад кокосової олії, який представлений середньоланцюговими жирними кислотами, забезпечує швидке біологічне окиснення та засвоєння в організмі людини.

Кокосове борошно є джерелом рослинного білка, у ньому вдале співвідношенням макронутрієнтів з високим вмістом білків та жирів і незначною кількістю вуглеводів. Глютен у такому борошні відсутній, тому воно дозволено для харчування людям, хворим на целіакію. При його

споживанні прискорюється обмін речовин, виводяться токсини, холестерин, нормалізується рівень глюкози та стан серцево-судинної системи [54].

Цінною безглютеновою сировиною є зелена гречка, борошно з якої має високу водо- та жирозв'язуючу здатності. Хорошим доповненням до борошняних виробів буде насіння кунжуту. Відомо, що додавання безклейковинної сировини на заміну пшеничного борошна створює низку технологічних проблем у виробництві хлібобулочних виробів. Стає необхідним введення допоміжних різноманітних складових: нативних крохмалів, різних видів білків, гідролоїдів, ферментних препаратів для отримання продукції з необхідними показниками та харчовою цінністю. Застосування зеленої гречки та кунжуту позитивно впливає на якість виробів, які можна вживати хворим з непереносимістю глютену [55].

## Висновки до розділу 1

У світі немає більшого ринку, ніж ринок харчових продуктів. Постійними споживачами цього ринку є понад 7 млрд. людей. Головною тенденцією серед учасників продовольчого ринку є зростаючий попит на товари для здорового харчування, продаж яких за 2022 р. підвищився більш ніж у 2 рази. Категорія оздоровчих та функціональних продуктів – це нове покоління товарів з додатковою користю для організму – у них підвищено концентрацію корисних речовин. Такі продукти стали відповіддю на актуальний запит споживача – бажання дбати про себе без використання таблеток.

При проектуванні рецептур оздоровчих харчових продуктів необхідний системний підхід до їх створення, який враховує не тільки потреби організму людини в основних поживних речовинах, енергії, вітамінах і мінералах, але й можливість хімічної взаємодії складових частин створюваного продукту. Моделювання складу багатокomпонентних оздоровчих харчових продуктів полягає у раціональному підборі інгредієнтів рецептури продукту за критеріями харчової та біологічної цінності.

Останнім часом виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі через зростання кількості алергійних захворювань, викликаних непереносимістю певних харчових сполук, зокрема глютену. Основну частку безглютенової продукції в Україні становить продукція закордонного виробництва, тому питання використання альтернативних видів рослинної сировини для заміни традиційного борошна, що містить глютен, набуває неабиякого значення та потребує глибоких теоретичних та експериментальних досліджень

Базовою основою для виготовлення безглютенових кондитерських виробів може стати рисове борошно, тому проведено порівняння складу пшеничного та рисового борошна. При проведенні порівняння вмісту вітамінів встановлено, що рисове борошно перевершує пшеничне за кількістю вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, Н та РР, що свідчить про його більш високу

біологічну цінність, тобто наявність есенціальних нутрієнтів. Мінеральний склад рисового борошна значно кращий, ніж пшеничного, у ньому знаходиться у 1,6 рази більше натрію, в 1,8 – заліза, в 1,9 – фосфору, в 2,4 – кальцію, в 2,9 – калію та в 8,6 – магнію. Коефіцієнт утилітарності білку для рисового борошна є більшим на 20,6%, а коефіцієнт надлишковості – аменшим на 19,2%. Це підтверджує значно кращу збалансованість амінокислотного складу рисового борошна. Таким чином, його застосування у технології безглютенових кексів є доцільним та обґрунтованим.

Для підвищення біологічної цінності безглютенових кексів обрано збагачувачі, які характеризуються цінним біохімічним складом та належать до безглютенових видів сировини: напівзнежирене борошно насіння льону, порошок глоду та кунжут.

Запропонована заміна частини рисового борошна на лляне, а також додавання порошку плодів глоду та насіння кунжуту дозволить збагатити безглютенові кекси харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, кальцієм та комплексом мікронутрієнтів. При їх споживанні буде забезпечена позитивна дія на стан серцево-судинної, нервової систем, шлунково-кишкового тракту, а також профілактика гіпертонії, інфаркту, інсульту, онкологічних захворювань та передчасного старіння.

## **РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Об'єкти досліджень**

Об'єкт дослідження кваліфікаційної роботи – це спосіб виробництва безглютенових кексів на основі рисового борошна з додаванням напівзнежиреного борошна насіння льону, кунжуту та порошку з плодів глоду.

### **2.2. Предмети досліджень**

Предметом розробки є технологічні властивості різних видів безглютенового борошна, насіння льону та кунжуту, плодів глоду, а також кексів для людей, хворих на целиацію.

Основна сировина має відповідати вимогам стандартів:

Борошно рисове	ТУ15.6-00952737-006-2002)
Цукор білий	ДСТУ 4623:2006
Маргарин	ДСТУ 4465:2005
Меланж	ДСТУ 8719:2017
Вуглеамонійна сіль	ГОСТ 9325-79
Сіль кухонна харчова	ДСТУ 3583:2015

Додаткова сировина має відповідати вимогам стандартів:

Насіння льону олійного	ДСТУ 4967:2008
Порошок плодів глоду	ТУ У: 10.8-3259306996-001:2017
Ядро кунжуту смажене	ДСТУ 4665:2006.

### **2.3. Методи досліджень, що використовувалися у кваліфікаційній роботі**

Дослідження якості безглютенових кексів проводилися наступними методами:

ДСТУ 4619:2006 Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб.

Вимірювання пористості готових виробів                   ГОСТ 5669-96.

Намокання виробів	ДСТУ 3781–98.
Кислотність	ДСТУ 5024:2008.
Упік	ДСТУ 4910:2008.

### **Визначення органолептичних показників сировини та продукції [56]**

Оцінювання органолептичних показників якості виконують поступово у такому порядку: спочатку – зовнішній вигляд, далі колір, консистенцію, запах й смак.

При дослідженні органолептичних показників частину об'єднаної проби продукції оглядають при розсіяному яскравому денному чи люмінесцентному освітленні та встановлюють зовнішній вигляд, форму частинок і колір. При оцінюванні кольору різної висушеної продукції враховують інтенсивність його й відповідність до кольору вихідної сировини. Для визначення консистенції відзначають еластичність, твердість, ламкість, сипучість. При виявленні запаху і смаку аналізують їх чистоту, інтенсивність, наявність чи відсутність сторонніх запахів і присмаків.

### **Метод визначення коефіцієнту водопоглинання сировини**

Наважку масою 2,5 г поміщають до хімічного стакану ємкістю 100 мл, заливають 50 мл дистильованої води температурою 20 °С. Наважка набухає протягом 1 години.

50 мл дистильованої води, яка має таку ж температуру проціджують через лійку паперового фільтру, через 30 хв лійку з вологим фільтром зважують. Через запланований проміжок часу (20, 40 та 60 хв) вміст стакану фільтрують, лишають на 30 хв для стікання води, потім лійку з набубнявілою наважкою зважують. По різниці ваги між лійкою з фільтром і наважкою визначають масу набубнявілої наважки [57].

Коефіцієнт водопоглинання ( $X$ , %) розраховують як відношення маси сухої наважки до маси набубнявілої наважки через 1 годину.

$$X = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100,$$

де  $m_0$  – маса сухої наважки, г;  $m_1$  – маса наважки з поглиненою вологою, г.

### **Визначення вологоутримуючої здатності борошна**

Вологоутримуюча здатність борошна визначається за кількістю води, яку воно може зв'язати і утримати при центрифугуванні [58].

Необхідно зважити дві конусоподібні пробірки. У кожену внести по 1 г досліджуваного зразку борошна. Мірним циліндром відібрати 10 мл води і внести її поступово до першої пробірки, залишаючи у циліндрі близько 1/3 об'єму. Розмішати вміст пробірки скляною паличкою 30 сек. Потім долити воду, що залишилася, добре перемішати борошно з водою протягом 1 хв. Так само підготувати другу паралельну пробу.

Вміст пробірок довести до потрібної температури та залишити на 30 хв з метою поглинання води. Потім обидві пробірки помістити в центрифугу вузьким кінцем до центру навпроти одна одної. Провести центрифугування протягом 5 хв. Після зупинки центрифуги з пробірок злити незв'язану воду. Зважити пробірки.

Вологоутримуючу здатність борошна обчислюють за формулою:

$$W = \frac{F - (G + c)}{c} \cdot 100,$$

де  $W$  - вологоутримуюча здатність, %;  $c$  - наважка порошку, г;  $F$  - маса пробірки з гідратованим борошном після зливу води, г;  $G$  - маса пробірки, г.

З паралельних проб визначають середню величину.

### **Визначення загального вмісту фенольних речовин**

Витрати сировини складають 1 см<sup>3</sup> на один аналіз.

На технічних терезах відмірюють 10 г сировини, розтирають протягом 10 хвилин у порцеляновій ступці, при розтиранні вливають 10 см<sup>3</sup> дистильованої води. Перетерту наважку переносять у мірну колбу обсягом 100 см<sup>3</sup>, доводять вміст дистильованою водою до мітки, повністю

перемішують, потім фільтрують через складчастий паперовий фільтр. Відбирають для аналізу 1 см<sup>3</sup> фільтрату, переливають до мірної колби на 100 см<sup>3</sup> і вносять потрібні реактиви.

Вміст фенольних сполук визначають за градуовальним графіком. Для побудови градуовального графіку відмірюють стандартний розчин енотаніну по 1, 2, 5, 10, 20 см<sup>3</sup> у мірні колби по 100 см<sup>3</sup>, що відповідає 0,3; 0,6; 1,5; 3,0; 6,0; мг/дм<sup>3</sup> таніну. Додають до кожної з колб по 1 см<sup>3</sup> реактиву Фоліна-Чокальтеу, по 10 см<sup>3</sup> 20 % розчину соди, потім вміст колб доводять до міток, перемішують. Після 30 хвилин витримування вимірюють оптичну густину розчинів. Використовуючи отримані результати, будують градуовальну криву, відкладають на осі абсцис вміст таніну в зразках, на осі ординат – виміряне значення оптичної густини [59].

### **Визначення харчової і біологічної цінності продукту [60]**

Розрахунок вмісту нутрієнтів у 100 г багатокомпонентного продукту проводять з формулою матеріального балансу.

$$S_k^\Sigma = \frac{\sum_{i=1}^n X_i S_i}{\sum_{i=1}^n X_i},$$

де  $S_k^\Sigma$ , % – сумарний вміст k-показника харчової цінності у заданому продукті;  $X_i$  – масова частка і-го складника рецептури, %,  $S_i$  – вміст k-го показника харчової цінності в і-му складнику, %, n – кількість складників рецептури.

Інтегральний скор  $IC$  (%) харчових речовин розраховують як ступінь забезпечення добових потреб заданої категорії населення у певному нутрієнті за рахунок споживання 100 г харчового продукту:

$$IC = \frac{S_k^\Sigma}{ДП} \cdot 100$$

де  $S_k^\Sigma$  – показник харчової цінності,  $ДП$  – добова потреба категорії споживачів у даному нутрієнті.

### Розрахунок біологічної цінності білку продукту [61]

Розрахунок повноцінної частини НАК ( $\sum \text{НАК}^{\text{повн}}$ )

$$\sum \text{НАК}^{\text{повн}} = AC_{\min} \sum_{j=1}^8 A_{ej}$$

де  $AC_{\min}$  – скор першої лімітованої амінокислоти;  $\sum_{j=1}^8 A_{ej}$  – сумарна кількість всіх НАК ідеального білку, г/100 г.

Частина повноцінної кількості НАК продукту, г/100 г білку:

$$\sum \text{НАК}_{\text{прод}}^{\text{повн}} = \frac{A_k}{A_{ek}} \sum_{j=1}^8 A_{ej}$$

$A_k$  – вміст першої лімітованої НАК у білку продукту, г/100 г білку;

$A_{ek}$  – вміст тієї ж НАК в еталонному білку, г/100 г білку.

Коефіцієнт утилітарності окремої j-тої НАК  $a_j$ , (частка од.)

$$a_j = \frac{AC_{\min}}{AC_j}$$

$AC_j$  – скор j-тої НАК, частка од;  $AC_{\min}$  – мінімальний із скорів НАК білку продукту по відношенню до ідеального білку.

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу продукту

$$U = AC_{\min} \frac{\sum_{j=1}^8 A_{ej}}{\sum_{j=1}^8 A_j},$$

де  $\sum_{j=1}^8 A_{ej}$  – сумарна кількість восьми НАК ідеального білку, г/100 г

білку;  $\sum_{j=1}^8 A_j$  – сумарний вміст НАК білку продукту, г/100 г білку.

Масову частку взаємозбалансованих НАК продукту, г/100 г

$$\Sigma \text{НАК}^{\text{зб}} = U \Sigma A_j$$

Коефіцієнт надлишковості НАК,  $\sigma_{\text{над}}$

$$\sigma_{\text{над}} = \frac{\sum_{j=1}^8 (A_j - AC_{\min} A_{ej})}{AC_{\min}}$$

Здійснивши аналітичні розрахунки, можна оцінити біологічну цінність білку харчового продукту

### Визначення похибок вимірювання

Абсолютна похибка:

$$\Delta x = x_i - \text{ХД.}$$

де  $x_i$  – результат вимірювання; ХД – умовно дійсне значення величини.

Відношення її значення до вимірюваного значення називають відносною похибкою, %:

$$\delta = \Delta x \cdot 100 / \text{ХД.}$$

Середнє арифметичне значення результатів:

$$X_{\text{cp}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1} + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i.$$

Саме середнє арифметичне результату вимірювання вважають найкращою статистичною оцінкою дійсного значення параметру [62].

## 2.4. Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень



Рис. 2.1. Блок-схема виконання теоретичних і експериментальних досліджень

### **РОЗДІЛ 3. КОНСТРУЮВАННЯ ТА СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ ПОКРАЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ НАУКОВИХ ПРИНЦИПІВ ЗБАГАЧЕННЯ**

#### **3.1. Розроблення технологій отримання джерел функціональних інгредієнтів при виробництві безглютенових кексів**

##### **3.1.1. Спосіб отримання напівзнежиреного борошна з насіння льону**

Ляне борошно можна отримувати шляхом розмелювання лляного насіння, а також харчової лляної макухи або шроту. Залежно від джерела отримання лляне борошно поділяють на незнежирене (з насіння), напівзнежирене (з макухи) та знежирене (зі шроту). З цих же джерел після глибокого фракціонування можна отримувати білкові продукти – компоненти для підвищення біологічної цінності харчових продуктів [45].

Переробка насіння льону на лляне борошно – це послідовність ряду технологічних стадій. Поетапне видалення олії з насіння льону сприяє підвищенню вмісту білку в кінцевому продукті.

Технологічний цикл в цьому випадку можна представити таким чином: подрібнення природного насіння льону → видалення олії методом «холодного» пресування → подрібнення лляної макухи → видалення залишкової олії методом екстрагування → подрібнення лляного шроту (рис. 3.1). При цьому для цілей харчового виробництва необхідне проведення промивання та термообробки насіння льону. Промивання ускладнюється наявністю добре розчинного у воді слизу та значної кількості водорозчинних білків.

Структурні особливості лляного насіння обумовлюють своєрідність технологічного процесу перероблення його до кінцевого продукту. Насіння льону належить до дрібнонасіньових, у яких оболонки щільно прилягають до ядра, тому у технологічний процес можна не вводити стадії фракціонування та обрушення.

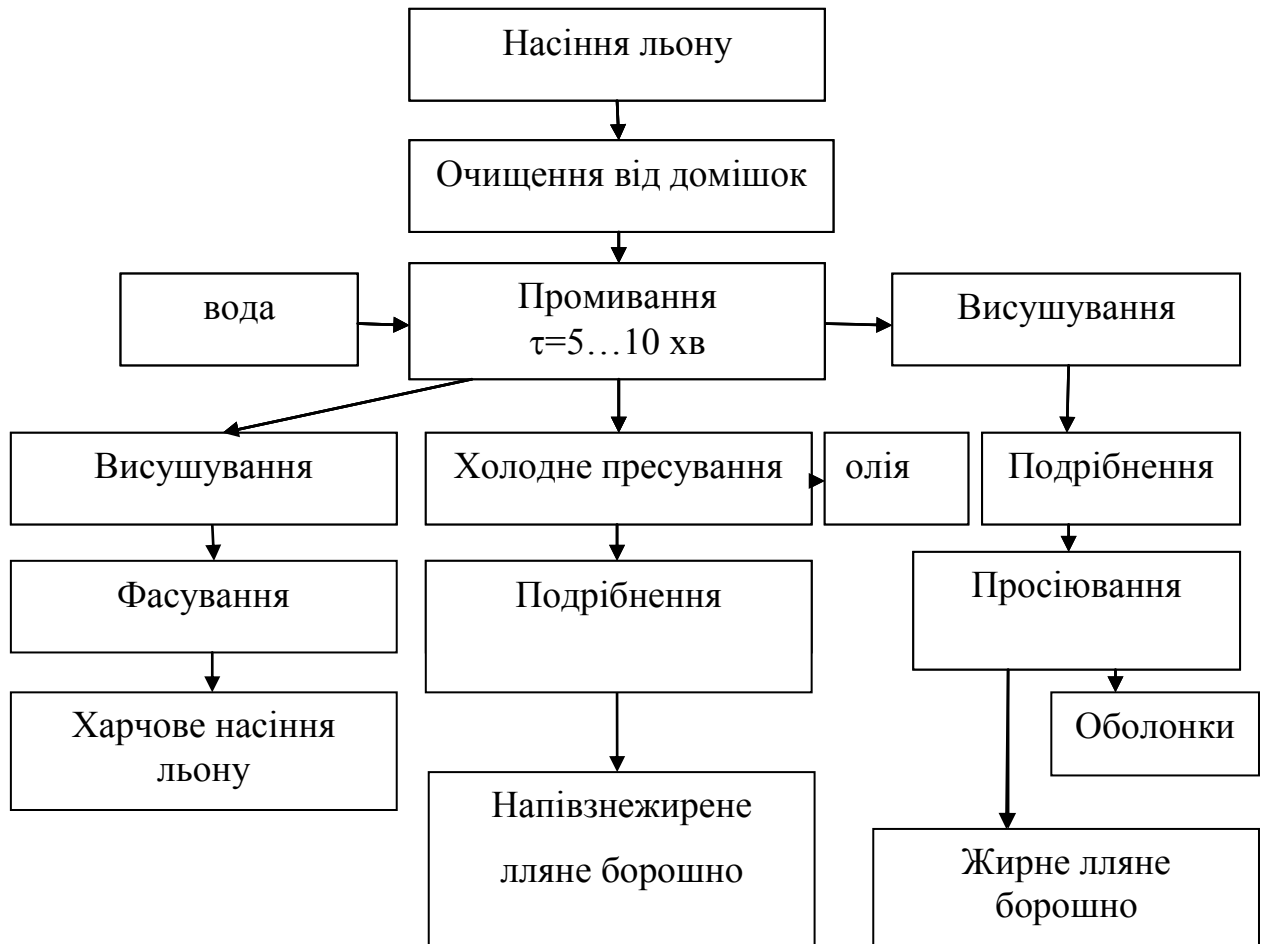


Рис. 3.1. Принципова технологічна схема комплексної переробки насіння льону з отриманням напівзнежиреного лляного борошна

Оболонка насіння льону містить значну кількість цінних харчових компонентів. На відміну від інших видів насіння олійних культур в оболонці насіння льону міститься незначна кількість целюлози (не більше 18% в перерахунку на суху речовину) і до 62% інших вуглеводів, в першу чергу слизу, що представляють собою легко диспергуючі у воді вуглеводи, а також жири, протеїни, мінеральні речовини. Збереження всього комплексу харчових речовин насіння льону у кінцевому продукті підвищує його харчову та біологічну цінність.

Насіння проходить потрійне очищення: спочатку від металоманітних домішок у металоманітному сепараторі; потім від органічних домішок у

повітряно-ситовому сепараторі; вилучення мінеральних домішок у вібропневматичному каменевідбірнику.

У такому способі отримання харчового борошна з насіння льону для зростання чистоти сировини вводять попереднє промивання сировини. Для запобігання втрат білка, насіння слід промивати не більше 5...10 хв. При цьому виділення слизу на поверхні насіння буде незначним, що не ускладнить подальшу переробку та запобігає склеюванню насінин внаслідок набрякання слизу.

Вологе насіння льону піддають термообробці. Ця технологічна операція спрямована на обмеження активності ферментів насіння, перш за все окисної дії, та сприяє підвищенню стабільності властивостей насіння. Термообробку проводять конвективним способом при температурі не більше 70°C.

Насіння льону після промивання і термообробки подрібнюють і одержують жирне лляне борошно та лігнанвмісну фракцію (насінневі оболонки).

При отриманні напівзнежиреного борошна з лляного насіння здійснюють віджимання олії шляхом пресування на шнекових пресах. Така олія використовується для харчових потреб. За умов застосування такого методу «холодного» пресування олії сировина не потребує окремої попередньої підготовки, як-то нагрівання, пропарювання, прожарювання. Отримана знежирена сировина зберігає у природному стані свій білковий комплекс.

Лляну макуху після цього подрібнюють, вона стає сировиною для отримання знежиреного харчового лляного борошна. З метою збільшення вмісту білка з лляної макухи видаляють залишкову олію екстракційним способом. Шрот подрібнюють для отримання знежиреного лляного борошна й на ситі з діаметром отворів 0,5 мм відокремлюють насінневі оболонки.

### 3.1.2. Спосіб отримання порошку плодів глоду

Рослинна натуральна сировина має короткий термін зберігання. Причиною її нестійкості при зберіганні є значний вміст вологи, що прискорює бактеріальне, ферментативне й хімічне псування. Висушування є найкращим способом консервування такої сировини. У сушених продуктах сповільнюються мікробіологічні процеси, але кількісний вміст більшості біологічно цінних речовин залишається близьким до початкового. Тому доцільно залучати теплові процеси висушування рослинних джерел функціональних інгредієнтів з так званими сушильними агентами, наприклад звичайним нагрітим повітрям [63].

Особливості способів та режимів висушування сушіння визначаються як станом об'єкту, так і параметрами сушильного агента, зокрема повітря. Багато науковців, що вивчали сушіння овочів та зелених рослин, обирали температуру сушіння порядку 70...75 °C [64].

Рослинні порошки у порівнянні зі свіжими продуктами мають ряд переваг: вони стабільні при зберіганні протягом значного періоду за умови дотримання вологості; зручні у зберіганні та використанні на виробництві або у транспортуванні; їх об'єм є невеликим, а при правильному приготуванні вони на достатньому рівні зберігають біологічно активні речовини.

Відомо, що значна кількість рослинних порошоків проявляють антиоксидантні властивості, тому їх додавання може позитивно відобразитися на термінах придатності збагачених продуктів. Завдяки високій нутрієнтній насиченості вони здатні відчутно впливати на харчову цінність продуктів, забезпечувати нові та оригінальні органолептичні властивості, формувати структурно-механічні показники готових виробів.

У більшості випадків сировину миють, очищують, інспектують, бланшують та подрібнюють і видаляють вологу.

Принципова технологічна схема отримання порошку з плодів глоду наведена на рис. 3.2.

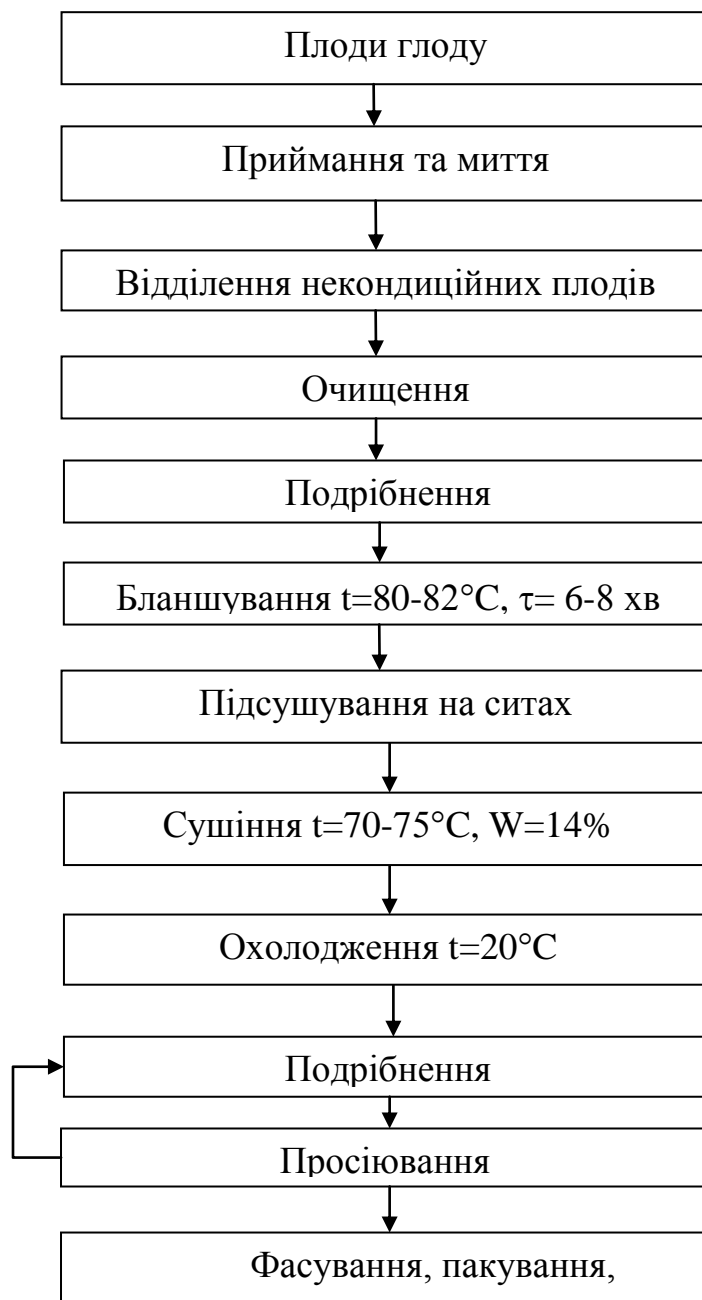


Рис. 3.2. Принципова технологічна схема виробництва порошку з плодів глону

Готовий порошок може зберігатися 1 рік у вологонепроникному пакуванні при відносній вологості повітря до 60%.

### 3.2. Визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості збагачувачів

Для отримання безглютенових кексів із високими споживчими якостями необхідно впевнитися, що обрані збагачувачі не будуть погіршувати їх органолептичні властивості. Важливо, щоб у порошкоподібних заміників борошна був дрібний однорідний помел, були відсутні сторонні і різкі запахи та смак.

Оцінювання органолептичних властивостей напівзнежиреного борошна з насіння льону та порошку глоду здійснювали описовим методом. Отримані результати наведені у табл. 3.1 та 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 – Органолептичні властивості напівзнежиреного насіння льону сорту Еврика

Властивість	Описова характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна сипка маса з дрібним помелом
Колір	Світло-коричневий
Консистенція	Наявна незначна комкуватість, яка зникає при натисканні
Запах	Слабкий, притаманний лляній олії з горіховими нотами
Смак	Виражений, маслянистий, солодкуватий, приємний, з горіховим присмаком

Таблиця 3.2 – Органолептичні властивості порошку глоду

Властивість	Описова характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна сипка маса з дрібним помелом
Колір	Темно-червоний
Консистенція	Однорідна
Запах	Слабкий, специфічний, притаманний плодам глоду
Смак	Виражений, солодкуватий, терпкий

Такі характеристики порошкоподібних збагачувачів цілком підходять для їх комбінування з рисовим борошном при створенні безглютенових кексів.

Головними показниками якості безглютенового борошна є його вологість та кислотність. Важливо було визначити ці показники та порівняти між собою для прогнозування перебігу технологічних процесів та якості продукції.

Відомо, що підвищена вологість борошна може викликати активізацію його мікрофлори, активацію власних ферментів борошна. Внаслідок цього запускаються процеси окиснення та гідролізного розкладання жирів та білків [65].

Результати визначення вологості рисового борошна, а також напівзнежиреного лляного борошна і порошку глуду відображено на рис. 3.3. Відомо, що вологість пшеничного борошна має бути не більше 14%. Всі отримані результати є меншими за це значення, тому можна зробити висновок, що їх вологість пригнічує зростання мікроорганізмів, деактивує ферменти, що позитивно вплине на зберігання сировини та проходження технологічних процесів.

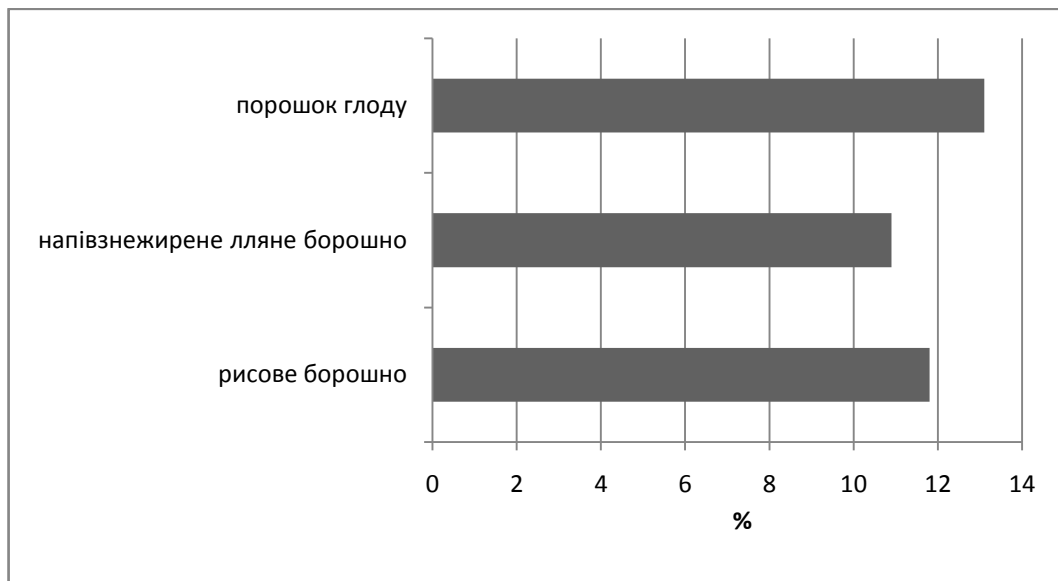


Рис. 3.3. Вологість порошку глуду, рисового та лляного напівзнежиреного борошна, %

Кислотність сировини впливає на кислотність готових виробів та терміни їх придатності, тому цей показник був також експериментально визначений ( рис. 3.4). Для порівняння аналізували кислотність пшеничного борошна.

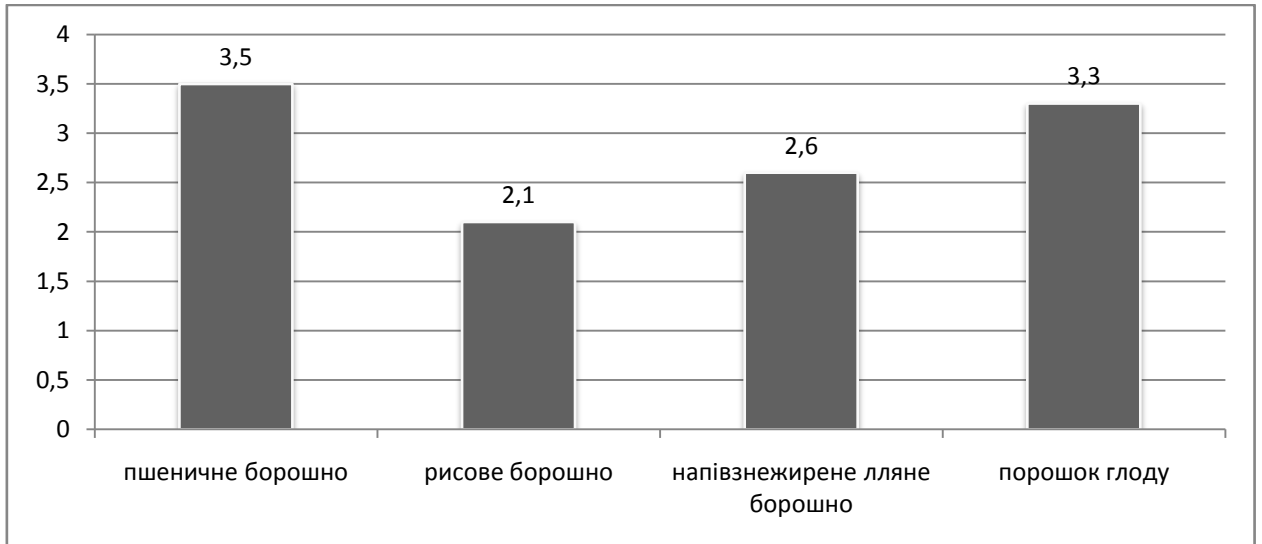


Рис. 3.4. Кислотність сировини, град

Вироби з борошна, у якого підвищена кислотність, часто мають невисокий питомий об'єм. У даному випадку показник кислотності досліджених зразків менший, ніж в пшеничному борошні. Це позитивно вплине на органолептичні показники та терміни зберігання безглютенових кексів.

Відомо [65], що за низької вологості сировини збільшується її водопоглинальна здатність. Тому важливо дослідити функціонально-технологічні властивості обраних видів сировини, такі як водопоглинальна, водоутримуюча, жирутримуюча здатності.

Показник водопоглинальної здатності залежить від кількісного вмісту полімерів здатних до набухання – білків, крохмалю, харчових волокон, а також їх специфічних властивостей до взаємодії з водою чи жиром. Водопоглинальну здатність характеризує коефіцієнт набухання, який був визначений для всіх видів дослідженої сировини, включаючи насіння кунжуту. Результати представлені на рис. 3.5.

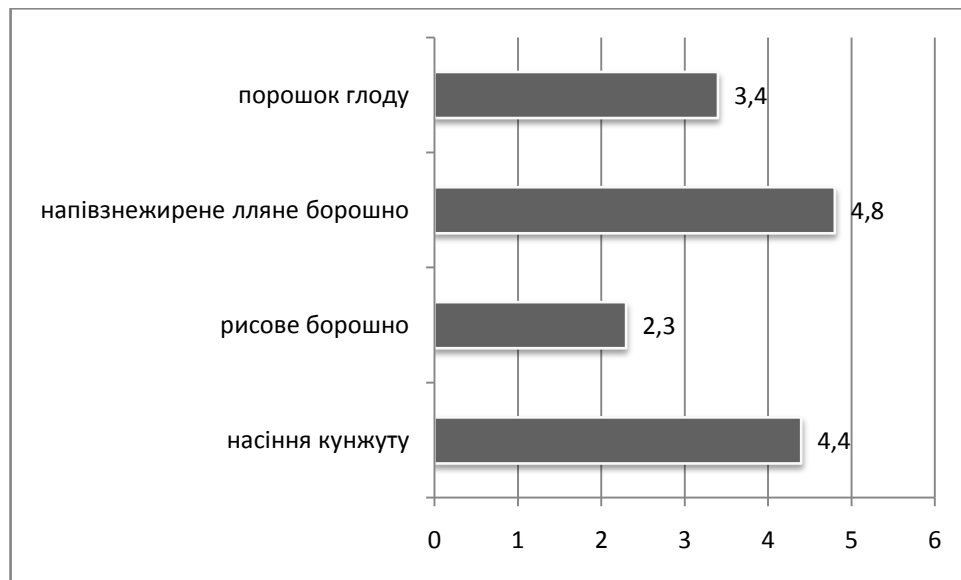


Рис. 3.5. Коефіцієнт набухання різних видів сировини

Важливо, що для лляного борошна, порошку глоду та насіння кунжуту коефіцієнт набухання вищий, ніж для рисового борошна. Отже, їх додавання до рецептури буде сприяти потрібній вологості і уповільненню черствіння.

Функціонально-технологічні властивості збагачувачів будуть впливати на вихід готового продукту, його консистенцію та здатність утримувати вологу в процесі зберігання. Результати експериментального дослідження цих показників можна побачити у табл. 3.3 та на рис. 3.6.

Таблиця 3.3 – Функціонально-технологічні властивості збагачувачів

Вид сировини	Вологоутримуюча здатність, %	Жироутримуюча здатність, %
Рисове борошно	144±0,5	81±0,3
Лляне борошно	322±1,2	155±0,6
Насіння кунжуту	231,4±0,9	122±1,2
Порошок глоду	306,2±0,7	96±0,9

Найвищі значення вологоутримуючої та жирутримуючої здатностей характерні для борошна з насіння льону, отже, часткова заміна рисового

борошна на напівзнежирене борошно насіння льону позитивно вплине на якість безглютенових кексів, які будуть мати ніжну однорідну текстуру.

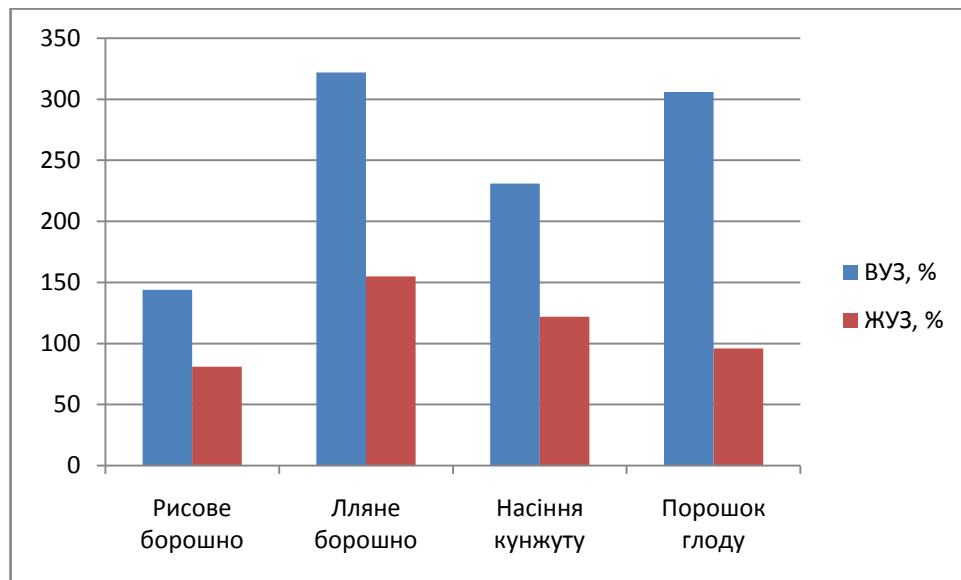


Рис. 3.6. Порівняння функціонально-технологічних властивостей збагачувачів

### 3.3. Обґрунтування рецептури безглютенових кексів з підвищеною біологічною цінністю

#### 3.3.1. Підбір рецептурних інгредієнтів та дослідження їх впливу на якісні характеристики кексів

При створенні рецептури безглютенового кексу з оздоровчими властивостями за основу обрано розробку кексу безглютенового, до рецептури якого входять борошно рисове, цукор, маргарин, меланж, вуглеамонійна сіль, есенція [66]. Автори пропонували таке співвідношення компонентів, %:

Борошно рисове	90...160
Цукор	80...150
Маргарин	70...160
Меланж	5...50

Вуглеамонійна сіль	0,04...0,8
Есенція	0,01...0,09

Недоліками зазначеного складу низька харчова та біологічна цінність виробів. Ми поставили завдання створення функціонального кондитерського виробу, збагаченого білком, харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, кальцієм та комплексом мікронутрієнтів. Для цього передбачається заміна частини борошна рисового на лляне напівзнежирене, а також додавання порошку плодів глоду та насіння кунжуту у наступному можливому співвідношенні сировинних інгредієнтів, %:

Борошно рисове	84...154
Борошно лляне	4...6
Цукор	80...150
Маргарин	70...160
Меланж	5...50
Вуглеамонійна сіль	0,04...0,8
Есенція	0,01...0,09
Порошок плодів глоду	2...5
Насіння кунжуту	1...8

Це дозволяє збагатити виріб білком, харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, кальцієм та комплексом мікронутрієнтів та виробляти функціональні кондитерські безглютенові вироби.

Відомо, що збільшення кількості рисового борошна у рецептурах призводить до зниження питомого об'єму готових кексів та утворення щільного м'якуша з низькою пористістю. Тому були запропоновані три рецептури, які відрізнялися масовими частками внесення лляного борошна, порошку плодів глоду та кунжуту (табл. 3.4). Для них провели пробні випічки та зробили органолептичну оцінку виробів за 5-бальною шкалою. Отримані результати порівняли за показником загальної оцінки (табл. 3.5).

Таблиця 3.4 – Варіанти модельних рецептур безглютенових кексів

Сировина	Витрати, %		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Борошно рисове	30,0	28,0	26,0
Борошно лляне	4,0	6,0	8,0
Цукор	24,0	24,0	24,0
Маргарин	17,8	17,8	17,8
Меланж	13,6	13,6	13,6
Вуглеамонійна сіль	0,58	0,58	0,58
Есенція	0,02	0,02	0,02
Порошок глоду	5,0	4,0	2,0
Насіння кунжуту	5,0	6,0	8,0

Таблиця 3.5 – Органолептична бальна оцінка безглютенових кексів

Показники	Коефіцієнт вагомості	Рецептура		
		1	2	3
Зовнішній вигляд	0,20	4,8	5,0	5,0
Колір	0,15	4,9	4,9	4,9
Смак	0,25	4,7	4,7	4,8
Запах	0,15	5,0	4,9	5,0
Консистенція	0,25	4,7	4,7	4,9
Загальна оцінка	1,0	24,1	24,2	24,6

Найкращі результати отримані при використанні рецептури 3, в якій передбачено внесення 8% лляного напівзнежиреного борошна, 8% насіння кунжуту та 2% порошку плодів глоду.

### 3.3.2. Вплив масової частки внесення збагачувачів на показники харчової та біологічної цінності модельних зразків кондитерських виробів

При виробництві виробів оздоровчого призначення важливо оцінювати не лише органолептичні показники продукції, а й харчову та біологічну цінність виробів. Тому для рецептур 1-3, представлених у табл. 3.4, були проведені відповідні розрахунки з використанням формул матеріального балансу, а також інтегрального скору.

У табл. 3.6-3.8 представлена інформація про вміст нутрієнтів у сировині та збагачених безглютенових кексах, які виготовлені за модельними рецептурами 1, 2 та 3.

Таблиця 3.6 – Вміст макронутрієнтів у сировині та безглютенових кексах

Сировина	Вміст макронутрієнтів, г			
	Білки	Жири	Вуглеводи	Харчові волокна
Борошно рисове	12,3	1,9	70,3	6,7
Меланж	12,7	11,5	0,7	0,0
Маргарин	0,8	82	1,3	0,0
Цукор	0,0	0,0	99,75	0,0
Вуглеамонійна сіль	0,0	0,0	0,0	0,0
Борошно лляне	34,5	11,1	24,2	25,1
Порошок глуду	2,3	2,1	83,1	31,5
Насіння кунжуту	19,4	26,7	12,2	2,6
Харчова цінність				
Вміст у кексах 1	8,02	18,61	51,09	4,72
Вміст у кексах 2	8,64	19,04	49,46	4,80
Вміст у кексах 3	9,48	19,37	47,57	4,63
Інтегральний скор 1, %	13,16	23,86	17,03	18,88
Інтегральний скор 2, %	14,16	24,42	16,49	19,19
Інтегральний скор 3, %	15,54	24,83	15,86	18,52

Результати розрахунків показують, що вироби, виготовлені за модельними рецептурами, будуть мати високу харчову цінність. Рівень забезпечення добових потреб при вживанні 100 г кексів для всіх макронутрієнтів перевищує 10%, такі вироби можна віднести до функціональних. Найкращою за вмістом білку можна вважати рецептуру 3.

Таблиця 3.7 – Вміст вітамінів у сировині та безглютенових кексах

Сировина	Вміст вітамінів, мг				
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>9</sub>	PP	E
Борошно рисове	0,26	0,39	0,48	0,9	2,9
Меланж	0,12	0,27	0,17	0,6	1,2
Маргарин	0,005	0,005	0,002	0,01	0,33
Цукор	0	0	0	0	0
Вуглеамонійна сіль	0	0	0	0	0
Борошне ляне	1,6	0,16	0,087	3,1	20,0
Порошок глуду	0,44	0,64	0,0122	1,5	11,02
Насіння кунжуту	1,26	0,36	0,096	11,1	2,3
Біологічна цінність					
Вміст у кексах 1	0,32	0,19	0,14	1,33	2,65
Вміст у кексах 2	0,31	0,19	0,13	1,29	2,77
Вміст у кексах 3	0,32	0,20	0,17	1,47	2,98
Інтегральний скор 1, %	20,07	15,88	38,36	9,88	18,43
Інтегральний скор 2, %	19,55	15,88	37,12	9,47	18,66
Інтегральний скор 3, %	20,07	16,44	42,34	15,44	19,86

Розрахунки показали, що для всіх трьох рецептур також вдається добитися такого біохімічного складу, коли інтегральний скор вітамінів перевищує 10%. Для всіх трьох рецептур кількісний вміст вітамінів відрізняється не значно, але все ж найкращі результати отримані для рецептури 3.

У табл. 3.8 представлені розрахунки, що були виконані для аналізу мінерального складу збагачених кексів.

Таблиця 3.8 – Вміст мінеральних речовин у сировині та безглютенових кексах

Сировина	Вміст мінеральних речовин, мг				
	Кальцій	Магній	Калій	Фосфор	Залізо
Борошно рисове	92	160	348	160	5,3
Меланж	60	20	190	250	3,3
Маргарин	20	10	20	6	0
Цукор	2	0	0	0	0
Вуглеамонійна сіль	368	22	0	2	0
Борошне лляне	255	392	813	642	5,8
Порошок глоду	99	395	2420	45	1,1
Насіння кунжуту	1474	540	898	720	16
Біологічна цінність					
Вміст у кексах 1	154,23	126,12	303,39	180,48	3,22
Вміст у кексах 2	161,23	127,88	305,12	183,19	3,76
Вміст у кексах 3	176,93	129,31	306,00	186,02	3,63
Інтегральний скор 1, %	12,33	24,13	9,05	11,77	20,41
Інтегральний скор 2, %	14,89	24,77	9,46	13,87	20,58
Інтегральний скор 3, %	17,69	25,86	10,20	15,50	21,33

Мінеральний склад кексів є найкращим при максимальних частках внесення лляного борошна та насіння кунжуту. Як і в попередніх випадках, рецептура 3 забезпечує найвищу біологічну цінність збагачених кексів. Таким чином, за сукупністю органолептичних показників зразків, харчовою і біологічною цінністю найкращою обрано рецептуру 3, яка передбачає внесення 8% знежиреного лляного борошна, 8% насіння кунжуту та 2% порошку плодів глоду.

Представимо розроблену рецептуру безглютенових кексів у вигляді витрат сировини на загрузку (табл. 3.9)

Таблиця 3.9 – Робоча рецептура безглютенових кексів, збагачених лляним борошном, порошком глоду та кунжутом

Назва сировини	Масова частка CP, %	Витрати, кг	
		у натурі	у сухих речовинах
Борошно рисове	88,5	100,00	88,5
Меланж	27,00	52,31	14,12
Маргарин	82,00	68,46	56,14
Цукор	99,85	32,50	33,44
Вуглеамонійна сіль	95,00	22,00	20,90
Борошне лляне	88,00	30,77	27,08
Порошок глоду	86,5	7,70	6,62
Насіння кунжуту	64,8	30,77	19,94

### **3.4. Обґрунтування та розроблення раціонального способу виробництва безглютенових кексів, збагачених напівзнежиреним борошном насіння льону, порошком глоду та кунжутом**

#### **3.4.1. Технологія кексів та її вдосконалення при додаванні збагачувачів**

При виробництві кексів використовують хімічний та механічний засіб розпушування. Маргарин або вершкове масло збивають з цукром, потім додають яйцепродукти. Яйцепродукти містять природні емульгуючі речовини, а інтенсивне збивання дозволяє отримати добре дисперговану систему. Наступне замішування при додаванні борошна дозволяє отримати тісто, яке добре розпушене, тому що в процесі збивання маса насичується

найдрібнішими бульбашками повітря, які окутані плівками з часток продукту, що збивають. У результаті готові вироби мають підвищений об'єм та дрібні пори.

При хімічному способі розпушування використовують гідрокарбонат натрію (соду питну) та/або вуглекислий амоній. У подальшому процесі випікання хімічні розпушувачі, які були внесені до тіста, під впливом високої температури розпадаються та вступають у взаємодію з виділенням газу, що розпушує тісто. Гідрокарбонат натрію розпадається у тісті в інтервалі температур від 60 до 80 °С з утворенням вуглекислого газу, вуглекислого натрію та води:



При цьому утворюється до 63 % вуглекислого натрію (до маси  $\text{NaHCO}_3$ ), який надає виробам лужну реакцію, вироби зафарбовуються у жовтуватий колір, а при надмірній кількості виникає специфічний присмак. Лужність тіста не повинна перевищувати 0,6 град, адже інакше руйнуються вітаміни.

Вуглекислий амоній розпадається у тісті з виділенням аміаку, вуглекислого газу та води:



Вуглекислий амоній при випіканні розпадається майже повністю, при цьому виділяється 82 % газоподібних речовин, які приймають участь у розпушуванні тіста (при розпаді соди питної не більш 50 %). Однак при надмірній кількості вуглекислого амонію у виробі значний час відчувається запах аміаку. Для поліпшення якості виробів частіше за все використовують суміші обох розпушувачів.

Одним з найважливіших процесів при виробництві борошняної кондитерської продукції є процес випікання тістових заготовок. Випікання – це складний фізико-хімічний процес прогрівання капілярно-пористого напівфабрикату – тіста. У пекарській шафі з температурою повітря 200...240 °С поверхневий шар тістового напівфабрикату починає інтенсивно

прогріватися і при цьому дуже швидко втрачає вологу. Приблизно через 1–2 хвилини з поверхневого шару тіста видаляється майже уся волога, тому температура його швидко підіймається до 100 °С. Надходження вологи з внутрішніх шарів затримується через термовологоперенос тіста і тому прогрівання поглиблюється, а температура тістового напівфабрикату між зневодненою шкоринкою та розташованими глибше шарами досягає майже 100 °С. Пари води, які утворилися під шкоринкою, частково надходять до пекарської шафи, а частково – у результаті термовологопереносу – до середини виробу, тобто до м'якуша. По мірі прогрівання напівфабрикату зона випаровування поглиблюється. Таким чином, температура м'якуша не перевищує 100 °С.

При випіканні значна роль належить тепловій денатурації білкового комплексу та клейстеризації крохмальних зерен. Крохмальні зерна вже при температурі 40 °С починають набрякати, а при досягненні температури 55 °С він клейстеризується, зв'язує вільну вологу тіста та вологу, яка виділяється денатуруючими білками. Для повної клейстеризації крохмалю води, яка міститься у тісті недостатньо, тому відбувається неповна клейстеризація, яка закінчується при температурі центральних шарів напівфабрикатів біля 95...97 °С.

Денатурація білкових речовин приводить до денатурації білків клейковини, та основна частина води, яка зв'язана білками тіста, яку вони поглинають при набряканні, переходить до крохмалю, який клейстеризується, у результаті цього змінюються фізичні властивості тіста.

Зменшення вмісту вільної вологи у напівфабрикаті приводить до утворення сухого еластичного м'якуша, стінки пор якого являють собою набряклу систему з крохмалю та білків з вологою, частково міцно зв'язаної, а частково розподіленої у міжмолекулярному просторі.

Початковий етап випікання характеризується дуже швидким збільшенням об'єму тістового напівфабрикату. Поступово приріст об'єму уповільнюється, а досягнений об'єм зберігається до кінця випікання. Зміна

об'єму напівфабрикату при його прогріванні обумовлена комплексом процесів. Велике значення при випіканні борошняних виробів має створення смакових та ароматичних речовин, зміна кольору виробів. Карбонільні сполуки (альдегіди, кетони), які обумовлюють аромат виробів, створюються в окиснювально-відновлювальній взаємодії між між продуктами протеолізу білків та редукуючи ми цукрами (реакція меланоїдиноутворення). Створення темно зафарбованих речовин обумовлено в основному цією ж реакцією. На інтенсивність реакції меланоїдиноутворення впливає температура, тому найбільш інтенсивно вона протікає у шкоринці: вона темнішає, утворюються ароматичні речовини (частина яких дифундує у м'якуш, а частина у навколишнє середовище). Інтенсивність зафарбовування шкоринки готових борошняних виробів залежить від вмісту у тісті редукуючи цукрів та амінокислот. При випіканні тістові напівфабрикати втрачають частину води, а також незначну кількість вуглекислого газу та летучих речовин, що приводить до зменшення маси готових виробів.

### **3.4.2. Принципова технологічна схема виробництва безглютенових збагачених кексів**

Принципова технологічна схема виробництва кексів, збагачених напівзнежиреним лляним борошном, порошком глоду та кунжутом представлена на рис. 3.7.

На першому етапі відбувається підготовка сировини. Маргарин поступово та повільно нагрівають, очікуючи, щоб він набув пластичного стану. За температури 40<sup>0</sup>С це триває близько 10 хвилин. Підготовлений маргарин збивають, додають до нього цукор і продовжують цей процес щонайменше близько 10 хв. До отриманої маси додають меланж, вводять есенцію. Утворюється емульсійна система, яку продовжують збивати для насичення пухирцями повітря.

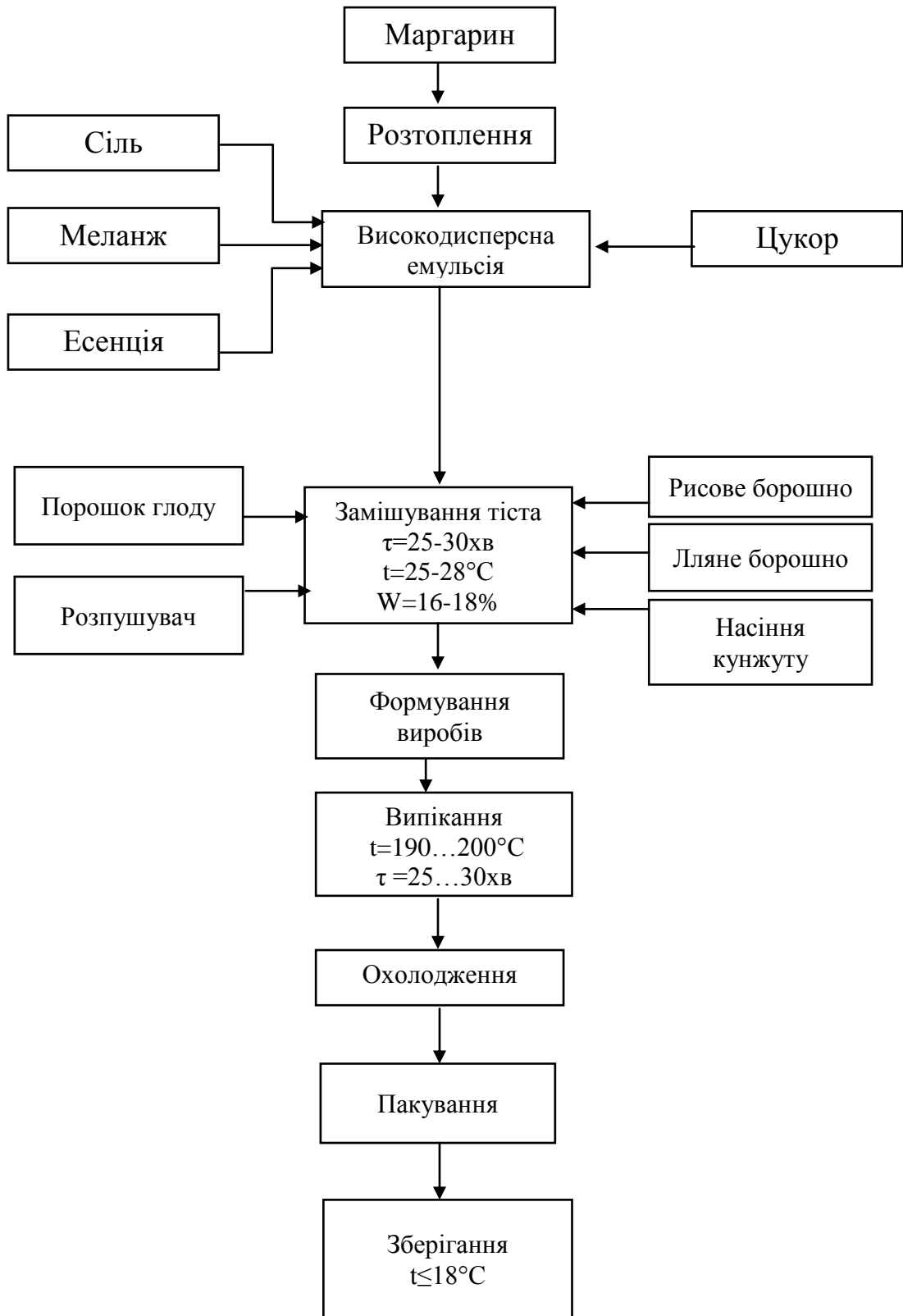


Рис. 3.7. Принципова технологічна схема виробництва кексів, збагачених напівзнежиреним лляним борошном, порошком глodu та кунжутом

При виробництві безглютенкових кексів потрібно суворо дотримуватись умов, які виключають забруднення обладнання технологічних ліній, сировини, напівфабрикатів і готових кексів навіть найменшими частинами глютенівмісної сировини. Таке виробництво потрібно здійснювати в окремих цехах або приміщеннях, що відокремлені від інших цехів або ліній.

### **3.4.3. Оптимізація технологічних рішень виробництва безглютенкових збагачених кексів**

Для знаходження оптимальних умов при плануванні певних виробничих процесів застосовується симплекс-планування. Наприклад, в умовах виробництва, не завжди можна проконтролювати всі виробничі процеси, тому потрібно так організувати виробничий процес, щоб можна було б не лише отримати готову продукцію, а також інформацію про зміщення оптимальних поєднань факторів, обумовлених зміною неконтрольованих змінних. Для розв'язання цього завдання розроблено методи експериментального пошуку оптимуму у промислових умовах. Одним із таких методів є симплекс-планування [67].

При плануванні виробництва використовуються методи моделювання, які описують економічний процес за допомогою математичних залежностей та відносин. Моделі можуть бути: матричні, моделі оптимального планування, економічні, статистичні (трендові, факторні, економетричні), імітаційні моделі, моделі ухвалення рішень.

Перевагою симплексного методу є те, що він досить простий у використанні, високо ефективний (підвищується із збільшенням числа параметрів оптимізації), дає можливість застосування у разі тимчасового дрейфу характеристик об'єкта та поєднання вивчення поверхні функції відгуку з рухом симплексу до екстремуму.

Екстремумом має бути цільова функція – прибуток виробництва.

Інформаційний банк даних враховує потужність підприємства, фактичні обсяги випуску різних видів продукції, вартість сировини та готових виробів, тощо. На їх основі записують балансові лінійні рівняння. Встановлюються та враховуються певні технологічні обмеження. Вирішується оптимізаційне завдання із застосуванням комп'ютерної техніки.

Цільова функція визначена за таким виразом:

$$B_1 = k_1 * \text{МАКС}(T_1; 0)^D; \quad B = \text{СУМ}(B_1; B_n);$$

Керуючі чинники – це кількість сировини, що потрібна для виготовлення продукції, а також обсяги випуску продукції за асортиментом підприємства  $T_j$ .

У табл. 3.10 вказані початкові дані для розрахунків

Таблиця 3.10 - Таблиця вихідних даних симплекс-методу

Потужність цеху , т	25000	25000	25000
Коефіцієнт додаткових втрат	0,89		
Асортимент продукції	Збагачений кекс	Печиво	Пряники
Відсоток у загальному виробництві	10	60	30
Річне виробництво, т	2500	15000	7500
Вартість одиниці продукції, грн.	450	120	90

За допомогою функції «Пошук рішення» було реалізовано завдання оптимізаційного розподілення обсягів випуску продукції з врахуванням запасів сировини з метою досягнення максимального прибутку цеху.

Прибуток за умов існуючого асортименту та потужності цеху становив 3600000 тис. грн. При збереженні існуючої потужності та вартості, достатніх обсягах сировини на складах, прибуток може зрости до максимального значення, що відображено у табл. 3.11.

Таблиця 3.11 - Річні обсяги і прибуток від виробництва й реалізації продукції підприємства

Адреса комірки	Назва	До оптимізації	Результат оптимізації
\$E\$5	Продукція Кекси	2500,00	17454,12
\$F\$5	Продукція Печиво	15000,00	5865,08
\$G\$5	Продукція Пряники	7500,00	1680,80
	Прибуток, тис. грн.	3600000	8709436

За рахунок проведеної асортиментної оптимізації прибуток зростає на 5109436 тис. грн. на рік.

#### **3.4.4. Порівняння харчової і біологічної цінності традиційних кексів та безглютенових збагачених кексів розрахунковим методом**

Для харчових продуктів, які належать до продукції оздоровчої дії, або до продуктів, що призначені для спеціального або дієтичного споживання, доцільно не лише контролювати показники якості й безпеки, а ще й визначати харчову і біологічну цінність. При цьому охоплюють коло корисних властивостей продукту, вміст у ньому не лише поживних речовин, таких як білки, жири та вуглеводи, але й головним чином незамінних есенціальних речовин, що не синтезуються організмом людини і тому мають надходити з харчовими продуктами.

Показник, який дозволяє оцінити насиченість продуктів різними нутрієнтами – це інтегральний скор., який дає інформацію про відсотки забезпечення денних потреб людей певних категорій у тих чи інших харчових речовинах. Тому для характеристики харчової і біологічної цінності

розроблених кексів порівняємо інтегральний скор. різних нутрієнтів традиційних та збагачених кексів.

На рис. 3.8 представлено інформацію щодо харчової цінності традиційних кексів (контроль) та трьох продуктів, рецептури яких були проаналізовані.

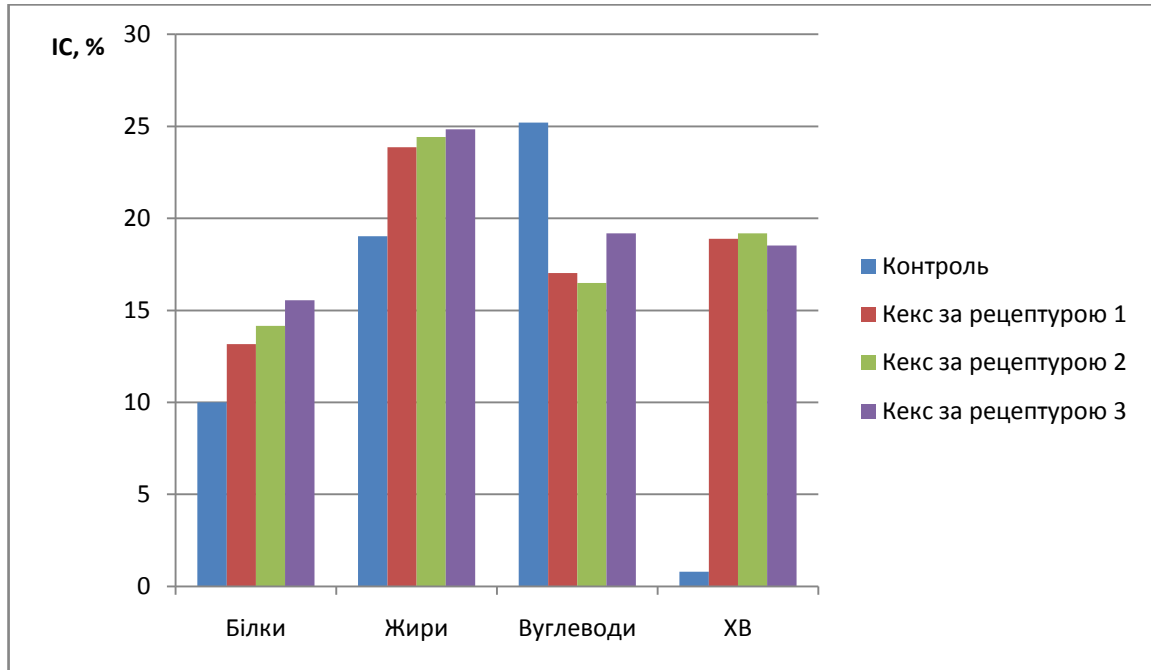


Рис. 3.8. Харчова цінність традиційних та збагачених кексів.

З отриманих даних можна зробити висновки про те, що всі збагачені кекси володіють більш високою харчовою цінністю, ніж контрольний зразок традиційних кексів. У них зростає вміст білків та жирів, загальний вміст вуглеводів стає меншим, але збільшується кількість харчових волокон. За вмістом білків, жирів, вуглеводів та харчових волокон безглютенові кекси належать до категорії функціональних харчових продуктів, адже інтегральний скор. знаходиться у межах значень 10...50%. Найкращі показники мають вироби, що створені за рецептурою 3.

На рис. 3.9-3.10 представлено інформацію про біологічну цінність традиційних кексів (контроль) та трьох продуктів, рецептури яких були проаналізовані.

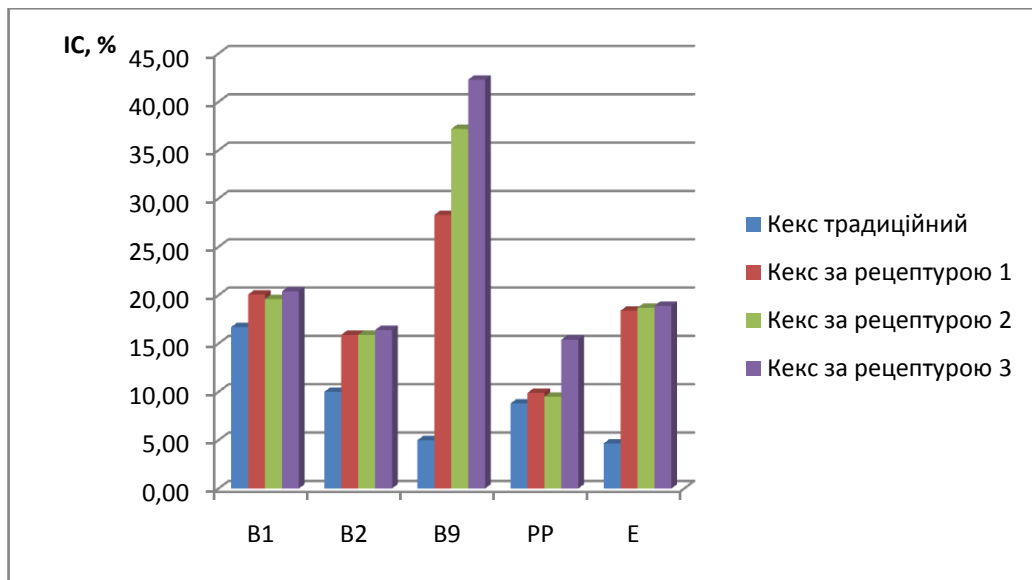


Рис. 3.9. Інтегральний скор вітамінів традиційних та збагачених кексів

Інтегральний скор вітамінів всіх збагачених виробів став вищим, ніж у виробках традиційних, що підтверджує більш високу біологічну цінність розроблених виробів, які за вмістом вітамінів належать до категорії функціональних продуктів. Рецепт 3 і в цьому випадку забезпечує найвищу кількість всіх досліджених вітамінів.

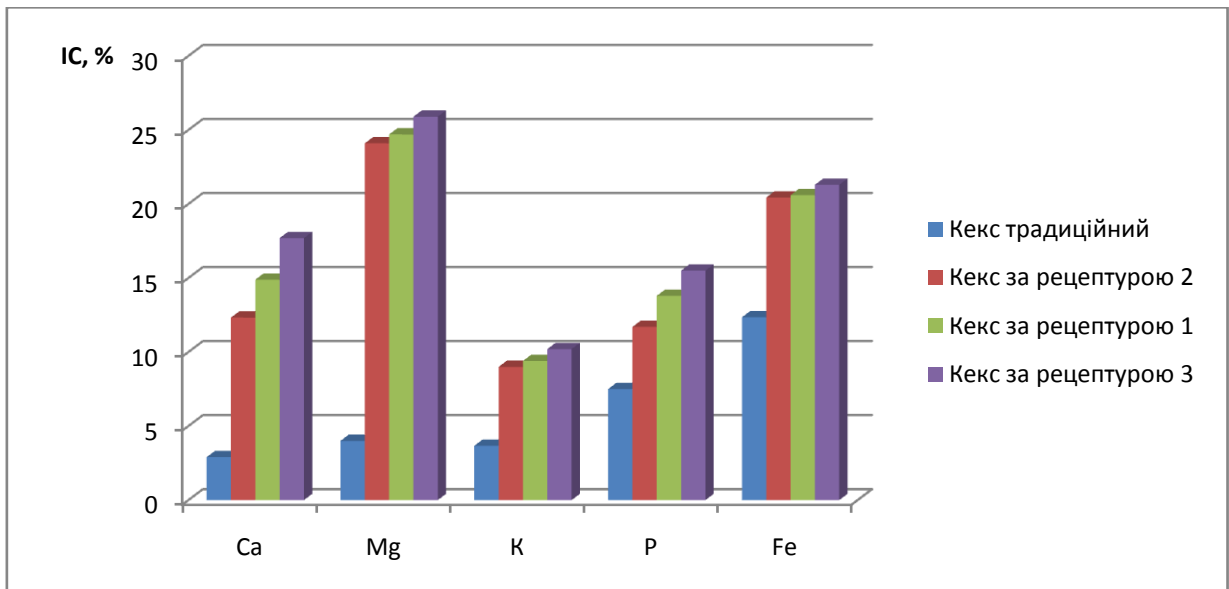


Рис. 3.10. Інтегральний скор мінеральних речовин традиційних та збагачених кексів

Аналіз інтегрального скору мінеральних речовин виявив аналогічні тенденції. Цей показник є найвищим для виробів, що виготовлені за рецептурою 3. Вона дозволяє віднести збагачені безглютенові кексі до функціональних, тоді як традиційні вироби такої якості не мали.

Отже, проведені дослідження підтвердили, що оптимальною з точки зору забезпечення високої харчової і біологічної цінності безглютенових кексів є рецептура 3. Такі вироби є функціональними за вмістом білків, харчових волокон, кальцію, магнію, заліза, фосфора, калію, вітамінів Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>9</sub> та РР.

### 3.4.5. Дослідження показників якості безглютенових збагачених кексів

Якість кексів оцінюють відповідно до ДСТУ 4505:2005 Кекси Технічні умови.

Органолептичні властивості кексів, що було виготовлені за рецептурою 3, охарактеризували описовим методом (табл. 3.12), а також методом бальної оцінки (рис. 3.11).

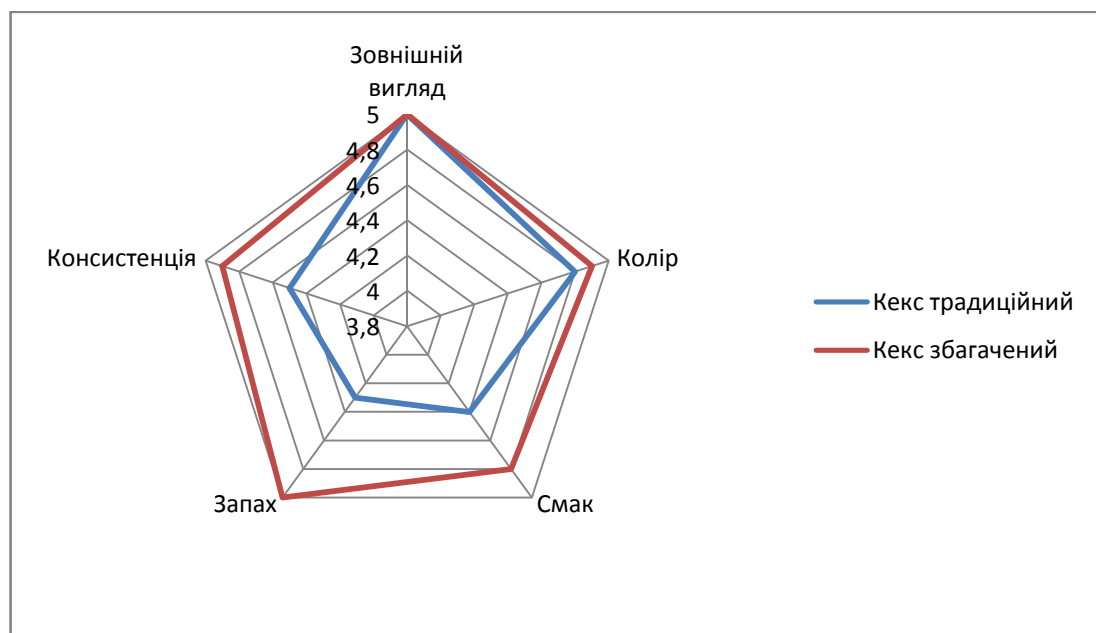


Рис. 3.11. Профілограми традиційного та збагаченого кексу

Таблиця 3.12 – Органолептичні властивості безглютенових збагачених кексів, визначені описовим методом

Показник	Безглютеновий кекс	Норма
Форма та зовнішній вигляд	Хороший об'єм виробу, наявність тріщин у скоринки	Відповідає даному виду виробу
Колір	Світло-коричневий	Відповідає даному виду виробу
Вигляд в розломі	Структура більш м'яка та з менш розвиненою пористістю, без слідів недомісу, помітні вкраплення частинок збагачувачів	Пропечений виріб без запечення та слідів недомісу
Смак та запах	Приємний аромат, помірно солодкий смак з присмаком кунжуту	Відповідають даному виду продукту, без сторонніх присмаку та запаху

Отже, органолептична оцінка кексів, збагачених знежиреним лляним борошном, насінням кунжуту та порошком плодів глоду засвідчила їх високу якість.

Фізико-хімічні показники безглютенових кексів, які містять рослинні збагачувачі, представлені в табл. 3.13. Вологість виробів дещо більша через високу вологоутримуючу здатність лляного борошна та порошку плодів глоду. А лужність виробів дещо зменшується, що пов'язано зі зростанням маси сировини з кислотністю, яка більша ніж у рисовому борошні. Густина збагачених кексів більша, адже вони мають менш розвинену пористість.

Таблиця 3.13 – Фізико-хімічні показники безглютенових кексів, збагачених знежиреним лляним борошном, насінням кунжуту та порошком глоду

Характеристика	Зразки продукції		
	Традиційний кекс	Збагачений кекс	Норматив
Вологість, %	12,1	15,1	12,0...24,0
Густина, г/см <sup>3</sup>	0,42	0,54	Не більше 0,65
Лужність, град	1,8	1,5	Не більше 2,0
Масова частка жиру, %	19,0	19,4	13,0...25,0

Встановлено, що додавання нових сировинних компонентів впливає на меншу втрату вологи виробами. Вони мають показники, що відповідають нормативним значенням.

### **3.5. Оцінка показників безпеки безглютенових збагачених кексів з використанням системи НАССР**

У відповідності до чинного законодавства запровадження системи НАССР на підприємствах різних галузей харчової промисловості, зокрема й кондитерських, є важливим кроком у межах економічної інтеграції харчової галузі України до європейського та світового ринків. Системний підхід, що властивий системі НАССР, дозволяє інтегруватися до всіх процесів виробництва продукції, в результаті чого забезпечується отримання безпечних продуктів [68].

Для створення якісної та безпечної продукції, що відповідає вимогам законодавства, встановленні небезпечні фактори і їх чинники (табл. 3.14), що можуть впливати на нову продукцію спеціального призначення.

Таблиця 3.14 – Небезпечні фактори і їх чинники

Небезпечний фактор	Параметр	Дії
<b>Біологічні</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Патогенні мікроорганізми</li> <li>– Плісені;</li> <li>– Дріжджі;</li> <li>– БГКП коліформи.</li> </ul>	<p>Контролювання вхідної документації, вхідний контроль якості сировини, напівфабрикатів, пакування й пакувального матеріалу; Контроль режимів зберігання сировини, напівфабрикатів.</p>
<b>Хімічні</b>	<p>Токсичні елементи, радіонукліди, пестициди, мікотоксини; Підвищений вміст вітамінів у готовій продукції</p>	<p>Контроль за вхідною документацією; Контроль за готовою продукцією</p>
<b>Фізичні</b>	<p>Сторонні предмети, домішки тощо (сировина, персонал, технологічне обладнання, пакувальний матеріал і пакування), відходи життєдіяльності</p>	<p>Контроль режимів (відносна вологість повітря, температура, наявність шкідників), санітарно-гігієнічний контроль, технічний контроль устаткування. Контроль підготування сировини до виробництва; Контроль за санітарною обробкою устаткування і інвентарю, устаткуванням. Контроль за невідповідною продукцією, утилізацією відходів. Контроль за устаткуванням забезпеченням працездатності засобів вимірювання.</p>

При дотриманні принципів НАССР виробники сучасних харчових продуктів мають приділяти увагу всім складовим, адже вживання продукції з незадовільними споживчими властивостями може сприяти розвитку ряду захворювань, причина яких - висока калорійність при зниженій харчовій цінності, дефіцит мікронутрієнтів і харчових волокон. Важливим етапом розвитку стратегії є стимулювання і просування принципів здорового харчування, розвитку вітчизняних технологій виробництва харчової продукції нового покоління з заданими характеристиками якості, в тому числі спеціалізованих, функціональних і збагачених органічних харчових продуктів [69].

З врахуванням важливості контролю небезпечних чинників виробництва розроблено комплекс попереджувальних дій (табл. 3.15).

Таблиця 3.15 – Попереджувальні дії на виробництві

<b>Етапи дії</b>	<b>Виявленні фактори, що впливають на безпеку продукції</b>	<b>Попереджуючі дії</b>
1	2	3
<b>Зберігання сировини</b>	<p>Фізичні: гризуни, комахи, стороні домішки у сировині при порушенні цілісності пакування.</p> <p>Хімічні: забруднення мастильними матеріалами, залишки дезінфікуючих засобів, використання посуду, що не призначено для зберігання сировини</p> <p>Мікробіологічні: розвиток не допустимих мікроорганізмів (борошно, маргарин, збагачувачі)</p>	<p>Дотримання всіх режимів і умов зберігання сировини. Суворе дотримання програми дезінсекції і дератизації. Контроль за гранично допустимими концентраціями миючих розчинів. Суворе дотримання програми щодо видалення відходів. контроль температури – не вище 25°</p>

1	2	3
<b>Попередня підготовка сировини</b>	<p>Фізичні: сторонні домішки у сировині при порушенні технологій її підготування до виробництва, шкідники. Точне дозування збагачувачів у відповідності з технічною документацією.</p> <p>Хімічні: забруднення мастильними матеріалами; залишки дезінфікуючих засобів на тарі, передозування збагачувачів.</p> <p>Мікробіологічні: розвиток сторонніх мікроорганізмів при порушенні часових та температурних режимів (маргарин, збагачувачі).</p>	<p>Дотримання технології підготування сировини, контролювання устаткування. Суворий вчасний контроль і виконання програм дезінсекції та дератизації. Гранично допустимі концентрації миючих засобів. Суворе дотримання програм контролю за відходами. Збільшення кількості та кратності контролю. Дотримання параметрів і режимів зберігання сировини</p>
<b>Замішування тіста</b>	<p>Фізичні: рівномірний розподіл збагачувачів в борошні та в тісті.</p>	<p>Дотримання технологічних режимів і параметрів поєднання борошна і збагачувачів</p>
<b>Випікання</b>	<p>Мікробіологічні: наявність сторонніх мікроорганізмів</p> <p>Якісні: органолептичні властивості</p>	<p>T=220-230<sup>0</sup>C</p>

Важливо виконувати всі попереджувальні дії, тому що вони є критичними контрольними, контроль щодо їх виконання зобов'язаний бути постійно. Недотримання цих дій може спричинити збої у технологічному процесі. Як чинник успіхів і узгодження заходів НАССР у досягненні цілей безпеки продукції і праці, варто розглядати професійність і компетентність фахівців, а в якості попереджуючих дії необхідно постійно здійснювати підвищення професійної грамотності і кваліфікації співробітників, що

відповідають за ефективність системи якості на підприємстві [70]. Також були розроблені коригувальні дії, які робляться в разі порушення критичних меж (табл. 3.16).

Таблиця 3.16 – Аналіз небезпечних чинників (безглютеновий кекс оздоровчого призначення)

Технологічний етап	Небезпечні чинники	Чи висока ймовірність виникнення?	Обґрунтування	Якщо у стовбці 3 ТАК, то які заходи потрібно застосувати, щоб запобігти, усунути або скоротити до припустимого рівня даний небезпечний чинник?	Критична точка контролю
1	2	3	4	5	6
<b>Приймання та зберігання сировини</b>	Біологічні: патогенні мікроорганізми Listeria monocytogenes Salmonella	<b>Так</b>	Listeria monocytogenes та Salmonella можуть бути присутніми у сировині, прийнятій у виробництво		<b>1Б</b>
	Хімічні - забруднення мастильними матеріалами, залишки дезінфікуючих засобів, використання посуду, що не призначений для зберігання сировини	<b>Так</b>	до кожного виду сировини постачальники мають надати документи, що підтверджують їх якість та безпечність		
	Фізичні – сторонні домішки в сировині при порушенні цілісності пакування, гризуни, комахи	<b>Так</b>	Документи, наявні на підприємстві, свідчать, що випадків присутності чужорідних об'єктів в готових продуктах не було виявлено.		

1	2	3	4	5	6
<b>Приймання: Пакувальні матеріали</b>	Біологічні – відсутні				
	Хімічні – така сировина не буде придатна для її використання	<b>Ні</b>	На кожен окремий вид пакувальних матеріалів їх постачальники мають надати документи, що підтверджують якість та безпечність		
	Фізичні – чужорідні матеріали (метал, деревина, скло тощо.)	<b>Ні</b>	Документи, наявні на підприємстві, свідчать, що останніми роками не траплялось випадків потрапляння будь-яких чужорідних матеріалів у харчові інгредієнти, що вказує на постачання лише якісних сировинних компонентів		
<b>Замішування тіста</b>	Біологічні – відсутні				
	Хімічні – відсутні				
	Фізичні-рівномірне розподілення джерел функціональних інгредієнтів у борошні.	<b>Ні</b>	Дотримання всіх технологічних режимів і параметрів перемішування борошна і джерел функціональних інгредієнтів		

1	2	3	4	5	6
<b>Випікання</b>	Біологічні –: наявність сторонніх мікроорганізмів	<b>Так</b>	Патогенні мікроорганізми з високою ймовірністю можуть розвиватися у продукті, якщо температура не буде підтримуватися на рівні або нижче рівня, достатнього для стримування їхнього розвитку	Підтримувати температуру продукту на рівні або нижче рівня, достатнього для стримування розвитку патогенних мікроорганізмів	<b>2Б</b>
	Фізичні – відсутні				
	Хімічні – відсутні				
<b>Готові вироби: пакування, маркування, зберігання, транспортування</b>	Мікробіологічні: дріжджі, плісені	<b>Так</b>	Висока температура при кондиціюванні може привести до активізації розвитку патогенних мікроорганізмів. (Рекомендована температура у верхнього шару продукту, не повинна перевищувати 4°C протягом 2 год і довше)	Наступний етап є ефективним заходом для контролю	
	Хімічні – потрапляння в продукт мийних та дезінфікуючих засобів тощо	<b>Ні</b>	Стандартні робочі санітарні процедури мають передбачати чіткі застережні заходи при запобіганні забруднення продукту		
	Фізичні: наявність продуктів життєдіяльності персоналу.	<b>Ні</b>	Виробничий та технологічний контроль задля зменшення ймовірності забруднення		

## Висновки

Безглютенові кекси будуть вироблятися на основі рисового борошна з додаванням напівзнежиреного борошна з насіння льону, порошку плодів глоду на насіння кунжуту. З метою реалізації запропонованого способу на підприємствах були розроблені принципові технологічні схеми отримання збагачувачів з характеристиками їх етапів та технологічних параметрів.

Були визначені органолептичні властивості порошкоподібних збагачувачів, які підтвердили, що вони цілком підходять для комбінування з рисовим борошном при створенні безглютенових кексів.

Були досліджені фізико-хімічні показники нових видів сировини, а саме їх вологість та кислотність, які знаходяться у межах нормативних значень. Аналіз функціонально-технологічних властивостей збагачувачів виявив, що для лляного борошна, порошку глоду та насіння кунжуту коефіцієнт набухання вищий, ніж для рисового борошна. Отже, їх додавання до рецептури буде сприяти потрібній вологості і уповільненню черствіння.

Було проведено оцінювання органолептичних властивостей трьох модельних зразків кексів, які відрізнялися масовими частками внесення збагачувачів. При їх порівнянні методом бальної оцінки найкращі результати були отримані при використанні рецептури 3, в якій передбачено внесення 8% лляного напівзнежиреного борошна, 8% насіння кунжуту та 2% порошку плодів глоду.

Для цих рецептур розраховали зміну біохімічного складу кексів, показники їх харчової та біологічної цінності. Встановлено, що обрані джерела функціональних інгредієнтів підвищують харчову цінність виробів, а також рівень забезпечення добових потреб людини у вітамінах та мінеральних речовинах. Встановлено, що рецептура 3 забезпечує такий склад виробів, які є функціональними за вмістом білків, харчових волокон, кальцію, магнію, заліза, фосфору, калію, вітамінів E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>9</sub> та PP.

Були розроблені принципова технологічна схема та спосіб виробництва безглютенових кексів з додаванням напівзнежиреного лляного борошна,

порошку глоду та насіння кунжуту. При виробництві безглютенових кексів потрібно суворо дотримуватись умов, які виключають забруднення обладнання технологічних ліній, сировини, напівфабрикатів і готових кексів навіть найменшими частинами глютенівмісної сировини. Таке виробництво потрібно здійснювати в окремих цехах або приміщеннях, що відокремлені від інших цехів або ліній.

Для знаходження оптимальних умов при плануванні певних виробничих процесів застосували симплекс-метод. Встановили, що за рахунок асортиментної оптимізації прибуток може зрости на 5109436 тис. грн. на рік.

Органолептична оцінка кексів, збагачених напівзнежиреним лляним борошном, насінням кунжуту та порошком плодів глоду засвідчила їх високу якість. Фізико-хімічні показники виробів, які містять рослинні збагачувачі, показали, що їх вологість дещо більша через високу вологоутримуючу здатність лляного борошна та порошку плодів глоду. А лужність дещо зменшується, що пов'язано зі зростанням маси сировини з кислотністю, яка більша ніж у рисовому борошні. Густина збагачених кексів більша, адже вони мають менш розвинену пористість.

Для отримання якісної та безпечної продукції були встановлені небезпечні фактори та їх чинники, що можуть впливати на нову продукцію спеціального призначення.

## **РОЗДІЛ 4. АЛГОРИТМ ОРГАНІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ, ЗБАГАЧЕНИХ НАПІВЗНЕЖИРЕНИМ БОРОШНОМ НАСІННЯ ЛЬОНУ, ПОРОШКОМ ГЛОДУ ТА КУНЖУТОМ**

### **4.1. Алгоритм створення інноваційного підприємства з виробництва безглютенових кексів оздоровчого призначення з характеристикою його ресурсних складових**

Інноваційний розвиток є основою успішного функціонування підприємства та вектором, що спрямовує його діяльність. Впровадження інноваційних рішень забезпечує досягнення поставлених цілей, зокрема, успішного виходу на ринок, конкурентоспроможності продукції та одержання прибутку підприємства. Тому створення оптимальних умов здійснення інноваційної діяльності є основним фактором, як економічного зростання, так і зміцнення системи економічної безпеки [71].

Передова зарубіжна та вітчизняна практика довела, що нині основними чинниками розвитку будь-якої господарської системи є інноваційні, серед яких – нова техніка, системні технології нового типу, нова організація праці та виробництва, нова мотиваційна система. Зміст інноваційного чинника економічного зростання можна систематизувати виділенням особистісного, матеріально-технологічного та інформаційного елементів. Особистісна складова – це підвищення якості робочої сили, а саме підвищення рівня культури, кваліфікації працівників; покращення стану їхнього здоров'я; застосування досконаліших технологій управління людьми, вкладених у розкриття їх творчого потенціалу. Матеріально-технічна складова – це підвищення якості основного капіталу, використовуваних матеріалів; вдосконалення технології виробництва, організації збуту тощо. Інформаційну складову можна визначити як створення «електронної системи», що пронизує виробничі процеси, бізнес-процеси [72].

Для практичної реалізації інноваційних розробок доцільно дати оцінку перспектив розвитку підприємств галузі, які здійснюють впровадження

нововведень, у тому числі у вигляді нових технологій спеціалізованих харчових продуктів, та подальше виведення їх на ринок. Вирішення цих завдань входить у функції підприємств харчової та переробної промисловості.

Інноваційна діяльність - це діяльність з накопичення та використання нових знань з метою розробки нових товарів, технологій та послуг їх виробництва та комерціалізації шляхом виведення ринку забезпечення споживачів [73]. Інноваційна діяльність – це діяльність учасників процесу, завданням яких є підготовка кадрів для інноваційної діяльності у профільній галузі, які мають знання та здатні розробляти інноваційні товари та технології в рамках інноваційного проекту стосовно до конкретного виробництва за наявності попиту споживача цього нововведення.

На промислових підприємствах вплив інноваційного чинника на економічне зростання проявляється у наступному: посиленням інтенсивних факторів розвитку виробництва, які сприяють широкому впровадженню науково-технічного прогресу в усіх галузях економічної діяльності; визначальною роллю науки у підвищенні ефективності розробки та впровадження нової техніки; необхідністю суттєвого скорочення термінів створення, освоєння нової техніки, підвищення технічного рівня виробництва; специфікою процесу науково-технічного виробництва, що виражається в невизначеності результатів, багатоваріантності досліджень, наявності ризику та можливості отримання негативних результатів; збільшенням витрат та погіршенням економічних показників підприємств при освоєнні нової продукції; швидким моральним старінням техніки та технологій; об'єктивною необхідністю прискореного впровадження нової техніки та технологій тощо.

Таким чином, якісне економічне зростання промислових підприємств виявляється у побудові більш гнучкої організаційної структури з проблемно-цільовою орієнтацією, впровадженні нових технологій та методів управління

персоналом, застосуванні якісно нових та ефективніших технічних засобів виробництва

Результатом інноваційної діяльності стосовно сфери оздоровчого харчування буде підвищення якості харчової продукції, нові або покращені харчові продукти, включаючи спеціалізовані для різних груп населення, нові технології їх виробництва із застосуванням нової сировини, сучасні форми організації та управління, що дозволяють підвищити ефективність виробництва.

Для здійснення інноваційної діяльності підприємство повинно мати інноваційний потенціал. Інноваційний потенціал – ступінь готовності підприємства до реалізації нововведення (інноваційного проекту), створеного самотужки або придбаного у вигляді патентів, ліцензій на винаходи та ноу-хау [72].

Як параметри та фактори моделі оцінки інноваційного потенціалу харчових підприємств можна розглядати кількісні та якісні характеристики стану підприємства за групами показників:

1. Оцінка фінансового потенціалу;
2. Оцінка інтелектуального потенціалу;
3. Оцінка організаційно-управлінського потенціалу;
4. Оцінка маркетингового потенціалу;
5. Оцінка інформаційно-методичного забезпечення;
6. Оцінка досвіду реалізації інноваційних проектів;
7. Оцінка зовнішнього інноваційного клімату;
8. Оцінка потенціалу матеріально-технічної бази;
9. Оцінка інноваційної культури.

Ефективність діяльності підприємства із високим інноваційним потенціалом визначається наявністю відповідних відділів у його організаційній структурі.

Рис. 4.1 відображає послідовність етапів створення інноваційного харчового підприємства по виробництву безглютенкових кексів [74].



Рис. 4.1. Організаційні, технологічні та економічні складові створення інноваційного харчового підприємства

*Інноваційний потенціал* забезпечать сучасні вмотивовані кадри: висококваліфіковані співробітники, які є фахівцями у технологіях оздоровчих продуктів та нутриціології. Технологічна модернізація та ефективні економічні методи управління є важливими складовими інноваційного потенціалу.

Позитивний *інноваційний клімат* є запорукою захисту від ризиків та способом використання власних переваг.

*Розроблення високоякісних безглютенових кондитерських виробів оздоровчої дії* буде конкурентною перевагою.

*Іміджмейкінг.* Підприємства, що дбають про забезпечення населення

спеціальними продуктами для дієтичних потреб, дотримуються вимог щодо якості і безпеки продукції, йдуть у руслі трендів розвитку галузі будуть мати достойний імідж.

*Організація сервісу та збут.* Це піклування про зручність та доступність продукції для споживачів, яку можна забезпечити мережею торгівельних точок та наявністю інтернет-магазину.

#### **4.2. Застосування SWOT-аналізу для характеристики діяльності підприємства**

Грунтовне дослідження ринку кондитерських виробів та діяльності підприємства можна виконати за допомогою SWOT-аналізу. Він забезпечує комплексний підхід, оскільки враховує внутрішні та зовнішні чинники розвитку ринку кондитерських виробів [75-76].

Матриця SWOT-аналізу представлена у табл. 4.1.

Здійснено дослідження сильних та слабких сторін підприємства з виробництва кондитерських виробів. Сильні сторони повинні виступати базою формування майбутньої стратегії. Натомість, слабкі сторони організації – це зони особливої уваги, які визначають її конкурентну вразливість.

Проведене дослідження демонструє, що перспективним напрямом розвитку для вітчизняних компаній вважається розширення асортиментної політики підприємств при врахуванні світових тенденцій ринку. Незважаючи на негативний вплив зовнішнього середовища, кондитерські вироби мають потенційні можливості розвитку завдяки ефективному менеджменту та іншим внутрішнім конкурентним перевагам.

Серед можливостей можна виділити розширення асортиментної політики підприємств при врахуванні світових тенденцій на кондитерському ринку. Результати дослідження вказують на наступні сильні сторони: висока якість продукції, що не поступається європейській, ціни, що є нижчими за

імпортні, асортимент та доступність продукції, наявність кваліфікованих кадрів, хороша репутація на ринку.

Таблиця 4.1 – SWOT-аналіз діяльності підприємства з випуску безглютенових кексів

<b>Сильні сторони</b>	<b>Можливості</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока якість продукції, що не поступається європейській.</li> <li>2. Ціни є нижчими за імпортні.</li> <li>3. Забезпечення потреб хворих на целиакію.</li> <li>4. Оздоровчі властивості продукції.</li> <li>5. Доступність продукції.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розширення асортиментної політики підприємства.</li> <li>2. Розширення присутності на ринку інших країн.</li> <li>3. Розширення потужностей.</li> <li>4. Використання тренду здорового харчування</li> </ol>
<b>Слабкі сторони</b>	<b>Загрози</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бар'єри для виходу на ринок нових компаній через існування значної кількості великих підприємств.</li> <li>2. Фінансова криза в країні, нестабільна ситуація в країні через повномасштабне вторгнення росії на її територію.</li> <li>3. Не повна відповідність продукції європейським нормам і стандартам якості.</li> <li>4. Загострення конкуренції внаслідок встановлення зони вільної торгівлі між ЄС та Україною.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Відсутність електроенергії через масовані ракетні атаки росії.</li> <li>2. Загроза обстрілу виробничих потужностей підприємства</li> <li>3. Зменшення споживання через зниження платоспроможності населення.</li> <li>4. Підвищення вартості сировини через проблеми з логістикою</li> </ol>

### **4.3. Оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва та реалізації безглютенових кексів оздоровчого призначення**

Зміни соціально-економічних відносин у світі призвели до виокремлення людини як найважливішого пріоритету подальшого розвитку. Тому маркетинг, який спрямований на суспільство в цілому та на кожну окрему людину, а саме соціальний маркетинг, є перспективним напрямком розвитку. Найбільш поширеним є наступне визначення: соціальним маркетингом можна називати застосування технологій комерційного маркетингу для аналізу, планування, реалізації і оцінки програм, спрямованих на зміну поведінки цільової аудиторії, з метою покращення добробуту, як окремої людини, так і всього співтовариства [77].

Одним із сучасних інструментів соціального маркетингу є використання інновацій. У зв'язку з цим, була виявлена потреба людей у інноваційних харчових продуктах. Тому господарюючим суб'єктам запропоновано активно вести економічну діяльність, пов'язану із соціальним маркетингом, у напрямку впровадження інноваційних товарів, зокрема безглютенових продуктів, на український ринок.

Інновації у сфері харчування становлять великий потенціал для підприємств, які їх впроваджують. З іншого боку існує група людей, яким потрібні нові харчові продукти, це відображає суспільно значущий аспект інноваційної діяльності в рамках соціального маркетингу.

Безглютенові продукти – це продукти, що не містять слідів глютену. Світова тенденція зростання кількості хворих на целіакію та людей з непереносимістю глютену, зростання обізнаності споживачів про користь для здоров'я безглютенових продуктів обумовлюють розвиток ринку безглютенової продукції. Високий попит на безглютенові продукти також стимулює зростання ринку.

Опитування серед українців доводять, що люди готові платити більше грошей за вживання безглютенової продукції, наполягаючи на тому, що ці продукти не повинні втрачати свої смакові якості. Отже, одним із способів

вирішити соціальну проблему та підвищити прибутки підприємств є впровадження та розповсюдження інноваційних безглютенових харчових продуктів на українському ринку.

Для використання інноваційної продукції як сучасного інструменту соціального маркетингу запропоновано розробити соціальну програму. Соціальна програма – це сукупність взаємопов'язаних заходів, план дій, спрямованих на досягнення єдиної мети, рішення однієї проблеми [77]. Місією програми є забезпечення вітчизняною безглютеновою продукцією людей, хворих на целиакію та з непереносимістю глютену. Це складна задача, рішення якої вимагає значного часу, а також матеріальних і фінансових ресурсів.

Метою програми є створення на вітчизняних підприємствах інноваційної безглютенової продукції та її розповсюдження на українському ринку. Якщо ця мета буде досягнена, підвищиться конкурентоспроможність окремих підприємств, та одночасно буде вирішена соціальна проблема, що приведе для подальшого розвитку позитивного іміджу компанії.

В рамках соціальної програми розроблена модель застосування інноваційних продуктів у концепції соціального маркетингу. Реалізація даної програми можлива за рахунок використання інструмента соціального маркетингу – стимулювання продаж. Таким чином, компанія, продаючи основну продукцію власного виробництва, віддає частину свого прибутку на підтримку власного інноваційного продукту та на часткове/повне фінансування заходів, спрямованих на реабілітацію людей, хворих на целиакію.

Для комерційного сектору цей інструмент діє, як один з найкращих, тому що одночасно вирішує декілька завдань: по-перше, зростає увага суспільства до цієї проблеми, що позитивно впливає на соціалізацію людей з непереносимістю глютену; по-друге, зростає попит на продукцію, по-третє, за рахунок проведення соціальних заходів збільшується лояльність

споживача до цієї компанії, що сприяє зростанню її ринкової частки на вітчизняному ринку.

Рекомендації щодо вдосконалення соціальної програми [77]:

- зміни в українському законодавстві, які регулюють маркування органічних та безглютенових продуктів;
- адміністрування програми на місцевому, регіональному та державному рівнях;
- зміни в податковій системі для соціальних підприємств;
- надання безвідсоткових державних кредитів на модернізацію обладнання, необхідного для виготовлення соціально важливих інноваційних харчових продуктів;
- залучення іноземних інвестицій;•
- використання досвіду іноземних компаній – виробників безглютенових товарів.

#### **4.4. Заходи з охорони довкілля при виробництві збагачених безглютенових кексів.**

##### **Раціональне перероблення вторинних сировинних ресурсів**

В останні роки все частіше вживається вираз «якість життя». Це означає добробут суспільства і кожної людини. Крім економічних і соціальних компонент, якість життя включає якість навколишнього середовища. І оскільки харчові продукти є одним з найважливіших факторів у відносинах людини з навколишнього середовища, то мова йде про якість харчування.

За ступенем інтенсивності взаємодії кондитерської промисловості з навколишнім середовищем перше місце серед об'єктів природи, які зазнають негативного впливу, займають водні ресурси. Вода на таких виробництвах використовується у переважній більшості технологічних процесів одержання

продукції як основна сировина у самій технології, або як допоміжна, що використовується для мийки сировини та обладнання.

За витратами води на одиницю продукції кондитерські фабрики, як і харчова промисловість в цілому, посідають одне з перших місць серед галузей народного господарства, що спричиняє велику кількість забруднених стічних вод, які небезпечні для навколишнього середовища. Стічні води кондитерської промисловості відносяться до категорії концентрованих стічних вод за вмістом органічних забруднювачів, вони мають прямий негативний вплив на природні водойми і навколишнє середовище [78].

Забруднення стічних вод кондитерських фабрик складається з органічних речовин, сиропу, цукру, соків, жирів. Ці речовини, потрапляючи до водойм, сприяють розвитку в них процесів гниття, інфекції з хвороботворними бактеріями, забарвлюють воду і негативно впливають на тваринний і рослинний світ.

Технологія очищення стічних вод кондитерських фабрик заснована на механічній та фізико-хімічній очистці. Вона повинна починатися з грубої очистки від найбільших часток і суспензій на механічній решітці або ситі. Її необхідно проектувати на максимальну витрату стоків, пік яких припадає на мийку обладнання. Далі потрібні усереднювач, відстійник, які повинні бути розраховані на середньодобовий обсяг стоків. Усереднювач стабілізує роботу всього обладнання і знижує загальні капітальні та експлуатаційні витрати.

Далі встановлюють аерований жировловлювач, який розрахований на певний час перебування в ньому очищеної стічної води, інакше це обладнання буде неефективне. Цим прийомом фізичні методи очищення вже вичерпують свої можливості, і подальше очищення можливо тільки із застосуванням хімічних методів. Тому доцільно використовувати напірну реагентну флотацію. Для максимальної ефективності роботи потрібен експериментальний підбір типу і необхідної витрати реагентів. Як коагулянт зазвичай застосовують солі алюмінію або заліза. При додаванні в воду вони

утворюють об'ємні кристалогідрати з розвиненою поверхнею, на яку прилипають частки забруднень.

Стічні води містять органічні забруднення, які є фактично ідеальним субстратом для біологічного очищення – анаеробного та/або аеробного залежно від вимог скиду. Очисні споруди дозволяють досягнути необхідних показників для скиду очищених стічних вод у водойму. Стічні води мають високе навантаження на біологічне споживання кисню, а також велику кількість азоту, тому варто обирати анаеробно-аеробну схему очищення в анаеробному біореакторі та аеротенку. З усереднювача стічні води надходять до анаеробного біореактора. Після анаеробного біореактора стічна вода поступає до резервуару для фізико-хімічної обробки. Для видалення газів передбачається система випуску газу. Далі стічна вода поступає в аеротенк. Далі очищена стічна вода після споруд біологічного очищення поступає у вторинні відстійники, в яких відбувається розділення активного мулу та стічної води. Після вторинних відстійників очищена вода скидається у міську систему водовідведення. Дана технологія забезпечує високу якість очищених стічних вод у відповідності з діючими санітарними нормами скиду у природні водойми, використання такої технології заощадить кошти на обробку утворених осадів [79].

Одна з сучасних тенденцій харчової промисловості – впровадження нових безвідходних технологій. Це передбачає підвищення ступеня переробки сільськогосподарської сировини з більш повним вилученням з неї корисних компонентів. У даній роботі використовується напівзнежирене борошно насіння льону, яке утворюється після віджимання лляної олії.

Застосування нових технологій переробки насіння льону дає змогу виділити такі біологічно активні сполуки як стероли, сквален, вітамін Е і ряд інших з'єднань, і створити на їх основі нові групи вітчизняних біологічно активних препаратів, включно з препаратами медичного та медико-гігієнічного призначення [80].

У нашій роботі лляна олія є вторинним сировинним ресурсом, для якого потрібно запропонувати шляхи перероблення. Вона містить  $\omega$ -3, -6 та -9 жирні кислоти. При цьому вміст альфа-ліноленової кислоти  $\omega$ -3 сягає 60%, лінолевої  $\omega$ -6 - близько 20%, олеїнової  $\omega$ -9 - близько 10%. Ці показники можуть відрізнятися залежно від сорту та району вирощування льону. Також важливим є вміст у лляній олії інших складових — вітамінів та мікроелементів — А, Е, групи В, К, кальцію, заліза, магнію, фосфору, калію, цинку [81].

Така олія широко використовується у багатьох галузях промисловості: у лакофарбовій для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, різних фарб для підводних робіт; електротехнічній, авіаційній, автомобільній, суднобудівній, ливарній, металообробній, медичній, парфумерно-косметичній тощо. Свіжу лляну олію у натуральному вигляді використовують як харчовий продукт у дієтичному харчуванні хворих з порушенням жирового обміну, цукровим діабетом, атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, мозку, гіпертонічною хворобою тощо [82].

Лляна олія є важливим джерелом функціональних інгредієнтів при збагаченні харчових продуктів, тому доцільно створювати за її участі збалансовані рецептури продуктів з поліпшеним жирокислотним складом, які будуть збагачені жиророзчинними вітамінами для підвищення біологічної цінності. Це, безсумнівно, є одним із важливих напрямів у виробництві харчових продуктів, призначених підтримувати і покращувати здоров'я, регулювати процеси травлення та обміну речовин, а також регенерації тканин в організмі, запобігати розвитку захворювань шлунково-кишкового тракту та серцево-судинної системи [83].

У дослідженні фахівців кафедри харчової біотехнології та хімії Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя запропоновано використання лляної олії як джерела омега-3 жирних кислот у складі сиркової пасти [84, 85].

Автори у своїх працях щодо органолептичного і сенсорного аналізу сиркової пасти з додаванням 10% лляної олії проаналізували її характеристики. Органолептичний і сенсорний аналіз зразків сиркової пасти із вмістом 10% лляної олії виявив унікальність і оригінальність цього продукту. Органолептична оцінка підтвердила доцільність поєднання кисломолочного сиру як основи сиркової пасти із лляною олією як джерелом омега-3 жирних кислот. Розроблені профілографи флейвору дослідних зразків виявили, що максимально наближеним до гіпотетичного еталонного зірця виявився зразок із вмістом 10% лляної олії — він найточніше відповідає очікуванням цільової категорії споживачів

Виробництво кисломолочного сиру здійснюється за традиційною технологією кислотним способом з використанням закваски прямого внесення. Технологія виготовлення кисломолочної сиркової пасти, збагаченої омега-3 жирними кислотами, включає такі технологічні операції: перетирання на колоїдному млині та у мішалці кисломолочного сиру до потрібної вологості та консистенції; додавання лляної олії та смакових добавок; фасування та упакування.

Отримана кисломолочна сиркова паста відрізнялася збалансованим смаком, в'язкою, м'якою, ніжною, однорідною кремоподібною консистенцією. Під час досліджень фізико-хімічних показників якості кисломолочної сиркової пасти з умістом лляної олії встановлено, що вони відповідають сучасним нормам.

Отже, лляну олію можна не лише реалізовувати як харчовий продукт, готовий для споживання, а й використовувати як джерело цінних нутрієнтів у технології сиркових паст поліпшеної харчової та біологічної цінності.

Принципова технологічна схема виробництва сиркової пасти з лляною олією представлена на рис. 4.2.

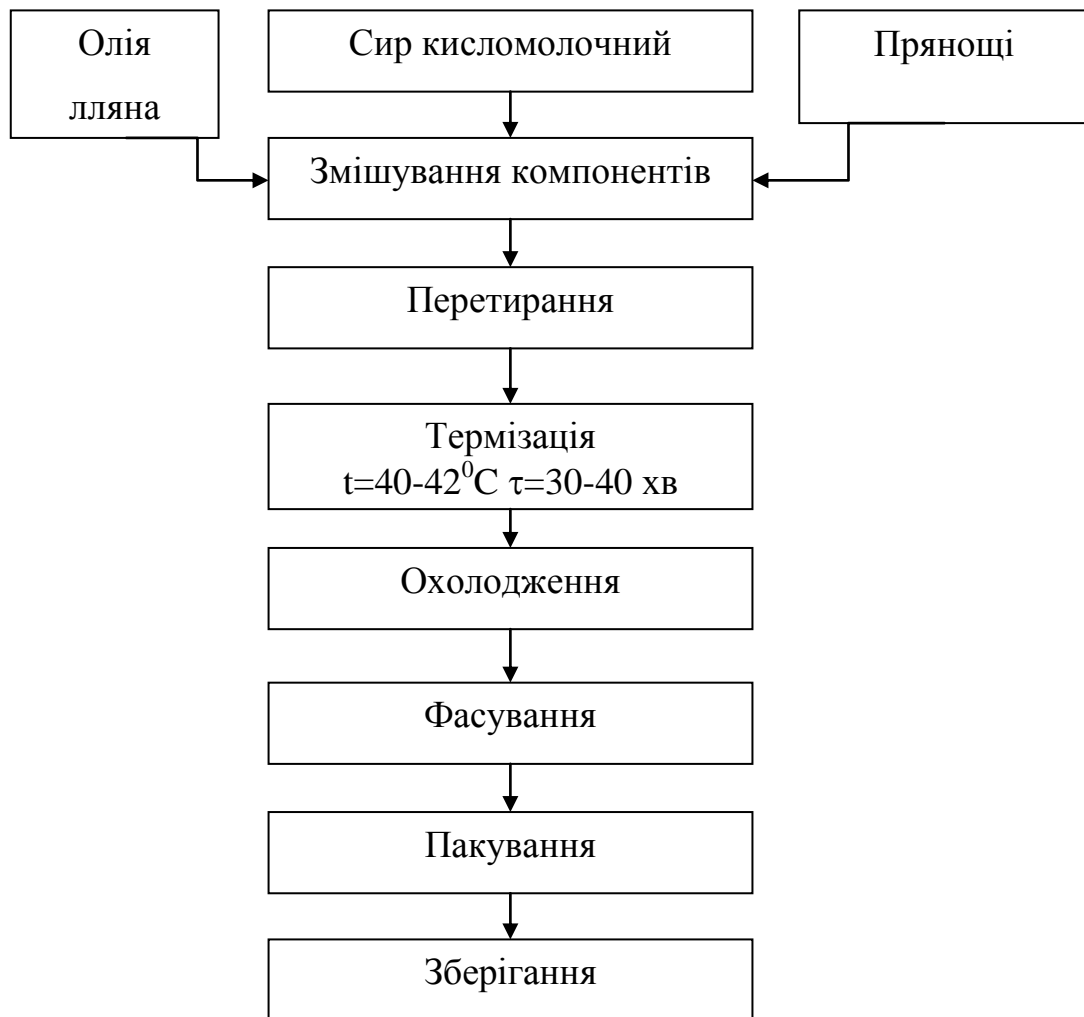


Рис. 4.2. Принципова технологічна схема виробництва сиркової пасти з лляною олією

Такий продукт буде мати покращений жирокислотний склад, в якому переважатимуть поліненасичені жирні кислоти групи  $\omega$ -3.

## Висновок

Інноваційний розвиток є основою успішного функціонування підприємства та вектором, що спрямовує його діяльність. Тому створення оптимальних умов здійснення інноваційної діяльності є основним фактором, як економічного зростання, так і зміцнення системи економічної безпеки. Результатом інноваційної діяльності стосовно сфери оздоровчого харчування буде підвищення якості харчової продукції, нові та покращені за складом харчові продукти, включаючи спеціалізовані для різних груп населення, нові технології їх виробництва із застосуванням нової сировини, сучасні форми організації та управління, що дозволяють підвищити ефективність виробництва. Алгоритм створення інноваційного підприємства з виробництва безглютенових кексів представлено у розділі.

Здійснено дослідження сильних та слабких сторін підприємства з виробництва кондитерських виробів. Серед можливостей можна виділити розширення асортиментної політики підприємств при врахуванні світових тенденцій на кондитерському ринку. Результати дослідження вказують на наступні сильні сторони: висока якість продукції, що не поступається європейській, ціни, що є нижчими за імпортні, асортимент та доступність продукції, наявність кваліфікованих кадрів, хороша репутація на ринку.

Господарюючим суб'єктам пропонується активно вести економічну діяльність, пов'язану із соціальним маркетингом, у напрямку впровадження інноваційних товарів, зокрема безглютенових продуктів, на український ринок. Це відображає суспільно значущий аспект інноваційної діяльності в рамках соціального маркетингу, піклування про людей з особливими дієтичними потребами.

Стічні води кондитерської промисловості відносяться до категорії концентрованих стічних вод за вмістом органічних забруднювачів, вони мають прямий негативний вплив на природні водойми і навколишнє середовище. Забруднення стічних вод кондитерських фабрик складається з органічних речовин, сиропу, цукру, соків, жирів. Технологія очищення

стічних вод кондитерських фабрик, яка заснована на механічній та фізико-хімічній очистці, дозволяє вирішувати проблему забруднення довкілля.

При отриманні напівзнежиреного лляного борошна утворюється лляна олія. Її можна реалізовувати як самостійний продукт, а також як сировину для виробництва сиркових паст з поліпшеної харчовою та біологічною цінністю.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головною тенденцією серед учасників продовольчого ринку є зростаючий попит на товари для здорового харчування, продаж яких за 2022 р. підвищився більш ніж у 2 рази. Категорія оздоровчих та функціональних продуктів – це нове покоління товарів з додатковою користю для організму – у них підвищено концентрацію корисних речовин.

Останнім часом виробництво безглютенової продукції набуло великої популярності у світі через зростання кількості алергійних захворювань, викликаних непереносимістю глютену. Основну частку безглютенової продукції в Україні становить продукція закордонного виробництва, тому питання використання альтернативних видів рослинної сировини для заміни традиційного борошна, що містить глютен, набуває неабиякого значення.

Базовою основою для виготовлення безглютенових кондитерських виробів обрано рисове борошно. Встановлено, що рисове борошно перевершує пшеничне за кількістю вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, Н та РР, у ньому знаходиться у 1,6 рази більше натрію, в 1,8 – заліза, в 1,9 – фосфору, в 2,4 – кальцію, в 2,9 – калію та в 8,6 – магнію. Коефіцієнт утилітарності білку для рисового борошна є більшим на 20,6%, а коефіцієнт надлишковості – меншим на 19,2%.

Для підвищення біологічної цінності безглютенових кексів обрано збагачувачі, які характеризуються цінним біохімічним складом та належать до безглютенових видів сировини: напівзнежирене борошно насіння льону, порошок глоду та кунжут. Їх використання дозволяє збагатити безглютенові кекси харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, кальцієм та комплексом мікронутрієнтів. При їх споживанні буде забезпечена позитивна дія на стан серцево-судинної, нервової систем, шлунково-кишкового тракту, а також профілактика гіпертонії, інфаркту, інсульту, онкологічних захворювань та передчасного старіння.

Були розроблені принципові технологічні схеми отримання збагачувачів з характеристиками їх етапів та технологічних параметрів, а

також визначені органолептичні властивості порошкоподібних збагачувачів, які підтвердили, що вони цілком підходять для комбінування з рисовим борошном при створенні безглютенових кексів.

Були досліджені фізико-хімічні показники нових видів сировини, а саме їх вологість та кислотність, які знаходяться у межах нормативних значень. Аналіз функціонально-технологічних властивостей збагачувачів виявив, що для лляного борошна, порошку глоду та насіння кунжуту коефіцієнт набухання вищий, ніж для рисового борошна. Отже, їх додавання до рецептури буде сприяти потрібній вологості та уповільненню черствіння.

Було проведено оцінювання органолептичних властивостей модельних зразків кексів, які відрізнялися масовими частками збагачувачів. При їх порівнянні методом бальної оцінки найкращі результати були отримані для рецептури, в якій передбачено внесення 8% лляного напівзнежиреного борошна, 8% насіння кунжуту та 2% порошку плодів глоду.

Для модельних рецептур розраховували зміну біохімічного складу кексів, показники їх харчової та біологічної цінності. Встановлено, що обрані джерела функціональних інгредієнтів підвищують харчову цінність виробів, а також рівень забезпечення добових потреб людини у вітамінах та мінеральних речовинах. Обрано рецептуру, що забезпечує такий склад виробів, які є функціональними за вмістом білків, харчових волокон, кальцію, магнію, заліза, фосфору, калію, вітамінів E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>9</sub> та PP.

Були розроблені принципова технологічна схема та спосіб виробництва безглютенових кексів з додаванням напівзнежиреного лляного борошна, порошку глоду та насіння кунжуту. При виробництві безглютенових кексів потрібно суворо дотримуватись умов, які виключають забруднення обладнання технологічних ліній, сировини, напівфабрикатів і готових кексів навіть найменшими частинами глютенвмісної сировини.

Органолептична оцінка кексів, збагачених напівзнежиреним лляним борошном, насінням кунжуту та порошком плодів глоду засвідчила їх високу якість. Фізико-хімічні показники виробів, які містять рослинні збагачувачі,

показали, що їх вологість дещо більша через високу вологоутримуючу здатність лляного борошна та порошку плодів глуду. А лужність виробів дещо зменшується, що пов'язано зі зростанням маси сировини з кислотністю, яка більша ніж у рисовому борошні. Густина збагачених кексів більша, адже вони мають менш розвинену пористість.

Для отримання якісної та безпечної продукції були встановленні небезпечні фактори та їх чинники, що можуть впливати на нову продукцію спеціального призначення.

При отриманні напівзнежиреного лляного борошна утворюється лляна олія. Її можна реалізовувати як самостійний продукт, а також як сировину для виробництва сиркових паст з поліпшеної харчовою та біологічною цінністю.

Результатом інноваційної діяльності стосовно сфери оздоровчого харчування буде підвищення якості харчової продукції, нові та покращені за складом харчові продукти, включаючи спеціалізовані для різних груп населення, нові технології їх виробництва із застосуванням нової сировини, сучасні форми організації та управління, що дозволяють підвищити ефективність виробництва. Тому було розроблено алгоритм створення інноваційного підприємства з виробництва безглютенових кексів.

Здійснено дослідження сильних та слабких сторін підприємства з виробництва кондитерських виробів. Результати дослідження вказують на наступні сильні сторони: висока якість продукції, що не поступається європейській, ціни, що є нижчими за імпортні, асортимент та доступність продукції, наявність кваліфікованих кадрів, хороша репутація на ринку.

Стічні води кондитерської промисловості відносяться до категорії концентрованих стічних вод за вмістом органічних забруднювачів, вони мають негативний вплив на навколишнє середовище. Технологія очищення стічних вод кондитерських фабрик, яка заснована на механічній та фізико-хімічній очистці, дозволяє вирішувати проблему забруднення довкілля.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горач О. О., Олейникова С. О. Розвиток інноваційних технологій створення продуктів харчування нового покоління. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. №2. С. 164-169.
2. Михалик К.В., Гусар А.О., Горач О.О. Аналіз виробництва безглютенової продукції функціонального призначення на основі використання вітчизняної сировини. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 6. С. 94–100.
3. Rewers M. Epidemiology of celiac disease: what are the prevalence, incidence, and progression of celiac disease? *Gastroenterology*. 2005. Vol. 128. P. 47-51.
4. Association of European Coeliac Societies, AO ECS. URL: <http://aoecs.org/research> (Дата звернення 12.09.2023).
5. Стеценко Н. О., Краєвська С. П. Обґрунтування доцільності виробництва безглютенових харчових продуктів в Україні. *Theoretical achievements for practice : Proceeding of XXVIII International scientific conferences*. Morrisville : Lulu Press, 2018. P. 5–11.
6. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2018. №4 (28). С. 36-46.
7. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення» ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / уклад. Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко. Київ: НУХТ, 2022. 125 с.
8. Україна: харчова промисловість. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3119366-harcova-promislovist-stanovit-majze-20-usogo-virobnictva-ukraini.html>
9. Стеценко Н. О., Іноземцева К. В. Виробництво функціональних харчових продуктів - сучасний напрям інноваційного розвитку підприємств

харчової промисловості. *Prospect for the development of modern science and practice: abstracts of XVI International scientific and practical conference, 11-12 May, 2020. Graz, Austria, 2020. P. 345–348.*

10. Чуйко М. Цифровий маркетинг у просуванні на ринок функціональних харчових продуктів. *Наукові перспективи*. 2023. №2 (32). С. 350-365.

11. Сімахіна Г., Науменко Н. Наукове обґрунтування інновацій та концепції розвитку ресурсоефективних технологій оздоровчих продуктів. *European Science*. 2023. (sge24-01). С. 76-84.

12. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Індустрія оздоровчих продуктів в Україні: стан та перспективи. *Science and innovation of modern world. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2023. С. 217-225.

13. Kapustian A, Chernon N, Naumenko K, Gural L, Ozolina S. Regulation of functional foods in Ukraine and the world. Prospects for the use of postbiotics as functional ingredients. *Food science and technology*. 2023. Vol. 17, Issue 2. P. 4-17.

14. Стеценко Н. О. Функціональні харчові продукти у забезпеченні здоров'я людини. *Die Relevanz und die Neuheit der modernen wissenschaftlichen Studien : der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Wien, 23 August, 2019*. Wien: NGO «Europäische Wissenschafts platform». 2019. В. 3. S. 56-59.

15. Стеценко Н.О. Сучасні підходи до комп'ютерного проектування рецептур оздоровчих харчових продуктів та оцінювання їх нутрієнтного складу. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 14-15 листопада 2018 р., м. Київ*. К.: НУХТ, 2018. С. 10-11.

16. Краєвська С. П., Стеценко Н.О. Передумови для створення безглютенових продуктів харчування в Україні. *Іновації та закономірності розвитку харчових технологій: теоретичні та прикладні аспекти : науково-*

практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з міжнародною участю, 28-29 березня 2019 року : матеріали конференції. Київ : ККІБП, 2019. С. 109-111.

17. Lamacchia C., Camarca A., Picascia S., A. Luccia D., Gianfrani C. Cerealbated gluten free food: how to reconcile nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for celiac disease patients. *Nutrients*. 2014. Vol. 6. P. 575–590.

18. Ринок безглютенових продуктів: великий потенціал поки ще сплячої потреби: веб-сайт. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi> (Дата звернення 12.09.2023)

19. Васьківська А., Пересічна С. Харчова цінність бездріжджового безглютенового хліба. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*, 2023. №3 (9), С. 5-12.

20. Nascimento A., Fiates G., Anjos A., Teixeira E. Analysis for ingredient lists of commercially available gluten-free or gluten-containing food products using text mining technique. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2013. Vol. 64 (2). P. 217–222.

21. Trends or opportunities on the growing market for gluten-free foods. URL : <http://www.mintel.com> (Дата звернення 01.10.2023)

22. Медведєва А., Антонюк О. Безглютенові булочні вироби на основі пшеничного борошна з псиліумом. *Товари і ринки*. 2022. №44(4). С.113-122.

23. Дорохович В.В. Безглютенові борошняні кондитерські вироби. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2013. С. 341-347.

24. Кіпіоро І.М., Гусар А.О., Горач О.О. Використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенових рецептур. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 5. С. 38-44.

25. Gorach O. Conceptual basis of the formulation of gluten-free products based on the use of domestic plant raw materials. *Monografia. Moderní aspekty vědy: XXV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický*

*Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. 2022. P. 373- 388.*

26. Rai S., Kaur A., Chopra C.S. Gluten-Free products for celiac susceptible people. *Front. Nutr.* 2018. V. 5. P. 116-125.

27. Kautto E., Rydén P.J., Ivarsson A., Olsson C. et al. What happens to food choices when a gluten-free diet is required? A prospective longitudinal population-based study among Swedish adolescent with coeliac disease and their peers. *Journal of nutritional science.* 2014. V. 3. P. 159-172.

28. Михонік Л.А., Грищенко А.М. Використання рисового борошна в технології безглютенового хліба. *Наукові праці НУХТ.* 2017. Т. 37, № 2. С. 241-246.

29. Дробот В. І., Шевченко А. О., Літвинчук С. І. Вплив рисового борошна на структурно-механічні властивості тіста та якість хліба. *Наукові праці НУХТ.* 2021. Т. 27, № 5. С. 114-122.

30. Правильне харчування URL: <https://edaplus.info/properties-of-the-products.html> (Дата звернення 15.10.2024).

31. Navaratna S.B. Technology of rice bread making. Nugegoda: University of Sri Jayewardenerapura, 2015. 30 p.

32. Грищенко А. М., Дробот В. І. Технологічні властивості безглютенових видів сировини. *Наукові праці ОНАХТ.* 2014. Т. 1 (46). С. 88-97.

33. Кулініч В. І., Гавриш А. Б., Доценко В. Ф. Рисове борошно – перспективна сировина для безглютеновий продуктів. *Наукові праці ОНАХТ.* 2013. Т. 44. №1. С. 175-178.

34. L. E. van Riemsdijk vander Goat A. J. Colloidal protein particles can be used to develop a gluten-free bread. *Cereal Foods World.* 2011. Vol. 56. № 5. P. 201– 204.

35. Стеценко Н.О., Фролова Н.Е. Основи конструювання нових харчових продуктів [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології»

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» ден. та заоч. форм. К.: НУХТ, 2022. 209 с.

36. Стеценко Н.О. Сировина для харчових продуктів. Модуль 7. Перспективи залучення лікарської пряно-ароматичної сировини до сфери харчових технологій [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання. К.: НУХТ, 2023. 32 с.

37. Шелудько В. М. Розширення асортименту сучасних борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2021. № 26. С. 71-77.

38. Краєвська С. П., Стеценко Н.О. Аналіз хімічного складу насіння гарбуза, кунжуту та льону як перспективних джерел для виробництва біологічно активних добавок до їжі. *Стратегія якості в промисловості і освіті*: матеріали ІХ Міжнародної конференції, 31 мая-7 июня. Варна, 2013. С. 95-97.

39. Стеценко Н.О., Краєвська С. П. Порівняльна характеристика властивостей насіння льону різних сортів, призначених для виробництва снєків. *SWorld Journal*. 2020. Issue № 4. Part 1. P. 30–35.

40. Капрельянц Л.В., Швець Н.А., Столярова Т.В. Водорозчинні полісахариди насіння льону. *Наукові праці ОНАХТ*. 2012. Вип. 24. С. 146-150.

41. Стеценко Н.О., Краєвська С.П. Характеристика комплексу слизоутворюючих полісахаридів, екстрагованих з насіння льону. *LOGOS. Мистецтво наукової думки*. 2018. №1. С.165-168.

42. Prevenzione Investigators Dietary Supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results of Prevenzione tria. *Lancet*. 2005. Vol. 354. P. 447 - 455.

43. СухенкоЮ.І., Веретинко О.І. Вивчення хімічного складу насіння льону для використання у технології січених напівфабрикатів. *Наукові праці НУБіП*. 2013. №2. С. 38-43.

44. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: [підручник]. К.: ЦУЛ, 2009. 544 с.

45. Тараймович І. В., Душук М. С. Удосконалена технологія переробки насіння льону олійного з отриманням продуктів різного функціонального призначення. *Сільськогосподарські машини*. 2016. №35. С. 92-95.

46. Гудзенко А. В., Цуркан О. О., Ковальчук Т. В. Дослідження препаратів плодів глоду. *Фармацевтичний журнал*. 2011. №3. С. 95-100.

47. Турчиняк М. К. Актуальність використання нетрадиційних добавок у харчових продуктах. *Товарознавчий вісник*. 2014. №7. С. 193-198.

48. Стеценко Н. Печиво оздоровчої дії, збагачене порошком глоду та обліпиховою олією. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. №22. Т.1. С. 82-86.

49. Павлюченко О. С., Шиш Н. І. Перспективи використання насіння кунжуту для збагачення продуктів харчування. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі : тези доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій*, 19 - 20 березня. Київ : НУХТ, 2019. С. 145.

50. Печиво безглютенове. URL : <https://uapatents.com/2-6680-pechivo-bezglyutenove.html> (дата звернення 19.10.2023 р.)

51. Пісочний напівфабрикат безглютеновий. URL : <http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/28859/1/bezgluten.pdf> (дата звернення 19.10.2023 р.)

52. Мафіни оздоровчо-профілактичного призначення. URL : <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/23273/1/Pdammb.pdf> (дата звернення 19.10.2023 р.)

53. Мафін безглютеновий. URL : <https://ukrpatent.org/atachs/opys-model-02.pdf> (дата звернення 19.10.2023 р.)

54. Безглютеновий борошняний кондитерський виріб. URL : <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/28413/1/Tsokalo.pdf> (дата звернення 19.10.2023 р.)

55. Використання безклейковинної сировини у виробництві хлібобулочних виробів URL: <https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/tech/article/view/269/248> (дата звернення 19.10.2023 р.)

56. Технології кондитерських виробів [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / укладачі: В. В. Дорохович, Ю. В. Камбулова, С. Г. Кияниця, О. О. Кохан, Л. В. Махинько. Київ : НУХТ, 2022 121 с.

57. Скалецька Л.Ф., Подпрятков Г.І., Завадська О.В. Методи досліджень рослинницької сировини. Лабораторний практикум. К.: «ЦП КОМПРИНТ», 2013. 242 с.

58. Технологія продуктів функціонального призначення [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» ден. та заоч. форм навчання / уклад. Н. О. Стеценко. К.: НУХТ, 2021. 119 с.

59. Контроль якості та безпеки продукції галузі: Метод. рекомендації до виконан. лаборат. робіт для студ. напряму 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: Попова Н.В., Мисюра Т.Г., Зав'ялов В.Л., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Жеплінська М.М. К.: НУХТ, 2018. 129 с.

60. Стеценко Н.О. Основи конструювання нових харчових продуктів [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» освітньо-професійної програми «Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова, природоохоронна» ден. та заоч. форм навчання / уклад. Н. О. Стеценко. К.: НУХТ, 2022. 209 с.

61. Основи конструювання нових харчових продуктів [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до вивчення дисципліни та виконання лабораторних робіт для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» освітньо-професійної програми «Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова, природоохоронна» денної та заочної форм навчання / уклад. Н. О. Стеценко. К.: НУХТ, 2022. 99 с.

62. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. Математико-статистичні методи досліджень: Курс лекцій для магістрантів спеціальностей напрямку 0917 «Харчова технологія та інженерія» ден. та заоч. форм навч. К.:НУХТ, 2008. 106 с.

63. Левківська Т.М. Косоголова Л.О., Носенко В.Є. Розробка способу одержання порошку з морквяних вичавок з підвищеним вмістом  $\beta$ -каротину. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2005. Вип. 34. С.140-143.

64. Бичков Я.М., Дмитрюк Т.І. Способи отримання сухих порошоків з рослинної сировини. *Наукові праці ОНАХТ*. 2014. Вип. 46, Т.1. С. 204-209.

65. Стукальська Н.М., Златева К.В. Дослідження функціонально-технологічних властивостей безглютенової сировини. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 4. С. 192-199.

66. Патент України на корисну модель №20731, МПК А23G 3/00. Склад кексу безглютенового / А.М. Дорохович, О.В. Бабіч, В.В. Дорохович, опубл. 15.02.2007, бюл. №2.

67. Лінійне програмування: практикум з дисципліни «Методи оптимізації» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 61 с.

68. Олексієнко Н., Оболкіна В., Дудко С. Безпечність кондитерської продукції: деякі аспекти її формування. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. №3. С. 37-40.

69. Лозова Т. М. Застосування системи управління безпеністю харчових продуктів (НАССР). *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2019. №22. С. 34-37.

70. Стукальська Н. М., Вархол В. О. Моніторинг безпеності і якості виробництва кондитерських виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. №1. С. 104-113.

71. Панчишин М. А. Оцінювання інноваційного потенціалу підприємств харчової промисловості. *Актуальні проблеми розвитку фінансів в умовах цифровізації економіки України*. 2023. №7. С. 106-109.

72. Мойса Т. В. Особливості формування інноваційного потенціалу підприємства в сучасних умовах розвитку. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2023. Т. 7. С. 54-70.

73. Тізеш П. П., Дідик В. І. Інвестиційний клімат як умова стратегічної конкурентоспроможності. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: зб. наук. пр.* Одеса. 2023. Вип. 1. С. 7-16.

74. Сімахіна Г., Науменко Н. Здобутки і перспективи впровадження інновацій у харчовій промисловості України. *Publishing house «European Scientific Platform»*. 2021. С. 55-63.

75. Пахомська О.В. Сучасний стан і перспективи розвитку борошняних кондитерських виробів в Україні. *Сучасні тенденції виробництва борошняних кондитерських виробів : матеріали I регіональної наук.-практ. конф.* Вінниця : ВТЕК КНТЕУ, 2019. С. 16–18.

76. Бочко О., Нич-Войтан С., & Малецька О. SWOT-аналіз як інструмент управління виробництвом на ринку кондитерської продукції. *Via Econotica*. 2023. Вип. 2. С. 39-45

77. Гончар В. В., Бібік О. І. Інноваційна продукція як сучасний інструмент соціального маркетингу. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*. 2017. №15. С. 117-121.

78. Makhonina O. S., Radchenko N. Environmentally safe solutions during the impact of confectionery industry enterprises on the hydrosphere. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доп. 31-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023, 17-20 травня 2023 р.* / ред. Є. І. Сокол ; уклад. Г. В. Лісачук. Харків : НТУ "ХП", 2023. С. 357.

79. Панко В. Аналіз екологічних цілей сталого розвитку та їх вимірність серед підприємств харчової галузі України. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2023. Т. 4. №72. С. 65–70.

80. Горач О. О., Домбровська О. П. Використання насіння льону олійного та конопель у харчовій промисловості. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2021. Т. 28. С. 18-22.

81. Криськова Л.П., Лялик А.Т. Ляна олія як джерело омега-3 та омега-6 поліненасичених жирних кислот. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості. Зб. матеріалів XX наук. конф. ТНТУ ім. І. Пулюя*. Тернопіль, 2017. С. 198.

82. Тіхосова Г.А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: монографія. Херсон, 2011. 356 с.

83. Лялик А., Бейко, Л., Кухтин М., Покотило О. Використання лянової олії у виробництві харчових продуктів. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. №3. С. 78-83.

84. Lialyk A.T., Pokotylo O.S., Kukhtyn M.D. Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Сер: Харчові технології*. 2019. Т. 21. № 91. С. 124 – 129.

85. Lialyk A., Pokotylo O., Kukhtyn M., Beyko L., Horiuk Yu., Dobrovolska S. Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*. 2020. V. 19. P. 216-222.