

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів

До захисту
допускається

Завідувач кафедри
технологій та безпеки
харчових продуктів
Марина САМІЛИК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: **«Удосконалення технології кексів збагачених харчовими волокнами нетрадиційної сировини»**

Виконав

(підпис)

Василь ЮРЧЕНКО

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Група

ХТ 2302м

Науковий
керівник

(підпис)

Тетяна СИНЕНКО

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2024 року

АНОТАЦІЯ

Юрченко В. Ю. Удосконалення технології кексів збагачених харчовими волокнами нетрадиційної сировини.

Кваліфікаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню та удосконаленню технології кексів збагачених харчовими волокнами нетрадиційної сировини.

У першому розділі систематизовано дані інформаційних джерел щодо розробки технології борошняних кондитерських виробів (кексів) та проаналізовано досвід використання вторинної сировини харчових виробництв в технології збагачених продуктів. Зазначено перспективи використання пивної дробини – як джерела харчових продуктів.

У другому розділі сформульовано програму та етапи експериментальних досліджень. Визначено об'єкт і предмети досліджень, розписано постановку експериментів. Здійснено підбір методів досліджень, необхідних для визначення хімічних, фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників, планування експерименту та обробки експериментальних результатів з використанням сучасних комп'ютерних програм, що забезпечує високий рівень вірогідності результатів досліджень.

У третьому розділі досліджено хімічний склад та технологічні властивості пивної дробини, сироватки молочної. Обґрунтовано доцільність використання даної сировини як біологічно цінної. Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники модельних харчових систем кексів. Розроблено рецептуру та технологічну схему одержання кексів «Світанок» з порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність.

У четвертому розділі з урахуванням принципів НАССР здійснено опис розроблених кексів «Світанок», складено блок-схему виробництва,

проаналізовано небезпечні фактори та серйозність їх наслідків. Визначені критичні точки контролю на етапах виробництва кексів, критичні межі, з урахуванням чого складено план НАССР.

У п'ятому розділі виконано розрахунки економічної ефективності від проведених досліджень. Оцінка собівартості і планування прибутку від реалізації показали, що 1 кг кексів «Світанок» складає 154,15 грн, що є нижчою порівняно з продуктом-аналогом (203,38 грн/кг). Економічні вигоди від впровадження запропонованої технології можуть бути забезпечені як на етапі виведення продукту на ринок, так і на етапі подальшої реалізації.

Ключові слова: борошняні кондитерські вироби, кекси, пивна дробина, сироватка молочна, харчові волокна, біологічна цінність, харчова цінність.

ABSTRACTS

Yurchenko V. Improving the technology of cakes enriched with dietary fibres from non-traditional raw materials.

The qualification work is devoted to the scientific substantiation and improvement of the technology of cakes enriched with dietary fibres from non-traditional raw materials.

The first chapter systematises the data from information sources on developing flour confectionery (cakes) technology. It analyses the experience of using secondary raw materials from food production in the technology of fortified products. The prospects of using brewer's grains as a source of food products are indicated.

The second section formulates the programme and stages of experimental research. The object and subjects of study are defined, and the experiments are described. The selection of research methods necessary for determining chemical, physicochemical, organoleptic and microbiological parameters, planning the experiment and processing the experimental results using modern computer programs, ensuring a high-reliability level of the research results, was carried out.

The third section studies the chemical composition and technological properties of brewer's grains and whey. The practicality of using these raw materials as biologically valuable is substantiated. The influence of individual recipe components on the physicochemical, structural, mechanical and organoleptic parameters of model food systems of cupcakes was determined. Developed the recipe and technological scheme for producing «Svitanok» cakes with brewer's grain powder and condensed whey. A set of data characterising the quality of the developed products was obtained, and their high nutritional and biological value was proved.

The fourth section, taking into account the principles of HACCP, the developed cakes «Svitanok» are described, a production flow chart is drawn up, and hazardous factors and the severity of their consequences are analysed. Critical control points at

the stages of cake production and critical limits have been identified, and a HACCP plan has been drawn up.

In the fifth section, the economic efficiency of the research is calculated. The cost estimation and planning of profit from sales showed that 1 kg of cakes «Svitanok» costs 154.15 UAH, which is lower than the analogue product (203.38 UAH/kg). Economic benefits from implementing the proposed technology can be ensured at the product launch stage and further sales.

Keywords: flour confectionery products, cakes, brewer's grains, whey, dietary fibre, biological value, nutritional value.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ	14
1.1 Технологічні аспекти виробництва борошняних кондитерських виробів – кексів	14
1.2 Аналіз інноваційних технологій виготовлення кексів	20
Висновки за розділом 1	25
РОЗДІЛ II ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Об'єкти і предмети дослідження.....	26
2.2.1 Отримання порошку пивної дробини	28
2.2.2 Отримання дослідних зразків кексів.....	28
2.2 Методи і методики досліджень.....	29
2.4 Математико-статистичні методи обробки результатів досліджень.....	32
Висновки за розділом 2	33
РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ	34
3.1 Дослідження хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей сировини.....	34
3.1.1 Визначення хімічного та гранулометричного складу порошку пивної дробини	34
3.1.2 Визначення вологопоглинальної та жирозв'язувальної здатності порошків пивної дробини.....	38
3.1.3 Визначення біологічної цінності молочної сироватки	39
3.2 Визначення впливу рецептурних компонентів на якість тіста для кексів	41

3.2.1 Дослідження впливу порошку пивної дробини на властивості тіста для кексів	43
3.2.2 Дослідження впливу сироватки молочної згущеної на властивості тіста для кексів з порошком пивної дробини.....	49
3.2.3 Оптимізація рецептурного складу кексів з порошком пивної дробини....	53
3.3 Розробка рецептури та обґрунтування технологічні параметрів одержання виготовлення кексів	59
3.4 Визначення показників якості кексів «Світанок».....	67
3.4.1 Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники.....	67
3.4.2 Аналіз зміни харчової та біологічної цінності кексів	70
3.5 Визначення термінів зберігання харчової продукції.....	71
Висновки за розділом 3	73
РОЗДІЛ IV АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА КЕКСІВ	75
Висновки за розділом 4	89
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОВОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ КЕКСІВ	90
5.1 Оцінка собівартості розробленого продукту.....	91
5.2 Планування прибутку та показників ефективності впровадження нового продукту	93
Висновки за розділом 5	94
ВИСНОВКИ.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	97
ДОДАТОК А.....	104
ДОДАТОК Б.....	105

ВСТУП

Актуальність теми. В останні роки погіршення екологічної та соціально-економічної ситуації, військові дії в Україні загострили проблему захисту здоров'я людей, створивши необхідність використання цінної сировини для розробки нових видів харчових продуктів з поліпшеними споживчими характеристиками.

Сьогодні люди все частіше стикаються з проблемою харчового дисбалансу через споживання рафінованих та очищених продуктів. Для здорового харчування необхідні незамінні амінокислоти, харчові волокна, вітаміни, мікроелементи та ненасичені жирні кислоти.

Дефіцит макро- та мікроелементів заважає захисній системі організму адекватно реагувати на несприятливі впливи навколишнього середовища. За даними американських вчених [1], 90% населення постійно перебувають у стані сильного стресу. Правильне харчування має значний позитивний вплив на стрес. Оскільки метаболізм різко підвищується, що вимагає підвищеного споживання вітамінів і мінералів, а також продуктів з високим вмістом білків рослинного походження.

Проблема формування споживчих властивостей нового покоління інноваційних продуктів базується на використанні натуральних інгредієнтів, які покращують харчову та біологічну цінність продукту. Особливого значення набуває вплив комплексів інгредієнтів на споживчі характеристики продуктів. Вибір натуральної сировини для нових продуктів базується на її хімічному складі. Хімічний склад харчових продуктів, у тому числі борошняних кондитерських виробів, можна регулювати за рахунок вмісту в такій сировині біологічно цінних сполук.

Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби (печиво, кекси, торти, пряники тощо) займають важливе місце в раціоні українців. Однак важливим недоліком цієї групи продуктів є їхня низька фізіологічна цінність, що характеризується високим вмістом вуглеводів і жирів, надмірне споживання

яких шкодить організму. Тому важливо коригувати хімічний склад борошняних кондитерських виробів, які є продуктом масового споживання, оскільки вони містять відносно низький рівень харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин і поліненасичених жирних кислот.

Традиційним видом борошняних кондитерських виробів є кекси. Однак сировина, що використовується у виробництві кексів, містить мало мінеральних речовин і вітамінів, які руйнуються в подальших технологічних процесах, знижуючи біологічну цінність продукту. Проте рецептурні композиції кексів можна коригувати, збагачуючи їх рослинними та нетрадиційними натуральними інгредієнтами [2]. Це дозволяє створювати нові функціональні продукти з підвищеною харчовою цінністю.

Таким чином, популярність борошняних кондитерських виробів, тенденція до здорового харчування та розвиток інноваційних технологій і підходів до комплексного використання сировини та безвідходного виробництва визначають актуальність удосконалення технології кексів з використанням нетрадиційних інгредієнтів.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології кексів збагачених харчовими волокнами нетрадиційної сировини.

Для досягнення поставленої мети було сформовано наступні завдання:

- обґрунтувати технологічну доцільність використання сировини багатой харчовими волокнами (пивної дробини) у технології кексів;
- визначити технологічні властивості нетрадиційної сировини з метою прогнозування їх раціонального співвідношення у складі борошняної суміші, впливу на реологічні показники тіста та якість готових виробів;
- дослідити вплив рецептурних компонентів на органолептичні, фізико-хімічні показники та реологічні властивості модельних харчових систем кексів;
- обґрунтувати технологічні параметри виробництва кексів збагачених харчовими волокнами;
- розробити технологію кексів, комплексно дослідити якість розробленої продукції, а також її зміни в процесі зберігання;

– розробити нормативну документацію на новий продукт, здійснити комплекс заходів щодо практичного впровадження результатів досліджень та оцінити соціальну і економічну ефективність наукової розробки.

Об’єктом дослідження є технологія борошняних кондитерських виробів – кексів.

Предмети дослідження – сировина для виробництва та збагачення кексів (борошно пшеничне, порошок пивної дробини, сироватка молочна згущена), органолептичні, фізико-хімічні показники, структурно-механічні та мікробіологічні властивості модельних харчових систем, що містять вищевказані види сировини, харчова та біологічна цінність кексів.

Методи дослідження – стандартні загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні, структурно-механічні, кваліметричні, системного аналізу, моделювання, математично-статистичні методи обробки експериментальних даних з використанням сучасних комп’ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень сформульовано й доведено науково-практичну гіпотезу – використання пивної дробини і сироватки молочної згущеної у технології кексів забезпечить підвищення їх технологічної стабільності, харчової та біологічної цінності, дасть змогу розширити асортимент борошняних кондитерських виробів з підвищеним вмістом харчових волокон.

Уперше:

- розроблено рецептурну композицію кексів збагачених нетрадиційною сировиною (порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною);
- удосконалено технологічну схему виробництва кексів збагачених харчовими волокнами нетрадиційної сировини;
- досліджено взаємозв’язок рецептурних компонентів;
- отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених кексів, доведено їх підвищену харчову та біологічну цінність.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію кексів

збагачених харчовими волокнами пивної дробини.

Апробація результатів дослідження. Основні результати досліджень обговорювалися і здобули позитивні оцінки на IV міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі».

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 2 наукові праці, у тому числі: 1 стаття у затвердженому фаховому виданні України.

Список опублікованих робіт:

1. Юрченко В. Кекси з підвищеним вмістом харчових волокон. IV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». URL: <https://sites.google.com/tsatu.edu.ua/etsm-stud-conf-4/materialy>

2. Синенко Т. П., Юрченко В. Ю. Розробка технології кексів з підвищеною біологічною та харчовою цінністю. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2024. № 14(2). С. 1–15. <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-2-22>

РОЗДІЛ I

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1 Технологічні аспекти виробництва борошняних кондитерських виробів – кексів

Кекси займають до 15% загального обсягу виробництва у загальній структурі ринку борошняних кондитерських виробів. Ці вироби мають приємний зовнішній вигляд, смакові властивості, добре засвоюються організмом людини, що обумовлює їх популярність у населення.

Згідно ДСТУ 4505:2005 [3], залежно від способу виготовлення та рецептур кекси поділяють на такі групи:

- з використанням біологічного способу розпушування (дріжджів);
- з використанням хімічного способу розпушування;
- без дріжджів та хімічних розпушувачів.

Процес приготування тіста для кексів на хімічних розпушувачів та без хімічних розпушувачів складається з наступних етапів: збивання масла з цукром або меланжу з цукром; змішування збитої маси з іншими рецептурними інгредієнтами, крім борошна; потім додавання борошна, приготування та формування тіста; випікання та оздоблювання.

Тісто для кексів являє собою дисперсну систему, що складається з пухирців газу (повітря), що розділені плівками дисперсійного середовища дуже малої товщини. В процесі виготовлення тіста для кексів відбувається насичення повітрям збитої маси та його диспергування, що призводить до збільшення об'єму тіста (піни-емульсії) і супроводжується розвитком внутрішньої поверхні системи [3–6]. Важливою характеристикою піни-емульсії є дисперсність, що визначає її якість та властивості, а також процеси, що в ній відбуваються [7].

Технологічні властивості сировини мають суттєвий вплив на якість тіста для кексів та готових виробів.

У виробництві кексів головним будівельним матеріалом у створенні структури є пшеничний крохмаль, що міститься у борошні. Його функції навіть

важливіші, аніж функції білка, а це означає, що під час визначення необхідних властивостей борошна, показники, що засновані на вимірі білка, виявляються несуттєвими [8, 9]. Зазвичай борошно для кексів виготовляють з м'якої пшениці із вмістом клейковини 28-34% слабкої або середньої якості з метою обмеження формування клейковини у тісті [7]. Вийняток є борошно, призначене для виготовлення фруктових кексів, де додатковий білок сприятиме рівномірному розподілу фруктів та інших наповнювачів та їх утриманню у тісті та готових виробах [10].

Борошно, що використовується у виробництві високорецептурних кексів, зазвичай, підлягає попередній обробці. Один із способів передбачає обробку борошна газоподібним хлором, проте у всьому світі використання хлорування усе більше обмежується. У багатьох країнах хлорування замінюють на суху термічну обробку борошна. Ступінь хлорування та теплової обробки борошна, призначеного для виробництва кексів, можуть відрізнятися залежно від можливого використання. Наприклад, високобілкове борошно для виготовлення фруктових кексів підлягатиме більш інтенсивній обробці, ніж борошно, що використовується для виготовлення бісквітів та кексових батончиків [11].

Ще однією відмінною властивістю борошна для високорецептурних кексів є зменшення частинок борошна, що досягається шляхом повторного помолу. Ступінь помолу борошна впливає на його водопоглинаючу здатність, швидкість утворення тіста, консистенцію. Чим крупніші частинки борошна, тим з меншою швидкістю відбувається процес утворення тіста. Пов'язано це із зменшенням швидкості проникнення води всередину білка [10, 12]. Можливість використання у технології виготовлення кексів сировини з частинками грубого помолу, що передбачає обмежене набухання білків клейковини борошна, не досліджувалась і потребує свого вивчення. Для зменшення кількості та послаблення клейковини пшеничного борошна на практиці у рецептурі кексів включають картопляний крохмаль до 25% від маси борошна.

Цукор крім того, що формує смак виробів, є структуроутворювачем колоїдної системи тіста [12]. У технології кексів з використанням та без

використання хімічних розпушувачів цукор виконує роль стабілізатора пінної структури. Цукор також має значний вплив на параметри клейтеризації крохмалю борошна. Враховуючи, що при формуванні структури кексу важливу роль відіграє крохмаль, то навіть незначні зміни у процесі його клейстеризації матимуть значний вплив на якість готових виробів. Із збільшенням вмісту цукру у рецептурі підвищується температура клейстеризації крохмалю борошна з подальшою стабілізацією структури кексу (перетворення піни у губку) [11].

У зв'язку з тим, що у технології виготовлення кексів використовується до 35% цукру, ці вироби характеризуються високою енергетичною цінністю і не можуть використовуватись у дієтичному харчуванні [13].

Встановлено покращення показників якості напівфабрикатів та готових виробів за умови зменшення рецептурного вмісту цукру на 10%, що зумовлено збільшенням піноутворюючої здатності яєчно-цукрової суміші, зменшенням щільності тіста, а також підвищенням стискання м'якушки, питомого об'єму та пористості готових виробів [11].

У роботі [12] встановлено, що зменшення вмісту цукру на 10-15% від рецептурної кількості не погіршують якість випеченого напівфабрикату. Зменшення вмісту цукру у рецептурі більш ніж на 20% скорочує терміни зберігання готових виробів. Подальше зменшення вмісту цукру у рецептурі призводить до різкого зниження питомої маси, пористості. Погіршуються також структурно-механічні та органолептичні властивості готових виробів.

Таким чином, аналізуючи вищезазначене, можна зробити висновок про те, що одним з ефективних способів впливу на процеси емульгування, набрякання білків та клейстеризацію крохмалю борошна з метою отримання виробів з певними фізико-хімічними та органолептичними показниками якості є зміна рецептурної кількості цукру.

Яєчні продукти у виробництві борошняних кондитерських виробів відіграють роль натурального піноутворювача та емульгатора, сприяють формуванню пористої структури, фіксації форми, покращують органолептичні властивості. Високий вміст у яєчному білку амінокислот, в тому числі,

незамінних, підвищує харчову цінність готових виробів [14, 15].

У технології кексів з використанням і без використання хімічних розпушувачів яєчні продукти забезпечують формування піноподібної структури напівфабрикатів, також є основним джерелом вологи. Зменшення вмісту яєць у рецептурі призводить до зменшення об'єму, пористості та погіршення структурно-механічних властивостей готових виробів. Заміна яєчних продуктів у рецептурах борошняних кондитерських виробів іншими видами сировини, які мають стабілізуючі та емульгуючі властивості, дозволяє зменшити їхню енергетичну цінність та розширити сировинну базу [10].

Важливу роль у процесі тістоутворення відіграють жири, які здатні вступати у взаємодію з молекулами білків, крохмалю, змінюючи при цьому їх структуру і властивості [16–18]. Тому, прогнозуючи вплив рецептурного жирового компоненту на показники якості напівфабрикатів і готових виробів, необхідно враховувати не тільки його хімічний склад, але і фізичний стан.

Вважається, що жирові продукти, які містяться у рецептурах борошняних кондитерських виробів, впливають на властивості клейковини. Жири підвищують пластичні властивості тіста та збільшують вміст рідкої фази у ньому за рахунок адсорбції на поверхні макромолекул білка та крохмалю і, як наслідок, уповільнення процесу набрякання колоїдів борошна [14–18].

Здатність жирів вступати у взаємодію з компонентами тіста визначається їхнім жирнокислотним складом: чим вищий вміст ненасичених жирних кислот, тим вони більше адсорбуються основними складовими рецептурних компонентів борошняних кондитерських виробів [17].

Твердий жир у виробництві борошняних виробів забезпечує насичення повітрям напівфабрикату, що збивається (піну-емульсію, тісто), його рівномірний розподіл та отримання стабільної високодисперсної системи [3].

Вважається [3], що для кращого розподілу жирів між частинками борошна і надання виробам шарової структури, жир краще додавати в тісто у вигляді тонкої диспергованої емульсії.

В даний час найбільш широке застосування у виробництві борошняних

кондитерських виробів набули маргарини.

Використання маргаринів має цілий ряд переваг:

- максимальна можливість до поглинання повітря, що обумовлює високу здатність до аерування (дозволяє отримати пишну, насичену повітрям масу);
- сталість структурно-механічних характеристик сприяє утворенню мілкодисперсної системи, рівномірному розподіленню маргарину між іншими рецептурними компонентами тіста;
- вміст у складі емульгаторів (сприяє утворенню дрібнодисперсної емульсії, уповільненню процесу ретроградації крохмалю) [14, 19].

Однак у маргарині вміст трансізомерів олеїнової кислоти становить більш ніж 50% [20]. Трансізомери існують у природі та містяться у вершковому маслі, молоці, яйцях, проте їхня кількість не перевищує 5% до загального жиру [20, 21].

Важливим технологічним параметром, що має вплив на фізичні властивості тіста та якість готових виробів є температура. Підвищення температури тіста збільшує швидкість розчинення кристалічної сировини та набрякання колоїдів борошна, призводить до часткової дегідратації сахарози і, як наслідок, збільшення вмісту вільної води у тісті [22]. Крім того, підвищення температури призводить до зниження в'язкості дисперсійного середовища і поверхневого натягу на межі поділу фаз, що має позитивний вплив на процеси емульгування та піноутворення.

Коливання температури тіста для кексів впливає на такі процеси [23]:

- швидкість розчинення сировини, особливо цукру. Низька температура уповільнює процес розчинення цукру. Це особливо помітно за умови використання крупнокристалічного цукру, коли можливе утворення білих плям або краплин при випіканні кексів.
- швидкість гідратації крохмалю у борошні – низька температура призводить до уповільнення процесу гідратації крохмалю.
- збивання жиру та його здатність до аерації – при низькій температурі тіста погіршується збивання жиру та ступінь аерації тіста нижчий. Це призводить до зменшення об'єму тіста та погіршенню органолептичних характеристик.

- функціональні властивості емульгаторів, що використовуються для покращення збивання тіста для кексів також залежать від температури.

- швидкість реакції компонентів розпушувача змінюється. Усі хімічні реакції уповільнюються при зниженні температури, або відбуваються занадто стрімко при її підвищенні. Зміна кількості вуглекислого газу, що виділяється під час реакції компонентів розпушувача між собою, має безпосередній вплив на форму кексу, об'єм і структуру.

- ускладнюється визначення заданої маси тіста, оскільки можливі коливання густини тіста, пов'язані із станом жиру та емульгатора, а також із швидкістю реакції розпушувача.

Вплив часу. Час диспергування залежить від природи рідин, що змішуються, частоти перемішування, виду збивача, його розмірів та форми, а також температури [24].

Оптимальним часом отримання емульсії є перемішування протягом 15-20 хвилин. У зв'язку з тим, що при досягненні певного розміру, краплини рідини перестають подрібнюватись, подальше перемішування понад оптимальний час є недоцільним та призводить до збільшення витрат на виробництво БКВ. Ефективність перемішування залежить від виду устаткування, що використовується, його характеристик, форми ємкості [25].

Вплив рН середовища. Важливою характеристикою продуктів емульсійного типу є активна кислотність (рН). Її величина впливає на стійкість емульсій, що стабілізовані білками та деякими полісахаридами, створює умови для розвитку корисної або некорисної мікрофлори. Емульсії, що стабілізовані білками, більш стійкі при рН, близькому до їхньої ізоелектричної точки за умови, що білок розчинний в даній точці [24].

При рН, близькому до ізоелектричної точки, зменшуються сили електростатичного відштовхування між білковими молекулами та підвищується жорсткість міжфазних адсорбційних шарів, що сприяє зменшенню деформації та руйнуванню жирових крапель [26].

У зв'язку з тим, що структура готових виробів формується, головним

чином, на стадії тістоутворення, цей процес відіграє найважливішу роль при виготовленні кексів. При цьому структурно-механічні властивості тіста і якість готових виробів залежать від якості системи, що отримана під час технологічного процесу [24]. Дослідженнями [27] встановлено, що структурно-механічні характеристики борошняних кондитерських виробів залежать від рецептурних компонентів та можуть виступати об'єктивними показниками для контролю за дотриманням рецептури при їх виробництві.

Тому особливу увагу слід приділити вивченню впливу інгредієнтів рецептури на органічні, структурні та механічні властивості модельної харчової системи кексів.

1.2 Аналіз інноваційних технологій виготовлення кексів

Кекси є висококалорійним борошняним кондитерським виробом і користуються стійким попитом серед населення, але вони мають низький вміст вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон і повноцінного білка, дефіцит яких є однією з головних проблем в країні.

Одним з варіантів збагачення кексів є використання борошна нутового, гречаного, кукурудзяного, рисового, ячмінного, зерна та насіння соняшника, кунжуту. Також популярними інгредієнтами є плодово-ягідна та овочева сировина, їх порошки, пасти, пюре, кріопасті та сиропи. Їх фізіологічно функціональними інгредієнтами є харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти. Також набирають популярності розробки виробів, збагачених біологічно-активними речовинами, які виготовляються із вторинної сировини – похідних продуктів переробки рослинної сировини, зокрема це плодово-ягідні вичавки, шроти, лушпиння цибулі, пивна дробина та ін. [28].

У роботі [29] розроблено технологію кексів з додаванням пюре з плодів калини звичайної (*Viburnum opulus* L.) та подрібненого насіння гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo* L.). Встановлено, що внесення в рецептурну суміш пюре калини звичайної та насіння гарбуза звичайного в кількості 10 % призводить до найкращих органолептичних характеристик кексів, знижує їх

загальну калорійність, покращує мінеральний склад.

У роботі [30] представлено рецептури кексів збагачених борошном із насіння нішевих культур: конопляне, лляне, гарбузове та кунжутне. Авторами рекомендовано найліпші зразки кексів збагачені знежиреним конопляним борошном до впровадження у виробництво. Вміст білків у даному зразку становив 8,85 г/100 г, жирів – 17,83 г/100 г, вуглеводів – 51,8 г/100 г, енергетична цінність – 396,85 кКал/ 100 г продукту. Показано, що завдяки функціональним властивостям конопляного борошна отриманий продукт можна віднести до продуктів оздоровчого призначення.

У роботі [31] розроблено кекси, що містять клітковину баклажанів. Показано, що використання клітковини баклажанів у рецептурі кексів призвело до зниження калорійності та підвищення їх харчової цінності.

У роботі [32] оцінено вплив порошку гранатової шкірки на хімічний склад, фізичні властивості, зовнішній вигляд кольору, черствість і сенсорну оцінку кекса з високим вмістом клітковини. Отримані результати показали, що виявлено незначне збільшення зольності зразків. Було помічено збільшення харчових волокон у розроблених кексах порівняно з контрольним. Встановлено, що гранатові шкірки можна використовувати у виробництві кексів для підвищення вмісту харчових волокон і мінералів, зберігаючи прийнятні органолептичні властивості.

У роботі [33] розроблено безглютенові кекси доповнені різними співвідношеннями борошна з вичавок насіння інжиру. Встановлено, що безглютенові кекси зі співвідношенням борошна з вичавок насіння інжиру 70:30 мають найвищі сенсорні оцінки щодо зовнішнього вигляду, кольору та загального сприйняття.

У роботі [34] представлено технологію кексів із клітковиною фініків. Результати показали, що додавання порошку насіння фініків до рецептури значно збільшило кількість жиру та клітковини, а також вміст загальних фенольних сполук та вміст вологи у збагачених кексах порівняно з контролем. Результати показали, що порошок насіння фініків можна використовувати як

добавку до харчових волокон для збагачення кексів.

У роботі [35] в якості нетрадиційної сировини для збагачення кексів використовують гарбуз звичайний, який служить джерелом натуральних антиоксидантів.

У роботі [36] досліджено можливість введення в рецептуру кексів гарбузового насіння в кількості 20–35%. Результати показали, що додавання до рецептури до 30% концентрату покращило сенсорні властивості кексів. Випечені кекси мали невеликі тріщини та розриви, а стан м'якушки був пористим з рівномірним розподілом добавки. При додаванні 35% гарбузового насіння стан м'якушки погіршився, добавка відчувалася на смак, а поверхня виробу характеризувалася екструзією олії. За результатами інших досліджень, найкращі результати були отримані при додаванні 50% гарбузового насіння [37].

У роботі [38] представлено результати дослідження щодо покращення білкового та амінокислотного складу борошняних кондитерських виробів на прикладі кексів. До складу продуктів входило житнє борошно, кукурудзяне борошно, порошок листя ожини та ромашки, порошок листя чорної смородини та молочної сироватки, сухе знежирене молоко, порошок звіробою та квітів липи, порошок ехінацеї пурпурової та порошок пилку. Результати показують, що розроблені продукти покращують органічні властивості, зменшують вміст жирів і вуглеводів та знижують енергетичну цінність. Використання натуральних, нетрадиційних інгредієнтів також збільшило вміст білка в нових виробах до 1,7 разів порівняно з контрольним зразком. Крім того, нові продукти багаті як на замінні, так і на незамінні амінокислоти.

У роботі [39] розроблено кондитерські вироби з тритікалевого борошна. Встановлено, що розроблені кекси збагачені низкою амінокислот (аспарагіною, глютаміною, ізолейцином, фенілаланіном, лізином, аргініном). Аналіз амінокислотного складу підтверджує перспективність застосування борошна з цільнозмеленого зерна люпину та тритікалевого борошна для збагачення кексів.

При розробці збагачених борошняних кондитерських виробів науковці

виявляють великий інтерес до економічно доступних харчових добавок. Практичний інтерес представляє використання пивної дробини, яка є перспективною сировиною для харчової промисловості, особливо хлібопекарської та кондитерської, з точки зору її необмеженої доступності, вмісту незамінних поживних речовин, біологічної цінності та технічних властивостей.

Пивна дробина – побічний продукт пивоваріння, що утворюється як залишок після відділення пивного сусла в процесі фільтрації затору. Пивна дробина містить комплекс речовин з високою поживною цінністю та біологічною активністю. Склад пивної дробини залежить від якості солоду, кількості несолодженої сировини і типу виробленого пива. Неперероблена пивна дробина – це світло-коричневий, грубо подрібнений зерновий продукт з густою консистенцією і солодким смаком і ароматом пивоварного солоду.

Вологість дробини по закінченню циклу пивного виробництва складає 70...80%, середній вміст сухих речовин – 25...30%. Пивна дробина має високу засвоюваність: білкових речовин – на 71...76 %, жиру – на 80...82%, безазотистих екстрактних речовин – на 60...65% [40].

Однак швидке псування свіжої пивної дробини, труднощі з транспортуванням і потреба у великих кількостях дробини для задоволення потреб організму тварин обмежили її широке використання.

Сушіння та подрібнення пивної дробини не потребує спеціалізованого та дорогого обладнання, яке серійно випускається для підприємств переробної промисловості. Запропоновано технологію переробки пивної дробини [41]. Згідно з цією технологією, пивоварне зерно пресують до вологості 65%, сушать до 8...10%, а потім подрібнюють у молотковому млині. Висушене пивна дробина (мелене) являє собою сипучий порошок світло-коричневого кольору, майже без запаху. Ця технологія також дозволяє виробляти немелену сушену пивну дробину і гранульовану сушену пивну дробину.

Зважаючи на високий вміст основних поживних речовин та їх високу засвоюваність пивну дробину широко використовують як харчову добавку при

виробництві кулінарної продукції. Відомо ряд технологій хлібобулочних, борошняних кондитерських та макаронних виробів, м'ясних та молочних виробів, дієтичних продуктів з використанням пивної дробини. Доведено можливість та доцільність додавання до рецептури цих виробів пивної дробини у вигляді борошна, екстракту, дріжджового концентрату та ксиліту [42, 43]. Найбільш поширеним є використання борошна із пивної дробини.

Згідно з дослідженням [44], борошно пивної дробини відрізняється від борошна пшеничного вищого гатунку високим вмістом білка, жиру, клітковини та мінеральних речовин. Аналіз якісного складу білка показує, що в борошні пивної дробини ідентифіковані та кількісно визначені всі незамінні амінокислоти. Вміст лізину та треоніну в білку борошна пивної дробини вищий, ніж у борошні пшеничному. Вміст треоніну, фенілаланіну та тирозину також перевищує норму FAO/WHO.

У роботі [45] досліджено покращення поживності хліба шляхом додавання пивної дробини до пшеничного борошна. Визначено, що хімічний склад пивної дробини складається з 6,19% вологи, 4,01% золи, 8,80% сирого жиру, 16,80% сирової клітковини, 21,86% сирого протеїну, 42,30% вуглеводів, 2,57 мг/г кальцію, 3,16 мг/г магнію та 7,34 мг/г калію. Показники, виміряні у дослідних зразках тіста, показали, що водопоглинання, стабільність, ступінь розм'якшення істотно збільшувалися. Зі збільшенням пивної дробини маса буханця збільшувалася і зменшувався об'єм батона. Враховуючи сенсорні, функціональні та поживні показники, вчені дійшли висновку, що заміна пшеничного борошна на пивну дробину до 10% є прийнятною для споживачів.

Вирішення проблеми підвищення харчової та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів лежить у площині пошуку нових добавок, що містять більше фізіологічно функціональних інгредієнтів. Використання цих добавок для доповнення поживних речовин, яких часто не вистачає, відкриває можливість суттєво вирішити проблему дефіциту поживних речовин у раціоні харчування людини. Колективний досвід вчених свідчить, що промислові відходи, вторинні рослинні ресурси, можуть бути перспективним джерелом

фізіологічно функціональних інгредієнтів.

Висновки за розділом 1

Розробка кондитерських виробів з поліпшеним хімічним складом, підвищеним вмістом біологічно активних речовин, пониженої енергетичної цінності – актуальний науковий напрям. Цей напрям потребує інноваційних рішень під час створення сучасного асортименту кондитерських виробів шляхом застосування нетрадиційних інгредієнтів нових видів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Зарубіжний і вітчизняний досвід показує, що ефективно та економічно доступно забезпечити населення дефіцитними у харчуванні нутрієнтами, використовуючи місцеву сировину.

Проте на сьогодні проблема забезпечення населення харчовими продуктами, особливо кондитерськими виробами, повністю не вирішена.

Таким чином, теоретично досліджено можливість збагачення кексів за рахунок використання сировини багатой на харчові волокна, зокрема похідних переробки рослинної сировини. Виробництво кексів з підвищеною харчовою цінністю є перспективним на сьогодні, оскільки вирішується проблема із незбалансованим харчуванням населення.

РОЗДІЛ II

ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти і предмети дослідження

При виконанні кваліфікаційної роботи теоретичні та експериментальні дослідження щодо наукового обґрунтування та розроблення технології кексів збагачених харчовими волокнами проводили з урахуванням системного підходу.

Методологія системного підходу при вирішенні завдань кваліфікаційної роботи зводиться до розкриття інтегративних якостей об'єкту дослідження, виявлення різноманітних зв'язків і механізмів, що забезпечують взаємозв'язок та взаємозалежність отриманих результатів.

Для досягнення мети дослідження реалізований поетапний механізм вирішення проблеми, що припускає підпорядкування єдиній меті взаємозалежних складових: I – теоретичного (аналіз) та II, III – експериментального етапів (синтез), IV- оцінки ефективності – покладених в основу програми теоретичних і експериментальних досліджень (рис. 2.1).

Цей підхід став основою для формулювання мети, визначення основних напрямів, конкретних завдань і методів проведення подальших досліджень.

Реалізацію програми наукових досліджень, здійснювали в науково-дослідних лабораторіях Сумського національного аграрного університету, а саме, лабораторіях кафедр технологій та безпечності харчових продуктів, технології харчування.

Об'єктом дослідження є технологія борошняних кондитерських виробів – кексів.

Предмети дослідження – сировина для виробництва та збагачення кексів (борошно пшеничне, порошок пивної дробини, сироватка молочна згущена), органолептичні, фізико-хімічні показники, структурно-механічні та мікробіологічні властивості модельних харчових систем, що містять вищевказані види сировини, харчова та біологічна цінність кексів.

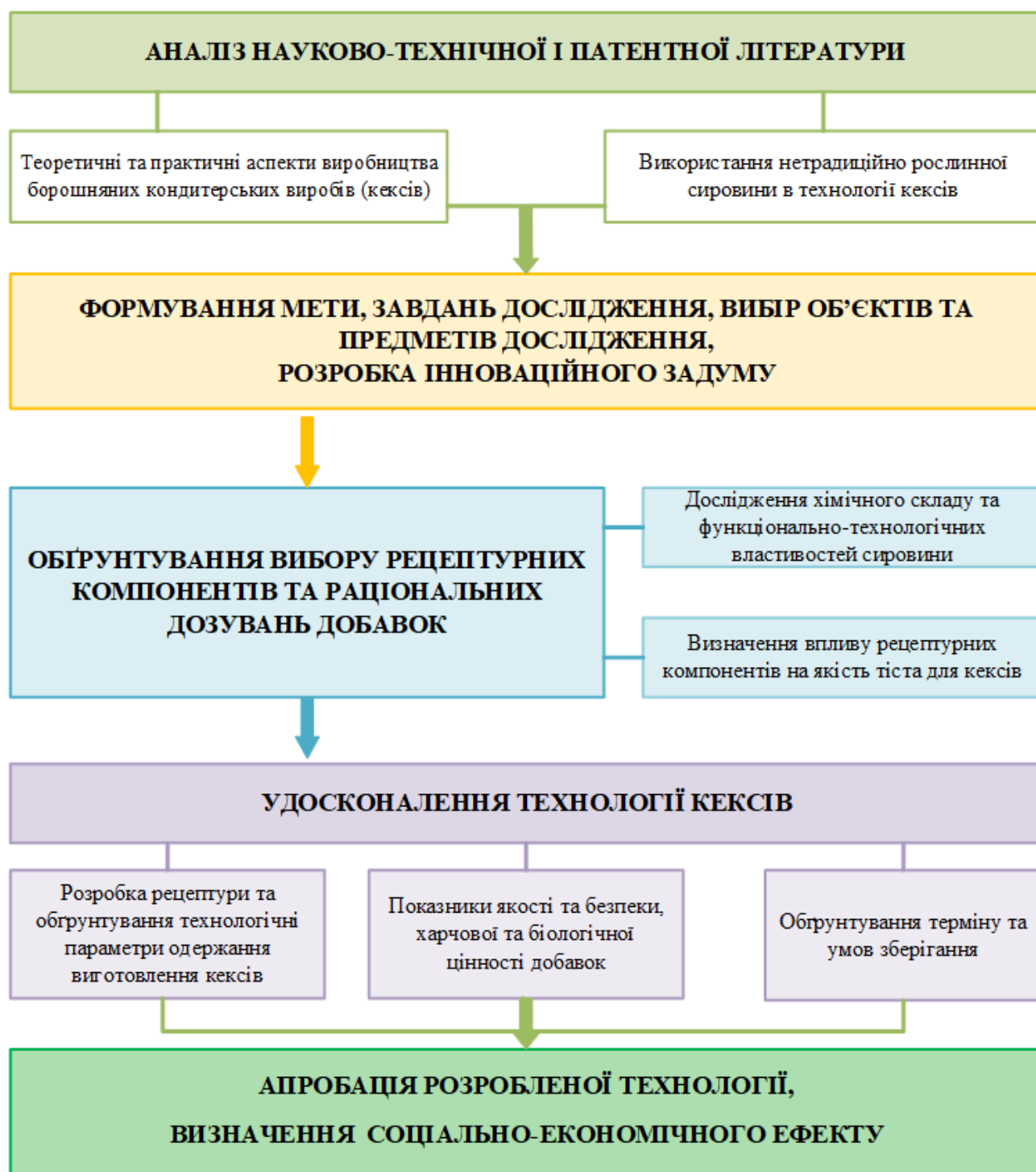


Рис. 2.1. Програма досліджень

Сировина та матеріали, що використовувались при проведенні досліджень (табл. 2.1), відповідали вимогам діючої в Україні нормативної документації або сертифікату відповідності фірми-виробника.

Таблиця 2.1 – Сировина та матеріали

Найменування	Діючий нормативний документ	Виробник	Нормативний документ виробника
Борошно пшеничне вищого гатунку	ГСТУ 46.004-99	ТМ «Хуторок» ТОВ ЗОВНІШТОРГРЕСУРС»	ТУ У 15.6-2778401454-001:2006
Цукор-пісок	ДСТУ 4623:2006	ТМ «Хуторок» ТОВ ЗОВНІШТОРГРЕСУРС»	ДСТУ 4623:2006
Сода харчова	ДСТУ: 2156-76	ТМ «Сто пудів»	ТУ У 82.9-31641954-005:2013
Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015	ТМ «Галицький Газда» ПП «Фламінго»	ДСТУ 3583:2015
Масло солодковершкове екстра 82,5 %	ДСТУ 4399:2005	ТМ «Добряна» ТОВ «Мілкеленд-Україна»	ДСТУ 4399:2005
Яйця курячі харчові	ДСТУ 5028:2008	ТОВ «Ясенсвіт»	ТУ У 01.2-35472086-021:2018
Свіжа пивна дробина	-	ТОВ «Sumy Craft Brewery»	-
Сироватка молочна згущена (20% сухих речовин, демінералізована)	-	ТОВ «Богодухівський молзавод»	ТУ У 10.5-36537542-004:2016

2.2.1 Отримання порошку пивної дробини

Свіжу пивну дробину надано підприємством ТОВ «Sumy Craft Brewery», отриману при виробництві світлого пива.

Свіжа пивна дробина мала масову частку вологи не більше 86%. З метою збереження якості сировини протягом тривалого зберігання пивну дробину висушували. Сушіння здійснювали інфрачервоним способом в лабораторній установці при температурі (50,0...60,0) °С до масової частки вологи не більше 8,0%. Подрібнення сухого продукту здійснювали лабораторним млином. Просіюванням подрібненого продукту через лабораторні сита – розмір фракцій 30...450 мкм, отримували порошок, який зберігали в умовах вакууму при кімнатній температурі без доступу світла.

2.2.2 Отримання дослідних зразків кексів

В якості контролю використано традиційний кекс «Столичний», рецептура якого надана у табл. 2.2.

Рецептурні компоненти вказано на 100 кг борошна пшеничного.

Таблиця 2.2 – Рецептний склад кексу «Столичний»

Найменування інгредієнтів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг	
		В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,50	100,0	85,5
Цукор білий кристалічний	99,85	75,0	74,9
Масло вершкове	84,00	75,0	63,0
Меланж	27,00	60,0	16,2
Сіль кухонна	96,50	0,3	0,3
Родзинки	80,00	75,0	60,0
Цукрова пудра рафінована	99,85	3,5	3,5
Амоній бікарбонат	99,60	0,3	0,3
Всього	-	389,1	303,7
Вихід	-	344,7	283,9

В експериментальних дослідження для об'єктивного встановлення впливу збагачувачів на властивості тіста для кексів родзинки не використовували.

2.2 Методи і методики досліджень

У роботі використано стандартні загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, які забезпечили виконання поставлених завдань. За призначенням та суттю методи досліджень такі: методи дослідження хімічного складу, методи дослідження фізико-хімічних показників і функціонально-технологічних властивостей, методи мікробіологічних досліджень.

Методи дослідження вхідної сировини, напівфабрикатів і готового продукції наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Методи досліджень, що використовувались при проведенні експериментів

Досліджувані показники	Метод дослідження	Нормативно-технічний документ, джерело методики
1	2	3
Титрована кислотність	Титрування лугом у присутності індикатора	ДСТУ 4957:2008
Активна кислотність	Потенціометричний метод з використанням рН-метру	ДСТУ 8550:2015
Дисперсність частинок	Просіюванням, фільтруванням, мікроскопіюванням	ДСТУ 7662:2014
Масову частку води	Висушування при температурі 105°C до постійної ваги	ДСТУ 4910:2008 ДСТУ ISO 6496:2005
Загальний вміст білку	Метод К'ельдаля	ДСТУ ISO 8968-1:200
Вміст жиру	– Бутирометричний (метод Гербера, кислотний) – екстракційно-ваговий метод (за Сокслетом)	ДСТУ 7208:2002, ДСТУ 5060:2008, ДСТУ 7577:2014
Вміст цукрів	– Перманганатний метод (за Бертраном); – метод Шорля (йодометричний напівмікрометод)	ДСТУ 4954:2008, ДСТУ 5059:2008
Вміст клітковини	Метод Кюшера та Ганека	ДСТУ ISO 6541:2005
Вміст золи	Гравіметричний метод після спалювання проби в муфельній печі при 500...600 °C	ДСТУ ISO 5984-2004
Вологопоглинаюча здатність борошна, %	Метод центрифугування	[47]
Жиропоглинаюча здатність, %	Метод центрифугування	[47]
Питомий об'єм, см ³ /г	Розрахунковий метод	[50]
Усихання, %	За різницею ваги свіжовипеченого кексу і повторним зважуванням його ваги через кожні 48 годин	[52]
В'язкість, Па·с	На ротаційному візкозиметрі «Реотест-2»	[47]
Вміст вільних амінокислот	Із використанням амінокислотного аналізатору «Biotronik LC-2000» (Німеччина) з фотоколориметричним детектором	За методикою лабораторії ВАДЯХВ
Сенсорний аналіз	– Описовий методом; – сенсорно-профільний метод; – метод парного порівняння	ДСТУ ISO 6658:2005 ДСТУ ISO 6564:2005 ДСТУ ISO 5495:2005 ДСТУ ISO 11035:2005 ДСТУ ISO 11036:2017
Бактерії групи кишкової палички	Посів на рідке середовище Кесслера	ДСТУ 7357:2013

Закінчення таблиці 2.3

1	2	3
Визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно–анаеробних мікроорганізмів	Посів на агаризовані поживні середовище для визначення КМАФАнМ	ДСТУ 8446:2015
Патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Salmonella</i>	Посів у середовище Плоскірева	ДСТУ ГОСТ 30726-2002
Кількість дріжджів та плісені	Посів у живильне середовище з антибактеріальним антибіотиком	ДСТУ 8447:2015
Енергетична цінність продуктів, ккал	Розрахунковий метод за коефіцієнтами Атвотера	[51, 53]
Органолептична оцінка	Описувальний (якісний) Метод профільного аналізу	ДСТУ 4505:2005 ДСТУ 4683:2006

Біологічна цінність харчового продукту характеризує корисність білка продукту і ступінь збалансованості цього білка за амінокислотним складом. За методикою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ) біологічну цінність харчового продукту визначають за *амінокислотним скором (АС)*.

АС – це відношення кількості незамінної амінокислоти в досліджуваному білку до її вмісту в «ідеальному білку», виражається у % і розраховується за формулою (2.2).

$$AC_k = \frac{гНАК_k \text{ в } 100 \text{ г оцінюваного білка}}{гНАК_e \text{ в } 100 \text{ г ідеального білка}} \quad (2.1)$$

де $гНАК_k$ в 100 г оцінюваного білка – вміст певної амінокислоти в 100 г білка даного продукту, г;

$гНАК_e$ в 100 г ідеального білка – вміст відповідної амінокислоти в 100 г «ідеального білка», г.

Сенсорний профільний аналіз. Оцінку смаку і запаху дослідних зразків проміжних і готових продуктів здійснювали за допомогою сенсорного профільного методу згідно ДСТУ ISO 6658:2005. Цей метод застосовується при визначенні впливу різних факторів на показники якості досліджуваного продукту, при характеристиці різниці між декількома подібними продуктами, при моніторингу зміни якості продукту при зберіганні.

Для проведення профільної оцінки смаку і запаху експертна комісія

складалася з 9 осіб. Попередньо проводилася підготовка експертів та тестування на здатність розрізняти та запам'ятовувати запахи, ідентифікувалися пороги їх чутливості та сенсорна нюхова пам'ять згідно ДСТУ ISO 6658-2016. Підготовка також передбачала знайомство з термінологією проведення сенсорного аналізу для забезпечення відтворюваності результатів дослідження.

Інтенсивність кожного дескриптора та загальне враження визначали за допомогою 50-бальної шкали:

0,0...9,0	ознака відсутня
10,0...19,0	ознака лише упізнається або відчувається
20,0...29,0	слабка інтенсивність
30,0...39,0	помірна інтенсивність
40,0...49,0	сильна інтенсивність
50,0	дуже сильна інтенсивність прояву ознаки

Досліджувані зразки оцінювали тричі. Результати заносили до дегустаційного листа (додаток А).

Отримані дані статистично оброблялися та інтерпретувалися графічно у вигляді пелюсткової діаграми (профілограми).

2.4 Математико-статистичні методи обробки результатів досліджень

Статистичну обробку результатів досліджень проводили із застосуванням стандартного пакета *Microsoft Excel*, методом кореляційно-регресивного аналізу, загальноприйнятим методом із визначенням середньоарифметичного та середньоквадратичного відхилення окремого результату (стандартне відхилення). Точність вимірювань визначали з рівнем надійності (довірчої ймовірності) ($P \geq 0,95$).

З метою дослідження впливу взаємозалежності технологічних параметрів, встановлення оптимальних параметрів дослідних технологічних процесів, підтвердження отриманих експериментальних даних використано метод математичного моделювання, а саме, методологію поверхні відклику. Використано повнофакторний експеримент (за допомогою пакета *Statistica 10* (StatSoft, Inc.)).

Загальна схема математико-статистичної моделі, теоретичні зв'язки між керуючими і контрольними параметрами процесів, зображують у вигляді параметричної схеми («чорний ящик»).

Досліджувані математичні моделі описуються рівнянням регресії (2.11):

$$Y = b_0 + b_1 \cdot f_1 + b_{11} \cdot f_1^2 + b_2 \cdot f_2 + b_{22} \cdot f_2^2 + \dots + b_n \cdot f_n + b_{nn} \cdot f_n^2 \quad (2.11)$$

де Y – контрольний параметр (критерій оптимізації);

$b_0, b_1, b_{11}, b_2, b_{22}, b_n, b_{nn}$ – коефіцієнти при змінних;

f_1, f_2, f_n – керуючі (вхідні) фактори.

Моделювання та обробку експериментальних даних виконували за допомогою пакета *Statistica 10*, а саме побудову матриці планування експерименту у вигляді таблиці, знаходження функцій відклику, регресійний і дисперсійний аналіз моделей.

Адекватність розроблених моделей перевіряли методом дисперсійного аналізу. Для адекватності моделей рівень значущості втрати узгодженості для моделей має складати $p \leq 0,05$ і значення коефіцієнтів детермізації (R^2, R^2_{adj}) має бути близьким до одиниці, розрахований критерій Фішера ($F_{розр.}$) більшим за табличний ($F_{таб.}$).

Висновки за розділом 2

1. Охарактеризовано об'єкт та предмет досліджень. Наведено характеристику сировини та добавок, що використовуються в дослідженнях.
2. Розроблено план теоретичних та експериментальних робіт з обґрунтування та розробки технології кексів збагачених.
3. Підібрано методики для дослідження фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників сировини та готової продукції.
4. Підібрано сучасні математично-статистичні методи обробки результатів експериментальних досліджень і графічного представлення результатів.

РОЗДІЛ III

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТУ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ

На основі теоретичних досліджень сформульовано робочу гіпотезу наукової роботи – використання порошку пивної дробини та сироватки молочної у технології кексів забезпечить підвищення їх харчової та біологічної цінності, дасть змогу розширити асортимент дієтичних борошняних кондитерських виробів.

Аналіз інформаційних джерел показав, що структурно-механічні характеристики борошняних кондитерських виробів залежать від рецептурних компонентів та можуть виступати об'єктивними показниками для контролю за дотриманням рецептури при їх виробництві. Тому, особливу увагу, на наш погляд, необхідно приділити дослідженню впливу рецептурних компонентів, зокрема порошку пивної дробини та сироватки молочної на органолептичні, функціонально-технологічні та структурно-механічні властивості модельних харчових систем кексів.

3.1 Дослідження хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей сировини

3.1.1 Визначення хімічного та гранулометричного складу порошку пивної дробини

Основним предметом дослідження в роботі є пивна дробина, яку отримували у свіжому вигляді із пивоварні і миттєво висували в лабораторній інфрачервоній сушарці та подрібнювали до стану порошку (розділ 2).

На рис. 3.1 представлено зовнішній вигляд пивної дробини свіжої та сухої.



Рис. 3.1. Зовнішній вигляд пивної дробини: *а* – сирої; *б* – сухої

Результати вивчення показників якості дослідних зразків свіжої та висушено пивної дробини представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати досліджень сировини

($n=3$, $P \geq 0,95$)

Найменування показника	Значення для	
	свіжої пивної дробини	висушеної подрібненої пивної дробини
Вологість, %	$70,6 \pm 1,2$	$8,1 \pm 0,4$
Вміст білка, %	$6,8 \pm 0,5$	$21,2 \pm 0,5$
Вміст ліпідів, %	$1,5 \pm 0,3$	$8,3 \pm 0,2$
Вміст вуглеводів, % в тому числі	$16,3 \pm 1,5$	$50,2 \pm 1,3$
- клітковини, %	$4,0 \pm 0,2$	$17,5 \pm 0,8$
Вміст золи, %	$0,7 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,3$

За встановленими показниками переважаючою речовиною хімічного складу зразків свіжої пивної дробини є вуглеводи, в тому числі клітковина. Відповідно, що дозволяє розглядати пивну дробину як джерело клітковини (харчових волокон). Позитивним в хімічному складі пивної дробини можна вважати наявність білків та ліпідів, що робить сировину також джерелом рослинного білка.

У зв'язку з тим, що в модельних рецептурних композиціях кексів суху пивну дробину вибрано для заміни частини пшеничного борошна, тому важливим було дослідити фракційний склад порошків дробини.

Важливою технологічною характеристикою порошків є їх фракційний

склад. Це є важливим аспектом сенсорного сприйняття внесення нового інгредієнта до складу печива. Відомо, що дисперсність основної сировини борошняних виробів та рослинних збагачувальних добавок суттєво впливають на процес тістоутворення та структурно-механічні властивості тіста, розмір часточок більше 50 мкм може відчуватися споживачем. Тому доцільним є дослідити гранулометричний склад сухої подрібненої пивної дробини. З метою встановлення фракційного складу використовували лабораторні сита з діаметром отворів 450, 300, 250, 50, 30 мкм (розділ 2).

На рис. 3.2 представлено зовнішній вигляд сухої подрібненої пивної дробини за фракційним розміром.



Рис. 3.2. Зовнішній вигляд подрібненої сухої пивної дробини фракцій розміром:

а – 50 мкм; б – 200 мкм; в – 300 мкм; г – 450 мкм

Фракційний склад подрібненої пивної дробини складає від 50 до 450 мкм. Бачимо, що частки фракцій зразків пивної дробини мають різну форму, об'єм поверхні.

Слід відмітити, що розміри часток пивної дробини значно більші від пшеничного борошна. На рис. 3.3 представлено порівняльну характеристику вмісту різних фракцій в досліджуваній сировині.

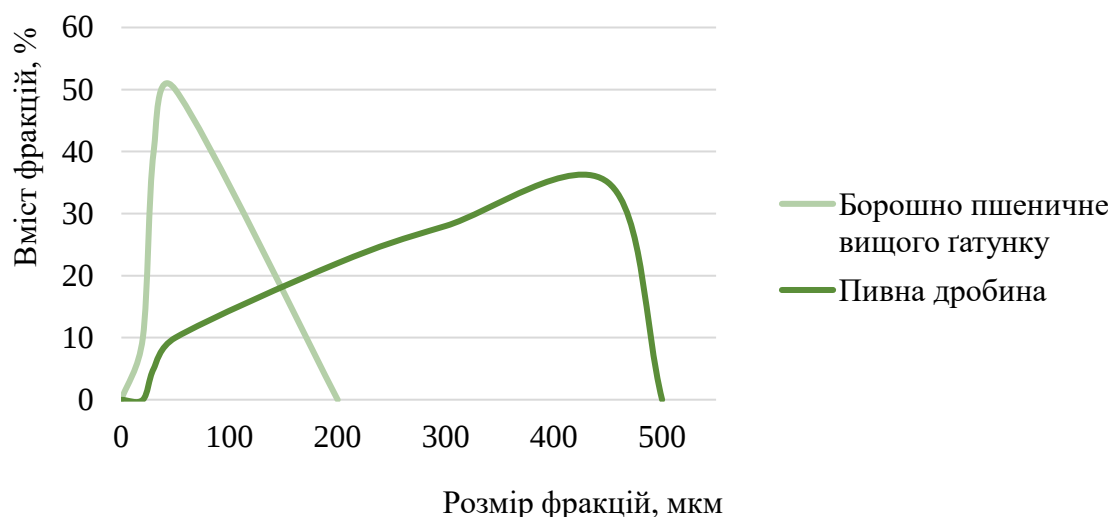


Рис. 3.3. Диференціальні функції розподілу фракцій в досліджуваній сировині

За диференціальною функцією розподілу фракцій (рис. 3.3) розмір частинок пшеничного борошна вищого ґатунку знаходиться в межах від 20 до 50 мкм. Отриманий порошок пивної дробини в лабораторних умовах містять фракції з розміром частинок 30...500 мкм. Переважаючою є фракція із діаметром часточок 300...450 мкм (28...35%). Фракція із розміром часточок до 200 мкм складає 22 %. Разом із тим, загальна кількість часточок із діаметром менше 50 мкм не перевищує 8%.

Аналіз фракційного складу порошку пивної дробини доводить, що їх фракційний склад відрізняється певним чином від борошна пшеничного, і є грубодисперсним порошкоподібним продуктом. Це зумовлює той факт, що органолептично, за умови недостатньої гідратації, буде відчуватися характерна волокниста структура, впливатиме на процес тістоутворення та якість готових виробів.

Для визначення раціонального фракційного розміру пивної дробини з метою внесення як добавки для збагачення кексів харчовими волокнами, визначено хімічний склад пивної дробини різних фракцій (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика фракцій пивної дробини
(n=3, P $\geq$ 0,95)

Найменування показника	Значення для фракції			
	50 мкм,	200 мкм	300 мкм	450 мкм
Вміст білка, %	30,21 $\pm$ 0,47	15,63 $\pm$ 0,27	17,93 $\pm$ 0,30	17,68 $\pm$ 0,30
Вміст сирової клітковини, %	1,64 $\pm$ 0,40	3,17 $\pm$ 0,40	8,06 $\pm$ 0,40	9,73 $\pm$ 0,40

Відповідно даним (табл. 3.2) із збільшенням розміру фракції пивної дробини збільшується кількість клітковини (від 1,64 до 9,73 %), а вміст білку відповідно зменшується (від 30,21 до 17,68 %).

Таким чином, визначено хімічний та гранулометричний склад пивної дробини. Так, вони мають високий вміст харчових волокон. Крім того, у порошках пивної дробини також містяться білкові сполуки. Це дозволяє спрогнозувати підвищення харчової та біологічної цінності готових виробів вразі використання досліджуваної пивної дробини як збагачувача.

З метою виробництва кексів збагачених харчовими волокнами і привабливими сенсорними показниками, для наступного етапу досліджень нами обрано розмір фракцій пивної дробини 300 мкм. Отриманий таким чином порошок з пивної дробини, має світло коричневий колір без сторонніх присмаків і легкий злаково-солодовий аромат з горіховими та карамельними нотками.

3.1.2 Визначення вологопоглинальної та жирозв'язувальної здатності порошків пивної дробини

Важливою технологічною властивістю борошна, від якої залежить вологість та реологічні властивості тіста, є його вологопоглинальна здатність – кількість води, яку спроможне поглинути борошно під час утворення тіста нормальної консистенції і яка обумовлена вмістом та станом біополімерів, здатних до набрякання: білків, крохмалю, пентозанів.

Пивна дробина відрізняється від пшеничного борошна за хімічним складом, що дозволило припустити про різницю їх впливу на колоїдні та фізико-хімічні процеси під час замішування тіста та випікання кексів.

Відповідно вище вказаному, в роботі визначено вологопоглинальну та

жирозв'язувальну здатність порошку пивної дробини (розмір фракцій 300 мкм), адже ці характеристики суттєво впливають на утворення тіста. Результати дослідження функціонально-технологічних показників представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Функціонально-технологічні показники сировини

(n=3, P≥0,95)

Найменування показника	Значення показників, %	
	Борошно пшеничне вищого гатунку	Порошок пивної дробини
Вологопоглинальна здатність	150,0±2,0	195,0±2,0
Жирозв'язувальна здатність	42,0±1,0	81,0±1,0

Встановлено, що вологопоглинальна, жирозв'язувальна здатність порошків пивної дробини вищі на 45% і 41% відповідно ніж у пшеничного борошна. Отримані результати можна пояснити тим, що у порошку пивної дробини високий вміст білка, харчових волокон, які, як відомо, мають вищу вологопоглинальну здатність ніж крохмаль пшеничного борошна. Відповідно, це визначає необхідність коригування вологості тіста під час його замішування.

Таким чином, визначено функціонально-технологічні властивості порошку пивної дробини, а саме вологопоглинальну та жирозв'язувальну здатності. Порошок пивної дробини характеризується значною вологопоглинальною здатністю, що необхідно враховувати під час складання рецептур. Визначено, що високі показники жирозв'язувальної здатності порошків пивної дробини сприятиме кращому зв'язуванню жиру в тісті.

3.1.3 Визначення біологічної цінності молочної сироватки

Сироватка молочна – це плазма молока, яку одержують термомеханічним обробленням молочного згустку під час виробництва сирів [54].

Сироватка молочна згущена демінералізована – молочний продукт, який отримується шляхом видалення води, концентрації та часткової демінералізації (знесолення) сироватки методом мембраного розподілу на установці нанофільтрації типу АВ (Automatic Basic) [55].

Середній хімічний склад свіжої та згущеної молочної сироватки представлений в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристика хімічного складу молочної сироватки

Показник	Сироватка молочна	
	з-під сиру	згущена
Масова частка сухих речовин, %	4,5...7,2	18,0...24,0
лактози	3,9...4,9	10,5...14,9
білкових сполук	0,5...1,1	4,4...7,1
молочного жиру	0,05...0,5	0,1...0,8

Одним із найбільш цінних компонентів молочної сироватки є білкові речовини. Вміст їх у сироватці складає 0,5...1,1%. Найменшою частиною білків сироватки, близько 10 %, є залишки казеїну – γ -фракція, яка не згортається сичужним ферментом. А понад 90 % – група сироваткових білків: β -лактоглобулін, α -лактальбумін, імуноглобуліни, альбумін сироватки крові, протеозо-пептони, лактоферін, ферменти та інші мінорні білки [56]. Сироваткові білки багаті дефіцитними незамінними амінокислотами (лізин, триптофан, метіонін, треонін). Молочна сироватка містить вільні амінокислоти, загальний вміст яких складає 182,9 мг/г (рис. 3.4).

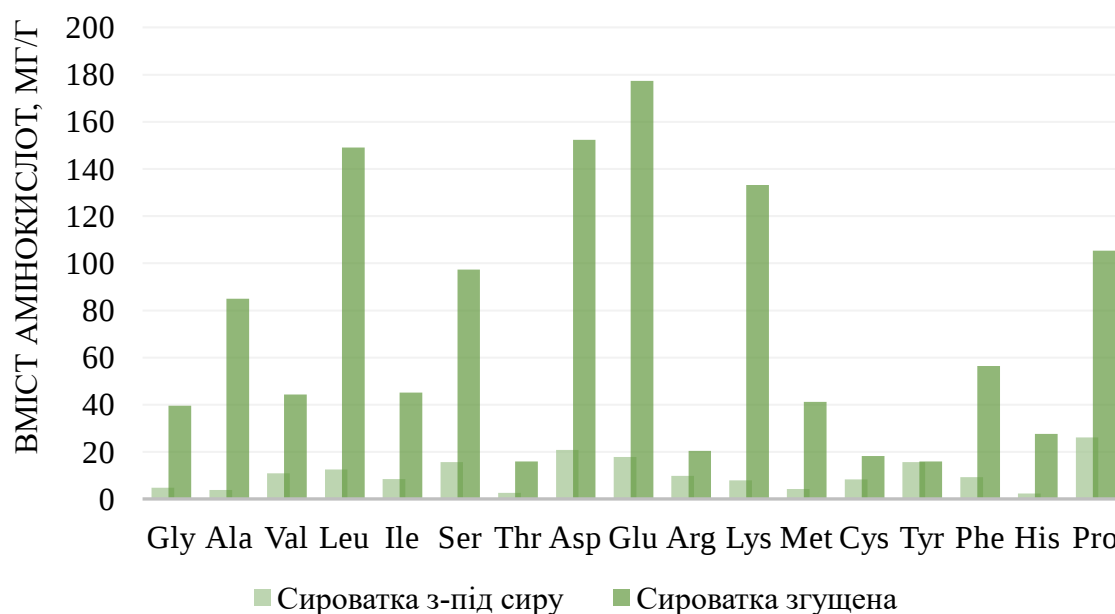


Рис. 3.4. Вміст вільних амінокислот в дослідних зразках молочної сироватки

У нативній сироватці міститься 0,05...0,5 % молочного жиру, який відрізняється більш високим ступенем дисперсності жирової емульсії [57]. Крім

молочного жиру присутні і інші фракції ліпідів молока, в т.ч. фосфатиди (лецитин, кефалін, сфінгомієлін) і стерини (холестерин, ергостерин) [58].

Вуглеводи сироватки представлені, головним чином, лактозою, яка займає найбільшу частку сухих речовин сироватки (до 68%). Лактоза характеризується меншою солодкістю, в 6 разів менше ніж сахароза [56].

У сироватці молочній представлено понад 30 різних макро-, мікро- та ультрамікроелементів. Вміст мінеральних речовин сироватки залежить від вмісту мінеральних речовин у молоці, солей, які вводять при виробництві основного продукту, а також сполук, що можуть переходять з обладнання [57].

У молочну сироватку переходять всі водорозчинні вітаміни, що містяться в молоці. А також в сироватці вищий вміст вітаміноподібних речовин, що обумовлено життєдіяльністю молочнокислих бактерій [59].

Таким чином, використання сироватки молочної згущеною дозволить підвищити біологічну цінність готових виробів.

3.2 Визначення впливу рецептурних компонентів на якість тіста для кексів

У ході розробки рецептурних композицій кексів із заміною борошна найбільш пильної уваги заслуговує проблема імітації структуроутворюючих властивостей сировини. Відсутність клейковини в рослинній сировині, зокрема пивній дробині, та необхідність створення пористої, пружно-еластичної структури тіста та готових борошняних кондитерських виробів потребує вирішення задачі з формування реологічних властивостей, що забезпечують текстуру адекватну традиційним виробам.

За результатами аналітичного огляду літературних джерел, визначено кроки щодо регулювання структурно-механічних властивостей тіста для кексів.

По-перше, це використання борошняних сумішей, а не окремо порошку пивної дробини. Кожен вид сировини має специфічний хімічний склад (табл. 3.5) і гранулометричні характеристики, що, в свою чергу, суттєво впливають на структурно-механічні властивості тіста та якість готових виробів.

Таблиця 3.5 – Порівняльна характеристика усереднених якісних показників сировини

Найменування показника	Значення для	
	порошку пивної дробини	борошна пшеничного вищого гатунку
Розмір фракції, мкм	300,0±10,0	50,0±10,0
Масова частка вологи, %	8,5±0,1	10,0±1,0
Масова частка білка, %	17,9±0,1	11,9±0,1
Масова частка жиру, %	8,3±0,1	1,3±0,1
Масова частка вуглеводів, в тому числі	50,2±1,5	80,5±1,1
- крохмалю, %	1,5±0,1	79,7±0,1
- клітковини, %	8,1±0,1	0,1±0,01
Масова частка золи, %	2,7±0,3	0,5±0,1

Встановлено, що порошок пивної дробини містить на 6 % більше білків порівняно з борошном пшеничним вищого сорту, що може значно вплинути на здатність поглинати воду в тісті. Проте використання його в рецептурній композиції кексів із борошном дозволить поповнити загальний вміст білків у виробі. Вищий вміст жирів у пивній дробині (на 7%), вірогідно, впливатиме на здатність виробів до зберігання.

За результатами порівняльної оцінки вуглеводного складу встановлено, що порошок пивної дробини містить менше крохмалю та значно більшу кількість клітковини, золи порівняно із борошном пшеничним. Таким чином, варіювання складовими композиційної суміші з означеної сировини дозволить не тільки позитивно вплинути на хімічний склад, а й корегувати структурно-механічні властивості тіста та борошняних кондитерських виробів на їх основі.

По-друге, це цілеспрямоване підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів, додаванням до рецептури білоквмісної сировини, зокрема молочних білків.

Перспективною сировиною для виробництва борошняних кондитерських виробів є сироватка молочна. Слід також зазначити, що однією з важливих властивостей молочних білків сироватки, від якої залежить технологічний процес виробництва харчової продукції, є здатність до гідратації. Завдяки цій властивості білки характеризуються певною вологозв'язуючою та

вологоутримуючою здатністю, що впливає на консистенцію тіста та структуру готових кексів, технологію їх виробництва і тривалість зберігання.

Окрім посилення вологоутримувальної здатності тіста, цей крок дозволяє комбінувати білки тваринного походження з рослинними білками, що є передумовами для розширення асортименту кексів з підвищеною біологічною цінністю.

Таким чином, для моделювання способів поліпшення структури кексів вважаємо за необхідне обґрунтувати: склад суміші борошняної сировини та ефективність застосування молочної сироватки. Результати даного підрозділу стануть підґрунтям для обґрунтування фізико-хімічних взаємодій, рецептурного складу і окремих етапів технології кексів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

3.2.1 Дослідження впливу порошку пивної дробини на властивості тіста для кексів

Тістоприготування передбачає замішування борошна з рецептурними інгредієнтами та формування зв'язаної гідратованої маси. Головне в процесі утворення тіста – створення однорідної структури й одержання системи із заданими структурно-механічними властивостями. Під час взаємодії сухих та рідких рецептурних компонентів розпочинається структуроутворення в тісті, глибина та ступінь упорядкованості цієї системи залежить від якісного та кількісного рецептурного складу, властивостей борошна, вологості тіста, а також особливостей технології.

З урахуванням відомостей, що містяться у науково-технічній літературі, розроблено модельні системи тіста для кексу з використанням порошку пивної дробини. Передбачено введення до складу тіста порошку пивної дробини у кількості 10,0...50,0 % від маси борошняних компонентів, із заміною пшеничного борошна (табл. 3.6). Як контроль обрано кекс «Столичний» за традиційною технологією [46]. З метою визначення раціональної кількості пивної дробини в модельних харчових композиціях кексів, проведено вивчення

структурно-механічних та органолептичних показників напівфабрикатів та готових виробів.

Таблиця 3.6 – Модельні харчові композиції кексів з порошком пивної дробини

Найменування інгредієнтів	Співвідношення сировини, мас. %					
	К1 (контроль)	К2 (10 %)	К3 (20 %)	К4 (30 %)	К5 (40 %)	К6 (50 %)
Борошно пшеничне	100,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
Порошок пивної дробини	-	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
Цукор білий кристалічний	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Масло вершкове	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Меланж	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Сіль кухонна	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Цукрова пудра рафінована	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Амоній бікарбонат	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Всього	314,1	314,1	314,1	314,1	314,1	314,1

Відомо, що структура кексів та їх властивості в процесі зберігання залежать, зокрема від здатності борошняної суміші зв'язувати та утримувати вологу. Відповідно, було досліджено вплив порошку пивної дробини на вологопоглинаючу здатність модельних композицій. Результати представлено на рис. 3.5.

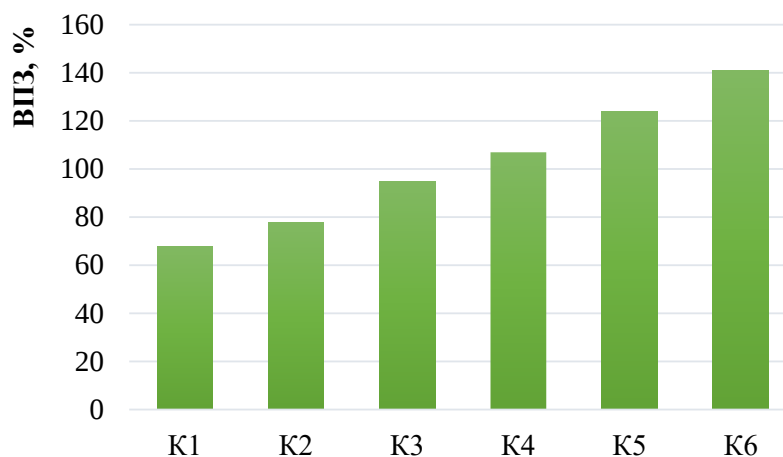


Рис. 3.5. Вологопоглинальна здатність тістових композицій кексів з порошком пивної дробини

Дані рис. 3.5 доводять, що із збільшенням частки пивної дробини в суміші вологопоглинальна здатність зростає. Така тенденція зміни пояснюється тим, що вологопоглинальна здатність порошку пивної дробини на 45% вища ніж

пшеничного борошна (табл. 3.3).

Технологія виробництва кексів передбачає окреме змішування рідких і сухих компонентів, після чого відбуваються його короткочасне замішування та відсадження у форми. В'язкість тіста, що утворилося, зумовлює його показники якості та поведінку в процесі здійснення цих операцій.

Відповідно, доцільним є визначення впливу порошку пивної дробини на в'язкість тіста для кексів. Вимірювання в'язкості тіста для кексів проводили відразу після замісу при температурі (20 ± 2) °C на ротаційному віскозиметрі Rheotest-2. Результати досліджень наведено в рис. 3.6.

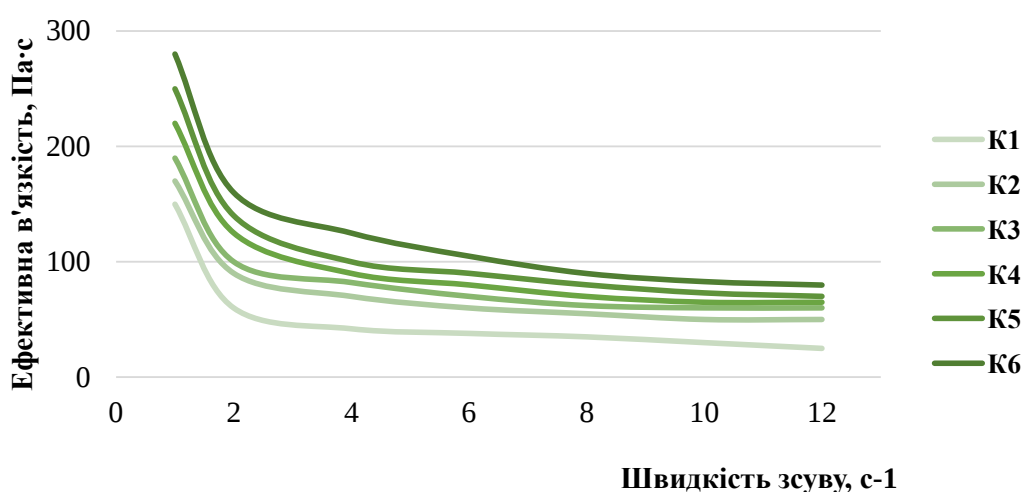


Рис. 3.6. Реологічні криві залежності ефективної в'язкості (Па·с) від швидкості зсуву (с⁻¹) у модельних композиціях тіста для кексів з порошком пивної дробини

Аналіз отриманих результатів (рис. 3.6) дозволяє виділити наступні закономірності. Криві течії всіх зразків демонструють, як усі неньютоновські рідини, зменшення в'язкості із збільшенням швидкості зсуву. В усіх зразках зменшення ефективної в'язкості при швидкостях зсуву до 8 с⁻¹ відбувається за експонентою. Це вказує на однакову динаміку реологічних властивостей тіста при інтенсивному перемішуванні та не вимагає суттєвого корегування параметрів замішування тіста.

Збільшення у суміші вмісту пивної дробини від 10,0 до 30,0% не спричиняє суттєвого зростання ефективної в'язкості зразків, тоді як збільшення від 30,0 до

50,0% призводить до зростання ефективної в'язкості на 11...30% за малих швидкостей зсуву. Ефективна в'язкість тіста зі збільшенням швидкості зсуву зменшується як у контролю, так і у дослідних зразках, при цьому динаміка падіння цього показника має аналогічний характер.

Як показали результати пробних лабораторних випікань, збільшення кількості порошку пивної дробини у рецептурі суміші до 15 % призводить до зниження питомого об'єму готових кексів на 23 %, утворення щільного м'якуша з низькою пористістю за рахунок високої вологоутримувальної здатності пивної дробини. А збільшення понад 15 % призводить до одержання готових виробів з незадовільною крихтоподібною консистенцією.

За результатами серії технологічних відпрацювань і дегустацій здійснено узагальнення органолептичних та фізико-хімічних показників якості зразків кексів та оцінено їх відповідність вимогам стандарту ДСТУ 4505:2005 (рис. 3.7, 3.8).

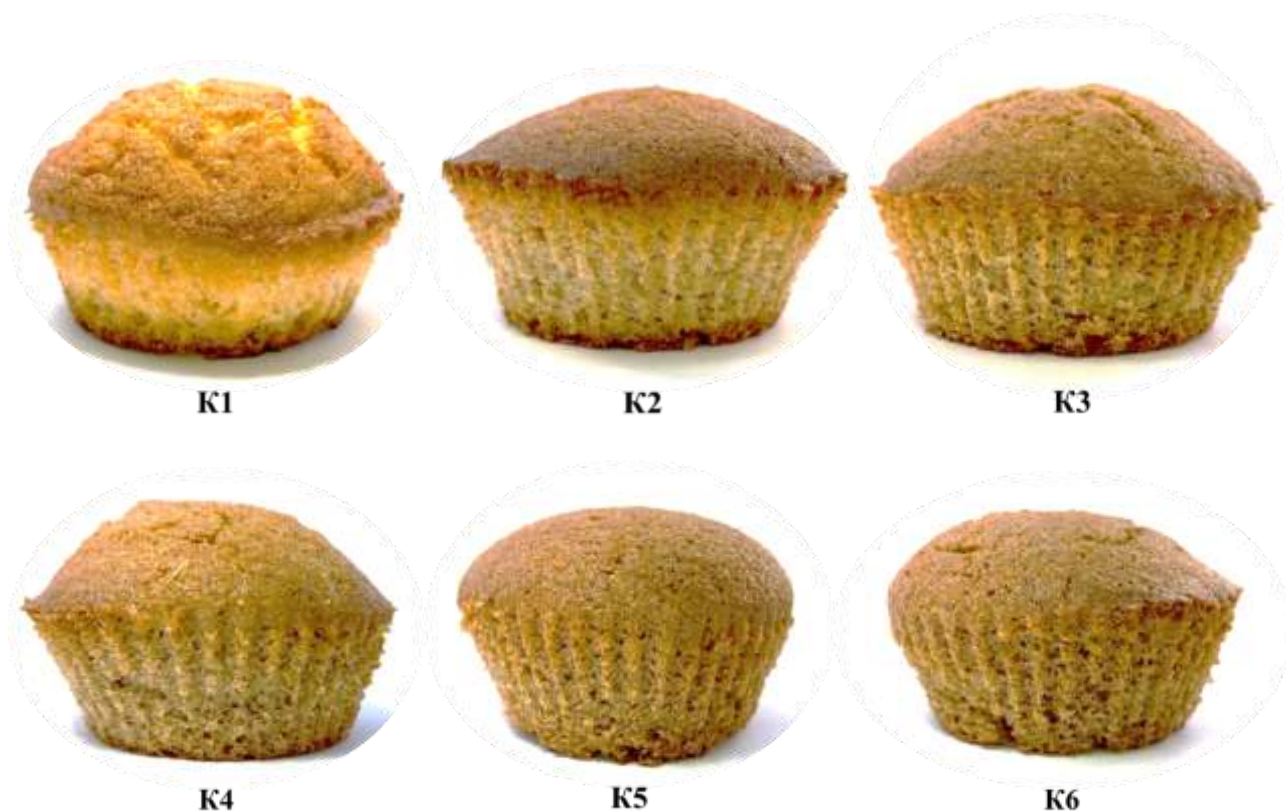


Рис. 3.7. Зовнішній вигляд зразків кексів з порошком пивної дробини

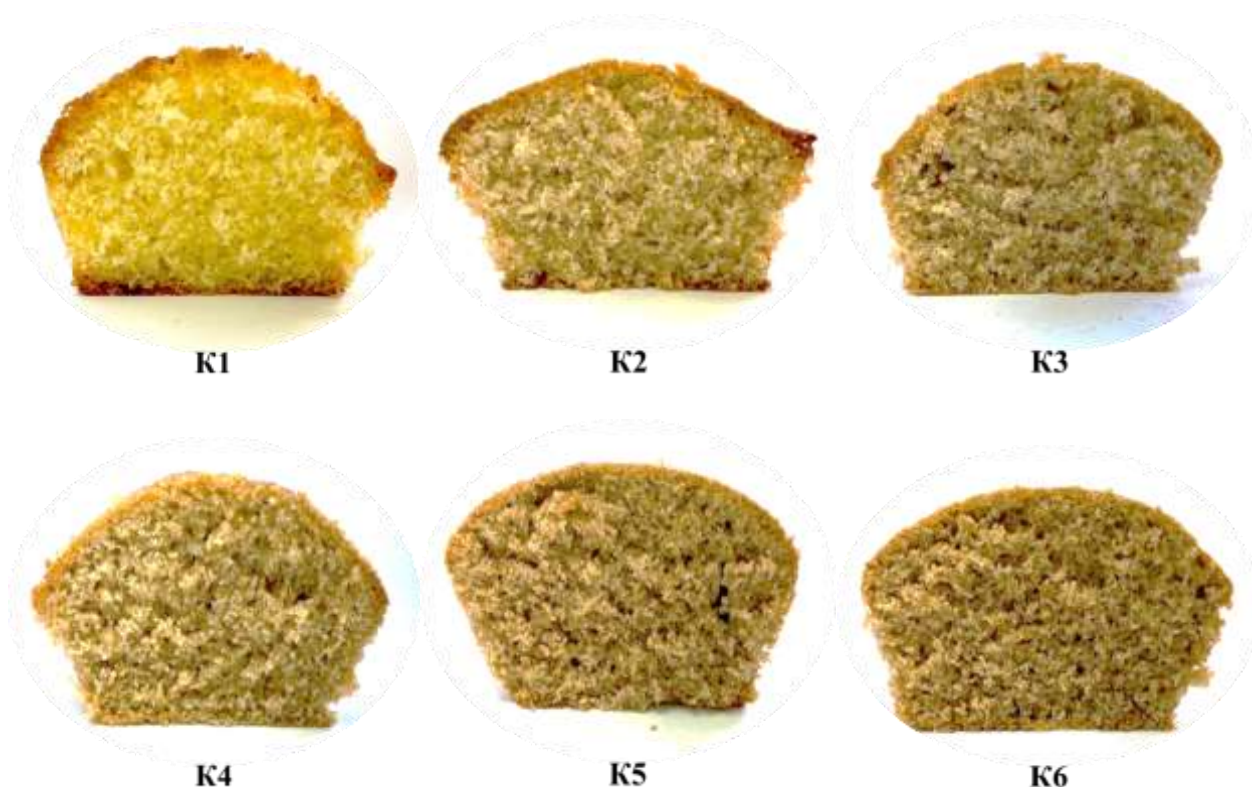


Рис. 3.8. Вигляд на зломі зразків кексів з порошком пивної дробини

Для проведення сенсорної оцінки була розроблена 50-ти балова шкала (розділ 2), яка включала такі органолептичні показники: зовнішній вигляд (форма, поверхня), колір, вид на розрізі, смак, запах. Кожному з них були призначені коефіцієнти вагомості (додаток А). Результати дослідження сенсорного профілю представлено у вигляді профілограм (рис. 3.9).

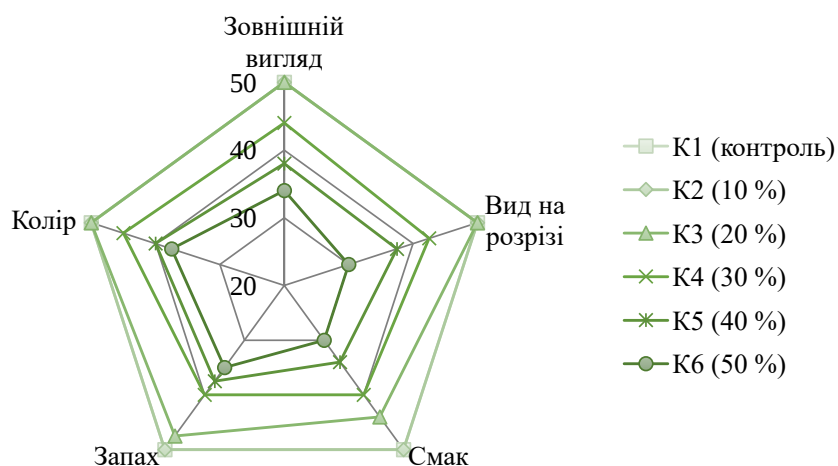


Рис. 3.9. Профілограми сенсорного аналізу зразків кексів з порошком пивної дробини

Зовнішній вигляд виробів із додаванням порошоків пивної дробини у кількості 10,0...50,0 % від маси борошняної суміші характеризується правильною формою, з тріщинами на поверхні. Внесення добавки сприяє більш насиченій забарвленості скоринки та м'якушки. Так, при 10,0...40,0% заміні борошна шротом зародків пшениці скоринка має золотавий колір, м'якушка – жовтий, а при 50,0% скоринка – світло-коричневий, м'якушка – золотаво-коричневий.

Смак та запах кексів із 10,0...30,0% заміною борошна порошком пивної дробини приємний, наповнений, солодкий, із відчутним горіхово-карамельним присмаком та запахом. Зі збільшенням його кількості до 50,0% з'являється присмак солоду.

Фізико-хімічні показники якості зразків кексів із порошком пивної дробини наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники якості зразків кексів з порошком пивної дробини

Показник	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Вологість, %	28,05±0,05	28,15±0,05	29,06±0,05	29,65±0,05	30,01±0,05	31,09±0,05
Лужність, град	1,85±0,01	1,80±0,01	1,74±0,01	1,71±0,01	1,62±0,01	1,60±0,01
Питомий об'єм, см ³ /г	2,55±0,05	2,57±0,05	2,64±0,05	2,84±0,05	2,93±0,05	3,10±0,05
Пористість, %	16,67±0,01	17,25±0,01	18,09±0,01	19,01±0,01	19,85±0,01	19,57±0,01

Як показали результати пробних лабораторних випікань, збільшення кількості порошку пивної дробини у рецептурі суміші понад 30 % призводить до збільшення питомого об'єму готових виробів (до 3,1 см³/г) надмірної крихкуватості м'якуша. Це може бути пов'язано з тим, що порошок пивної дробини має більші за розміром частки, які сприяють отриманню більш розпушеній структурі виробів.

Важливо виділити, що у складі вуглеводів пивної дробини наявні харчові волокна, які є одним із найважливіших фізіологічно функціональних нутрієнтів. Відповідно, було досліджено вміст харчових волокон у зразках кексів. Результати представлено на рис. 3.9.

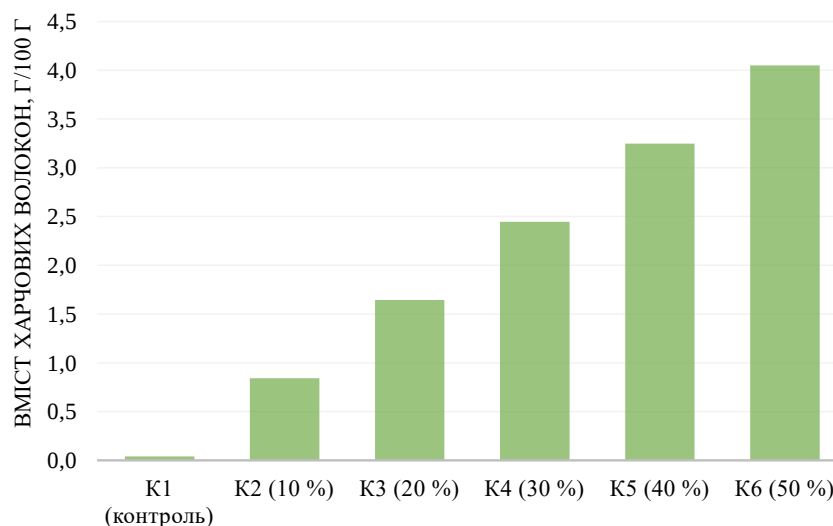


Рис. 3.10. Вміст харчових волокон в зразках кексів з порошком пивної дробини

На рис. 3.9 показано, що вміст харчових волокон за різного дозування пивної дробини коливається від 0,8 до 4,1 г на 100 г продукту, а добова потреба організму людини у них становить 25,0...30,0 г. Виходячи з цього, внесення порошку пивної дробини у кількості 10,0...50,0% дозволяє задовольнити добову потребу організму в харчових волокнах на 3,4...16,2%, порівняно з контрольним зразком.

Враховуючи результати вище проведених досліджень, далі в експериментах рекомендована концентрація порошку пивної дробини в рецептурі кексів складає 40% маси борошняних компонентів (співвідношення борошна пшеничного до порошку пивної дробини 60:40).

3.2.2 Дослідження впливу сироватки молочної згущеної на властивості тіста для кексів з порошком пивної дробини

У технології кексів з використанням хімічних розпушувачів цукор крім того, що формує смак виробів, також в складній колоїдній системі кексового тіста виконує роль структуроутворювача та стабілізатора пінної структури за збільшення в'язкості системи. Стабілізуюча дія цукру зумовлена дегідратуючою дією на білок, що призводить до утворення твердої плівки, яка підвищує стійкість пінної системи яєчно-цукрової маси.

Однак в рецептурній композиції нами пропоновано внесення молочної сироватки згущеної, яка в своєму складі містить молочний цукор – лактозу (10,5...14,9%) (табл. 3.4). Відповідно, для збалансування структурно-механічних і сенсорних показників необхідно дослідити вплив сироватки молочної згущеної і зменшення концентрації цукру в рецептурі (табл. 3.6) на якісні показники кексів.

Таблиця 3.8 – Модельні харчові композиції кексів з порошком пивної дробини

Найменування інгредієнтів	Співвідношення сировини, мас. %			
	К1 (контроль)	К7 (5%)	К8 (10 %)	К9 (15 %)
Борошно пшеничне	100,0	60,0	60,0	60,0
Порошок пивної дробини	-	40,0	40,0	40,0
Цукор білий кристалічний	75,0	73,1	71,1	69,2
Молочна сироватка згущена (СР 20%)	-	19,5	38,9	58,4
Масло вершкове	75,0	55,5	36,1	16,6
Меланж	60,0	60,0	60,0	60,0
Сіль кухонна	0,3	0,3	0,3	0,3
Цукрова пудра рафінована	3,5	3,50	3,50	3,50
Амоній бікарбонат	0,3	0,30	0,30	0,30
Всього	314,1	312,2	310,2	308,3

Результати реологічних досліджень зразків тіста для кексів з порошком пивної дробини із різним вмістом молочної сироватки і цукру наведені на рис. 3.11.

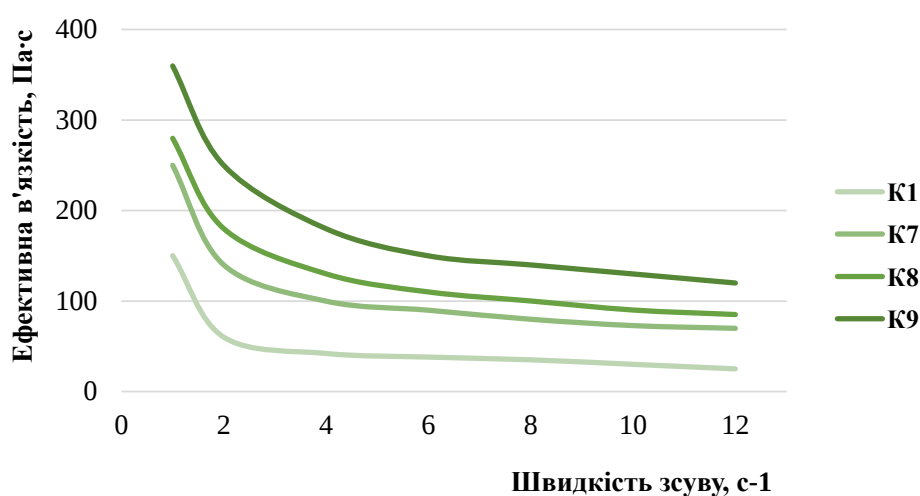


Рис. 3.11. Реологічні криві залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву у тісті для кексів з порошком пивної дробини із різним вмістом молочної сироватки і цукру

З представлених даних видно, що зі збільшенням дозування молочної сироватки відбувається поступове збільшення в'язкості і щільності кексового тіста в порівнянні з контрольним зразком. Збільшення щільності тіста можна пояснити зменшенням кількості повітряної фази в тісті, а також надлишку твердих частинок в системі, на поверхні яких може відбуватися адсорбція поверхнево-активних речовин, що додатково знижує їх концентрацію в розчині.



Рис. 3.12. Зовнішній вигляд зразків кексів з порошком пивної дробини із різним вмістом молочної сироватки



Рис. 3.13. Вигляд на зломі зразків кексів з порошком пивної дробини із різним вмістом молочної сироватки

Таблиця 3.9 – Показники якості кексів з порошком пивної дробини із різним вмістом молочної сироватки і цукру

Показник	K1	K7	K8	K9
Фізико-хімічні показники				
Вологість, %	28,05±0,05	29,72±0,05	30,05±0,05	34,10±0,05
Лужність, град	1,85±0,01	1,79±0,01	1,71±0,01	1,68±0,01
Питомий об'єм, см³/г	2,55±0,05	2,86±0,05	2,05±0,05	1,76±0,05
Пористість, %	16,67±0,01	19,95±0,01	17,03±0,01	14,57±0,01
Органолептичні показники				
Форма	Правильна, що відповідає формі, встановленій за рецептурою, без надломів			
Поверхня	Непідгоріла, з наявністю тріщин та розривів, які не змінюють загального виду готового виробу			
Колір	Скоринки – золотавий, м'якушки – світло-коричневий		Скоринки – золотавий, м'якушки – коричневий	Скоринки – світло-коричневий, м'якушки – коричневий
Смак і запах	Властивий даному виробу, без стороннього запаху і присмаку	Властивий даному виробу, з ледь відчутнім присмаком солоду і яскраво вираженим горіхово-карамельним запахом		Не достатньо солодкий, з ледь відчутнім присмаком солоду і горіхово-карамельним запахом
Вид на зломі (Стан м'якушки)	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу, добре розпушена з вкрапленнями добавки			Недостатньо пропечений, без закалу і слідів непромісу, добре розпушена з вкрапленнями добавки

Як показали результати пробних лабораторних випікань, збільшення кількості молочної сироватки у рецептурі суміші понад 10 % призводить до зменшення питомого об'єму готових виробів (до 2,05 см³/г), надмірної вологості м'якуша.

Збільшення вмісту сироватки та зменшення вмісту цукру у рецептурі призводить до зниження пористості та питомого об'єму виробів. Погіршуються також органолептичні властивості готових кексів.

Використання порошку пивної дробини та молочної сироватки в рецептурі

сприяло коригуванню хімічного складу кексів. Досліджено харчову цінність модельних зразків кексів з метою аналізу відмінностей нових виробів у порівнянні з контролем (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Харчова та енергетична цінність кексів

Вміст, г/100г	К1	К7	К8	К9
Білки	4,9	10,5	10,8	11,2
Жири	20,3	15,5	15,5	15,6
Вуглеводи, в тому числі	55,8	54,1	54,6	55,1
харчові волокна	0,1	3,3	3,3	3,3
Енергетична цінність, ккал/100 г	437,4	408,8	412,5	416,3

Надзвичайно важливу роль у життєдіяльності організму відіграють білки. У зразку К7 вміст білків виявився більшим в 2,1 г/100 г, К8 – в 2,2 рази та К9 – в 2,3 рази відносно контрольного зразка. В результаті проведення заміни у складі виробів досягнуто зменшення кількості жиру (К7 – на 4,8 г/100 г, К8 – на 4,8 г/100 г та К9 – на 4,7 г/100 г відносно контрольного зразка). Нові кекси характеризуються більшим вмістом харчових волокон у порівнянні з контрольним зразком – на 3,2 г/100 г. Енергетична цінність знизилась у нових виробах на 21,1...28,6 ккал/100 г.

Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що кекси з порошком пивної дробини в кількості 40% і молочною сироваткою – 10% мають гарні органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Внесення дослідних добавок покращує харчову та біологічну цінність виробів та дозволяє збагати їх фізіологічно значущою кількістю харчових волокон.

3.2.3 Оптимізація рецептурного складу кексів з порошком пивної дробини

Співвідношення рецептурної кількості основної та додаткової сировини, кількість добавок, що вносяться, суттєво впливає на органолептичні та фізико-хімічні показники якості виробів і на харчову цінність, зокрема енергетичну.

На основі багатофакторного експерименту було проведено серію дослідів у яких всі технологічні параметри відповідали традиційній технології, заміняли

лише частку пшеничного борошна на порошок пивної дробини і частку масла вершкового на молочну сироватку згущену. За контроль слугували кекси виготовлені за класичною рецептурою (розділ 2).

Для моделювання та оптимізації рецептурної композиції кексів було використано центральний композиційний ротатабельний план. Матрицю планування експерименту, обробка експериментальних даних, із проведенням дисперсійного та регресивного аналізу, значення функцій відклику здійснювалося в середовищі пакета *Statistica 10* (StatSoft, Inc.).

Критеріями оптимізації (*контрольні параметри*) рецептурного складу кексів обрано питомий об'єм (ПО, см³/г), вологість (В, %), органолептичну оцінку (ОО, бали).

Незалежними факторами (*керуючими факторами*), що варіювались, в експерименті було обрано масову частку порошку пивної дробини (С_{пд}, мас.%) та масову частку молочної сироватки (С_м, мас.%).

Для моделювання питомого об'єму (ПО, см³/г), вологості (В, %), органолептичної оцінки (ОО, бали) було обрано функцію відклику, яка має вигляд полінома другого ступеня:

$$y = b_0 + b_1 \cdot C_{\text{пд}}^2 + b_2 \cdot C_{\text{пд}} + b_3 \cdot C_{\text{м}}^2 + b_4 \cdot C_{\text{м}} + b_5 \cdot C_{\text{пд}} \cdot C_{\text{м}} \quad (3.1)$$

де $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$, – коефіцієнти для кожного елемента полінома.

Для створення матриці планування експерименту плануємо зміну керуючих факторів на трьох рівнях: $X_0, -X; +X$. Рівні варіювання керуючих факторів представлені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Рівні варіювання керуючих факторів

Операція	Позначення	Керуючі фактори	
		Масова частка порошку пивної дробини	Масова частка молочної сироватки
		мас. %	мас. %
Рівні:			
нульовий	0	25	10
нижній	−1	10	5
верхній	+1	40	15

Матрицю планування та експериментальні значення функцій відклику представлено в табл. 3.12. Для зменшення впливу систематичних помилок, викликаних зовнішніми умовами, послідовність проведення експериментів було рандомізовано.

Таблиця 3.12 – Матриця-план впливу рецептурних компонентів кексів на вихідні параметри

№	Керуючі фактори		Значення показників для кексів (контрольні параметри)		
	Масова частка порошку пивної дробини	Масова частка молочної сироватки	Питомий об'єм, см ³ /г	Вологість, %	Загальна органолептична оцінка, бал
1	10	5	1,82	28,0	50
2	10	10	1,85	28,2	45
3	10	15	2,15	28,9	40
4	25	5	1,90	28,1	45
5	25	10	2,24	29,5	40
6	25	15	1,46	32,3	30
7	40	5	2,86	29,72	40
8	40	10	2,05	30,05	40
9	40	15	1,76	34,1	30

На першому етапі математичної обробки результатів експериментів оцінено значущість окремих складових частин матмоделі – регресорів, та зроблено оцінку адекватності одержаних матмоделей.

Дисперсійний аналіз впливу керуючих факторів на контрольні параметри представлено в табл. 3.13.

Дисперсійним аналізом підтверджено значущості обраних керуючих факторів за критерієм Фішера: $F_{\text{роз}} > F_{\text{крит}}$, де $F_{\text{роз}}$ – розрахунковий критерій Фішера, $F_{\text{крит}}$ – критичний критерій Фішера. Відповідно, до дисперсійного аналізу (табл. 3.10) керуючі фактори, для яких значення розрахованого критерія Фішера більше за критичне значення ($F_{\text{розр}} \geq F_{\text{крит}} (5,99)$) вважаються значущими, тобто здатних впливати і ефективно зрушувати процес в напрямку поставленої мети – максимум контрольні параметри. Отже, значущими є вибрані керуючі фактори – масова частка борошна пшеничного і порошку пивної дробини в рецептурі кексів.

Таблиця 3.13 – Дисперсійний аналіз математичних моделей

Керуючі фактори	Сума квадратів, SS	Ступінь свободи, df	Середнє значення квадрата, MS	Критерій Фішера	
				F _{розр.}	F _{крит.}
Питомий об'єм, см³/г					
Масова частка борошна пшеничного, мас.%	100,925	2	100,895	8,15	5,99
Масова частка порошку пивної дробини, мас.%	90,318	2	90,309	6,12	5,99
Чиста похибка	20,445	4	9,111		
Загальна сума квадратів, SS	211,688	8			
Коефіцієнт детермізації R²	0,839				
Вологість, %					
Масова частка борошна пшеничного, мас.%	95,954	2	5,955	6,710	5,99
Масова частка порошку пивної дробини, мас.%	96,685	2	96,645	6,505	5,99
Чиста похибка	27,472	4	6,892		
Загальна сума квадратів, SS	220,111	8			
Коефіцієнт детермізації R²	0,896				
Органолептична оцінка, бал					
Масова частка борошна пшеничного, мас.%	116,667	2	58,333	14,000	5,99
Масова частка порошку пивної дробини, мас.%	216,667	2	108,333	26,000	5,99
Чиста похибка	16,667	4	4,167		
Загальна сума квадратів, SS	350	8			
Коефіцієнт детермізації R²	0,952				

Перевірку адекватності матмоделей здійснювали за коефіцієнтом детермізації R², який чисельно виражає частку варіацій залежних змінних – чим більше значення R², тим більшу частку варіацій пояснюють змінні, включені до матмоделі.

Коефіцієнт детермізації (R²) в матмоделях максимально наближений до одиниці, отже досліджувані матмоделі адекватні і придатні для розрахунку оптимальних значень керуючих факторів.

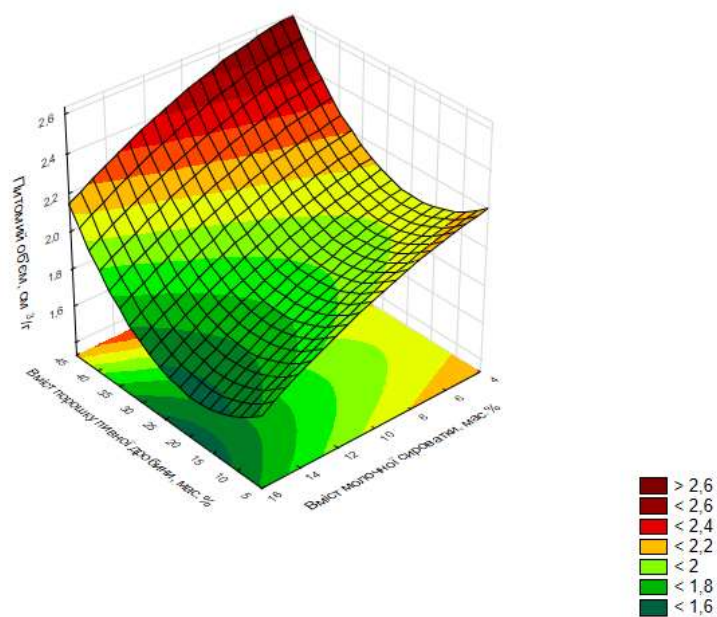
Регресійним аналізом виконаним в програмі Statistica в матмоделях розраховано коефіцієнти при змінних рівняння регресії. Отримані математичні рівняння (3.1) матмоделей із зазначенням значущих факторів мають вигляд:

$$ПО = -2,363 - 0,011 \cdot C_{ПД}^2 + 0,485 \cdot C_{ПД} - 0,002 \cdot C_M^2 + 0,093 \cdot C_M \quad (3.2)$$

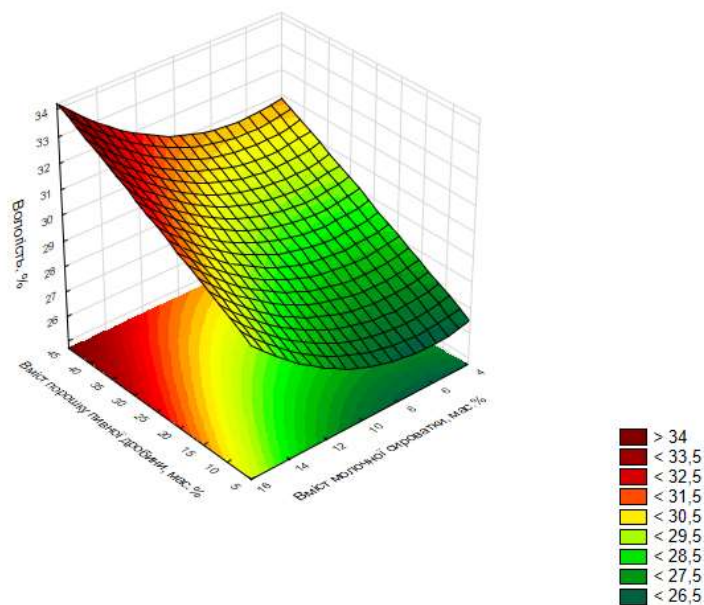
$$В = 49,005 + 0,009 \cdot C_{ПД}^2 - 1,116 \cdot C_{ПД} + 0,125 \cdot C_M^2 - 2,901 \cdot C_M \quad (3.3)$$

$$ОО = 55,556 - 0,833 \cdot C_{ПД}^2 + 0,011 \cdot C_{ПД} - 0,833 \cdot C_M^2 - 0,100 \cdot C_M \quad (3.4)$$

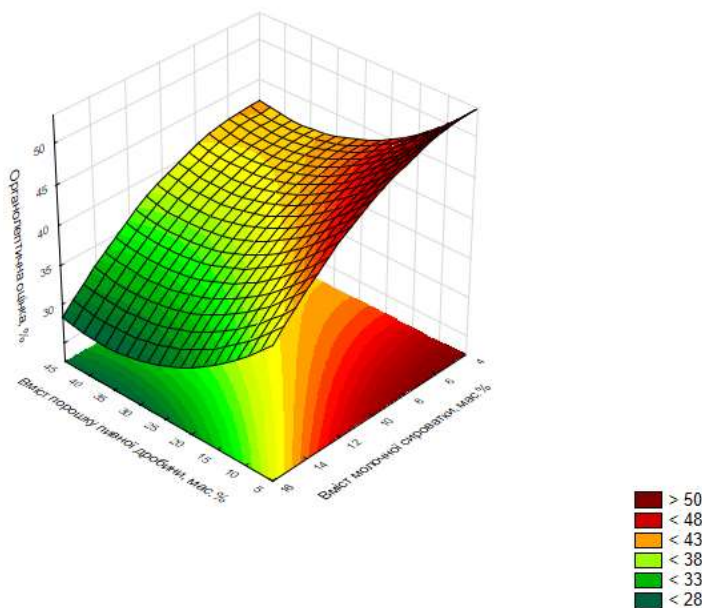
Наочний вигляд функцій відкликів, що описується рівняннями (3.2)–(3.5), а також характер впливу керуючих факторів на контрольні показники, показано на рис. 3.14.



a



б



6

Рис. 3.14. Залежність питомого об'єму (а), вологості (б), органолептичної оцінки (в) від масової частки порошку пивної дробини та молочної сироватки в рецептурній композиції кексів

На рис. 3.14а показано, що збільшення у рецептурі кексів масової частки порошку пивної дробини сприяє підвищенню питомого об'єму маси. У свою чергу, одночасне підвищення масової частки молочної сироватки призводить до зворотного ефекту. Розв'язок даної матмоделі показує оптимальне значення рецептурних компонентів: порошок пивної дробини – 25 мас.%, молочної сироватки – 8 мас.%.

Із наведених даних (рис. 3.14б) видно, що кекси з високим вмістом порошку пивної дробини характеризуються низьким вмістом води. Це обумовлено високими показниками водопоглинальної і водоутримуючої здатності внесених добавок порівняно з борошном пшеничним. При збільшенні вмісту порошку пивної дробини понад 30,0 мас.% спостерігається збільшення масової частки води в готовому виробі (>30 %), що не відповідає нормативним вимогам. Оптимальне значення вмісту води спостерігається при концентрації пивної дробини – 42 мас.%, молочної сироватки – 6 мас.%.

На органолептичні показники кексів більш суттєво впливає збільшення у

рецептурі масової частки молочної сироватки, аніж підвищення вмісту порошку пивної дробини (рис. 3.14в). Відповідно, підвищення вмісту порошку негативно впливає на органолептичні показники кексів, а саме, відчувається занадто виражений запах та смак застосованих добавок, неоднорідна консистенція та нерівномірний колір. Найкращі органолептичні показники спостерігається при концентрації пивної дробини – 37 мас.%, молочної сироватки – 9 мас.%.

Узагальнюючі результати експериментальних даних, планування експерименту з встановленням адекватності матмоделей та їх рішення в остаточному варіанті встановлено оптимальний вміст порошку пивної дробини в рецептурі кексів 40 мас.% а молочної сироватки – 10 мас.%. Отримані результати корелюють з результатами, які були отримані у ході лабораторних досліджень.

3.3 Розробка рецептури та обґрунтування технологічні параметрів одержання виготовлення кексів

За проведеними дослідженнями, розроблено рецептуру кексів «Світанок» з порошком пивної дробини у кількості 40,0% із заміною борошна та із молочною сироваткою у кількості 10,0%, а також зі зниженою кількістю цукру (табл. 3.14).

Таблиця 3.14 – Рецептури кексів «Світанок»

Найменування інгредієнтів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг/100 кг	
		в натурі	в сухій речовині
Борошно пшеничне	85,50	60	51,30
Порошок пивної дробини	91,50	40	36,60
Цукор білий кристалічний	99,85	71,1	70,99
Молочна сироватка згущена (СР 20%)	20,00	38,9	7,78
Масло вершкове	84,00	36,1	30,32
Меланж	27,00	60	16,20
Сіль кухонна	96,50	0,3	0,29
Родзинки	80,00	75	60,00
Цукрова пудра рафінована	99,85	3,5	3,49
Амоній бікарбонат	99,60	0,3	0,30
Всього	-	385,2	277,28
Вихід		344,73	283,94

Відповідно до теорії системного аналізу технологію кексів можна представити у вигляді складної системи, складовими якої є декілька підсистем, що взаємодіють одна з одною. Кінцевим етапом взаємодії цих підсистем є утворення нового готового продукту.

При розробці технології кексів з порошком пивної дробини та молочною сироваткою важливим є знання природи та взаємодії різних факторів, які впливають на формування показників якості продукту на рівні кожної підсистеми. Таким чином, обґрунтування технологічних параметрів в межах кожної підсистеми забезпечує одержання кінцевого продукту з заданими функціонально-технологічними властивостями.

Систему отримання кексів з порошком пивної дробини та молочною сироваткою представлено у вигляді горизонтальної декомпозиції (рис. 3.15). Необхідно відмітити, що функціонування системи в цілому забезпечується функціонуванням окремих її компонентів згідно поставленої мети.

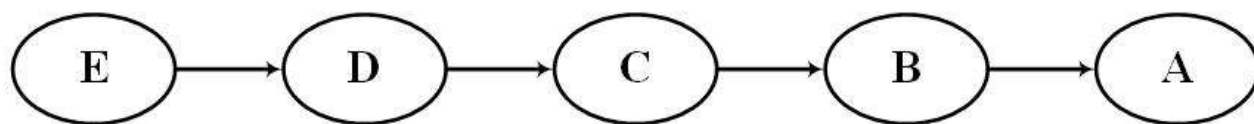


Рис. 3.15. Горизонтальна декомпозиція
технологічної системи виробництва кексів

Параметри технологічної системи виробництва кексів з порошком пивної дробини та молочною сироваткою в межах виділених підсистем наведені в табл. 4.2. Як свідчать отриманні дані, результатом послідовного переходу підсистеми С, в підсистеми В3, В2, В1 є формування підсистеми А з отриманням кексів з порошком пивної дробини та молочною сироваткою, заданої споживчої якості.

Таблиця 3.15 – Параметри технологічної системи виробництва кексів

Підсистема	Мета функціонування	Технологічні операції
Е	Підготовка рецептурних компонентів: здійснюється просіювання сухих рецептурних компонентів з метою видалення сторонніх домішок та руйнування агломерованих часток; підготовка вершкового масла. (потрібно використовувати при температурі 20...22 °С)	- просіювання борошна, порошку пивної дробини, амонію - дозування борошна, порошку пивної дробини, амонію - просіювання цукру - дозування цукру - проціджування молочної сироватки від спожиткової тари - дозування молочної сироватки - проціджування меланжу - дозування меланжу - звільнення вершкового масла від спожиткової тари - дозування вершкового масла
Д	Утворення емульсії: здійснюється емульгування вершкового масла в дисперсне середовище збиванням при температурі 20...22°С	- збивання вершкового масла з цукром - збивання суміші з молочною сироваткою до однорідної маси
С	Утворення тіста: в рамках підсистеми здійснюється з'єднання рецептурних інгредієнтів та замішування тіста	- з'єднання рецептурних інгредієнтів - замішування тіста
В	Виробництво кексів: завершальним етапом виробництва кексів з формуванням органолептичних, фізико-хімічних та реологічних показників, що обумовлюють якість готових виробів, є <i>термооброблення</i>	- формування кексів - випікання
А	Утворення готового до споживання продукту: готові вироби після випікання підлягають охолодженню до температури 20...22°С, фасують/пакують і реалізують в торгових мережах та закладах ресторанного господарства	- охолодження - фасування - пакування - маркування - зберігання

На підставі серії попередніх експериментів та з урахуванням відомостей, що містяться в науково-технічній літературі (розділ 1), розроблено технологічну схему одержання кексів з порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною. Технологічну схему виробництва кексів наведена на рис. 3.16.

Спосіб одержання нового кексу «Світанок» включає наступні операції:

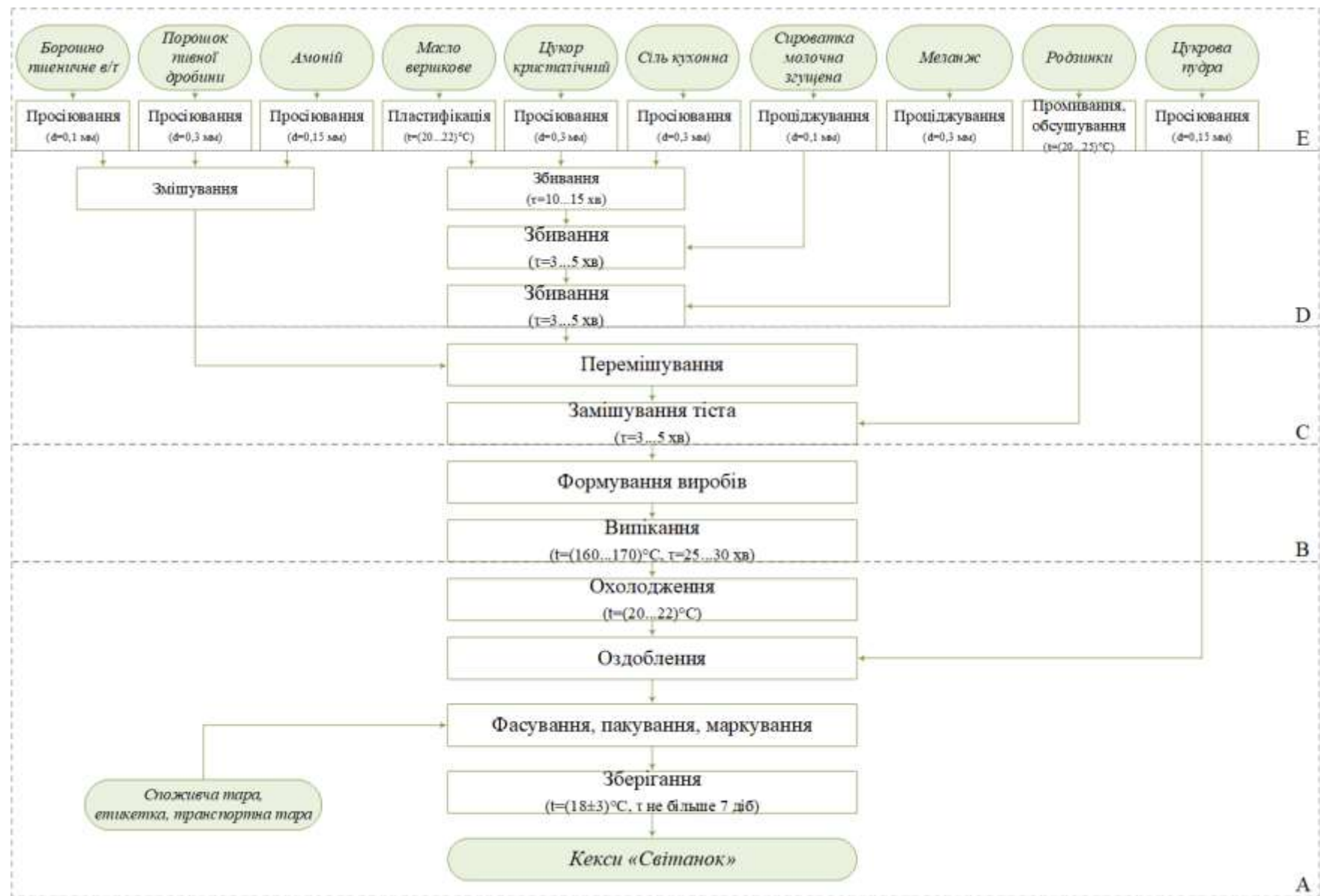


Рис. 3.16. Технологічна схема виробництва кексів «Світанок»

1. Підготовка рецептурних компонентів

Для виробництва кексів використовують наступну сировину:

- борошно пшеничне вищого ґатунку згідно з ГСТУ 46.004-99 чи іншою чинною нормативною документацією;
- порошок пивної дробини згідно чинної нормативної документації;
- сироватку молочну згущену згідно з ТУ У 10.5-36537542-004:2016 чи іншою чинною нормативною документацією;
- вершкове масло згідно з ДСТУ 4399:2005 чи іншою чинною нормативною документацією;
- цукор кристалічний згідно з ДСТУ 4623:2023 чи іншою чинною нормативною документацією;
- продукти яєчні (меланж) згідно з ДСТУ 8719:2017 чи іншою чинною нормативною документацією;
- родзинки згідно з чинною нормативною документацією;
- солі вуглеамонійні (амоній) згідно з чинною нормативною документацією;
- кухонну сіль згідно з ДСТУ 3583:2015 чи іншою чинною нормативною документацією.

Вся сировина, що поступає на виробництво повинна бути звільнена від тари, операція повинна виконуватися ззовні виробничих приміщень. Ці вимоги необхідно дотримувати для підтримки відповідних санітарних умов на підприємстві та запобігання попадання у вироби сторонніх предметів.

Борошно пшеничне вищого ґатунку (ГСТУ 46.004-99) доставляють на підприємство борошновозами. На підприємстві повинний бути запас борошна на 7 діб.

Порошок пивної дробини надходить на підприємство в поліетиленових пакетах. Зберігається при температурі не більше 14 °С і відносної вологості повітря не більше 75%. Перед подачею на виробництво порошок пивної дробини звільняють від тари.

Сироватка молочна згущена (ТУ У 10.5-36537542-004:2016) доставляється

на підприємства в автоцистернах чи контейнерах. Зберігається в добре провентильованих приміщеннях при температурі не вище 10 °С і відносній вологості повітря не більше 85%.

Масло вершкове (ДСТУ 4399:2005) надходить на підприємство у ящиках по 25 кг. У цій упаковці масло зберігаються у холодильнику з постійною циркуляцією повітря при температурі не вище 10 °С. Масло коров'яче у замороженому стані зберігається – 12 місяців. Масло має бути без сторонніх запахів і присмаків. Якщо поверхня масла покрита пліснявою, то його зачищають.

Цукор (ДСТУ 4623:2006) на підприємство надходить в мішках по 50 кг. Зберігають в силосах. На підприємстві повинний бути запас цукру на 15 діб.

Меланж яєчний (ДСТУ 8719:2017) надходить на підприємство у жерстяних банках. Меланж перед використанням розморожують при температурі 45°С у ванні з водою, далі протирають крізь сито. Розморожений меланж необхідно використати протягом 3-4 год при температурі приміщення або однієї доби, якщо зберігати його при температурі (3 ± 1) °С.

Родзинки органічні (ГОСТ 6882-88) надходять на виробництво у мішках. Родзинки потрібно зберігати в сухих, чистих приміщеннях, які не мають сторонніх запахів. Зберігають при температурі від 0 до 4°С і відносній вологості повітря 75%. Перед використанням родзинки звільняють від упаковки і направляють на виробництво.

Сіль кухонна (ДСТУ 3583:2015) зберігають в окремих сухих приміщеннях за температури 17°С і відносній вологості повітря не вище 75%. На підприємстві повинен бути 30-добовий запас солі.

Вуглекислий амоній (ГОСТ 9325-79) надходять на підприємство в мішках по 10 кг, зберігають в штабелях, температура приміщення не повинна перевищувати 25 °С. Гарантійний термін зберігання 1 рік з дня виготовлення.

Підготовка сухих компонентів (борошно, порошок пивної дробини, амоній) включає просіювання сухих рецептурних компонентів ($d=(2...3) \cdot 10^{-3}$ м; $d=3 \cdot 10^{-3}$ м; $d=1,4 \cdot 10^{-3}$ м) з метою видалення сторонніх домішок та руйнування

агломерованих часток.

Рідкі компоненти (молочну сироватку, меланж) проціджують ($d=(0,2...0,3) \cdot 10^{-3}$ м) з метою видалення сторонніх домішок.

Вершкове масло звільняють від споживчої упаковки, розм'якшують при температурі 20...22 °С та нарізають на шматки на маслорізці.

2. Утворення емульсії

Підготовлене вершкове масло збивають з цукром протягом 10...15 хв, з'єднують з молочною сироваткою та продовжують збивання протягом 2...3 хв до однорідної маси. Потім додають меланж, суміш ретельно перемішують і продовжують збивання ще 2...3 хв. Загальна тривалість збивання складає 15...20 хв. Під час збивання емульсія насичується повітрям. Рівномірний розподіл повітря в тісті обумовлює утворення його однорідної, дрібнопористої структури.

3. Утворення тіста

На цьому етапі здійснюється з'єднання рецептурних інгредієнтів та замішування тіста.

До масляно-білкової суміші всипають суміш борошна і пивної дробини (у співвідношенні 60% та 40% відповідно) і розпушувач амоній, суміш перемішують протягом 3...5 хв до отримання тіста в виді однорідної маси. Замішування тіста проводять при температурі (25 ± 1) °С.

Далі тісто розливають у форми, які заповнюють на 3/4 висоти бортів, щоб тісто при підніманні не виливалося.

4. Випікання

Завершальним етапом виробництва кексів з формуванням органолептичних, фізико-хімічних та реологічних показників, що обумовлюють якість готових виробів, є термооброблення – випікання.

Випікають вироби за температури 160...170 °С протягом 25...30 хв, до вологості кексів не більше $(28 \pm 1)\%$.

5. Охолодження

Після випікання кекси направляють на охолодження, яке проводять методом обдування виробів повітрям з температурою 20...22 °С.

6. Фасування

Кекси фасують і пакують в паперові/поліетиленові пакети, картонні коробки згідно з нормативними документами. Значення границі допустимого мінусового відхилення кількості продукції в паковальній одиниці, заповненій за масою нетто, від номінальної кількості повинно бути не більше 4,5% (для маси 100...200 г), 3,0 % (300...500 г), 1,5 % (1000...2000 г).

7. Маркування

На споживчій тарі усіх видів має бути маркування, що обов'язково містить:

- товарний знак, назву та адресу виробника і місце виготовлення;
- загальну та власну назву продукції;
- масу нетто;
- кінцевий термін реалізації або дату виготовлення і строк придатності до споживання;
- склад продукту, із зазначенням основних видів сировини та харчових добавок в порядку зменшення вмісту масової частки;
- інформаційні дані про харчову та енергетичну цінність у 100 г кексів;
- позначення нормативного документу (ДСТУ 4505:2005, або ТУ);
- умови зберігання;
- штрих код.

Готові вироби реалізують в торговій мережі та заклади ресторанного господарства.

8. Зберігання та реалізація

Кекси зберігають у сухих, чистих, добре провентильованих приміщеннях, які не мають стороннього запаху, не заражені шкідниками хлібних запасів, за температури $(18 \pm 3) ^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря не вищої ніж 75%.

Кекси не повинні зазнавати впливу прямих сонячних променів.

3.4 Визначення показників якості кексів «Світанок»

3.4.1 Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники

Розроблені кекси «Світанок» з порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною характеризуються комплексом показників якості, до яких належать: органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники та показники безпечності. При оцінюванні якості розроблених безглютенових кексів за контроль обрано кекс «Столичний», що виготовлений за традиційною технологією.

Органолептичні показники розроблених виробів визначала дегустаційна комісія методом порівняння на підставі розробленої шкали сенсорної оцінки кексів. Сенсорна оцінка кексів розроблена за 50-ти бальною шкалою з урахуванням основних характеристик, що підлягають оцінці. Зовнішній вигляд кексів представлено на рис. 3.17. Результати органолептичних показників представлено у вигляді профілограми (рис. 3.18).



Рис. 3.17. Зовнішній вигляд кексів

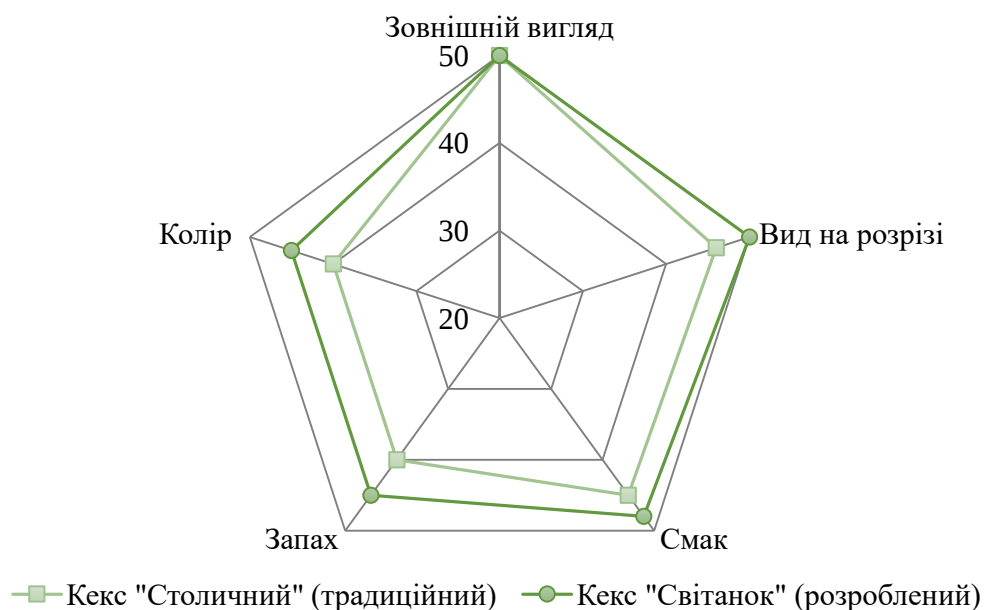


Рис. 3.18. Профілограма сенсорного аналізу кексів

Таким чином встановлено, що за органолептичними показниками зразки розроблених кексів не поступаються контрольному, а за насиченістю смаку та запаху перевищують його.

За органолептичними показниками розроблені кекси відповідають вимогам ДСТУ 4505:2005 і представлені в табл. 3.17.

Таблиця 3.17 – Органолептичні показники кексів

Назва показника	Норма згідно ДСТУ 4505:2005	Характеристика	
		кекс «Столичний» (традиційний)	кекс «Світанок» (розроблений)
Форма (зовнішній вигляд)	Правильна, що відповідає формі, встановленій за рецептурою без надломів	Форма кругла не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів	Форма кругла не zdeформована, притаманна формі, в якій випікають вироби, без надломів
Поверхня	Непідгоріла. Поверхня кексів, виготовлених на хімічних розпушувачах, може бути з наявністю тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду продукції	Поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості	Поверхня випукла, з наявністю незначних тріщин і розривів, які не змінюють товарного виду виробу, без підгорілості
Колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого. Колір нижньої кірочки може відрізнятися від кольору верхньої і бокової кірочки	Світло-коричневий, денце та бокова поверхня світліші	Коричневий, денце та бокова поверхня світліші

Вид в розломі	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. За наявності крупних добавок вони повинні бути достатньо рівномірно розподілені у виробках	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу, з рівним розподілом родзинок в масі	Кекс добре пропечений, без закалу і слідів непромісу, з незначними слідами частинок пивної дробини, з рівним розподілом родзинок в масі
Смак та запах	Властивий даному сорту кекса, без стороннього присмаку та запаху	Виражений, збалансований, властивий даному виду кекса, без стороннього присмаку та запаху	Виражений, збалансований смак та запах, із легким присмаком солоду та відчутними горіхово-карамельними нотками

Фізико-хімічні показники розроблених кексів «Світанок» в порівнянні з традиційним та вимогами нормативних документів наведено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18 – Фізико-хімічні показники кексів

Назва показника	Норма згідно ДСТУ 4505:2005	Характеристика	
		кекс «Столичний» (традиційний)	кекс «Світанок» (розроблений)
Масова частка вологи, %	10,0 – 31,0	28,05±0,05	30,05±0,05
Лужність, градуси, не більше	2,0	1,85±0,01	1,71±0,01
Масова частка жиру, %	2,2 – 34,2	13,30±0,05	12,60±0,05
Масова частка загального цукру, %	16,0 – 60,8	42,50±0,05	38,50±0,05

Проведені дослідження (табл 4.4) доводять, що за такими фізико-хімічними показниками як масова частка загального цукру (за сахарозою), масова частка жиру, масова частка вологи та лужність розроблені кекси відповідають вимогам ДСТУ 4505:2005.

Мікробіологічні показники розроблених кексів «Світанок» в порівнянні з традиційним та вимогами нормативних документів наведено в табл. 3.19.

Таблиця 3.19 – Мікробіологічні показники кексів

Назва показника	Норма згідно ДСТУ 4505:2005	Характеристика	
		кекс «Столичний» (традиційний)	кекс «Світанок» (розроблений)
Мезофільні, аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО в 1 г, не більше	$5 \cdot 10^2$	3,8·10	3,9·10
Бактерії групи кишкових паличок, маса продукту в г, в якій не допустимі	0,1	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , маса продукту в г, в якій не допустимі	25,0	не виявлено	не виявлено
Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$1 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	5·10	не виявлено	не виявлено

Встановлено, що за мікробіологічними показниками розроблені кекси відповідають вимогам ДСТУ 4505:2005.

3.4.2 Аналіз зміни харчової та біологічної цінності кексів

Розраховані значення харчової та енергетичної цінності розроблених кексів «Світанок» представлено табл. 3.20.

Таблиця 3.20 – Харчова та енергетична цінність кексів

Показника	Добова норма*	Значення, г в 100 г продукту	
		кекс «Столичний» (традиційний)	кекс «Світанок» (розроблений)
<i>Харчова цінність:</i>			
- білки	80/61	4,9	10,8
- жири	81/62	20,3	15,5
- вуглеводи, в тому числі	350/300	55,8	54,6
- харчові волокна	25...30	0,1	3,3
<i>Енергетична цінність, ккал</i>	2450/2000	437,4	412,5

*Примітка. Згідно Наказу МОЗ України від 03.09.2017 № 1073 Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії.

Дані взяті для I групи населення, значення для чоловіків/жінок віком 18-29 років

Згідно з отриманими даними визначено, що використання порошку пивної

дробини і сироватки молочної згущеної в технології кексів сприяє зменшенню калорійності виробів за рахунок зменшення вмісту жирів.

Біологічна цінність кексів «Світанок» забезпечується за рахунок білка та амінокислот, які містяться у сироватці молочній. Тому вважали за необхідне дослідити біологічну цінність білків виробів за амінокислотним скором незамінних амінокислот (табл. 3.21).

Таблиця 3.21 – Біологічна цінність кексів

Амінокислота	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг/1г білка	Вміст, мг/1 г білка / Амінокислотний скор, %	
		кекс «Столичний» (традиційний)	кекс «Світанок» (розроблений)
Ізолейцин	40	43,36 / 108,4	44,98 / 112,2
Лейцин	70	76,02 / 108,6	96,38 / 137,7
Лізин	55	38,06 / 69,2	66,24 / 120,4
Метіонін+Цистеїн	35	34,30 / 98,0	55,36 / 158,2
Фенілаланін+тирозин	60	101,10 / 168,5	91,91 / 153,2
Треонін	40	39,80 / 99,5	44,51 / 111,3
Валін	50	56,0 / 112,0	64,11 / 128,2
Триптофан	10	14,7 / 147,0	18,01 / 180,1

Аналіз даних табл. 3.21 свідчить, що в складі білків розроблених кексів лімітуючі амінокислоти відсутні, рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ, що свідчить про високу біологічну цінність продуктів. Підвищений рівень сіркоутримуючих амінокислот (метіонін+цистин) є наслідком наявності в їх складі сироватки молочної згущеної (а саме вмістом сироваткових білків).

3.5 Визначення термінів зберігання харчової продукції

Вивчення мікробіологічної безпечності розроблених виробів поєднували з гігієнічним обґрунтуванням терміну їх зберігання (табл. 3.22). Органолептичну оцінку якості розроблених кексів під час зберігання проводили за розробленою 50-бальною шкалою (Додаток А). Кекси зберігали за температури $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% запакованими в поліпропіленову плівку протягом 10 діб.

Аналіз даних (табл. 3.22) свідчить, що під час зберігання розроблених

виробів протягом 10 діб мікробіологічні показники знаходяться в межах норми і не перевищують нормативні показники щодо безпечності кексів.

Таким чином, для дотримання мікробіологічної безпечності кексів з одночасним збереженням їх органолептичних показників обґрунтовано режими та терміни зберігання: температура $(18\pm3)^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 70...75%, термін зберігання – 7 діб.

Кекси впродовж встановленого нормативною документацією терміну зберігання (1...7 діб) втрачають свої споживчі властивості, що є результатом певних сорбційно-десорбційних процесів, черствіння їх м'якушки і скоринки.

Таблиця 3.22 – Зміни показників якості кексів «Світанок» під час зберігання

Назва показника	Норма згідно ДСТУ 4505:2005	Фактичний вміст за тривалості зберігання, діб					
		0	2	4	6	8	10
Мікробіологічні показники							
Мезофільні, аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО в 1 г, не більше	5·10 ²	3,9·10	4,1·10	4,5·10	6,8·10	7,5·10	1,0·10 ²
Бактерії групи кишкових паличок, в 0,1 г	не дозволено	не виявлено					
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25,0 г	не дозволено	не виявлено					
Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	1·10 ²	не виявлено					0,5·10
Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	5·10	не виявлено				0,8·10	1,0·10
Органолептичні показники							
Форма (зовнішній вигляд)		50	50	50	45	40	40
Поверхня		50	50	50	48	45	42
Колір		45	45	45	42	41	40
Вид в розломі		50	50	50	48	45	44
Смак та запах		48	48	48	47	45	40

Процес черствіння кексів має ряд особливостей у зв'язку з підвищеним вмістом жиру у виробах. Однак, черствіння кексів в основному зумовлено десорбційними процесами. При дослідженні процесу черствіння кексів

використано криву усихання, яка відображає зміну їх числових значень маси після випікання. Результати представлено на графіку рис. 3.19.

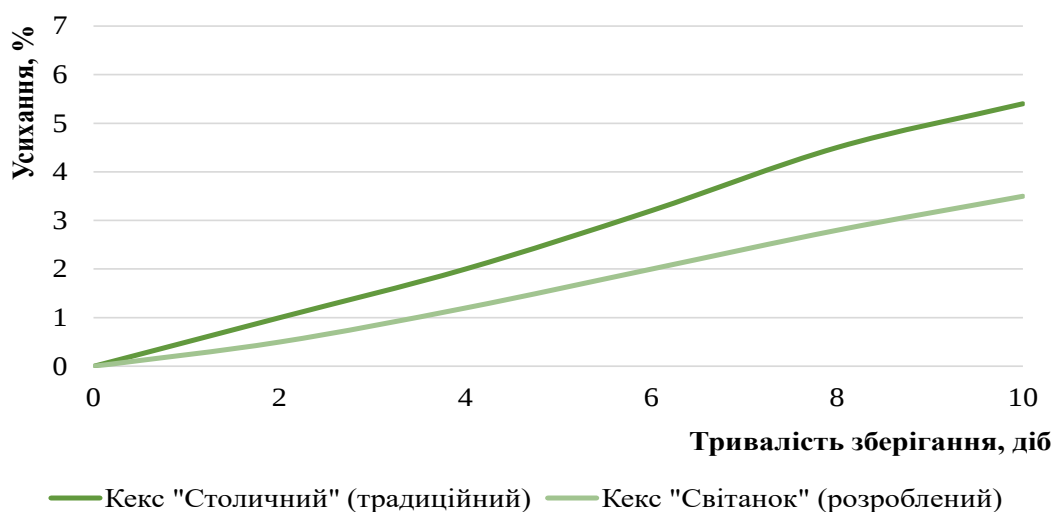


Рис. 3.19. Усихання кексів

Встановлено, що контрольні зразки кексів втрачають вологу більш інтенсивно, ніж кекси з порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною впродовж усього терміну зберігання. Так, впродовж 1...7 діб зберігання, вміст вологи знижується у контрольних зразках на 5,5%, а у розроблених виробках на 3,5%. Це пов'язано зі значним вмістом у складі кексів харчових волокон, які здатні поглинати та міцно зв'язувати воду.

Висновки за розділом 3

1. Обґрунтовано вибір сировини для використання у технології кексів – порошку пивної дробини та сироватки молочної згущеної.

2. Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники модельних харчових систем кексів. Обґрунтовано доцільність використання у технології кексів порошку пивної дробини (розміром фракцій 300 мкм) у кількості 30–40% від загальної кількості борошняної суміші за рецептурою. Доведено, що додавання до рецептури 5–10% сироватки молочної сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності тіста, забезпечує стабілізацію реологічних властивостей готових

виробів.

3. За допомогою багатофакторного експерименту оптимізовано рецептурний склад кексів: вміст порошку пивної дробини – 40% від маси борошняної суміші, вміст сироватки молочної згущеної – 10%.

4. Розроблено рецептуру та технологічну схему одержання кексів з порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною.

5. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Визначено, що за вмістом харчових волокон, білкових речовин розроблені кекси «Світанок» перевищують контроль. Білок розроблених виробів є більш збалансованим за амінокислотним складом, ніж білок контрольного зразка, не містить лімітуючих амінокислот.

6. Результати дослідження зміни фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників якості розроблених виробів при зберіганні в сукупності з іншими якісними показниками дозволили обґрунтувати їх режим і термін зберігання: за температури $(18 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% – не більше 7 діб.

РОЗДІЛ IV

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ВИРОБНИЦТВА КЕКСІВ

Аналіз ризиків та критичних контрольних точок (НАССР) – це система управління безпечністю харчових продуктів, яка визнана в міжнародному співтоваристві з безпечності харчових продуктів як загальносвітові рекомендації щодо контролю за небезпеками, пов'язаними з харчовими продуктами [60].

Відповідно до реформування законодавства у сфері безпечності харчових продуктів і Закону «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», одним з обов'язків для операторів ринку харчових продуктів згідно з даним законом є розробка, введення в дію та застосовування постійно діючих процедур, що засновані на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках [61].

Детальні роз'яснення з приводу застосування системи НАССР операторами ринку харчових продуктів регламентовані вимогами щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР), затвердженими наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України [62]. Даний наказ надає настанови стосовно впровадження системи НАССР включаючи розроблення програм-передумов та безпосередньої розробки постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках.

Гармонізація українського харчового законодавства із європейським полягає не лише у зміні підходів до системи управління безпечністю харчовими продуктами, а й у принципово нових підходах до перевірок підприємств. Так, наказом Міністерства аграрної політики і продовольства регламентовані вимоги до акту складеного за результатами аудиту щодо додержання операторами ринку вимог законодавства стосовно постійно діючих процедур, що засновані на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних

точках.

Для розроблення плану НАССР були використані загальноприйняті методики. Загальні принципи гігієни харчових продуктів встановлюються міжнародною організацією «Комісія Кодекс Аліментаріус». Методика ґрунтується на застосуванні технічних і наукових принципів до всього ланцюга виробництва харчових продуктів: від поля (ферми) – до столу [63]. Оцінювання небезпечних факторів та аналіз контрольних критичних точок здійснювалося відповідно до методики визначення значущості небезпечних факторів та дерева рішень для визначення критичних точок контролю, викладених у додатках до Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР).

На основі розробленої рецептури (розділ 3) зроблено опис продукту, що передбачено планом НАССР. Опис продукту наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис кексів «Світанок»

Офіційна назва продукту	Кекс «Світанок»
Нормативний документ за яким виробляється продукт	<i>У стані розробки</i>
Перелік сировини, що використовуються під час виробництва	Борошно пшеничне, порошок пивної дробини, цукор білий кристалічний, молочна сироватка згущена, масло вершкове, меланж, сіль кухонна, родзинки, цукрова пудра, амоній
Фізико-хімічні характеристики	Масова частка вологи – $(30,05 \pm 0,05)\%$ Лужність – не більше $(1,71 \pm 0,01)$ градуси
Вимоги до безпечності	Згідно ДСТУ 4505:2005 (афлатоксини, мікотоксини, токсичні елементи, мікробіологічні показники)
Споживче пакування	Поліетиленові пакети
Транспортне пакування	Коробки
Вимоги до маркування	Згідно ДСТУ 4505:2005
Умови та строк придатності	7 діб при відносній вологості 65–70 % та температурі $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$
Реалізація	У оптовій та роздрібній мережі, закладах ресторанного господарства
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Продукт може споживатися дитячим та дорослим населенням, за виключенням людей хворих на діабет, та з алергією на інгредієнти, які містяться у продукті (молочні та яєчні продукти, глютенісодержачі продукти)
Потенційно можливе використання не за призначенням	Не можливо
Спосіб споживання	У готовому вигляді

Отже, у табл. 4.1 наведені дані щодо опису розробленої продукції. Ця інформація буде використана під час аналіз небезпек під час технологічного процесу.

Вимоги до сировини та матеріалів, що використовуються при виробництві представлено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Аналіз інгредієнтів та матеріалів в продукті

Сировина	Нормативний документ
Борошно пшеничне вищого ґатунку	ГСТУ 46.004-99
Порошок пивної дробини	Згідно чинної нормативної документації
Сироватка молочна згущена	ТУ У 10.5-36537542-004:2016
Вершкове масло	ДСТУ 4399:2005
Цукор кристалічний	ДСТУ 4623:2023
Продукти яєчні (меланж)	ДСТУ 8719:2017
Солі вуглеамонійні (амоній)	Згідно чинної нормативної документації
Родзинки	Згідно чинної нормативної документації
Кухонна сіль	ДСТУ 3583:2015

Блок-схема технологічного процесу виробництва кексів «Світанок» представлено на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Блок-схема виробництва кексів «Світанок»

Виходячи з даних (рис. 4.1, табл. 4.1) визначено небезпечні фактори при виробництві кексів. При аналізі небезпечних чинників враховували також імовірність їх виникнення та серйозність небезпеки. Якщо для всіх етапів визначені всі виникаючі можливі небезпечні чинники, то після цього визначили дії та процедури запобігання виникнення небезпеки [64]. Аналіз небезпечних факторів наведено у табл. 4.2.

Таким чином, найбільша кількість небезпек під час виробництва кексів пов'язана із біологічними факторами. Зазначимо, що саме є найнебезпечнішими для здоров'я людини. Оцінка серйозності небезпек наведена у табл. 4.3.

Аналіз оцінки серйозності небезпек дав змогу визначити небезпеки з високим рівнем наслідків, які можуть суттєво вплинути на безпечність продукту. Керуючись інформацією про небезпечні чинники з високим ступенем серйозності, здійснено встановлення критичних точок контролю під час виробництва, яке наведено у табл. 4.4.

На основі детального аналізу встановлено 4 контрольних критичних точок на етапі зберігання сировини, змішування тіста, випікання та зберігання готового продукту. Встановлено, що критичні точки контролю на етапі зберігання стосуються біологічних небезпечних факторів – мікробіологічної контамінації сировини та зараження шкідниками. На етапі змішування тіста можливим є потрапляння сторонніх предметів. Під час випікання важливим є недопущення розвитку стійких мікроорганізмів та дотримання температурних режимів. Під час зберігання продукції важливим є дотримання режимів та термінів зберігання. Наступним етапом у складанні плану НАССР є встановлення критичних меж, яке наведено у табл. 4.5.

Встановлення критичних меж необхідно для встановлення конкретних числових значень, які слід контролювати для уникнення контамінації харчового продукту. Наступним кроком НАССР розроблення плану НАССР. Розроблення плану НАССР представлено у табл. 4.6. На рис. 4.2 представлено блок-схему із зазначенням КТК.

Таблиця 4.3 – Аналіз потенційних небезпек

№	Етап технологічного процесу	Небезпечний чинник	Опис небезпеки	Обґрунтування небезпеки	Запобіжні заходи
1	2	3	4	5	6
1	Приймання сировини	Біологічний	Контамінація яєчного меланжу, молочної сироватки, борошна, пивної дробини, солі, амонію, родзинок внаслідок неправильного транспортування мікроорганізмами МАФАМ, БГКП, Salmonella, Bacillus, Staphylococcus, Listeria Monicytogenes.	Здатні викликати харчові отруєння, сальмонельоз, інтоксикацію. Listeria Monicytogenes може викликати викидні у вагітних.	Виконання програми-передумови щодо специфікації і контролю постачальників. Дотримання інструкції приймання вхідної сировини.
2		Хімічний	Контамінація сировини токсичними (кадмій, свинець, цинк, миш'як, ртуть; афлатоксин B1) елементами та радіонуклідами (цезій, стронцій). Забруднення пестицидами.	Свинець порушує функції нервової та судинної системи, накопичується в організмі. Кадмій уражає печінку. Миш'як накопичується в організмі, негативно впливає на нервову систему. Ртуть впливає на нервову систему, печінку, нирки. Афлатоксин здатен викликати онкологічні захворювання. Радіонукліди накопичуються в організмі та негативно впливають на всі тканини. Пестициди накопичуються у жировій тканині, негативно діють на вагітних жінок.	Виконання програми-передумови щодо специфікації і контролю постачальників. Дотримання інструкції приймання вхідної сировини.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
3		Хімічний	Наявність алергенів у сировині.	Алергічна реакція у формі риніту, набряку Квінке, анафілактичного шоку.	Зазначення алергенів на маркуванні.
4	Зберігання сировини	Біологічний	Контамінація яєчного меланжу, сироватки молочної згущеної, порошку пивної дробини та борошна внаслідок неправильного зберігання мікроорганізмами МА ФАМ, БГКП, Salmonella, Bacillus, Staphylococcus, Listeria.	Негативні наслідки описані у п.1	Дотримання режимів та термінів зберігання.
5		Біологічний	Забруднення борошна, порошку пивної дробини шкідниками внаслідок неправильного зберігання – зерновий точильник, зернова міль, комірний довгоносик.	Токсини, що виробляються унаслідок життєдіяльності шкідників, можуть викликати отруєння.	Виконання програми-передумови щодо специфікації і контролю постачальників. Дотримання правил вхідного контролю, режимі та термінів зберігання.
6	Змішування інгредієнтів для збивання	Фізичний	Потрапляння сторонніх предметів від персоналу, обладнання (пластик, скло, частини металу). Потрапляння сторонніх предметів, з упаковки сипучих предметів.	Під час попадання не гострих предметів менше 1 мм можуть бути неприємні відчуття. Якщо предмети мають більший розмір, можуть виникати ушкодження зубів, ротової порожнини, шлунку, органів дихання.	Дотримання інструкції з підготовки сировини. Використання сит для просіювання сипучих предметів. Дотримання програми-передумови щодо гігієни персоналу.
7	Замішування тіста	Фізичний	Потрапляння сторонніх предметів з обладнання (пластик, скло, частини металу). Потрапляння сторонніх предметів, з упаковки сипучих продуктів.	Негативні наслідки описані у п.6.	Дотримання інструкції з підготовки сировини. Дотримання програми-передумови щодо гігієни персоналу.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
8		Хімічний	Контамінація хімічними сполуками з обладнання (дезінфікуючі засоби, фарби та покриття обладнання).	Токсична дія кислот, які входять до складу дезінфікуючих розчинів.	Дотримання інструкції з користування дезінфікуючими засобами. Контроль постачальників обладнання.
9		Біохімічний	Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу. Носії назальних секретів <i>S. aureus</i> , люди, інфіковані гепатитом А, або вірусом Норволка, або носії дизентерії, відкриті рани та порізи, інфіковані <i>Streptococcus</i> або іншими патогенами.	Негативні наслідки описані у п.1. Передача вірусних захворювань через продукти харчування.	Дотримання програм-передумов щодо гігієни персоналу та чистоти поверхонь. Проведення медоглядів. Дотримання інструкції з допуску персоналу.
10	Формування кексів	Фізичні	Потрапляння сторонніх предметів з обладнання (пластик, скло, частини металу). Потрапляння сторонніх предметів, з упаковки сипучих продуктів.	Негативні наслідки описані у п.6.	Дотримання інструкції з підготовки сировини.
11	Випікання кексів	Біологічний	Розвиток стійких мікроорганізмів	Негативні наслідки описані у п.1.	Дотримання температурних режимів та термінів випікання
12	Охолодження	Біологічний	Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу. Носії назальних секретів <i>S. aureus</i> , люди, інфіковані гепатитом А, або вірусом Норволка, або носії дизентерії, відкриті рани та порізи, інфіковані <i>Streptococcus</i> або іншими патогенами	Негативні наслідки описані у п.1.	Дотримання програм-передумов щодо гігієни персоналу та чистоти поверхонь. Проведення медоглядів. Дотримання інструкції з допуску персоналу.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
13	Пакування	Хімічний	Контамінація продукту хімічними сполуками пакувальних матеріалів – пластифікатори, друкарська фарба та чорнило.	Хімічні сполуки можуть викликати отруєння.	Проведення ранжування постачальників пакувальних матеріалів.
14	Зберігання	Біологічний	Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу та чистоти поверхонь – вірусом Норволка, або носії дизентерії, відкриті рани та порізи, інфіковані Streptococcus або іншими патогенами. Розвиток стійких мікроорганізмів.	Негативні наслідки описані у п.1.	Дотримання режимів та термінів зберігання, дотримання гігієни персоналу та дотримання інструкції миття та дезінфекції поверхонь.

Таблиця 4.4 – Оцінка серйозності небезпек під час виробництва кексів

Небезпечний фактор	Ймовірність виникнення	Серйозність наслідків	Ступінь ризику
Біологічні фактори			
Мікробіологічна контамінація борошна внаслідок неправильного транспортування	Висока	Серйозні	Високий
Забруднення борошна, порошку пивної дробини, сироватки молочної згущеної, яєчного меланжу, цукру, солі, амонію, родзинок	Середня	Значні	Високий
Наявність алергенів	Висока	Значні	Високий
Потрапляння сторонніх предметів від персоналу, обладнання (пластик, скло, частини металу)	Низька	Низькі	Низький
Контамінація хімічними сполуками з обладнання	Низька	Низькі	Низький
Контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу	Висока	Значні	Високий
Розвиток стійких мікроорганізмів	Висока	Серйозні	Високий
Контамінація продукту хімічними сполуками пакувальних матеріалів	Низька	Низькі	Низький
Контамінація продукту мікроорганізмами під час зберігання	Висока	Серйозні	Високий

Таблиця 4.5 – Встановлення критичних точок контролю під час виробництва кексів

Назва агента	Найменування небезпечного чиннику	Питання №1: чи існують на цьому етапі або наступних етапах попереджуючі дії для цього небезпечного чиннику?	Питання №2: чи може даний етап зменшити рівень небезпечного чиннику до прийнятного?	Питання №3: можливість на цьому етапі появи небезпечного чиннику або збільшення його до недопустимого рівня?	Питання №4: чи гарантує наступний етап нищення небезпечного чиннику або зниження його допустимого рівня?	Номер критичної точки контролю
1	2	3	4	5	6	7
Приймання сировини						
Яєчний меланж, цукор, сіль, амоній, борошно, пивна дробина, сироватка молочна, родзинки	Біологічний (мікробіологічне забруднення)	Так. Вхідний контроль, сертифікація продукції	Ні	Так	Так. Вхідний контроль, сертифікація продукції	—
Зберігання сировини						
Яєчний меланж, цукор, сіль, амоній, борошно, пивна дробина, сироватка молочна, родзинки	Біологічний (мікробіологічне забруднення, забруднення шкідниками)	Так. Дотримання режиму зберігання	Ні	Так	Так	КТК1
Замішування тіста						
Тісто	Біологічний (контамінація мікроорганізмами у разі недотримання гігієни персоналу)	Так. Отримання сировини для приготування тіста, не зараженої мікроорганізмами	Ні	Так	Так	—

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7
Тісто	Фізичні (потрапляння сторонніх предметів від персоналу, обладнання (пластик, скло, частини металу). Потрапляння сторонніх предметів, з упаковки сипучих продуктів)	Так. Використання сит для просіювання сипучої сировини	Так	-	-	КТК2
Випікання тіста						
Тісто	Біологічний (розвиток стійких мікроорганізмів)	Так. Отримання сировини для приготування тіста, не зараженої мікроорганізмами	Так	Так	Ні	КТК3
Зберігання						
Готові кекси	Біологічний (мікробіологічне забруднення)	Так	-	-	-	-

Таблиця 4.6 – Встановлення критичних меж

№	Назва інгредієнту	№ КТК	Критичні межі
	Зберігання сировини		
1	Борошно	1	Оптимальна вологість повітря в приміщенні не повинна перевищувати 70 %, Найсприятливіша температура для цього продукту – 5–18 °С, але не більше 20 °С, не більше 8 місяців. Зараженість шкідниками – 0
2	Порошок пивної дробини	1	Оптимальна вологість повітря в приміщенні не повинна перевищувати 70 %, Найсприятливіша температура для цього продукту – 5–18 °С, але не більше 20 °С, не більше 6 місяців. Зараженість шкідниками – 0
3	Яечний меланж	1	Зберігають у замороженому вигляді при температурі від -9 до -10°С і відносній вологості повітря 80–85% до 8 місяців
4	Цукор	1	Зберігання в герметичних умовах при температурі 17 °С і відносній вологості повітря 70 % до 1 місяця.
5	Сіль		Зберігання в герметичних умовах при температурі 15-25 °С і відносній вологості повітря 70 % до 1 місяця.
6	Амоній	1	Зберігання в герметичних умовах при температурі 15-20 °С і відносній вологості повітря 70 % до 6 місяця.
7	Родзинки	1	Зберігання в сухому, прохолодному і темному місці з температурою 18-24 °С і вологістю, що не перевищує 70%
8	Змішування тіста/ сипучі продукти	2	Наявність сторонніх домішок на ситі
9	Випікання тіста	3	Тривалість випікання – 25-30 хвилин Температурний режим – 160-170 °С

Таблиця 4.7 – Розроблення плану НАССР

Етап процесу	КТК	Критичні межі	Опис небезпечного чинника	Процедури моніторингу	Коригувальні дії	Протоколи НАССР
Зберігання сировини	1	Дані наведені в табл. 5.5 п. 1-7	Контамінація мікроорганізмами та шкідниками	Навчений персонал перевіряє продукти при прийманні на зберігання, контролює режим зберігання, слідкує за термінами зберігання	Необхідно не пускати у виробництво продукти, заражені патогенними мікроорганізмами. Заражене борошно та порошки пивної дробини направляють на знезараження. Досягається це просіюванням, витримкою при низькій (–5 °C) температурі або високою (50–55 °C). Після чого продукт очищають від шкідників	Журнал моніторингу ККК. Журнал реєстрації партій продукти. Журнал моніторингу шкідників.
Замішування тіста	2	Наявність сторонніх домішок на ситі	Потрапляння сторонніх домішок	Візуальний огляд сита кондитером 1-2 рази в годину	Не використовувати сипучу сировину, якщо в ній ідентифіковані сторонні домішки, перевірити дану партію	Журнал моніторингу ККК. Журнал реєстрації партій продукти. Протокол огляду сита
Випікання тіста	3	Тривалість випікання – 25-30 хвилин. Температурний режим – 160-170 °C.	Розвиток стійких мікроорганізмів	Контроль температурних режимів та тривалості випікання. Візуальний огляд готової продукції.	Не допускати до реалізації не пропечену продукцію. Повірка технологічного обладнання у разі виявлення невідповідностей температурних режимів.	Журнал моніторингу ККК. Технологічна схема виробництва. Журнал приготування готових виробів

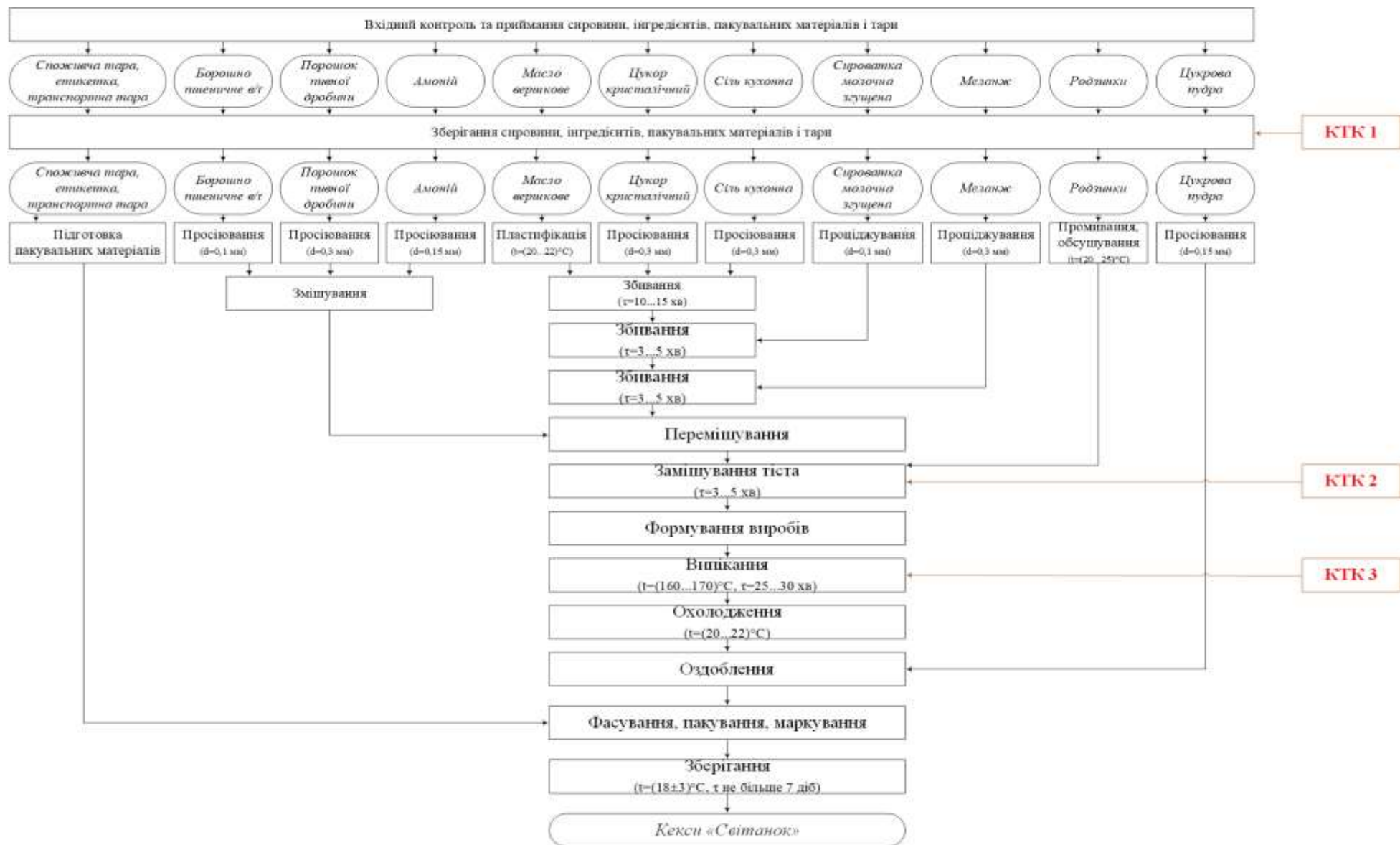


Рис. 4.2. Блок-схема виробництва кексів «Світанок» із зазначенням критичних точок контролю

Отже, впровадження плану НАССР на всіх етапах вимагає участі всього кваліфікованого персоналу, задіяного на виробництві. Крім того, логічний та адаптований план НАССР може допомогти операторам ринку підвищити рівень управління безпечністю харчових продуктів.

Висновки за розділом 4

1. Розроблення рецептур кексів та управління безпечністю виробів за принципами НАССР є продовженням наукової роботи. Отримані дані можуть слугувати підставою для розроблення не лише кексів, а й інших борошняних кондитерських або хлібобулочних виробів із застосуванням нетрадиційної сировини.

2. Також отримані дані можуть бути корисними підприємствам кондитерської промисловості для впровадження системи управління безпечністю харчовими продуктами за принципами НАССР.

3. З урахуванням принципів НАССР здійснено опис розроблених кексів «Світанок», складено блок-схему виробництва, проаналізовано небезпечні фактори та серйозність їх наслідків. Визначені критичні точки контролю на етапах виробництва кексів, критичні межі, з урахуванням чого складено план НАССР.

РОЗДІЛ V

РОЗРАХУНОК ОЧІКУВАНОВОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ КЕКСІВ

На сучасному етапі розвитку ринкових відносин загострилася конкуренція між підприємствами, що вимагає постійного вдосконалення технологічної бази виробництва та впровадження технологічних інновацій.

Подальше зростання вартості нових технологій та обмеженість фінансових ресурсів підприємств зумовлюють необхідність обґрунтування доцільності технологічних змін на високому рівні та оцінки їх економічної ефективності. Інноваційним елементом даного дослідження є удосконалена технологія виробництва кексів з використанням пивної дробини та сироватки молочної згущеної, що дозволить отримати продукт з високими споживчими характеристиками та розширити асортимент борошняних кондитерських виробів.

Основною метою підприємств, що використовують результати науки і техніки, є економія ресурсів та підвищення конкурентоспроможності своєї продукції.

Загальний економічний результат розробки та впровадження нових технологій в існуюче виробництво, як найбільш узагальнений підсумковий показник, полягає в отриманні додаткових вигод за рахунок підвищення якості, збільшення обсягів виробництва або економії сировини, матеріалів, палива, енергії, трудових та інших видів ресурсів у процесі виробництва.

Економічне обґрунтування передбачає, з одного боку, розрахунок необхідних додаткових витрат ресурсів, а з іншого - розрахунок очікуваних результатів від впровадження нової технології. Тому для того, щоб визначити доцільність широкого впровадження технології виробництва кексів з використанням пивної дробини та згущеної молочної сироватки, необхідно порівняти майбутні вигоди та витрати, пов'язані з виробництвом цієї продукції.

5.1 Оцінка собівартості розробленого продукту

Найважливішим фактором, що визначає виручку від продажу та прибуток, є ціна. У зв'язку з цим, першим кроком є розрахунок ціни на запропонований продукт у порівнянні з продуктом-аналогом, який задовольняє потреби того ж сегменту споживчого ринку.

Основою оптово-відпускних цін для переробних підприємств є виробнича собівартість. Відправною точкою для визначення виробничої собівартості є розрахунок витрат на сировину та матеріали, що лежать в основі продукту (табл. 5.1). Вартість цієї статті визначається шляхом прямого розрахунку.

Таблиця 5.1 – Калькуляція вартості сировини і матеріалів на виробництво кексів

Найменування інгредієнтів	Традиційний кекс "Столичний"			Розроблений кекс "Світанок"		
	Норма на 1 т, кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн	Норма на 1 т, кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
Борошно пшеничне	290,1	16,4	4757,3	174,1	16,4	2854,6
Порошок пивної дробини	-	-	-	116,0	15,9	1845,1
Цукор білий кристалічний	217,6	23,4	5090,9	206,3	23,4	4826,6
Молочна сироватка згущена (СР 20%)	-	-	-	112,9	33,9	3825,6
Масло вершкове	217,6	250,0	54389,9	104,7	250,0	26182,0
Меланж	174,0	87,0	15142,2	174,1	87,0	15143,5
Сіль кухонна	0,9	29,0	25,2	0,9	29,0	25,2
Родзинки	217,6	102,5	22299,9	217,6	102,5	22301,9
Цукрова пудра рафінована	10,2	23,4	237,6	10,2	23,4	237,6
Амоній бікарбонат	0,9	105,6	91,9	0,9	105,6	91,9
Всього	1 128,7	-	102 034,9	1 117,5	-	77 334,1
Вихід	1 000,0	-	-	1 000,0	-	-

Як свідчать дані табл. 5.1, вартість сировини для виробництва кексів із використанням порошку пивної дробини та сироватки молочної згущеної є дещо нижчою ніж для кексів за традиційною рецептурою. Додавання порошку пивної дробини до сировини зменшує її вартість порівняно з аналогічною продукцією.

Вартість сировини і матеріалів є найбільш вагомою складовою

собівартості продукції, питома вага якої в аналогічних виробництвах дорівнює 50...60% її загальної величини. У зв'язку з відсутністю чіткої інформації щодо інших елементів витрат: оплати праці, вартості палива та електроенергії для виробничих цілей, амортизаційних відрахувань, витрат з утримання та експлуатації основних засобів, загальновиробничих, загальногосподарських витрат і невиробничих – розрахунки виконано за укрупненими показниками на основі їх рівнів, що склалися на аналогічних виробництвах, по відношенню до вартості сировини і матеріалів. При цьому враховано їх поведінку по відношенню до змін обсягу виробництва та скориговано загальні інші витрати на відмінності у величині релевантних витрат. Розрахунки інших витрат виконано по відношенню до вартості сировини і матеріалів за традиційною технологією.

Оскільки використання порошку пивної дробини та сироватки молочної згущеної не передбачає принципових змін технології виробництва, то під час розрахунків собівартості за основу прийнято визначені величини постійних і змінних витрат з урахуванням релевантності останніх. Для даної розробки релевантними є витрати сировини і матеріалів.

Таблиця 5.2 – Розрахунок собівартості виробництва кексів

№ статті	Стаття витрат	Традиційний кекс "Столичний"	Розроблений кекс "Світанок"
1	Сировина і матеріали	102 034,89	77 334,06
2	Паливо та енергія на технологічні цілі	1 020,35	773,34
3	Основна та додаткова заробітна плата	224,48	170,13
4	Відрахування на соціальне страхування	49,38	37,43
5	Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	5 101,74	3 866,70
6	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.	3 061,05	2 320,02
7	Загальновиробничі витрати	112,24	85,07
8	Загальногосподарські витрати.	44,90	34,03
9	Інші виробничі витрати	16 747,35	12 693,12
	Виробнича собівартість	128 396,37	97 313,90
10	Позавиробничі витрати	12 839,64	9 731,39
	Повна собівартість (Виробнича собівартість +Позавиробничі витрати)	141 236,01	107 045,29

5.2 Планування прибутку та показників ефективності впровадження нового продукту

Більш високі якісні параметри розроблених продуктів порівняно з продуктом-аналогом дозволяють прогнозувати декілька варіантів отримання прибутку залежно від стратегії у сфері цінової політики.

На стадії виведення товарів на ринок з метою його завоювання найбільш прийнятною є агресивна цінова політика, яка зорієнтована на рівень рентабельності, що склався у даному сегменті ринку – 20,0%.

У подальшому, по мірі ознайомлення споживачів із якісними параметрами нових продуктів, ціни можуть бути підвищені до рівня, адекватного більш високим характеристикам якості, що забезпечить більш високий рівень рентабельності та обсяг прибутку. Розрахунок відпускних цін наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок прибутку, оптової ціни, суми ПДВ та оптово-відпускної ціни

Показники	Традиційний кекс "Столичний"	Розроблений кекс "Світанок"
Повна собівартість	141 236,01	107 045,29
Прибуток підприємства (20% від повної собівартості)	28247,20	21 409,06
Оптова ціна (Повна собівартість+ Прибуток підприємства)	169 483,21	128 454,34
ПДВ (у розмірі 20% від оптової ціни підприємства)	33 896,64	25 690,87
Відпускна ціна 1000 кг (сума оптової ціни+ПДВ)	203 379,86	154 145,21
Відпускна ціна 1 кг	203,38	154,15

Економічний ефект від реалізації інноваційної продукції за такої цінової політики можуть мати наступні форми

- збільшення обсягу реалізації кексів "Світанок" в умовах еластичності попиту;
- збільшення виручки від реалізації кексів "Світанок" під впливом цінових факторів;
- розширення асортименту продукції за рахунок виробництва кексів з

додатковими смаковими компонентами;

- збільшення норми прибутку за рахунок збільшення обсягів реалізації продукції (при певному рівні рентабельності);

- вивільнення оборотних коштів, інвестованих у сировину та витратні матеріали.

Висновки за розділом 5

Розрахунки економічної ефективності від проведених досліджень показують, що продукція є висококонкурентною. Порівняно з продукцією-аналогом, вищі якісні параметри виробів підвищують їх цінність для споживача та збільшують обсяги продажу і прибуток від реалізації продукції, як за рахунок якості, так і за рахунок розширення асортименту та вищого рівня цін. Економічні вигоди від впровадження запропонованої технології можуть бути забезпечені як на етапі виведення продукту на ринок, так і на етапі подальшої реалізації.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз інформаційних джерел показав, що розробка кондитерських виробів з поліпшеним хімічним складом, підвищеним вмістом біологічно активних речовин, пониженої енергетичної цінності є актуальним науковим напрямком. Цей напрям потребує інноваційних рішень під час створення сучасного асортименту кондитерських виробів шляхом застосування нетрадиційних інгредієнтів нових видів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Зарубіжний і вітчизняний досвід показує, що ефективно та економічно доступно забезпечити населення дефіцитними у харчуванні нутрієнтами, використовуючи місцеву сировину. Виробництво кексів з підвищеною харчовою цінністю є перспективним на сьогодні, оскільки вирішується проблема із незбалансованим харчуванням населення.

2. В планувальній частині роботи охарактеризовано об'єкт та предмет досліджень. Наведено характеристику сировини та добавок, що використані в дослідженнях. Розроблено план теоретичних та експериментальних робіт з обґрунтування та розробки технології кексів збагачених. Підібрано методики для дослідження фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників сировини та готової продукції; сучасні математично-статистичні методи обробки результатів експериментальних досліджень і графічного представлення результатів.

3. В експериментальній частині обґрунтовано вибір сировини для використання у технології кексів, а саме порошку пивної дробини та сироватки молочної згущеної. Встановлено вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники модельних харчових систем кексів. Обґрунтовано доцільність використання у технології кексів порошку пивної дробини (розміром фракцій 300 мкм) у кількості 30–40% від загальної кількості борошняної суміші за рецептурою. Доведено, що додавання до рецептури 5–10% сироватки молочної сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності тіста, забезпечує стабілізацію реологічних

властивостей готових виробів. За допомогою багатфакторного експерименту оптимізовано рецептурний склад кексів: вміст порошку пивної дробини – 40% від маси борошняної суміші, вміст сироватки молочної згущеної – 10%.

На основі експериментальної частини, розроблено рецептуру та технологічну схему одержання кексів «Світанок» з порошком пивної дробини та сироваткою молочною згущеною. Отримано комплекс даних, що характеризує якість розроблених виробів, доведено їх високу харчову та біологічну цінність. Визначено, що за вмістом харчових волокон, білкових речовин розроблені кекси «Світанок» перевищують контроль. Білок розроблених виробів є більш збалансованим за амінокислотним складом, ніж білок контрольного зразка, не містить лімітуючих амінокислот. Результати дослідження зміни фізико-хімічних, мікробіологічних і органолептичних показників якості розроблених виробів при зберіганні в сукупності з іншими якісними показниками дозволили обґрунтувати їх режим і термін зберігання: за температури $(18\pm 3)^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 70...75% – не більше 7 діб.

4. З урахуванням принципів НАССР здійснено опис розроблених кексів «Світанок», складено блок-схему виробництва, проаналізовано небезпечні фактори та серйозність їх наслідків. Визначені критичні точки контролю на етапах виробництва кексів, критичні межі, з урахуванням чого складено план НАССР.

5. Розрахунки економічної ефективності від проведених досліджень показують, що продукція є висококонкурентною. Оцінка собівартості і планування прибутку від реалізації показали, що 1 кг кексів «Світанок» складає 154,15 грн, що є нижчою порівняно з продуктом-аналогом (203,38 грн/кг). Порівняно з продукцією-аналогом, вищі якісні параметри виробів підвищують їх цінність для споживача та збільшують обсяги продажу і прибуток від реалізації продукції, як за рахунок якості, так і за рахунок розширення асортименту та вищого рівня цін. Економічні вигоди від впровадження запропонованої технології можуть бути забезпечені як на етапі виведення продукту на ринок, так і на етапі подальшої реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Глобальні проблеми людства: веб-сайт. URL: <http://ukrmap.su/uk-g11/1371.html> (дата звернення: 10.06.2024).
2. Лозова Т. М. Поліпшення білкового та амінокислотного складу кондитерських виробів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2020. №23. С. 102–109.
3. ДСТУ 4505:2005. Кекси. Загальні технічні умови. Чинний від 2006-10-01. Вид. офіц. 2005. 18 с.
4. Горальчук А. Б. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів збивних для кулінарної та кондитерської продукції з поліфазною дисперсною структурою: дис...к-та техн. наук: 05.18.16. Харків, 2016. С. 326.
5. Iorgachova K. The influence of gluten-free flours on the quality indicators of biscuit semi-finished products. *Зернові продукти і комбікорми*. 2016. № 64, С. 16–21.
6. Foaming and rheological properties of the liquid phase extracted from wheat flour dough. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X14001866#undfig>
7. Лазоренко Н. П. Удосконалення технології маффінів спеціального призначення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів». 2011. 22 с.
8. Інноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання / П. П. Пивоваров, Гринченко О.О., Михайлов В.М. та ін.; за заг. ред. П. П. Пивоварова. Х. : ХДУХТ, 2011. 444 с.
9. Технологічні властивості зерна, борошна і тіста / О. М. Сафонова, Л. М. Тіщенко, Т. В. Гавриш та ін. Х. : Віровець А.П. «Апостроф», 2012. 252 с.
10. Самохвалова О. В. Технологія маффінів оздоровчого призначення : монографія / О. В. Самохвалова, К. Р. Касабова, С. Г. Олійник. Х.: Видавництво "Технологічний Центр" 2015. 120 с.
11. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування і розроблення технологій

борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання: Дис. докт. техн. наук. К.: КНТЕУ, 2010. 307с.

12. Дорохович В. В. Дослідження впливу традиційних та нетрадиційних цукрозамінників на реологічні властивості тістових мас для здобного печива. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб.наук.пр.* ХДАХТ. 2008. С. 46–51.

13. Корецький В. Л., Орлов Н. М. До проблеми безпеки харчування та моніторингу якості життя населення України. *Проблеми харчування.* 2016. № 1. С. 42–44.

14. Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів: монографія / С.Л. Шаповал, Р.П. Романенко, Н.П. Форостяна. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2017. 192 с.

15. Лобанова Н.Л., Шаніна О.М. Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* 2013. Вип. 140. С. 12.

16. Дорохович В. В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю. *Наукові праці НУХТ.* 2017. № 4. С. 199–206.

17. Лозова Т., Ковальчук Х. Як же впливають добавки рослинного походження на збереження якості жирової основи кексів. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України.* 2011. № 2 (75). С. 15–17.

18. Капліна Т. В., Столярчук В. М., Дудник С. О. Зміна жирової складової кексів з використанням нетрадиційної рослинної сировини під час їх зберігання. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі.* 2018. №1/85. С. 96–101.

19. Сімакова О. О., Никифоров Р. П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна із заданими властивостями: монографія. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2018. 146 с.

20. Ромашко І.С., Басараб І.М. Транс-жири – проблема сучасності. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького.* 2016. № 1 (65). С. 115–118.

21. Ощипок І. М., Онишко Л. Й. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2019. №. 22. 8 с.
22. Дудко С., Малиновський В., Оболкіна В. Термообробка борошняних кондитерських виробів. *Продовольча індустрія АПК*. 2017. № 5. С. 22–24.
23. Інтенсифікація тепломасообмінних процесів в харчових технологіях: монографія / А. І. Соколенко, А. А. Мазаракі, О. Ю. Шевченко та ін.; під ред. А. І. Соколенка. Київ: Фенікс, 2011. 536 с.
24. Лобачева Н. Л., Шаніна О. М. Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини. *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв*: матер. XIII Міжнародної науково-практичної конференції 7 листопада 2013р. Харків, 2013. С. 71–79.
25. Стадник І. Я. Напрямки і перспективи в додержанні раціональності процесу замішування. Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні технології і обладнання харчових виробництв» ТНТУ імені Івана Пулюя. 2011. С. 252–253.
26. Medvid I., Dotsenko V., Shydlovska O., Ishchenko T. Investigation of the expedience of modification of the carbohydrate composition of rice flour in the technology of gluten-free bread. *EUREKA: Life Sciences*. 2019. № 1. P. 43–51.
27. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review / Jingwen X. et al // *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 103. P. 200–213.
28. Самохвалова О.В. Технологія маффінів оздоровчого призначення : монографія. Харків : Видавництво «Технологічний Центр», 2015. 120 с
29. Ющенко Н., Буяльська Н., Челябієва В., Березкина, Н. Технологія кексів з додаванням калини звичайної (*Viburnum opulus L.*) та гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo L.*). *Технічні науки та технології*. 2023. №3 (33). С. 162–169.
30. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., Михненко І. Використання борошна із насіння нішевих культур у технології виробництва кексів. *Вісник*

Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2021. № 4 (10). С. 94–100.

31. Mirani A., Goli M. Optimization of cupcake formulation by replacement of wheat flour with different levels of eggplant fiber using response surface methodology. *Food Science and Technology*. 2021. №42. e52120.

32. Gadallah M., Shabib Z., El-Hazmi T. Research Article Development of High Dietary Fibre-Enriched Cupcake Using Pomegranate Peel Powder. *International Journal of Food Science*. 2022. Vol. 2022, 6461949.

33. Konuk Takma D., Ülkeryıldız Balçık E., Sahin-Nadeem H. Physicochemical and sensory properties of gluten-free cupcakes added with fig seeds pomace flour. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. №45(7). e15619.

34. Ayoubi A., et al. Pre-Proof File Response Surface Optimization of Cupcake Formula Fortified with Date Seed Powder. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.* 2023. Vol, 42(2). P. 638–651.

35. Sello A., Mostafa M. Enhancing antioxidant activities of cupcakes by using pumpkin powder during storage. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2017. Iss. 8. P. 103–110.

36. Капліна Т. В., Столярчук В. М., Дудник С. О. Зміни якісних показників кексів залежно від частки внесеного до рецептури гарбузового насіння. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2018. Т 20. № 85. С. 114–118.

37. Batista J. E. R. Partial replacement of wheat flour by pumpkin seed flour in the production of cupcakes filled with carob. *Food Science and Technology*. 2018. Vol. 38. Iss. 2. P. 250–254.

38. Лозова Т. М. Поліпшення білкового та амінокислотного складу кондитерських виробів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2020. №23. с. 102–109.

39. Лебединець В. Т., Лебединець А. І., Мороз М. М. Використання різних видів борошна для збагачення борошняних кондитерських виробів. *Програмний комітет*. С. 108.

40. Coronado M. A., et al. Physicochemical characterization and SEM-EDX

analysis of brewer's spent grain from the craft brewery industry. *Sustainability*. 2020. №12(18). P. 7744.

41. Castro L. E. N., Matheus L. R., Colpini L. M. S. Optimization of brewers' spent grain drying process/Otimização do processo de secagem do bagaço de malte. *Brazilian Journal of Development*. 2022. №8(2). P. 14481-14488.

42. Назаренко І. А., Сімакова О. О., Світлична О. О. Технологія хлібобулочних виробів із використанням борошна з пивної дробини. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2019. Вип. 1(38). С. 46–52.

43. Jackowski M., et al. Brewer's spent grains—valuable beer industry by-product. *Biomolecules*. 2020. № 10(12). 1669.

44. Назаренко І. А., та ін. Дослідження якості бубликів ванільних із використанням борошна з пивної дробини. *Наукове фахове видання. Технічні науки*. 2020. № 2. С. 175–185.

45. Yitayew T., Moges D., Satheesh N. Effect of brewery spent grain level and fermentation time on the quality of bread. *International Journal of Food Science*. 2022. №1. 8704684.

46. Павлов О. В. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: Навчально-практичний посібник. Видання перероблене і доповнене. Київ: ПрофКнига, 2018. 336с.

47. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв: навч. пос. / за ред. В. І. Дробот. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

48. ДСТУ ISO 4505:2005. Кекси. Загальні технічні умови. Чинний від 2006-10-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 23 с.

49. Іоргачова К. Г., та ін. Технологія кондитерського виробництва. Практикум: навч. Посібник. Одеса: ОНАХТ. 2011. 208 с.

50. Горальчук А. Б. та ін. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик. Навчальний посібник. Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків, 2006. 63 с.

51. Методи контролю якості харчової продукції : навч. посібник / О. І. Черевко, Л. М. Крайнюк, Л. О. Касілова та ін. ; за ред. Л. М. Крайнюка; Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Київ : Кондор, 2016. 512 с.
52. Скуріхіна Л. А., Касілова Л. О., Димитрієвич Л. Р. Загальні підходи до регулювання якості харчової продукції. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2013. Ч. 1. С. 109–110.
53. Продовольча безпека і персоніфікація харчування: у пошуках балансу та ефективної системи управління : монографія / О. Б. Чернега та ін. ; наук. ред. О. Б. Чернега. Кривий Ріг : Чернявський Д. О., 2015. 255 с.
54. ДСТУ 4324:2004. Молочна промисловість. Виробництво молочних консервів. Терміни та визначення понять. Чинний від 2005-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 23 с.
55. ТУ У 10.5-36537542-004:2016. Сироватка молочна згущена 20% сухих речовин демінералізована. Технічні умови.
56. Burrington K. J. Whey Inclusions. Whey Processing, Functionality and Health Benefits. 2008. P. 201–211.
57. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. Хімія молочної сировини: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Одеса: «Сілекс-прінт», 2013. 268 с.
58. Цісарик О. Й., Михайлицька О. Р., Сливка Н. Б., Турчин І. М. Технологія молочних продуктів з вторинної сировини. Ліга-Прес, 2014. 350 с.
59. Sienkiewicz T., Riedel C. L. Whey and Whey Utilization: possibility for utilization in agriculture and food stuff. 2nd ed. Th. Mann, Germany, 1990. 379 p.
60. Kafetzopoulos D. P., Psomas E. L., Kafetzopoulos P. D. Measuring the effectiveness of the HACCP Food Safety Management System. *Food Control*. 2013. Vol. 33, Issue 2. P. 505–513.
61. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових

продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/771/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 09.08.2024)

62. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР) : Наказ; Мінагрополітики України від 01.10.2012 № 590. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1704-12> (дата звернення: 09.08.2024)

63. A guide for small and medium-sized enterprises of the dairy industry for the preparation and implementation of food safety management based on HACCP concepts / Vasilenko G., Dorofeeva A., Golub B., Mironyuk G. Kyiv, 2010. 194 p.

64. Використання принципів НАССР для забезпечення якості та безпечності продуктів на підприємствах роздрібної торгівлі / Мардар М., Устименко І., Кручек О., Макаръ А. *Наукові праці ОНАХТ*. 2018. № 48. С. 171–182.

ДОДАТОК А

Дослідження впливу добавок на сенсорні показники кексів

Коефіцієнт вагомості	Органолептичний показник та його характеристика	№ дескриптора	Коефіцієнт вагомості	Зразок 1	Зразок ...
0,2	Зовнішній вигляд				
	Наявність тріщин	1	0,2		
	Гладкість поверхні	2	0,1		
	Стан поверхні	3	0,3		
	Відсутність грудочок	4	0,2		
	Збереженість форми	5	0,2		
Середня оцінка за дескрипторами					
0,25	Вид на розрізі				
	М'якість	6	0,25		
	Міцність	7	0,3		
	Однорідність	8	0,2		
	Дрібнодисперсність	9	0,25		
Середня оцінка за дескрипторами					
0,2	Смак				
	Насиченість	10	0,2		
	Вираженість	11	0,25		
	Відповідність сировини	12	0,2		
	Чистота	13	0,25		
	Однорідність	14	0,1		
Середня оцінка за дескрипторами					
0,25	Запах				
	Натуральність	15	0,3		
	Насиченість	16	0,25		
	Відповідність сировини	17	0,25		
	Чистота	18	0,2		
Середня оцінка за дескрипторами					
0,1	Колір				
	Насиченість	19	0,23		
	Вираженість	20	0,25		
	Відповідність сировини	21	0,2		
	Однорідність	22	0,25		
Середня оцінка за дескрипторами					
Разом					
Середнє					

ДОДАТОК Б

