

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 664.68:641.51-048.78

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК
_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« ____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри технології
м'ясних, рибних та морепродуктів
_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Удосконалення технології кондитерських виробів
антидіабетичного призначення»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Нутріціологія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент _____ Людмила ТИЩЕНКО

Керівник магістерської роботи

д.т.н., професор _____ Любомир ХОМІЧАК

Виконав

_____ Іван КОВАЛЕНКО

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Коваленку Івану Олександровичу

Спеціальність **181«Харчові технології»**

Освітньо-професійна програма «Нутріціологія»

Орієнтація освітньої програми **освітньо-наукова**

Тема магістерської роботи «**Удосконалення технології кондитерських виробів антидіабетичного призначення**», затверджена наказом ректора НУБіП України від «17 січня» 2024 р. № 52 «С»

Термін здачі студентом завершеної роботи на кафедру – 10.06.2025 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

дані спеціальної літератури; нормативно-технічні документи; довідники; монографії; періодичні видання; власні дослідження та спостереження. Економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності виробництва зефіру.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

поживна та харчова цінність топінамбуру, гарбузового пюре, яблучного пюре, як функціонального інгредієнту; дослідження технологічного процесу виготовлення та визначення виходу зефіру; проведення оцінки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників зефіру; висновки.

Перелік ілюстрованого матеріалу (таблиці, схеми, графіки тощо):

таблиці, рисунки, графіки

Дата видачі завдання «14» квітня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____

Любомир ХОМІЧАК

Завдання прийняв до виконання _____

Іван КОВАЛЕНКО

РЕФЕРАТ

У цій кваліфікаційній роботі на тему: «Удосконалення технології кондитерських виробів антидіабетичного призначення», проведено обґрунтування застосування цукрозамінників у процесі виробництва кондитерської продукції спеціального призначення.

Основними вимогами до таких виробів є низький глікемічний індекс, помірна енергетична цінність, збалансований амінокислотний профіль, високий вміст вітамінів і нутрієнтів, а також привабливі органолептичні властивості.

У межах дослідження проаналізовано харчову та біологічну цінність, а також рівень глікемії у зефірі, виготовленому з додаванням ксилітолу, лактитолу та еритритолу. Також вивчено вплив цих інгредієнтів на органолептичні й фізико-хімічні характеристики готового продукту.

Для оптимізації рецептури обрано цукрозамінник із найнижчими показниками калорійності та глікемічності.

Ключові слова: ЗЕФІР, ЗДОБНЕ ПЕЧИВО, ПЕЧИВО НА ФРУКТОЗІ, ДЕКОРАТИВНЕ ОФОРМЛЕННЯ ПЕЧИВА, ПОРОШОК ТОПНАМБУРА, ГАРБУЗОВЕ ПЮРЕ, АБРИКОСОВЕ ПЮРЕ, ЯБЛУЧНЕ ПЮРЕ, ЦУКРОЗАМІННИКИ, СИРОП ТОПНАМБУРА, СКЛАД МІКРО- І МАКРОНУТРІЄНТІВ, ГЛІКЕМІЧНИЙ ІНДЕКС, ВІТАМІННИЙ СКЛАД, ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1. Стан ринку кондитерських виробів в Україні	8
1.2. Проблема надмірного споживання цукру.....	9
1.3. Види цукрозамінників	11
1.4. Вплив цукрозамінників на технологічні властивості сировини.....	14
1.6. Розробки вчених у створенні нових рецептур кондитерських виробів із лікувально-профілактичними властивостями.	19
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, МЕТОДИ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
2.1. Організація проведення експериментальних досліджень	22
2.2. Характеристика сировини для досліджень	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1. Розробка рецептури та технологічної схеми нового видів зефіру на цукрозамінниках.....	27
3.2. Технологія приготування зефіру на агар-агарі з використанням цукрозамінників	28
3.3. Порівняльна характеристика харчової та біологічної цінності зразків зефіру	30
3.2. Визначення показників якості зефіру на агар-агарі з використанням еритролу.....	44
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....	50
4.1. Обґрунтування технології в виробництві зефіру на цукрозамінниках з додаванням пюре.....	50
4.2. Технологічні параметри, умови стабілізації, зберігання та пакування зефіру функціонального призначення	52
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

ВСТУП

Кондитерська промисловість займає одне з провідних місць у харчовій індустрії України. Її асортимент охоплює практично всі категорії солодкої продукції. Стан ринку свідчить про те, що основним постачальником є вітчизняні виробники, на частку яких припадає приблизно 94,5 % загального обсягу продукції. Всього на ринку функціонує понад 790 підприємств, серед яких найвідомішими є такі компанії, як корпорація «Roshen», «Конті», «АВК», «Бісквіт-Шоколад», «Житомирські ласощі», ТОВ «Nestle Україна», ПАТ «Монделіс Україна» (колишнє «Крафт Фудз»), а також ПАТ «Полтавкондитер», ПрАТ «Лагода», ПрАТ «Одесакондитер» тощо [20].

За структурою споживання, найбільший попит мають борошняні вироби — близько 55,1 %, за ними йдуть шоколадні (26,5 %) і цукристі (включаючи мармелад) — приблизно 17,9 % [32].

Сучасний споживач став більш обізнаним і уважно ставиться до вибору продуктів — він звертає увагу не лише на вартість, а й на їхній склад, харчову цінність, що свідчить про зростання культури харчування серед населення [26].

У багатьох країнах проблема ожиріння та надлишкової маси тіла є вкрай актуальною, охоплюючи від 30 до 50 % популяції [40]. Ще більш загрозливою є епідемія цукрового діабету: за даними ВООЗ, на нього страждає майже 422 мільйони осіб, тобто понад 3 % населення світу. Прогнозується, що до 2040 року ця кількість зросте до понад 640 мільйонів. За даними МОЗ України, станом на початок 2016 року кількість офіційно зареєстрованих хворих на цукровий діабет сягала 1,4 млн осіб, з яких близько 8,4 тисячі — діти. Проте, за оцінками фахівців, реальна кількість хворих у 2–3 рази вища, що становить орієнтовно 2–2,5 млн осіб. Більшість (понад 89,5 %) мають діабет другого типу, а кількість пацієнтів із діабетом першого типу становить приблизно 85 тисяч [41].

Глобальна тенденція зростання захворюваності зумовлена такими чинниками, як вік, спадкова схильність, надлишкова маса тіла, гіподинамія, хронічні стреси, а також вживання алкоголю й тютюну. Зниження енерговитрат

унаслідок малорухомого способу життя (приблизно в 1,6–2 рази за останнє десятиріччя) призвело до розбалансованості між калорійністю харчування та фактичними витратами енергії [43].

Раціональне харчування відіграє ключову роль у профілактиці й терапії діабету. Дієта має сприяти відновленню обмінних процесів та зниженню ризику ускладнень. Основний принцип — обмеження швидких вуглеводів і збільшення вмісту харчових волокон. Згідно з даними, темпи зростання асортименту традиційних продуктів у світі становлять 2–3 % щороку, тоді як функціональних і дієтичних — до 40–50 % [33]. Водночас в Україні інноваційні підходи в харчовій галузі розвиваються значно повільніше, ніж у розвинених країнах [25].

Асортимент товарів для діабетиків в українських магазинах обмежений, а ціни на них, як правило, вищі на 10–25 % у порівнянні зі звичайними продуктами. У Європі та США ситуація принципово інша — там налагоджено повноцінне виробництво різних категорій спеціалізованих продуктів [27].

Одним із найбільш перспективних напрямів у технології кондитерських виробів є створення продукції з використанням цукрозамінників, підсолоджувачів та натуральних речовин, що сприяють зниженню рівня глюкози в крові. Продукти такого типу мають високу цінність для споживачів із метаболічними розладами, а також для всіх, хто дотримується принципів здорового харчування.

Наразі особливої актуальності набуває створення функціональних виробів із високим умістом біологічно активних компонентів та збалансованим хімічним складом. Недостатнє надходження мікро- та макроелементів у раціон призводить до ослаблення імунної системи та підвищує ризик хронічних захворювань. Важливо розробляти рецептури, адаптовані до потреб різних категорій населення.

Для зниження калорійності доцільним є зменшення частки жирів, однак із використанням функціональних замінників, які зберігають необхідну текстуру

виробів. Так, у рецептурі цукрового печива пальмову олію було замінено на рафіновану високоолеїнову, багату на омега-3 і омега-6 жирні кислоти.

У межах досліджень у здобному печиві воду частково замінили на гарбузове пюре, що дало змогу збагатити виріб харчовими волокнами, вітамінами та мінералами. Серед нетрадиційної сировини особливо цінними є продукти переробки фруктів та овочів. Для покращення функціональних властивостей до складу печива додано порошок топінамбура та гарбузове пюре.

Кристалічний цукор у рецептурі цукрового печива був повністю замінений на фруктозу, що дозволяє знизити калорійність та зробити продукт доступним для осіб з діабетом. У мармеладній начинці застосовано цукрозамінники, патоку замінено на сироп із топінамбура, частину води — на фруктово-овочеві пюре (яблучне та гарбузове), додано 10 % насіння льону. У ролі структуроутворювачів виступили капа-карагінан (2 %) та амідирований пектин.

При виготовленні виробу «Оскар» використано печивну крихту на фруктозі та мармелад із додаванням молока на фруктозі, що дозволяє ефективно переробляти відходи, знижуючи виробничі втрати. Для глазурування використано спеціальну кондитерську глазур на цукрозамінниках, рекомендовану для діабетичного харчування. Структуру мармеладної маси формували за допомогою агару та крохмалю модифікованого типу (кромалю).

Повноцінна розробка зниженокалорійного оздобленого печива з повною заміною цукру потребує ґрунтовних експериментальних досліджень, адже нові інгредієнти мають суттєвий вплив на смакові, структурні та інші технологічні характеристики готових виробів.

У процесі створення зефіру застосовано заміну цукру на цукрозамінники, а патоку — на топінамбуровий сироп. Для підвищення харчової цінності та розширення асортименту основу зефірної маси сформовано на базі абрикосового й гарбузового пюре. В якості гелеутворювача використано агар, а піноутворювачем слугував натуральний рідкий яечний білок.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Стан ринку кондитерських виробів в Україні

Кондитерська промисловість в Україні є однією з найдинамічніших галузей харчової індустрії, що об'єднує підприємства з виробництва шоколадної, цукрової та борошняної продукції. За даними Державної служби статистики України, щорічне виробництво кондитерських виробів становить сотні тисяч тонн, а їх споживання залишається стабільно високим. Основними видами продукції на внутрішньому ринку є цукерки, шоколадні вироби, печиво, вафлі, зефір, мармелад, тістечка та інші солодощі.

Станом на останні роки, український ринок демонструє такі ключові тенденції:

- Стабільне внутрішнє споживання. Незважаючи на економічні труднощі, солодощі залишаються доступним джерелом задоволення, особливо серед дитячої та підліткової аудиторії.
- Зростання попиту на "здорові" альтернативи. Споживачі дедалі більше цікавляться виробами зі зниженим вмістом цукру, із натуральними інгредієнтами, без глютену або лактози.
- Імпортозаміщення та локалізація. Внаслідок зменшення імпорту солодощів, особливо з країн ЄС та РФ, зросла потреба у внутрішньому виробництві інноваційних та нішевих продуктів.
- Розвиток мікро- і малих виробників. Невеликі кондитерські, крафтові пекарні та локальні бренди активно експериментують із рецептурами, впроваджуючи цукрозамінники, рослинні альтернативи, добавки з підвищеною біологічною цінністю.

Особливої популярності останніми роками набувають кондитерські вироби з позначкою *"без цукру"*, *"без цукрозамінників штучного походження"*, *"дієтичні"* або *"для діабетиків"*. Це зумовлено не лише змінами у споживчій поведінці, а й широким поширенням цукрового діабету, ожиріння та інших хронічних неінфекційних захворювань. За оцінками МОЗ України, кількість людей із порушенням вуглеводного обміну невпинно зростає, а серед дітей фіксується збільшення випадків інсулінорезистентності.

Відповідно, все більше виробників звертають увагу на технології виробництва кондитерських виробів з альтернативними підсолоджувачами, такими як стевія, еритритол, ксиліт, мальтитол, інулін, фруктоза. Це дозволяє розширити асортимент продукції та задовольнити потреби нової цільової аудиторії — не лише діабетиків, а й спортсменів, людей на низьковуглеводній дієті (кето, LCHF), та прихильників ЗСЖ.

Окремо варто відзначити зростаючу роль експорту українських кондитерських виробів, зокрема до країн Близького Сходу, Азії та Європи. Вимоги до якості та безпеки в цих регіонах стимулюють виробників вдосконалювати технології та замінювати цукор на дозволені європейські цукрозамінники, які відповідають стандартам EFSA (Європейського агентства з безпеки харчових продуктів).

Проте широке впровадження виробів на цукрозамінниках в Україні стикається з певними перешкодами:

- обмежена обізнаність споживачів про цукрозамінники;
- недовіра до синтетичних замінників;
- вища собівартість натуральних підсолоджувачів;
- потреба у доопрацюванні традиційних рецептур для досягнення прийнятних органолептичних показників.

Незважаючи на це, ринкова ніша виробів без доданого цукру має великий потенціал для зростання, особливо за умов популяризації здорового способу життя, активного просвітництва та державної підтримки виробників функціональних продуктів.

1.2. Проблема надмірного споживання цукру

Надмірне споживання цукру — одна з найгостріших проблем сучасного харчування, яка безпосередньо впливає на стан громадського здоров'я. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), рекомендована добова норма вільних цукрів не повинна перевищувати 10% від загального обсягу спожитої енергії, а для додаткового покращення здоров'я — навіть до 5%, що еквівалентно близько **25 г цукру на добу для дорослої людини** [1].

Водночас, середній українець споживає значно більше – **від 80 до 110 г на добу**, що майже втричі перевищує рекомендовану норму. Такі цифри формуються переважно за рахунок споживання прихованого цукру, який міститься у великій кількості у хлібобулочних виробих, готових сніданках, напоях, йогуртах, кетчупах, соусах, снеках і, звичайно, у кондитерських виробих.

- **Ожиріння.** Цукор має високу енергетичну цінність, але практично не містить мікронутрієнтів. Його надлишок сприяє формуванню зайвої ваги та ожиріння.
- **Метаболічний синдром.** Постійно підвищене споживання цукру сприяє розвитку інсулінорезистентності, що є передумовою цукрового діабету II типу.
- **Карієс.** Цукор є основним живленням для карієсогенних бактерій, які сприяють демінералізації емалі зубів.
- **Серцево-судинні захворювання.** Останні дослідження підтверджують, що надлишок цукру негативно впливає на рівень ліпідів у крові, підвищує артеріальний тиск і ризик атеросклерозу [2].
- **Психоемоційні порушення.** Коливання рівня глюкози у крові можуть впливати на емоційний стан, викликати втому, дратівливість, залежність від "солодкого".

Зростання рівня захворюваності на діабет II типу в Україні також підтверджує критичність ситуації. За оцінками МОЗ, кількість офіційно зареєстрованих пацієнтів перевищує **1,3 мільйона осіб**, при цьому реальна кількість може бути значно вищою. Особливе занепокоєння викликає зростання інсулінорезистентності серед дітей, що прямо пов'язано з високим рівнем споживання солодощів та підсолоджених напоїв.

У контексті таких проблем особливої актуальності набуває пошук ефективних **альтернатив традиційному цукру**, які дозволяють знизити його вміст у продуктах без погіршення їх смакових і технологічних властивостей. Цукрозамінники, особливо природного походження, відкривають нові

можливості для створення кондитерських виробів, що відповідають сучасним критеріям здорового харчування.

Крім того, у багатьох країнах уже діють законодавчі ініціативи щодо обмеження використання цукру в продуктах, маркування доданого цукру на етикетках та впровадження податків на підсолоджені напої. В Україні ці ініціативи поки що на етапі обговорення, але виробники, орієнтовані на інновації та експорт, вже зараз активно адаптують рецептури відповідно до нових трендів.

1.3. Види цукрозамінників

У зв'язку з підвищеною увагою до здорового харчування та боротьбою з такими проблемами, як ожиріння, діабет і серцево-судинні захворювання, цукрозамінники набули особливої популярності у харчовій промисловості. Ці речовини дозволяють надати продуктам солодкого смаку без використання звичайного цукру, або зі значно меншою його кількістю, знижуючи тим самим калорійність і глікемічне навантаження на організм. Усі цукрозамінники можна умовно розподілити на дві великі групи — природні та синтетичні, кожна з яких має свої особливості, переваги й обмеження.

Природні цукрозамінники. До цієї категорії належать речовини, що містяться у природній сировині — рослинах, фруктах, овочах або грибах. Вони часто мають солодкість, близьку або вищу за звичайну сахарозу, однак при цьому характеризуються низьким або нульовим глікемічним індексом і зазвичай не викликають стрибків глюкози в крові.

Одним із найвідоміших природних замінників цукру є **стевія** — екстракт рослини *Stevia rebaudiana*, що походить з Південної Америки. Її основна активна речовина, стевіозид, у 200–300 разів солодша за цукор і не містить калорій. Стевія не спричиняє глікемічної відповіді, тому широко застосовується у продуктах для діабетиків. До її переваг належать термостійкість, висока ефективність при малих дозах і натуральне походження. Недоліком є специфічний гіркуватий або металевий присмак, що особливо проявляється при передозуванні.

Ще одним поширеним природним цукрозамінником є **еритритол (еритрит)** — багатоатомний спирт, який міститься у деяких фруктах і овочах. Він приблизно на 60–80% солодший за цукор, але має нульову калорійність, не викликає підвищення рівня цукру в крові та не шкодить зубам. До переваг еритриту належить добра термостійкість і відсутність присмаку, що робить його ідеальним для використання у випічці. Водночас у надмірних дозах може спричиняти легкі шлунково-кишкові розлади.

Ксиліт (ксилітол) — ще один багатоатомний спирт природного походження, що має солодкість, близьку до цукру. Його здобувають із деревини (найчастіше берези) або з кукурудзяних качанів. Ксиліт має низький глікемічний індекс і позитивно впливає на стан зубної емалі, оскільки перешкоджає росту карієсогенних бактерій. Проте він також може викликати дискомфорт у шлунку при надмірному споживанні.

Сорбіт є близьким за властивостями до ксиліту, але має трохи меншу солодкість. Його застосовують у жувальних гумках, цукерках, пастилках та деяких дієтичних продуктах. Як і інші поліоли, сорбіт може мати проносний ефект при високих дозах.

Ще одним натуральним заміном є **фруктоза** — простий моносахарид, що входить до складу багатьох фруктів і меду. Вона у 1,2–1,8 разів солодша за сахарозу і має нижчий глікемічний індекс. Проте надмірне вживання фруктози пов'язане з ризиком порушення обміну жирів, накопиченням тригліцеридів у печінці та розвитком неалкогольної жирової хвороби печінки, тому її не рекомендується використовувати безконтрольно.

Окремо слід згадати **інулін** — натуральний пребіотик з легким солодкуватим присмаком, який добувають з коренів цикорію або топінамбура. Інулін не є повноцінним заміном цукру, але часто використовується у поєднанні з іншими підсолоджувачами як текстуроутворювач або джерело харчових волокон.

Синтетичні цукрозамінники. Ця група включає речовини, створені штучним шляхом, які зазвичай мають надзвичайно високу солодкість — у сотні

разів більшу за звичайний цукор. Їх головна перевага — це можливість значного зменшення калорійності продукту без втрати солодкого смаку. Більшість з них не засвоюються організмом, не впливають на рівень глюкози в крові та мають нульову або майже нульову енергетичну цінність.

Одним із найвідоміших синтетичних підсолоджувачів є **аспартам**. Він приблизно у 160–220 разів солодший за сахарозу. Аспартам широко використовується у виробництві безалкогольних напоїв, жувальних гумок, желе, йогуртів. Проте його недоліком є нестабільність при нагріванні, що обмежує його застосування у випічці. Крім того, аспартам протипоказаний людям із фенілкетонурією.

Іншим популярним штучним замінником є **сукралоза**, яка в 600 разів солодша за цукор. На відміну від аспартаму, вона має високу термостійкість, зберігає властивості при випіканні, не метаболізується організмом і повністю виводиться з нього. Сукралоза активно використовується в харчовій промисловості, у тому числі в кондитерському виробництві.

Сахарин, хоч і був першим відкритим штучним підсолоджувачем, сьогодні використовується рідше через характерний металевий присмак і певні сумніви щодо його безпечності при надмірному вживанні. Проте у дозволених дозах він залишається одним із найекономічніших варіантів.

Ще один популярний інтенсивний підсолоджувач — **ацесульфам калію (E950)**. Він у 150–200 разів солодший за цукор, не метаболізується, добре переноситься організмом, не викликає підвищення рівня глюкози. Часто використовується у поєднанні з іншими підсолоджувачами для посилення солодкого смаку.

Як природні, так і синтетичні цукрозамінники відіграють важливу роль у сучасному кондитерському виробництві, особливо в умовах зростання попиту на дієтичні та функціональні продукти. Вибір конкретного замінника залежить від кількох факторів: мети застосування (зниження калорійності, регулювання глікемічного навантаження, дієтичне харчування), властивостей кінцевого

продукту (термостійкість, текстура, післясмак), а також від нормативних обмежень і очікувань споживачів.

Сучасні технології дозволяють комбінувати кілька підсолоджувачів одночасно для досягнення оптимального балансу смаку, безпеки та економічної ефективності. Таким чином, застосування цукрозамінників відкриває широкі можливості для вдосконалення кондитерських виробів як у промисловому, так і в крафтовому виробництві.

1.4. Вплив цукрозамінників на технологічні властивості сировини

У технології кондитерського виробництва цукор виконує набагато ширшу функцію, ніж просто підсолоджувач. Він є текстуроутворювачем, стабілізатором, джерелом кольору, об'єму, а також виступає як природний консервант. Саме тому його заміна на інші речовини потребує комплексного підходу, оскільки фізико-хімічні властивості цукрозамінників суттєво відрізняються від сахарози, що безпосередньо впливає на якість і стабільність кінцевого продукту. У першу чергу цукрозамінники впливають на структуру тіста. Зокрема, цукор під час збивання сприяє утворенню стабільної піни та забезпечує гладку, еластичну консистенцію маси. У випадку з заміниками, особливо такими як еритрит або стевія, ця властивість практично відсутня. Тісто з ними часто виходить щільнішим, з менш вираженою пористістю, що може негативно позначитися на структурі готового виробу. Щоб компенсувати ці недоліки, технологи застосовують стабілізатори, наприклад інουλін, пектин або агар, які частково відновлюють вологозв'язувальну здатність маси.

Ще одним важливим аспектом є вплив цукрозамінників на утворення кольору. При випіканні цукор вступає в реакції Майяра та карамелізації, що забезпечує золотистий відтінок та характерний аромат виробів. Цукрозамінники, за винятком деяких поліолів, не здатні брати участь у цих реакціях, через що колір виробів може бути менш насиченим або навіть блідим. Це може створювати враження непропеченого продукту, що вимагає додаткових технологічних рішень, наприклад, застосування натуральних барвників або невеликої частки цукру задля досягнення звичного вигляду.

Цукор також відіграє ключову роль у вологоутриманні й мікробіологічній стабільності. Його здатність зв'язувати вільну воду у продукті перешкоджає розвитку пліснявих грибів та бактерій. Більшість замінників не мають подібної консерваційної дії, тому строк зберігання продуктів на замінниках може бути коротшим або потребувати додаткових консервантів, зміненого пакування чи спеціальних умов зберігання. Деякі цукрозамінники, наприклад сорбіт, мають виражену гігроскопічність і здатні утримувати вологу, завдяки чому вироби довше залишаються м'якими, що особливо цінно у виробництві начинок.

Смакові характеристики також змінюються при заміні цукру. Сахароза має збалансований профіль, не лише надаючи солодкість, а й підкреслюючи інші смаки. Замінники часто мають побічний присмак. Так, стевія, хоч і є природною речовиною, залишає гіркуватий або металевий післясмак, особливо у високих дозах. Синтетичні замінники можуть мати "плоский" або неприродний смак, що вимагає використання ароматизаторів або кислот для корекції органолептики. Найкращі результати досягаються за умов комбінування кількох підсолоджувачів, що дозволяє компенсувати недоліки кожного та досягти природнішого смаку.

З технологічного погляду цукрозамінники можуть змінювати умови приготування тіста. Наприклад, деякі замінники мають нижчу температуру плавлення або руйнуються при високій температурі. Це стосується, зокрема, аспартаму, який не витримує тривалого нагрівання, тому не може використовуватись у випічці. Крім того, деякі речовини, як-от еритрит, мають властивість кристалізуватись після охолодження, що може призводити до появи крупинок у начинках або сиропях. Тому технологічні режими потребують адаптації, з урахуванням властивостей конкретного замінника.

Загалом, заміна цукру на альтернативні речовини у кондитерському виробництві — це складний багатофакторний процес, що потребує глибокого розуміння функціональності кожного інгредієнта. Жоден замінник не може повністю повторити всі технологічні властивості цукру, тому для досягнення якісного результату часто використовується поєднання кількох замінників у

відповідних пропорціях. Такий підхід дозволяє не лише зберегти смак, текстуру та зовнішній вигляд виробів, але й відповідати вимогам сучасного споживача щодо зниження цукрового навантаження.

1.5. Передумови створення кондитерських виробів з використанням цукрозамінників

Забезпечення здоров'я населення є однією з найважливіших стратегічних задач державної політики, оскільки від нього залежить тривалість життя, його якість, працездатність та психоемоційний стан людей. Аналіз сучасного раціону вказує на численні дисбаланси — надлишкове споживання жирів і швидких вуглеводів при одночасному дефіциті повноцінних білків, харчових волокон, вітамінів та мінералів. Однією з ключових медико-соціальних проблем є цукровий діабет — складне ендокринне порушення, яке призводить до серйозних змін в обміні вуглеводів, жирів і білків внаслідок дефіциту або порушення функції інсуліну. Наразі ця патологія за поширеністю поступається лише серцево-судинним і онкологічним захворюванням.

На сьогодні розроблено чималий спектр солодких виробів для хворих на діабет, які не містять сахарози та не викликають різких коливань рівня глюкози в крові. Так, у роботах Сирохмана І.В. та Лебединця В.Т. описано зразки діабетичних кондитерських виробів, зокрема: карамель на основі ксиліту, сорбіту, ізомальту; цукерки з комбінацією ксиліту та сорбіту; мармелад і зефір із додаванням фруктози, сорбіту; шоколад, виготовлений на мальтитолі тощо. Більшість із цих продуктів містить цукрозамінники природного походження. Найбільш поширеними серед них є ксиліт, сорбіт і фруктоза. Водночас у продуктових лінійках спостерігається значний дефіцит саме печива з мармеладними та зефірними компонентами для осіб із цукровим діабетом. Це вказує на потребу в розробці нових рецептур декоративних напівфабрикатів, придатних до споживання як людьми з порушеннями вуглеводного обміну, так і споживачами, які контролюють масу тіла або дотримуються принципів раціонального харчування.

Особливо обмеженим є асортимент зефірної продукції. Ринок дієтичного зефіру входить як до структури кондитерської галузі, так і до сектора продуктів здорового харчування. Частка України на світовому ринку кондитерської продукції, обсяг якого становить близько 93 млрд дол. США, не перевищує 0,9 %. При цьому наявний виробничий потенціал країни — понад 1 млн тонн — використовується неповною мірою, що відкриває широкі перспективи для розвитку цього напрямку як у межах України, так і для виходу на зовнішні ринки.

У продуктах, призначених для діабетичного харчування, широко використовуються ксиліт, сорбіт та інші замінники цукру. У США понад 50 %, а в Європі приблизно 24,5 % солодкої продукції виготовляється із застосуванням таких інгредієнтів.

Понад 70 % осіб із цукровим діабетом вживають продукти з цукрозамінниками, що водночас є актуальними й для людей із надлишковою вагою. Зростання частоти ожиріння серед дорослих і дітей стало стимулом до активного розширення лінійки дієтичних товарів.

Вивчення ринку дало змогу визначити дві основні групи споживачів дієтичного зефіру:

- пацієнти з цукровим діабетом або іншими ендокринними патологіями, які вимагають обмеження вживання цукру;
- жінки, які підтримують активний спосіб життя, дотримуються гіпокалорійних дієт і відвідують фітнес-клуби чи інші заклади фізичної активності.

Саме друга категорія споживачів часто орієнтується на концепцію оздоровчого харчування як складової взаємопов'язаної системи «людина – їжа – здоров'я». Вона базується на наукових знаннях та визначає основні стратегічні напрями створення функціональних продуктів, здатних задовольнити актуальні фізіологічні потреби населення [21].

У зв'язку з цим є доцільним розроблення рецептур нових зефірних виробів, які мають низький глікемічний індекс, невисоку калорійність,

насиченість біологічно активними компонентами та приємні смакові характеристики.

Постає також актуальне питання: чим можна ефективно замінити цукор і патоку в рецептурі зефіру? Які нутрієнти варто вводити у склад без шкоди для органолептичних показників?

Сьогодні на ринку з'явилися замінники цукру нового покоління з дуже низьким глікемічним індексом і додатковими корисними властивостями (зокрема, пребіотичними). Перспективним напрямом є удосконалення рецептур зефірних виробів на основі таких компонентів, як лактитол (ГІ \approx 3 %), еритритол (ГІ \approx 0,2 %) і ксилітол (ГІ \approx 8 %), доповнених функціональними інгредієнтами — пектином, карагінаном, агаром, а також вітамінами й нутрієнтами з фруктових і овочевих пюре та сиропу топіамбура.

Під час приготування зефіру на агар-агарі необхідно повністю замінити цукор на відповідний цукрозамінник, а патоку — на сироп із топіамбура. Для підвищення мікронутрієнтного складу до рецептури доцільно вводити гарбузове, яблучне або абрикосове пюре.

Метою даного дослідження є розроблення способу виробництва зефіру з використанням цукрозамінника та фруктово-овочевого пюре (зокрема, абрикосового й гарбузового).

Завдання дослідження передбачають:

- обґрунтування доцільних видів пюре для збагачення зефірної маси вітамінами й мікроелементами;
- аналіз органолептичних та фізичних показників зефірної маси та агаро-сиропної основи;
- розробку рецептур та технологічних прийомів виготовлення зефіру з еритритом і фруктово-овочевими компонентами;
- оцінку смакових властивостей зефіру з еритритом і додаванням абрикосового чи гарбузового пюре;
- виявлення закономірностей формування структурно-механічних характеристик готової продукції;

- порівняльний аналіз впливу різних цукрозамінників на харчову, біологічну цінність і глікемічність зефіру на агар-агарі;
- визначення оптимального цукрозамінника з найнижчим ГІ та енергетичною цінністю;
- удосконалення рецептурного складу зефірних виробів із використанням фруктових і овочевих пюре.

1.6. Розробки вчених у створенні нових рецептур кондитерських виробів із лікувально-профілактичними властивостями.

У країнах із високим рівнем розвитку відбувається активна трансформація підходів до способу життя та виробництва харчових продуктів, зокрема і кондитерських виробів. Однією з головних вимог до сучасної харчової продукції є її позитивний вплив на здоров'я споживача. У цьому контексті кондитерська галузь повинна орієнтуватися на вдосконалення технологій створення виробів з оздоровчим і функціональним спрямуванням.

Один із ключових напрямів полягає у зниженні кількості цукру без втрати смакових якостей продукції. Це можливо завдяки впровадженню альтернативних підсолоджувальних речовин — як цукрозамінників (сорбіт, маніт, ксиліт, лактит, еритрит, мальтит, ізомальт), так і підсолоджувачів (синтетичних — аспартам, сахарин, цикламат; та природного походження — стевіозид, тауматин, монелін, міракулін). Слід зазначити, що синтетичні речовини не рекомендовані для дитячого харчування, тому їх застосування в обмеженому обсязі. Натуральні підсолоджувачі, у свою чергу, мають потенціал, проте їхнє поєднання з цукрозамінниками істотно підвищує собівартість продукції.

Цукрозамінники дозволяють зберегти структурну цілісність виробу, проте їхні харчові властивості (калорійність, глікемічний індекс) суттєво різняться [15]. Особливу увагу привертає еритритол (E968), який має майже нульову калорійність (приблизно 0,2 ккал/г) та глікемічний індекс близько 0,2 %. Цей поліол, окрім солодкості на рівні 0,65–0,75 SES, також володіє пребіотичними властивостями. Основний недолік — охолоджувальний ефект у

роті через високу теплоту розчинення (-192 кДж/кг), що може обмежувати його використання в кондитерських виробках. Дослідження фізико-хімічних характеристик еритритолу підтвердили його потенційну придатність у технології бісквітів [24].

Поки що зефірні вироби з використанням таких заміників, як еритритол, лактитол, стевія, ксилітол, практично відсутні на ринку через недостатню вивченість їхнього впливу на структурно-механічні характеристики зефірної маси. Однак їх застосування в дієтичних продуктах для людей з порушеннями вуглеводного обміну відкриває перспективи для розширення асортименту функціональних кондитерських виробів.

Українські науковці, зокрема І.В. Сірохман, підкреслюють важливість використання рослинної сировини у створенні оздоровчих виробів [18]. Так, розроблено зефір «Абрикосовий», «Малиновий», «Цитрусовий» з відповідним додаванням фруктової сировини. Це дозволяє збалансувати амінокислотний і вітамінний склад продукту, а також сприяє покращенню роботи травної системи завдяки вмісту пектину, глюкози, геміцелюлози тощо.

У Грузії, в Університеті субтропічного господарства, впроваджено технології виробництва зефіру з пюре ківі та фейхоа (у концентраціях до 20–35 %), що збільшує піноутворення майже на 35 % [1]. Подібні розробки з гарбузовим пюре були реалізовані в державному університеті Акакія Церетелі. Незважаючи на велику кількість гарбуза, що вирощується в регіоні, його промислова переробка досі має обмежений характер. Впровадження продуктів на основі гарбуза стимулює розвиток переробних підприємств.

Гарбуз є джерелом харчових волокон, пектину, каротиноїдів, макро- і мікроелементів (К, Mg, Ca, Fe, P, Zn, Cu), а також вітамінів А, С, Е, К, РР і рідкісних К та Т, що сприяють кровотворенню. У ньому міститься значна кількість β -каротину, якого у 4,5–5 разів більше, ніж у моркві. Дослідження показали, що збільшення кількості гарбузового пюре до 30 % сприяє підвищенню щільності зефірної маси від 430 до 520 кг/м³ та зменшенню втрати

вологи протягом 30 діб при температурі 18–20 °С і відносній вологості повітря 75 %.

Інші дослідження довели ефективність використання ягідних пюре (журавлини, брусниці, обліпихи) у рецептурах зефірного крему з гліцерином [2, 11]. Наприклад, введення 10 % журавлинного, 15 % брусничного та 5 % обліпихового пюре дозволяє зменшити кількість пектину на 10–20 % і повністю виключити ароматизатори.

У Грузії досліджувалась також доцільність додавання еламіну разом із ягодами з метою підвищення йодовмісного складу зефіру [19]. Карагінан у концентрації 0,5–0,75 % показав кращу стабілізацію піни, з глибиною penetрації 225–233 од. Утім, перевищення цього порогу призводить до надмірної в'язкості і зниження піноутворення [22].

Натуральним варіантом заміни цукру виступає стевія — рослина з високим вмістом стевіозиду (до 10 %), низькою калорійністю і високою солодкістю. Крім глікозидів, у її складі наявні флавоноїди, амінокислоти, хлорофіли, вітаміни й мінерали, що забезпечують її оздоровчий ефект, зокрема антиоксидантну й протиракову дію [15].

Запатентовані технології, наприклад Іоргачовою К.Г. та ін., включають у рецептуру фруктозу й сорбіт (1:1,4), пюре яблука і топінамбура (1:3), цитрусовий пектин, яечний білок, патоку, молочну кислоту та інші компоненти [29]. Інша розробка, запропонована Жованік Т.М. і Дороховичем А., передбачає повну відмову від цукру і патоки, з використанням сиропу топінамбура (60–70 %) і підсолоджувача (0,2–15 %) як базових компонентів.

Завдяки такому складу збивні кондитерські вироби набувають функціональних властивостей, високої харчової цінності, збільшеного терміну зберігання, що робить їх придатними для широкого кола споживачів, включно з особами, які мають цукровий діабет, ожиріння, алергії або перебувають на лікувально-профілактичному харчуванні [28].

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація проведення методів дослідження і експериментальних робіт

Експериментальна частина магістерського дослідження була реалізована на базі лабораторій факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК відповідно до технологічної блок-схеми, наведеної на рисунку 1.

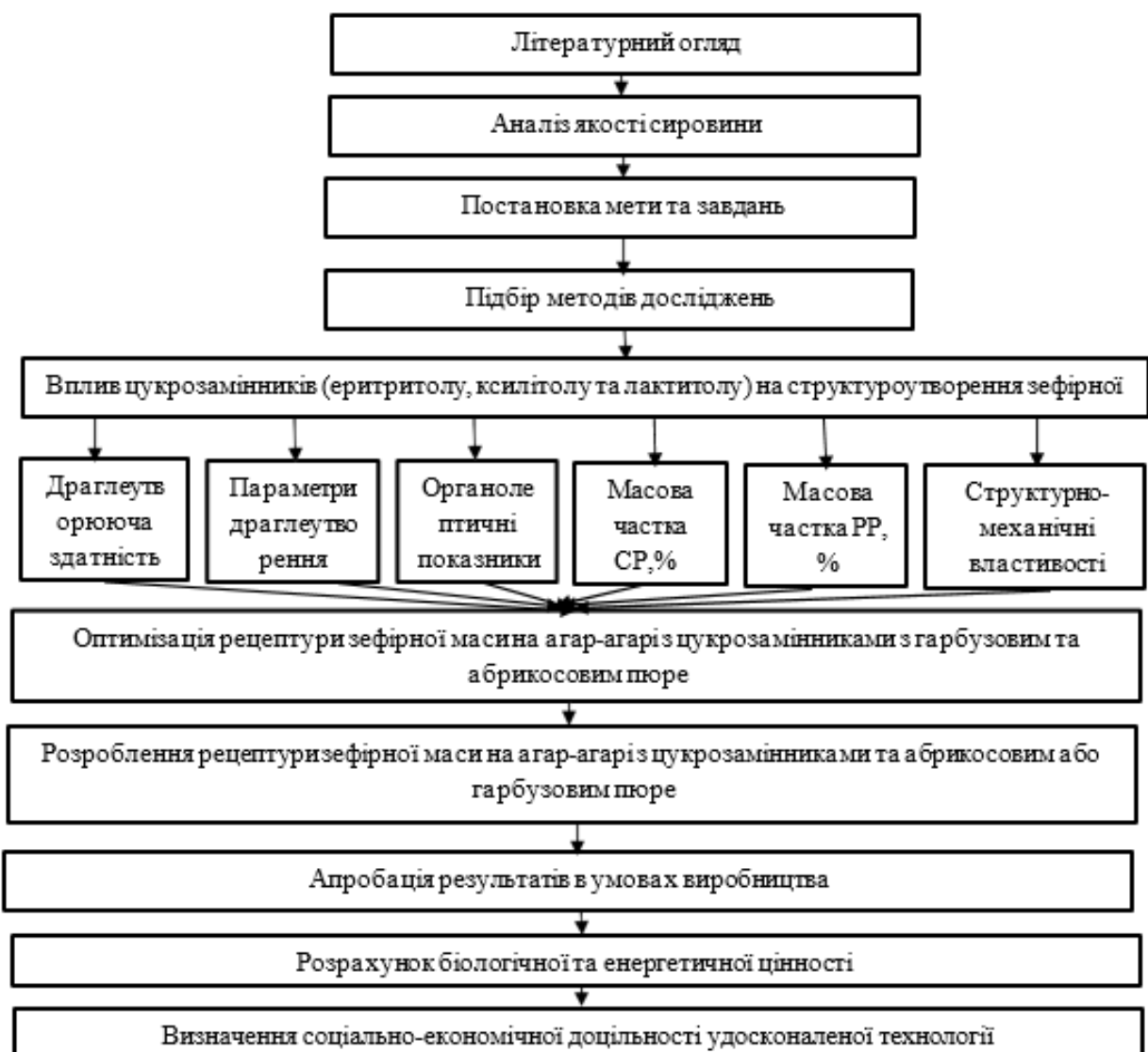


Рис. 2.1. Блок-схема проведення досліджень

2.2. Характеристика сировини для досліджень

Об'єктом дослідження була технологія виготовлення зефіру із застосуванням еритритолу (E968), лактиолу (E966) та ксилітолу (E967). Всі

зазначені речовини відповідали діючим стандартам і технічним умовам, зокрема ГОСТ 20710-75 і відповідним специфікаціям. Додатково застосовували: харчовий агар (ГОСТ 16280-2002), сироп топінамбура (ТУ 9185-003-56857055-05), гарбузове та абрикосове асептичне пюре (ГОСТ 32742-2014), сухий ароматизатор «Ванілін» (ГОСТ 32049-2013), рідкий яєчний білок (ГОСТ 30363-2013) та лимонну кислоту моногідрат (ДСТУ ГОСТ 908:2006).

Пюре виготовляли в лабораторних умовах: абрикоси попередньо бланшували, видаляли кісточки, подрібнювали через сито (2–2,5 мм), після чого доводили до кипіння. Гарбуз очищували, варили у мінімальній кількості води, охолоджували й протирали. У результаті отримано гарбузове пюре з вмістом сухих речовин 16,6 %, абрикосове — 14,0 %.

Гарбузове пюре характеризується високим вмістом поліненасичених жирних кислот (до 55 %), білка — 1 %, жиру — 0,1 %, вуглеводів — 4,4 %, клітковини — 2 %. Воно містить пектини, вітаміни (С, А, РР, К, В-комплекс) та мінерали (К, Са, Mg, Р, Fe), що сприяють нормалізації обміну речовин. Калорійність становить близько 28 ккал/100 г. Пюре використовується у дієтичному та лікувально-профілактичному харчуванні.

Сироп топінамбура має бурштиновий відтінок, приємний смак і аромат, містить фруктани, інулін, амінокислоти, мікро- і макроелементи. Він чинить пребіотичну, антиоксидантну, гіпоглікемічну дію, регулює рівень холестерину та артеріального тиску, покращує мікрофлору кишечника, роботу печінки, сприяє виведенню токсинів і нормалізує вагу. Інулін, присутній у складі сиропу, є баластною речовиною, яка підтримує здоров'я травної системи.

Абрикосове пюре багате на вітаміни (РР, С, В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, бета-каротин) і мінерали (К, Са, Mg, Р, Fe), що забезпечує імуномодулюючу дію. Калорійність — 38 ккал/100 г.

Рідкий яєчний білок використовується як ефективний піноутворювач. Його харчова цінність: 18 ккал/100 г, 4 г білка, 0 г жиру, багатий на вітаміни В₂ (11 % ДН), В₅ (1 % ДН), селен (8 % ДН). Він є низькокалорійним і не містить холестерину, хоча потенційно може виступати алергеном.

Таким чином, усі компоненти, задіяні в рецептурах, мають високу біологічну цінність, відповідають вимогам безпечності та є перспективними для створення кондитерських виробів функціонального призначення.

Еритритол (E968) — натуральний цукрозамінник, що має солодкість на рівні 60–80 % від сахарози, низьку енергетичну цінність (приблизно 200 ккал/кг) та нульовий глікемічний індекс. Представляє собою білий кристалічний порошок зі смаком, близьким до цукру, і легким охолоджуючим ефектом. Еритритол не спричиняє підвищення рівня глюкози або інсуліну в крові, не викликає карієсу, майже не засвоюється в травному тракті та має антиоксидантні властивості. Вперше отриманий мікробіологічним синтезом із глюкози, шляхом ферментації із застосуванням дріжджів *Moniliella pollinis* та *Trigonopsis*. Застосовується в десертах, джемах, мармеладі, морозиві, дієтичних солодошах.

Переваги: нульова калорійність, не підвищує рівень цукру в крові, дозволений FDA як безпечний компонент. Недоліки: має охолоджуючий ефект, у великих дозах — гіркота та послаблювальна дія, висока вартість.

Агар-агар (E406) — природний гелеутворювач, отриманий із червоних водоростей (анфельція, гелідіум). Складається переважно з полісахаридів (70–80 %), має високу желуючу здатність. У гарячій воді (вище 90 °C) утворює золь, що при охолодженні гелієфікується. Мінімальна концентрація для утворення гелю — 0,3–0,5 %. Агар не містить жирів, має пребіотичні властивості, виводить токсини, стимулює травлення, знижує рівень глюкози і холестерину, підтримує стан кісткової і хрящової тканини, покращує стан шкіри та волосся. Продукти з агаром рекомендовані при діабеті та підвищених фізіологічних навантаженнях.

Ксиліт (E967) — цукровий спирт, природний заміник цукру, має енергетичну цінність 4,06 ккал/г. Зустрічається у березовому соці, ягодах, деяких фруктах. Має солодкість, близьку до сахарози, але калорійність на 40 % нижча. Сприяє профілактиці карієсу, підтримує гігієну порожнини рота, стабілізує рівень глюкози та інсуліну. Не викликає стрибків глікемії, має

низький глікемічний індекс. Для промислового використання отримується з кукурудзи, бавовникового лушпиння, деревини.

Переваги: корисний для ротової порожнини, протигрибковий ефект, зволожує слизові, знижує калорійність продуктів. Недоліки: висока собівартість, охолоджуючий ефект, у великих дозах можливі порушення травлення, метеоризм, гіпертонічні реакції у чутливих осіб.

Лактитол (E966) — цукрозамінник, що отримується шляхом каталітичної гідрогенізації лактози. Має солодкість на рівні 30–40 % від сахарози. Відзначається доброю розчинністю у воді, низькою гігроскопічністю, не вступає в реакцію Майяра, практично не засвоюється організмом і стимулює розвиток корисної мікрофлори (біфідобактерій) у товстому кишечнику. Використовується переважно в кондитерському виробництві та у виробництві харчових концентратів. Калорійність лактитолу становить близько 50 % від калорійності цукру. Не спричиняє підвищення глюкози та інсуліну в крові, не руйнує зубну емаль.

Органолептичні властивості зразків оцінювали відповідно до ГОСТ 6441–96, використовуючи описовий та профільний методи, враховуючи вимоги до стандартів якості [12, 23].

Вміст сухих речовин визначали рефрактометричним методом за допомогою рефрактометра РПЛ-3 [39]. Для пюре попередньо здійснювали фільтрацію крізь марлю. Загальну кислотність — титруванням, згідно стандартної методики [39]. Активну кислотність визначали потенціометрично. Дані щодо солодкості, калорійності, глікемічного індексу брали із наукових публікацій [44].

Редуковані цукри в зефірній масі визначали методом гарячого титрування [5], густину — волюмометричним методом [12].

Під час уварювання сиропу масову частку сухих речовин визначали термометричним методом, а кінцевий показник — рефрактометрично [3]. Температуру структуроутворення визначали як момент повного формування

структури пінистої маси, а час драглеутворення — як період, необхідний для досягнення стабільної структури з пружними характеристиками [13].

Результати експериментів обробляли з використанням математично-статистичних методів [7]. Формування фізико-хімічних, органолептичних та структурно-механічних властивостей зефіру значною мірою залежить від якості сировини, рецептури, технологічного процесу та обладнання.

Згідно із системним підходом, кожен технологічний етап можна подати як параметричну модель із вхідними (X) і вихідними (Y) параметрами. До вихідних належать органолептичні та фізико-хімічні характеристики виробу. Для оптимізації процесу виготовлення застосовували повний факторний експеримент (ПФЕ 2^2). На основі результатів побудовано рівняння регресії: $Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{12} \cdot x_1x_2$.

Процедура оптимізації базувалася на методі Бокса–Уілсона («крутого сходження»), який використовує планування повного факторного експерименту для побудови лінійної математичної моделі. Значущість коефіцієнтів перевіряли за критерієм Стюдента, адекватність моделей — за критерієм Фішера. Обчислення виконували на основі експериментальних даних.

Для обробки результатів використовували програмне забезпечення: Microsoft Office 2010, PTC Mathcad Prime 3.0, ClarityChrom.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Розробка рецептури та технологічної схеми нового видів зефіру на цукрозамінниках

На основі отриманих результатів досліджень було сформовано рецептури та побудовано технологічну схему виробництва зефіру на основі агар-агару з використанням цукрозамінників.

У таблиці 3.1 представлено зведену рецептуру зефіру на цукрозамінниках під умовною назвою «Абрикоска», а у таблиці 3.2 — рецептуру зефіру на основі еритритолу під назвою «Гарбузовий».

Таблиця 3.1

Зведена рецептура зефіру на агар-агарі з цукрозамінниками «Абрикоска»

Найменування сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	В натурі (кг)	В сухих речовинах (кг)
Еритритол	98,0	594,07	582,89
Агар-агар	85,0	10,8	8,87
Топінамбуровий сироп	74,0	275,11	203,73
Пюре абрикосове	14,0	206,31	29,29
Білок яечний	12,0	93,34	11,53
Кислота лимонна	91,2	1,82	1,2
Ароматизатор "Ванілін"	0,0	0,5	0,03
Всього		1180,75	835,97
Вихід готової продукції	80,54	999,96	805,05

Таблиця 3.2

Зведена рецептура зефіру на агар-агарі на цукрозамінниках «Гарбузовий»

Найменування сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	В натурі (кг)	В сухих речовинах (кг)
Еритритол	98.0	590.84	578.86
Агар-агар	85.0	10.55	8.67
Топінамбуровий сироп	74.0	281.26	208.53
Пюре гарбузове	16.6	204.63	34.46
Білок яєчний	12.0	92.02	11.04
Кислота лимонна	91.2	1.15	1.37
Ароматизатор "Ванілін"	0.0	0.54	0.23
Всього		1181.3	842.29
Вихід готової продукції	80.54	999.71	805.69

3.2. Технологія приготування зефіру на агар-агарі з використанням цукрозамінників

У цьому підрозділі описано процес виробництва зефірної маси з використанням агар-агару та цукрозамінників.

Підготовка сировини здійснюється відповідно до технологічної інструкції та чинної нормативної документації. Сировина повинна відповідати державним стандартам і технічним умовам: еритритол (E968), лактитол (E966), ксилітол (E967), агар (ГОСТ 16280-2002), сироп топінамбура (ТУ 9185-003-56857055-

05), асептичне гарбузове та абрикосове пюре (ГОСТ 32742-2014), рідкий яєчний білок (ГОСТ 30363-2013), лимонна кислота (ДСТУ ГОСТ 908:2006), ароматизатор «Ванілін» (ГОСТ 32049-2013).

Сировина повинна відповідати вимогам безпеки згідно з МБТ, СН №5061, ГН 6.6.1.1.-130, СанПіН 8.8.1.2.3.4.-000, а питна вода — нормам СанПіН 2.2.4-171-10. Якість кожної партії сировини перевіряється відповідно до ГОСТ 24297.

Було виготовлено шість зразків зефіру на агарі із різними цукрозамінниками (еритритол, ксилітол, лактитол) та фруктово-овочевими пюре. Застосовувалося однакове співвідношення компонентів. Цукрозамінники не спричиняють реакції Майяра, не утворюють редукуючих речовин, мають нейтральний колір і смак. Редукуючі властивості забезпечує топінамбуровий сироп. Остаточний вибір цукрозамінника базувався на результатах аналізу харчової та енергетичної цінності і глікемічного індексу.

Технологія виробництва зефіру загалом відповідає класичній схемі. Агар замочують і розчиняють у воді до кипіння. Після цього додають цукрозамінник і уварюють до 83–85 % сухих речовин. Потім вводять сироп топінамбура, як антикристалізатор та джерело редукуючих речовин і нутрієнтів. Для збереження корисних речовин сироп додають у завершальній фазі уварювання.

Температура уварювання сиропу на цукрозамінниках становить 117 °С (проти 115 °С у традиційному варіанті). Перенасиченість може призвести до кристалізації сиропу з утворенням помадоподібної текстури. Готовий сироп охолоджують до 90 °С і подають до міксеру.

У міксері сироп змішують із пюре та ваніліном. Аромат ваніліну краще розкривається при високій температурі. Після первинного змішування додають яєчний білок і збивають масу до пишної консистенції протягом 5–6 хв. У кінці процесу додають 50 % розчин лимонної кислоти — це забезпечує стабілізацію маси, запобігаючи руйнуванню гелевої структури агару.

Важливо не перебивати масу, щоб уникнути надмірної пухкості, кашоподібної структури та втрати формостійкості. Готову зефірну масу

негайно формують. Відсажені вироби залишають на 2–5 год для структурування та підсушування. Потім з'єднують половинки, обсипають цукрозамінником, фасують і пакують.

Термін зберігання зефіру — до 30 діб при температурі 18 ± 3 °C і відносній вологості не вище 75 %. Продукцію транспортують усіма видами транспорту згідно з санітарними вимогами до перевезення харчових продуктів.

3.3. Порівняльна характеристика харчової та біологічної цінності зразків зефіру

На цьому етапі дослідження здійснено оцінку харчової та біологічної цінності розроблених зразків зефіру, виготовлених на агар-агарі з використанням різних цукрозамінників: еритритолу, ксилітолу та лактитолу.

Для кожного зразка визначено основні показники, що характеризують його енергетичну цінність, вміст білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, а також мікро- та макронутрієнтів. Особливу увагу приділено глікемічному індексу, кількості редукувальних речовин та сумарному вмісту біологічно активних компонентів, що мають функціональну дію на організм.

Загалом встановлено, що всі зразки мають знижену енергетичну цінність порівняно з традиційними видами зефіру, не містять сахарози та мають низький глікемічний індекс. Найнижчі показники калорійності та глікемії спостерігалися у зразка з еритритолом, у той час як зразки з ксилітолом і лактитолом вирізнялися більш високими показниками вмісту редукувальних речовин.

Крім того, введення гарбузового та абрикосового пюре позитивно вплинуло на вітамінно-мінеральний склад зразків. Всі дослідні зразки містили значну кількість пектинових речовин, харчових волокон, а також природні антиоксиданти.

Результати порівняльної характеристики дозволяють зробити висновок, що розроблені рецептури зефіру відповідають вимогам до продуктів функціонального та дієтичного призначення, рекомендованих для раціонів осіб з порушеннями вуглеводного обміну та з підвищеною потребою у нутрієнтній

підДля аналізу впливу окремих інгредієнтів на харчову цінність зразків зефіру, виготовлених за розробленими рецептурами з використанням різних цукрозамінників і фруктово-овочевих пюре, здійснено розрахунок хімічного складу кожного зразка. Початково було визначено харчову цінність кожного виду сировини, після чого розраховано кількісний вміст окремих елементів у 100 г готового виробу [31].

Розрахунок харчової цінності здійснювався на основі довідкових таблиць хімічного складу харчових продуктів. Додатково визначався відсоток покриття добової потреби дорослої людини (віком від 18 років) у білках, жирах, вуглеводах, вітамінах і мінеральних речовинах при щоденному споживанні 100 г зефіру.

Енергетичну цінність зразків визначали шляхом обчислення загальної кількості енергії, яка утворюється в результаті біологічного окислення нутрієнтів. Калорійність 1 г білка становить 4,0 ккал, 1 г жиру — 9,0 ккал, 1 г вуглеводів — 3,75 ккал. Для переведення енергетичних показників у систему СІ використовували коефіцієнт: 1 ккал = 4,184 кДж. Розрахунки проводились на 100 г їстівної частини продукту.

Теоретичну калорійність обчислювали множенням калорійності кожного поживного компонента на його фактичний вміст у продукті. Сума всіх складових визначала загальну енергетичну цінність.

У таблиці 3.3 представлено узагальнені результати розрахунків харчової цінності дослідних зразків зефіру.

Таблиця 3.3

Розрахункова харчова цінність розроблених видів зефірів

Показник	Добова потреба / норма	Абрикосовий на лактитолі	Гарбузовий на лактитолі	Гарбузовий на ксилітолі	Абрикосовий на ксилітолі	Абрикосовий на еритритолі	Гарбузовий на еритритолі
Білки, г	76,142	2,757	1,045	1,788	2,201	2,354	1,181
Жири, г	56,105	0,02	1,242	1,757	0,378	0,386	1,011
Вугле-води,	219,279	54,708	55,305	61,504	61,39	24,194	24,564

г							
Енергетична цінність, кКал	-	214,687	223,563	249,225	240,186	100,918	110,635

Продовження таблиці 3.3

Вітамін В1, мг	1,666	0,332	0,318	0,493	0,323	0,373	0,052
Вітамін В2, мг	1,808	0,227	0,159	0,257	0,281	0,407	0,177
Вітамін В9, мкг	400,207	24,53	27,431	27,077	24,098	24,015	27,289
Вітамін В4, мкг	500,138	13,281	6,369	6,236	13,175	13,09	5,623
Вітамін С, мг	89,841	1,894	2,951	2,847	1,733	1,765	2,583
Вітамін РР, мг	20,391	0,535	0,22	0,561	0,232	0,07	0,068
Натрій, мг	1299,877	58,999	60,997	60,512	57,949	57,811	60,74
Калій, мг	2500,473	96,28	85,996	85,733	96,247	96,467	85,764
Магній, мг	400,101	50,189	7,822	7,508	49,572	49,405	7,651
Фосфор, мг	800,096	59,699	66,74	67,234	59,182	59,677	67,242
Залізо, мкг	17,668	2,64	3,36	2,825	2,938	2,635	3,205
Марганець, мкг	1999,637	422,314	430,282	431,126	413,4	413,015	430,545
Мідь, мкг	999,872	195,743	233,111	232,978	196,032	195,972	232,852
Цинк, мг	12,153	0,297	0,056	0,248	0,458	0,085	0,105
Харчові волокна, г	19,6	0,876	1,264	1,666	1,059	0,935	1,833
Кар, мкг	5000,186	152,414	179,113	178,832	152,333	151,969	178,56
РЕ, мкг	899,744	25,416	33,785	34,32	26,375	26,393	33,939
ТЕ, мкг	15,376	0,441	0,56	0,664	0,518	0,569	0,578
НЕ, мг	20,407	0,884	0,902	0,606	0,402	1,223	0,309

Результати досліджень свідчать, що розроблені зразки зефіру з різними цукрозамінниками та фруктово-овочевими пюре, навіть за однакового дозування топінамбурового сиропу та інших інгредієнтів, демонструють варіативність показників енергетичної цінності та глікемічного індексу.

Усі зразки, незалежно від типу використаного цукрозамінника (еритритол, лактитол або ксилітол) і виду пюре (абрикосового або гарбузового), за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідають чинним вимогам нормативної документації — ДСТУ ГОСТ 6441–2003 «Вироби кондитерські пастильні», «Медико-біологічним показникам якості до продовольчої сировини та харчових продуктів», СанПіН і ГН 6.6.1.1.-130–2006.

На рисунку 3.1 подано графічне представлення енергетичної цінності зразків зефіру на агар-агарі з використанням різних цукрозамінників за однакового внесення сиропу топінамбура.



Рис. 3.1. Енергетична цінність зефіру з різними цукрозамінниками

Результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок, що використання гарбузового та абрикосового пюре не чинить істотного впливу на калорійність готових виробів. Основний фактор, що впливає на енергетичну цінність зефіру, — це тип цукрозамінника, який використовується у рецептурі.

З усіх досліджених варіантів зразків найвищу енергетичну цінність мають вироби, виготовлені з ксилітолом, тоді як найнижчі значення калорійності спостерігались у зразках на основі еритритолу. Аналіз дає підстави стверджувати, що застосування еритритолу у складі зефіру дозволяє зменшити енергетичну цінність виробу в 2–3 рази порівняно з використанням лактитолу або ксилітолу.

Таким чином, на основі порівняння розрахункових показників харчової цінності, еритритол визнано найперспективнішим цукрозамінником для створення низькокалорійної кондитерської продукції з функціональним призначенням.

Крім того, в таблиці 3.4 представлено дані щодо забезпечення добової потреби у білках, жирах, вуглеводах, вітамінах і мінеральних речовинах на основі вживання 100 г досліджуваних зразків зефіру особами віком від 18 років. Ці показники дозволяють глибше оцінити біологічну цінність новостворених виробів, що є важливою умовою при розробленні харчових продуктів для оздоровчого раціону.

Таблиця 3.4

Забезпечення добової потреби у нутрієнтах при споживанні 100 г зефіру

Показник	Добова потреба / норма	Абрикосовий на лактитолі	Гарбузовий на лактитолі	Гарбузовий на ксилітолі	Абрикосовий на ксилітолі	Абрикосовий на еритритолі	Гарбузовий на еритритолі
Білки, г	76.1	3.48	2.02	2.4	3.5	3.69	2.25
Жири, г	56.43	0.04	2.74	2.48	0.49	0.44	2.61
Вуглеводи, г	219.08	25.27	25.51	28.39	28.2	11.3	11.67
Вітамін В1, мг	1.77	6.08	6.33	6.34	6.3	6.34	6.62
Вітамін В2, мг	1.82	10.57	7.2	7.54	10.59	10.2	7.21
Вітамін В9, мкг	400.42	6.36	7.22	7.05	6.46	6.19	7.07
Вітамін	500.09	2.78	1.31	1.59	2.7	2.9	1.27

В4, мкг							
Вітамін С, мг	90.42	2.53	2.92	3.33	2.3	2.43	3.2
Вітамін РР, мг	20.32	1.64	2.49	2.34	1.98	1.73	2.37
Натрій, мг	1300.47	5.04	4.77	4.81	4.72	5.06	4.77
Калій, мг	2500.23	3.92	3.87	3.81	4.11	4.18	3.75
Магній, мг	400.49	12.79	2.38	2.11	12.62	12.8	2.3

Продовження таблиці 3.4

Фосфор, мг	800.1	7.5	8.84	8.58	7.55	7.68	8.64
Залізо, мкг	18.32	14.86	17.47	17.56	15.13	14.91	17.63
Марганець , мкг	2000.06	21.47	21.79	21.52	21.47	21.29	21.88
Мідь, мкг	1000.17	19.9	23.51	23.44	20.09	20.0	23.38
Цинк, мг	12.34	2.82	2.99	3.02	2.97	2.85	3.11
Харчові волокна, мг	20.11	6.78	7.27	6.81	6.91	6.58	7.12
Кар, мкг	5000.39	3.36	3.75	3.84	3.3	3.3	4.04
РЕ, мкг	900.14	2.91	4.27	3.88	3.33	3.37	4.05
ТЕ, мкг	15.02	1.09	1.48	1.48	0.9	0.86	1.5
НЕ, мг	20.39	3.81	2.42	2.48	3.98	4.06	2.34

У розроблених рецептурах зефіру вносились однакова кількість топінамбурового сиропу відповідно до технологічних карт, а варіативність досягалася за рахунок зміни виду цукрозамінника та використаного пюре.

Проведено визначення вітамінного і мінерального складу зразків зефіру, виготовлених із різними цукрозамінниками. Аналіз показав, що зефір, до складу якого входить гарбузове пюре і один із цукрозамінників (еритритол, ксилітол або лактитол), за умови однакового дозування топінамбурового сиропу, характеризується практично однаковим вмістом вітамінів, макро- і

мікроелементів. Це пояснюється тим, що основними джерелами мікронутрієнтів у рецептурі є саме гарбузове пюре та сироп топінамбура.

Аналогічну закономірність зафіксовано і для зефірів на основі абрикосового пюре: незалежно від типу цукрозамінника, харчова цінність з точки зору вітамінно-мінерального складу залишається стабільною. Водночас показники калорійності та глікемічності змінюються залежно від вибраного підсолоджувача.

На рисунку 3.2 подано візуальне порівняння вмісту основних вітамінів і мінеральних речовин у зразках зефіру з абрикосовим та гарбузовим пюре з використанням різних цукрозамінників.

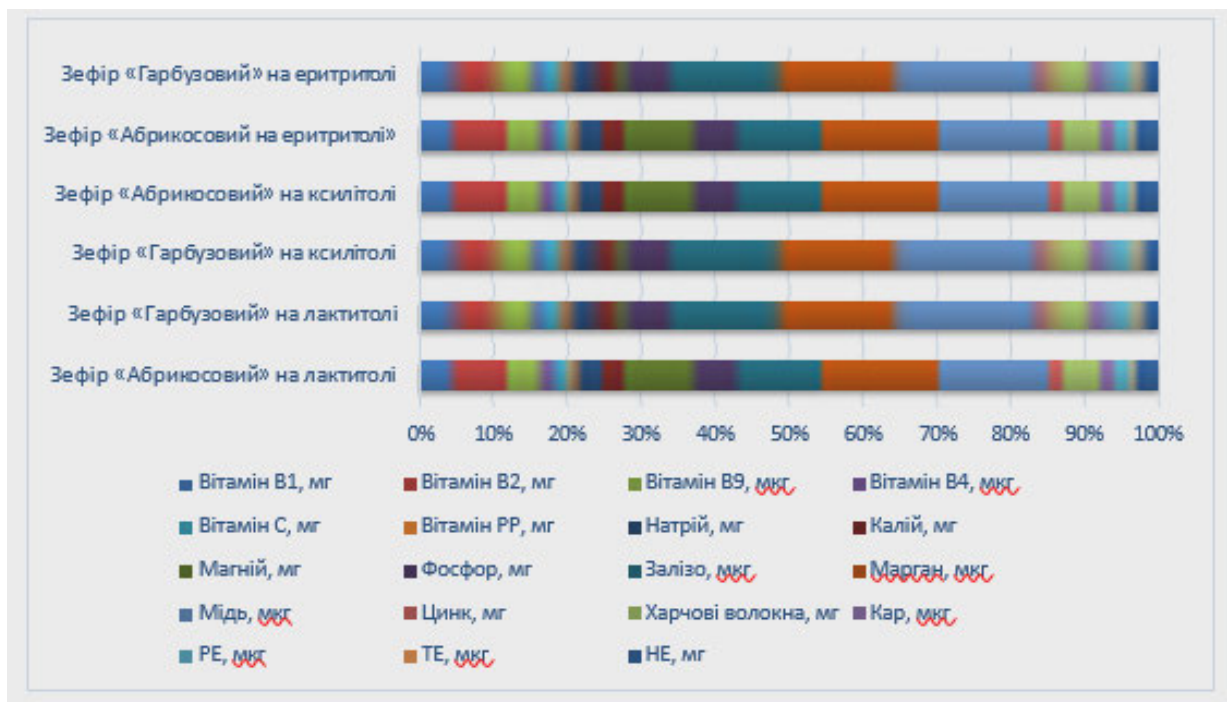


Рис. 3.2. Вміст вітамінів і мінералів у зразках зефіру з цукрозамінниками

На основі результатів розрахунків харчової цінності встановлено, що щоденне споживання 100 г зефіру з гарбузовим пюре та використанням цукрозамінників дозволяє частково задовольнити добову потребу в основних вітамінах і мінеральних речовинах. Зокрема, зефір забезпечує: вітамін В1 — на 6,3 %, В2 — на 7,1 %, В9 — на 6,9 %, В4 — на 1,2 %, РР — на 2,0 %, С — на 2,9 %, натрій — на 4,7 %, калій — на 3,4 %, магній — на 1,9 %, фосфор — на 8,4 %, залізо — на 17,4 %, марганець — на 21,5 % добової потреби.

Також було виконано розрахунок глікемічності розроблених зразків зефіру з використанням різних цукрозамінників. Глікемічність продукту (глікемічний індекс, ГІ) визначає кількість глікемічних одиниць, що потрапляють в організм при вживанні 100 г продукту, і розраховується за формулою:

$$Г = 1,0 \times K1 + 0,2 \times K2 + 1,05 \times K3 + 0,6 \times K4 + 0,7 \times K5 + 0,07 \times K6 + 0,03 \times K7 + \dots + Xп \times Kп,$$

де:

- $Xп$ — коефіцієнти глікемії для кожного виду вуглеводів;
- $K1, K2, K3...$ — кількість (г) відповідних вуглеводів (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, крохмаль, сорбіт/ксиліт, лактитол/ізомальт тощо) в 100 г продукту.

Примітка: для еритритолу коефіцієнт глікемії дорівнює 0, що свідчить про відсутність його впливу на рівень глюкози в крові.

У таблиці 3.5 подано розрахункові значення глікемічності готових зразків зефіру, розроблених із використанням різних видів цукрозамінників.

Таблиця 3.5

Розрахунок глікемічного індексу зразків зефіру

Назва зефіру	Коефіцієнт глікемії цукрозамінника	Значення глікемічного індексу у продукті, од.
Зефір «Абрикоска» на лактитолі	0.03	7.7
Зефір «Абрикоска» на ксилітолі	0.07	9.7
Зефір «Абрикоска» на еритритолі	0.0	5.6
Зефір «Гарбузовий» на лактитолі	0.03	10.2
Зефір «Гарбузовий» на ксилітолі	0.07	12.5
Зефір «Гарбузовий» на еритритолі	0.0	8.5

Аналіз розрахованих показників свідчить, що зразки зефіру, виготовлені із застосуванням цукрозамінників, характеризуються низьким глікемічним індексом (у межах 5,4–12,5 одиниць). Найвищу глікемічність має зразок зефіру, виготовлений на основі ксилітолу та гарбузового пюре. Натомість найнижчий глікемічний індекс спостерігається у зефірі з еритритолом і абрикосовим пюре.

Таким чином, найменші показники калорійності та глікемічності продемонстрували вироби на основі еритритолу. Водночас рецептура цих виробів потребує подальшого вдосконалення для повноцінного застосування у раціонах хворих на цукровий діабет. Зокрема, доцільним є збагачення рецептури білковими компонентами та жирами для покращення поживної збалансованості.

Отже, розроблення рецептур зефіру на основі еритритолу з додаванням гарбузового або абрикосового пюре є перспективним напрямом у створенні кондитерських виробів антидіабетичного призначення та як елемент низькокалорійного, функціонального харчування.

Аналіз отриманих даних свідчить, що на глікемічний індекс готових зразків зефіру впливає не лише тип використаного цукрозамінника, а й хімічний склад та кількісний вміст фруктово-овочевих наповнювачів — гарбузового або абрикосового пюре, які входять до рецептури.

Також було проведено оцінку співвідношення основних нутрієнтів — білків, жирів і вуглеводів у досліджуваних зразках зефіру на цукрозамінниках. Згідно з дієтичними рекомендаціями для осіб із цукровим діабетом, оптимальне співвідношення Б:Ж:В у раціоні має становити 1:1:3.

У представлених зразках зефіру виявлено недостатню кількість білків і жирів у порівнянні з рекомендованим рівнем. Це потребує подальшого коригування рецептур із метою підвищення вмісту повноцінного білка та корисних ліпідів у складі продукту.

Співвідношення білків, жирів і вуглеводів у зразках зефіру наведено в таблиці 3.6.

Співвідношення білків, жирів і вуглеводів у зразках

Назва зефіру	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Співвідношення Б:Ж:В
Зефір «Абрикосовий» на лактитолі	2,44	0,12	54,75	0,15:0,06:3
Зефір «Гарбузовий» на лактитолі	1,47	1,46	55,05	0,09:0,06:3

Продовження таблиці 3.6

Зефір «Гарбузовий» на ксилітолі	1,47	1,46	61,64	0,06:0,06:3
Зефір «Абрикосовий» на ксилітолі	2,48	0,07	61,44	0,12:0,12:3
Зефір «Абрикосовий» на еритритолі	2,41	0,16	24,18	0,3:0,012:3
Зефір «Гарбузовий» на еритритолі	1,68	1,48	24,82	0,18:0,2:3

Аналіз підрахунків свідчить, що у зразках зефіру на цукрозамінниках виявлено недостатній вміст білків і жирів. Це свідчить про необхідність подальшого удосконалення рецептури з метою приведення її у відповідність до дієтичних рекомендацій для хворих на цукровий діабет. Зокрема, доцільним є введення інгредієнтів, багатих на білкові компоненти та корисні жири.

Серед досліджених зразків найбільш наближеним до рекомендованих значень за вмістом жиру є зефір «Гарбузовий» на еритритолі, а за вмістом білків — зефір «Абрикоска» на еритритолі.

На рисунку 3.3 подано графічне порівняння вмісту білків, жирів та вуглеводів у розроблених зразках зефіру з використанням різних цукрозамінників і плодоовочевого пюре.

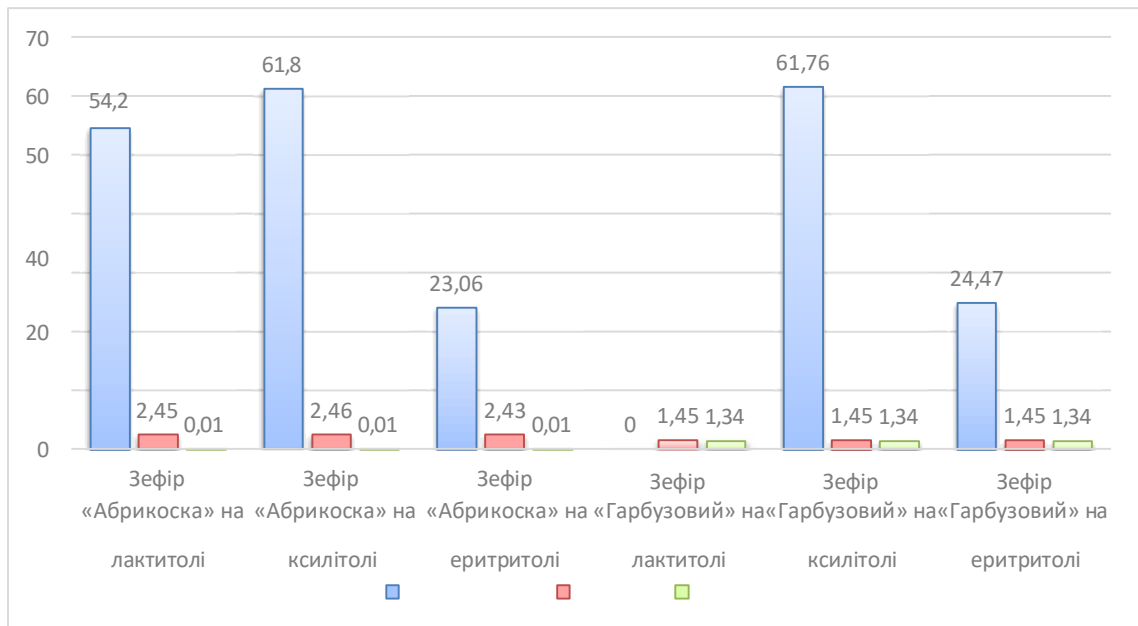


Рис. 3.3. Вміст білків, жирів, вуглеводів в розроблених видах зефіру

Отже, для виготовлення зефіру функціонального та антидіабетичного призначення доцільно використовувати еритритол як основний цукрозамінник. Білки є важливою складовою частиною раціону, виконують численні біологічні функції в організмі та є джерелом незамінних амінокислот. Оптимальне співвідношення 8 незамінних амінокислот у білку харчового продукту визначається низкою факторів, включно з віком, фізіологічним станом, статтю та професійною активністю людини [9].

Згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ для дорослої людини ідеальним вважається наступний вміст незамінних амінокислот у 100 г білка (г):

- лізин — 5,5;
- лейцин — 7,0;
- ізолейцин — 4,0;
- метіонін + цистин — 3,5;
- фенілаланін + тирозин — 6,0;
- треонін — 4,0;
- валін — 5,0;

Ароматизатор "Ванілін"	-	-	-	-	-	-	-	-
Агар-агар	-	-	-	-	-	-	-	-
Пюре гарбузове	0,25	0,13	0,25	0,07	0,21	0,10	0,10	0,02

Продовження таблиці 3.7

Вміст амінокислоти в 100 г білку зефіру "Абрикоска"	0,54	0,31	0,78	0,36	0,59	0,39	0,57	0,11
Вміст амінокислоти в 100 г білку зефіру "Гарбузовий"	0,53	0,32	0,75	0,37	0,61	0,38	0,55	0,12
Шкала ФАО/ВООЗ	5,5	4,0	7,0	3,5	6,0	4,0	5,0	1,0
Амінокислотний скор у білку зефіру "Абрикоска", %	9,81	7,87	11,38	10,83	10,17	10,05	11,51	11,21
Амінокислотний скор у білку зефіру "Гарбузовий", %	9,78	8,31	11,04	10,88	10,32	9,83	11,18	12,28

Аналізуючи результати, наведені в таблиці 3.7, можна зробити висновок, що зразок зефіру на еритритолі з гарбузовим пюре має вищий вміст незамінних амінокислот порівняно з аналогічним зразком на абрикосовому пюре. У зефірі «Гарбузовий» амінокислотний скор за всіма показниками перевищує 100 %, що свідчить про високу біологічну цінність білка в складі цього виробу.

Водночас у зразку «Абрикоска» на абрикосовому пюре з еритритолом спостерігається недостатній рівень таких амінокислот, як лізин, метіонін+цистеїн, фенілаланін+тирозин, треонін. Це знижує загальний амінокислотний скор і, відповідно, біологічну цінність білкового компоненту продукту.

Отже, для підвищення харчової повноцінності зефіру на основі абрикосового пюре доцільно доопрацювати рецептуру шляхом введення додаткових інгредієнтів, які містять дефіцитні амінокислоти. Це дозволить збалансувати білкову складову та покращити загальну функціональну цінність виробу. На рисунку 3.4 представлено порівнювальний аналіз амінокислотного скору у зефірі на еритритолі «Абрикоска» та «Гарбузовий».

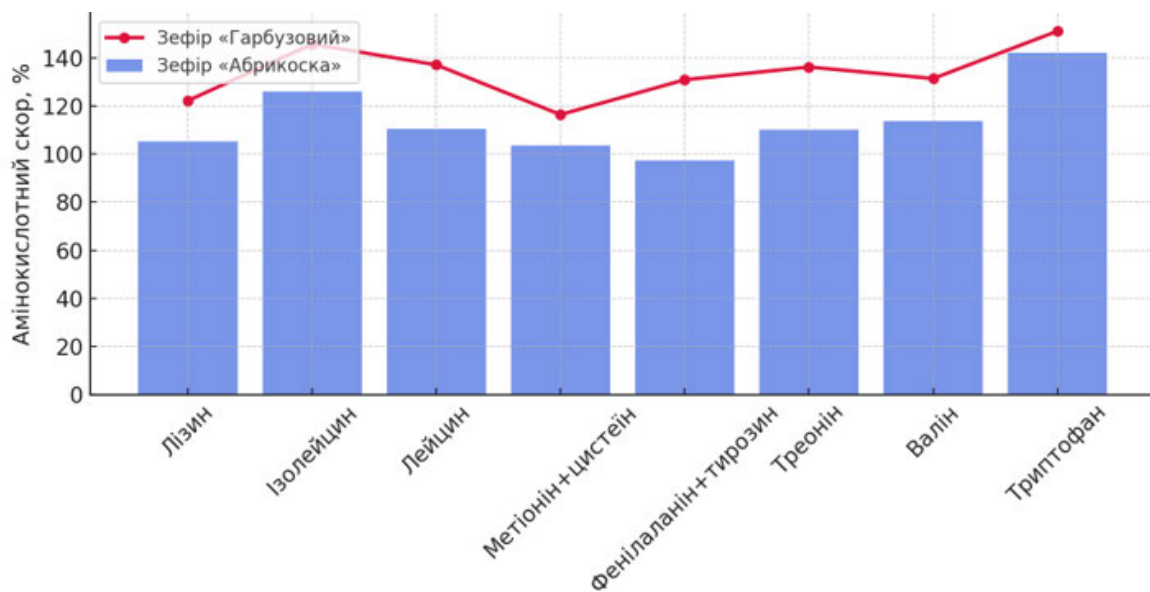


Рис. 3.4. Амінокислотний скор білків у зразках зефіру

На рисунку 3.4 показано порівняльний вміст незамінних амінокислот у зразках зефіру, виготовленого з використанням еритритолу. Зокрема, встановлено, що зефір на основі гарбузового пюре характеризується вищим амінокислотним скором за всіма показниками у порівнянні зі зразком на абрикосовому пюре.

Це свідчить про те, що гарбузове пюре, як складова рецептури, сприяє підвищенню біологічної цінності білків у готовому виробі та є більш придатним компонентом для формування зефіру функціонального призначення.

3.2. Визначення показників якості зефіру на агар-агарі з використанням еритролу

У процесі органолептичної оцінки зразків зефіру досліджували такі характеристики, як смак, запах, колір, консистенція та вигляд поверхні. Для аналізу було відібрано шість зразків із різним співвідношенням агар-агару, еритролу та фруктов-овочевого пюре.

Фізико-хімічні дослідження проводили за такими показниками:

- масова частка вологи — відповідно до вимог ГОСТ 4910;
- щільність — згідно з методикою ГОСТ 5902;
- загальна кислотність — за ГОСТ 5898;
- масова частка редуруючих речовин — відповідно до ГОСТ 5059.

Результати досліджень органолептичних властивостей зразків зефіру подано в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Органолептичні показники зефіру за різного варіювання рецептурних компонентів

№ досліду	Співвідношення X:Y:Z	Смак та запах	Консистенція, структура	Колір	Поверхня
1	1:0:0	Солодкий смак, притаманний даному виду, без сторонніх смаків	В'язка, з загущенням, кришки на бічних гранях	Блідо-оранжевого кольору	Рифлений малюнок з виразним обрисом
2	0:1:0	Дуже солодкий смак, легкий гіркуватий присмак	Щільна в'язка, швидко підсихає	Блідо-оранжевого кольору	Рифлений малюнок з виразним обрисом
3	0:0:1	Солодкий смак, з виразним вираженням смаку пюре, без стороннього присмаку	М'яка, легко піддається розлому, рівномірна структура	Оранжевого кольору	Рифлений малюнок з виразним обрисом
4	½:½:0	Приємний, притаманний даному продукту	М'яка, пишна, з рівномірною структурою – рівномірна, дрібнопориста	Блідо-оранжевого кольору	Рифлений малюнок з виразним обрисом
5	½:0:½	Приємний,	М'яка,	Блідо-	Рифлений

		притаманний даному продукту	підсихає, рівномірна структура	оранжевого кольору	малюнок з виразним обрисом
6	0:½:½	Приємний, притаманний даному продукту	М'яка, дрібно-пориста	Блідо-оранжевого кольору	Рифлений малюнок з виразним обрисом

Органолептичну оцінку зразків зефіру, виготовленого на основі еритритолу з додаванням абрикосового або гарбузового пюре, проводили за 5-бальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів вагомості для таких показників, як форма, поверхня, колір, структура, аромат і смак.

На основі отриманих результатів були побудовані профілограми органолептичних властивостей нових зразків зефіру. Графічне відображення цих оцінок подано на рисунку 1.10.

Співвідношення агар-агару, цукрозамінника та пюре в рецептурі кожного зразка наведено нижче:

- зразок №1 — 1:0:0;
- зразок №2 — 0:1:0;
- зразок №3 — 0:0:1;
- зразок №4 — ½:½:0;
- зразок №5 — 0:½:½;
- зразок №6 — ½:0:½.

Фізико-хімічні показники зразків зефіру, виготовлених з використанням цукрозамінників при різному співвідношенні рецептурних інгредієнтів, систематизовано у таблиці 3.9. До переліку досліджених показників входили масова частка вологи, щільність, загальна кислотність та вміст редуруючих речовин, що дозволяє комплексно оцінити якість та стабільність продукції залежно від складу рецептури.

Таблиця 3.9

Фізико – хімічні показники зефіру на цукрозамінниках за різного варіювання рецептурних компонентів

№ досліджу	Співвідношення X:Y:Z	Масова частка вологи, %	Щільність, г/см ³	Кислотність, град.	Редуруючі речовини, %
ДСТУ ГОСТ	-	-	Не більше	Не менше 0,5	7,0 – 14,0

6441-03			0,6		
1	1:0:0	18.1±0,5	0.53±0,02	0.7±0,2	10.1±0,1
2	0:1:0	17.1±0,5	0.73±0,02	0.5±0,2	12.1±0,1
3	0:0:1	18.2±0,5	0.57±0,02	0.8±0,2	11.1±0,1
4	½ : ½ : 0	19.6±0,5	0.4±0,02	0.9±0,2	9.3±0,1
5	0 : ½ : ½	19.1±0,5	0.43±0,02	0.7±0,2	10.1±0,1
6	½ : 0 : ½	19.3±0,5	0.42±0,02	0.7±0,2	10.7±0,1

На основі отриманих експериментальних результатів встановлено, що найбільш раціональним співвідношенням рецептурних компонентів є конфігурація зразка № 4, де агар (X) і цукрозамінник (Y) мають середнє значення варіювання (½), а пюре (Z) — мінімальне значення (0). Саме в цьому випадку досягнуто найвищого значення комплексного органолептичного показника якості — 0,96.

Водночас зразок № 2, у якому агар і пюре використовувалися на мінімальному рівні, а цукрозамінник — на максимальному, не відповідає вимогам ДСТУ ГОСТ 6441–2003. Зокрема, показник щільності становить 0,70 г/см³ при допустимому не більше 0,6 г/см³, а масова частка води зменшена до 17,0 %, що нижче показників інших зразків (18,0–19,5 %). Також спостерігалось зацукрення структури, спричинене перенасиченням агаро-цукрового сиропу цукрозамінником. Таким чином, при максимальному рівні цукрозамінника спостерігається зниження вмісту води, підвищення щільності та поява зацукреності в готовому виробі.

Щодо кислотності, всі зразки відповідали чинним вимогам і мали значення не менше 0,5 градусів. Це пояснюється тим, що агар, цукрозамінники та гарбузове пюре мають нейтральну реакцію середовища, а коливання показника зумовлені варіюванням частки абрикосового пюре в рецептурі.

Підвищене дозування абрикосового пюре має незначний вплив на кислотність та вміст редуруючих речовин. Загалом, усі дослідні зразки відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 6441–2003 за показником вмісту редууючих речовин.

Вміст редукуючих речовин здебільшого визначається кількістю внесеного топінамбурового сиропу, який у всіх дослідах додавали в однаковій кількості — в співвідношенні 1:1,8 до цукрозамінника в сиропі. На відміну від цукрози, цукрозамінники не інвертуються, тобто не утворюють редукуючих речовин у процесі уварювання. Таким чином, більша частка редукуючих речовин у складі зефіру формується саме за рахунок топінамбурового сиропу, а незначне коливання показника зумовлене додаванням абрикосового пюре.

Залежність між вмістом редукуючих речовин у сиропі та їх кількістю в готовому зефірі представлено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Кількість редукувальних речовин в агаровому сиропі і зефірній масі

№ зразка	Вміст топінамбурового сиропу у % до цукрозамінника	Вміст редукуючих речовин у сиропі, %	Вміст редукуючих речовин у зефірній масі, %
1	46	11,7	10,2±0,1
2	47	11,9	10,1±0,1
3	51	13,7	11,2±0,1
4	46	12,4	10,3±0,1
5	48	12,6	10,5±0,1
6	49	12,8	10,8±0,1

Під час експериментальних досліджень встановлено залежність між вмістом редукуючих речовин у готовій зефірній масі та їх кількістю в агаро-цукровому сиропі. Ця взаємозалежність дозволяє прогнозувати показник редукуючих речовин у кінцевому продукті на основі вхідного рецептурного складу сиропу. Графічне зображення цієї залежності наведено на рисунку 3.5.

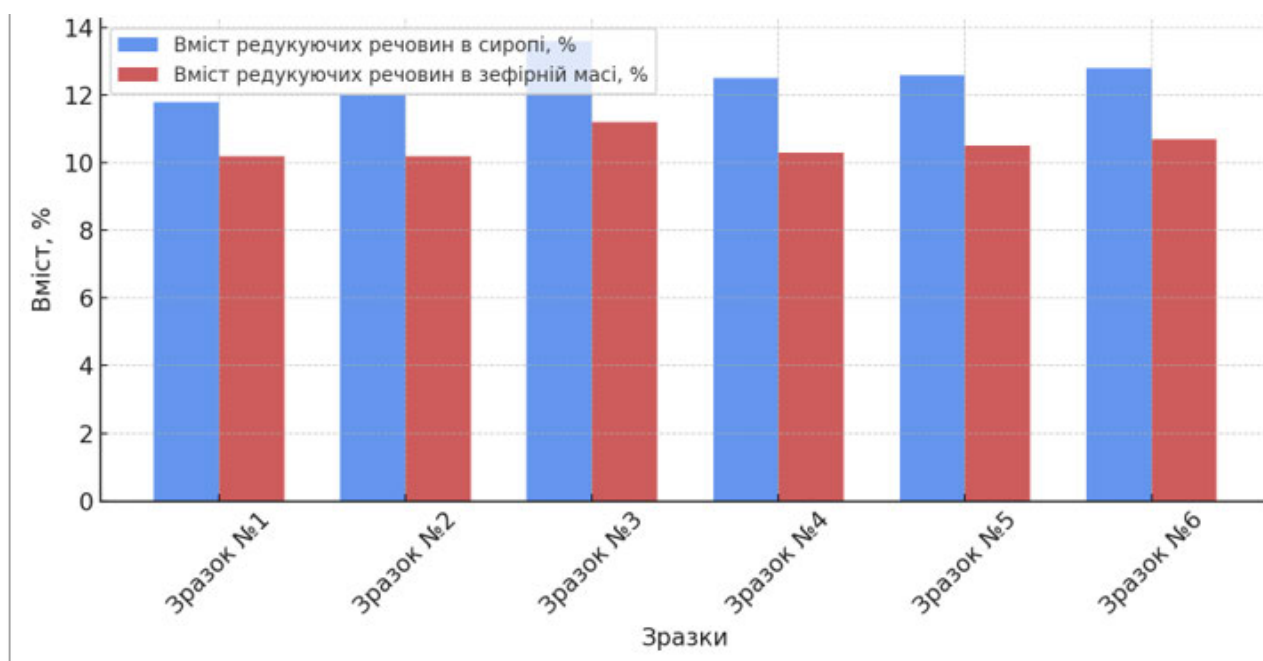


Рис. 3.5. Залежність вмісту редукуючих речовин

У ході проведених експериментів було встановлено, що вміст редукуючих речовин у зефірній масі має залежність від їхньої концентрації в агаро-цукровому сиропі. Було визначено, що різниця між цими значеннями становить у межах 1,6–2,4 %. Чим вищий вміст редукуючих речовин у сиропі, тим помітнішою є ця різниця. Це дає підстави вважати, що кількість редукуючих речовин у готовому зефірі можна регулювати шляхом розрахункового підбору кількості топінамбурового сиропу в рецептурі. Найкращі результати щодо редукуючих речовин продемонстрував зразок № 6 при дозуванні топінамбурового сиропу на рівні 49 % до цукрозамінника.

Також були досліджені фізико-хімічні властивості зефіру при зміні частки топінамбурового сиропу в межах від 45 до 50 %. На підставі результатів було проведено повний факторний експеримент для встановлення впливу трьох основних чинників рецептури — вмісту агар-агару, цукрозамінника та пюре — на якість готових виробів. Зокрема, оцінювалися такі показники, як масова частка вологи, щільність, кислотність і вміст редукуючих речовин.

За допомогою статистичних методів, зокрема критерію Кохрена, була перевірена однорідність дисперсій у всіх дослідах. Результати засвідчили, що дисперсії є однорідними, а отже — рівняння регресії, отримане на основі цих

досліджень, є достовірним і може використовуватись для прогнозування результатів та оптимізації рецептури.

Проведено розрахунки за методом «крутого сходження», що дозволив визначити напрям зміни рецептурних факторів, який забезпечує зростання показника якості зефіру. Найкращий результат — максимальне значення критерію оптимальності — було зафіксовано для комбінації: агар – 0,981 г; цукрозамінник – 61,17 г; пюре – 24,07 г.

Крім того, за допомогою математичного моделювання було встановлено рівняння, що описують залежність кожного з досліджуваних фізико-хімічних показників від вмісту основних компонентів рецептури. Це дозволило створити математичну модель процесу та отримати функцію якості, яка пов'язує загальну якість зефіру з рецептурними складниками.

Обробка даних та побудова моделі здійснювались із використанням комп'ютерної системи MathCAD та Microsoft Excel. Отримані результати стали основою для визначення оптимального рецептурного складу зефіру з високими органолептичними та фізико-хімічними характеристиками.

РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

4.1. Обґрунтування технології в виробництва зефіру на цукрозамінниках з додаванням пюре

У процесі створення удосконаленої технології виробництва зефіру було проведено глибокий аналіз використаної сировини, її взаємодії у складі рецептур, а також особливостей технологічного процесу формування зефірної маси за умов застосування цукрозамінників. Основу рецептури склали такі компоненти: агар-агар, еритритол (та інші цукрозамінники), топінамбуровий сироп, гарбузове та абрикосове пюре, а також рідкий яєчний білок. Обґрунтування вибору кожного з компонентів ґрунтувалося на фізико-хімічних, реологічних і функціональних властивостях, а також на результатах експериментальних досліджень.

Агар-агар як драглеутворювач дозволяє сформувати необхідну консистенцію зефірної маси. Завдяки своїй здатності утворювати стійкі гелі навіть при низьких концентраціях, він забезпечує стабільну структуру продукту та дозволяє уникнути надмірного використання стабілізаторів. Його желювальні властивості значною мірою залежать від температурного режиму та наявності інших складників, зокрема цукрозамінників.

Цукрозамінники, зокрема еритритол, виступають не лише як заміник цукру, але й чинники, що безпосередньо впливають на технологічний процес. Еритритол має глікемічний індекс близький до нуля, а калорійність у кілька разів нижча за цукор. Це дозволяє знизити енергетичну цінність готового виробу майже втричі. Однак слід зазначити, що на відміну від сахарози, він не бере участі в реакціях Майяра, не карамелізується та не утворює редукуючих речовин у процесі варіння сиропу. У технологічному процесі було встановлено, що сиропи з еритритолом потребують підвищеної температури уварювання (117 °С замість 115 °С), а також мають підвищену в'язкість, що впливає на тривалість стадії вистоювання перед формуванням. Підвищення в'язкості обумовлює необхідність ретельного контролю за співвідношенням водної фази та загусника.

Особливу роль у формуванні структури та харчової цінності відіграє використання топінамбурового сиропу. Його включення до рецептури дозволило вирішити кілька технологічних і якісних завдань: забезпечити вміст редукуючих речовин у зефірі на рівні 11–14 %, покращити вологозв'язувальні властивості, стабілізувати сироп і запобігти зацукренню в процесі зберігання. Було встановлено, що оптимальне співвідношення топінамбурового сиропу до цукрозамінника становить 1:1,8. Завдяки цьому забезпечується утворення цукроагарового сиропу з достатнім вмістом редукуючих речовин, які є важливими для органолептики виробу та його мікробіологічної стабільності.

Додавання гарбузового та абрикосового пюре сприяло не лише покращенню органолептичних властивостей (смаку, аромату, кольору), але й значному збагаченню зефіру біологічно активними речовинами. Гарбузове пюре багате на харчові волокна, пектини, вітаміни А, В1, В2, С, Е, а також містить макро- та мікроелементи (залізо, магній, калій). Абрикосове пюре забезпечує продукт натуральними ароматами й високим вмістом бета-каротину. Пюре виступає як природний наповнювач, який не тільки підвищує харчову цінність, але й стабілізує консистенцію зефірної маси, беручи участь у формуванні тонкої, однорідної структури.

Математичне моделювання на базі експериментальних даних дозволило визначити оптимальне співвідношення основних компонентів зефіру. Застосовуючи повний факторний експеримент і аналізуючи результати через функцію якості, визначено оптимальні значення: агар-агар — 1 г, еритритол — 61 г, пюре — 24 г. Було також підтверджено, що ці параметри забезпечують найкраще поєднання органолептичних і фізико-хімічних характеристик зефіру, таких як масова частка вологи, кислотність, щільність та вміст редукуючих речовин. Проведений регресійний аналіз у середовищі MathCAD дав змогу побудувати рівняння залежності цих показників від концентрації кожного компонента, що дозволяє надалі масштабувати технологію та адаптувати її для промислового застосування.

У результаті удосконалення рецептури та технологічного процесу було запропоновано технологічну схему виробництва зефіру функціонального призначення, яка включає: попередню гідратацію агар-агару у воді, уварювання агаро-цукрового сиропу з цукрозамінником і топінамбуровим сиропом до вмісту сухих речовин 85 %, охолодження сиропу до 90 °С, введення фруктовового пюре та білка, збивання до стабільної пінистої маси, відсадження, вистоювання протягом 2–5 годин і подальше пакування. Цей алгоритм враховує всі особливості поведінки нових компонентів у процесі приготування та забезпечує отримання якісного виробу з пониженим глікемічним індексом, зниженою калорійністю та покращеним мікронутрієнтним профілем. Такий зефір може розглядатись як функціональний продукт для осіб з підвищеним ризиком розвитку цукрового діабету або тих, хто дотримується здорового способу життя.

4.2. Технологічні параметри, умови стабілізації, зберігання та пакування зефіру функціонального призначення

У процесі удосконалення рецептури та розроблення технології виробництва зефіру функціонального призначення з використанням цукрозамінників та плодоовочевого пюре було встановлено, що на якість готового виробу суттєво впливають режими охолодження, стабілізації, умови зберігання та характеристики пакувальних матеріалів. Після формування зефірної маси важливим етапом є її охолодження та стабілізація. Температурний режим охолодження безпосередньо впливає на процес структуроутворення та текстуру зефіру. Дослідження показали, що оптимальна температура охолодження зефіру на основі цукрозамінників становить 18–20 °С. Такий режим сприяє рівномірному застиганню та формуванню однорідної структури без тріщин чи деформацій. Занадто швидке охолодження може спричинити появу мікротріщин на поверхні, а повільне — втрату форми й однорідності структури.

Умови стабілізації також мають критичне значення. Оптимальна відносна вологість повітря під час вистоювання становить 60–65 %. При підвищеній

вологості зростає ризик злипання зефірних половинок, тоді як зниження вологості може спричинити пересихання поверхні виробу. Зефір на цукрозамінниках потребує подовженого часу стабілізації у порівнянні з класичним продуктом, що пояснюється особливостями фізико-хімічних процесів структуроутворення в присутності альтернативних підсолоджувачів.

Ще одним важливим етапом після виробництва є правильна організація зберігання продукції. Умови зберігання мають суттєвий вплив на збереження органолептичних і фізико-хімічних властивостей зефіру протягом усього терміну придатності. Зефір на основі цукрозамінників є більш чутливим до коливань вологості та температури, оскільки деякі цукрозамінники, зокрема лактитол і ксилітол, мають виражені гігроскопічні властивості.

Рекомендованими умовами є температура зберігання в межах 15–18 °С та відносна вологість повітря 60–65 %. Необхідно уникати потрапляння прямих сонячних променів, а також зберігати виріб у місцях, вільних від сторонніх запахів. При дотриманні вказаних умов зефір може зберігатися до 30 діб без втрати якості. Порушення режиму зберігання може призвести до зацукрення, зміни структури, кольору, а також до погіршення смаку.

Не менш важливим фактором є якість пакувальних матеріалів. Пакування зефіру має не лише зберігати його зовнішній вигляд, але й виконувати захисну функцію. Найбільш ефективними виявилися багатошарові полімерні плівки з бар'єрними властивостями до вологи та кисню. Такі матеріали попереджають поглинання вологи з навколишнього середовища, зменшують ризик окислення компонентів зефіру та подовжують термін придатності. Доцільно використовувати індивідуальне пакування кожної зефірної пари, що запобігає їхньому злипанню, деформації форми та збереженню при транспортуванні. У разі фасування у групову споживчу тару слід додатково забезпечити вкладиші або решітки для стабілізації розміщення виробів.

Таким чином, удосконалена технологія виробництва зефіру повинна включати комплекс заходів: контрольований температурний режим охолодження, регульовану вологість та час стабілізації, правильні умови

зберігання і використання герметичного, багатошарового пакування. Врахування зазначених факторів дозволяє забезпечити стабільну якість, збереження споживчих властивостей та харчову безпеку готового функціонального виробу протягом усього терміну зберігання.

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведених досліджень досягнуто основну мету роботи — розроблено рецептуру зефіру на основі цукрозамінників з додаванням абрикосового або гарбузового пюре. Встановлено, що у виробках із цукрозамінниками драглеутворення відбувається повільніше, ніж у зефірі з цукром, і супроводжується зниженням температури структуроутворення, що потребує тривалішого часу охолодження та вистоювання маси після формування. Внесення гарбузового або абрикосового пюре рекомендовано не лише для покращення органолептичних властивостей, але й для збагачення харчової та біологічної цінності зефіру. Під час уварювання сиропів виявлено, що цукрозамінники впливають на в'язкість агаро-цукрового сиропу, підвищуючи температуру його готовності до 117 °С. У разі перенасичення можливе зацукрення сиропу, що супроводжується появою гіркуватого присмаку.
2. Використання топінамбурового сиропу як антикристалізатора дозволяє запобігти кристалізації. Топінамбуровий сироп забезпечує бажаний вміст редукуючих речовин (11–14 %) у готовому зефірі. Разом із цукрозамінниками він виконує функцію вологоутримувача, а також збагачує продукт вітамінами та мікроелементами.
3. Розроблений зефір є функціональним продуктом, придатним для харчування людей, хворих на діабет. Він збагачений вітамінами групи В, РР, С і мінералами — магнієм, марганцем, залізом, фосфором, калієм, натрієм, що забезпечують часткове покриття добової потреби організму. Вироби з різними цукрозамінниками мають різну енергетичну цінність: найвищу — з ксилітолом, найнижчу — з еритритолом. Внесення еритритолу дозволяє знизити калорійність зефіру в 2–3 рази. Показник глікемічності готового зефіру також варіює залежно від рецептури. Максимальне значення

(12,5 од.) — у зразку на ксилітолі з гарбузовим пюре, мінімальне (5,4 од.) — у зразку з еритритолом та абрикосовим пюре.

4. Найбільш наближене до рекомендованого співвідношення білків, жирів і вуглеводів спостерігається в зефірі «Гарбузовий» на еритритолі (жири) та в «Абрикоска» на еритритолі (білки). Зефір на гарбузовому пюре має вищий амінокислотний скор за всіма незамінними амінокислотами порівняно із зефіром на абрикосовому пюре, де є нестача таких амінокислот, як лізин, метіонін+цистеїн, фенілаланін+тирозин і треонін. Вироби з еритритолом демонструють найменшу калорійність і глікемічність. Рецептuru потребує подальшого збагачення білками та жирами для повної відповідності дієтичним потребам.
5. Встановлено оптимальне співвідношення рецептурних компонентів зефіру: 1 г агар-агару, 61 г еритритолу, 24 г пюре. Результати математичного моделювання, проведені в середовищі MathCAD 15 із застосуванням регресійного аналізу, дозволили обґрунтувати оптимальні параметри рецептури. Нові види зефіру відповідають вимогам діючих стандартів ДСТУ ГОСТ 6441–2003, а також нормам медико-біологічних показників якості продовольчої сировини й харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пирятин В. Д. Обработка результатов экспериментальных исследований по методу наименьших квадратов. Харьков: ХГУ, 1982. 213 с.
2. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств: Учеб. Пособие. Киев: Висшая школа, 1991. 367с.
3. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.
4. Гавриленко В.В., Величко К.С., Алексеєнко К.М.–Mathcad в інженерних розрахунках. Частина 2. Посібник для студентів інженерних спеціальностей НТУ./Укл. В.В. Гавриленко, К.С. Величко, К.М. Алексеєнко.– К.: НТУ, 2004. –108 с.
5. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навч. посіб./ за ред. проф. А. М. Дорохович і проф. В. М. Ковбаси. – К.:Фірма «ІНКОС», 2015. – 632 с.
6. Дорохович А.М., Кобилінська О. В., Мурзін А.В., Кияниця С.Г. – Технологія пастили, зефіру, маршмелу: Навчальний посібник за редакцією Дорохович А. М.-К.:Фірма «ІНКОС», 2019.- 428 с.
7. Скурихина И.М.,Тутельяна В.А. - Химический состав пищевых продуктов: Справочник - М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с. Сімакова О. О. С 37 Розробка новітніх технологій виробів з борошна с заданими властивостями [Текст] : монографія / О. О. Сімакова, Р. П. Никифоров. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2018. – 146 с.
8. Журавлев С. В., Пивоваров П. П., Гринченко О. А., Калакура М. М., Воцелко С. К., Самохвалова О. В. - Способ приготовления взбивных десертных изделий .– № 4788839/13 ; заявл. 05.02.90 ; опубл. 07.08.92, Бюл. № 29.
9. Остроумов Л. А. Формирование пенных структур пищевых продуктов, содержащих белки и пектины / Л. А. Остроумов, Р. И. Скворцова, С. Я. Корячкина // Изв. вузов. пищ. технология. – 2008. – № 4. – С. 20–23.

10. Вплив капа-карагінану на щільність піноподібних мас. Забочай О.В., гр. ТХ-39М, Котляр О.В., асп. Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Горальчук А.Б. Харківський державний університет харчування та торгівлі.
11. Демяненко К.А. Тенденції розвитку кондитерського ринку України в сучасних умовах / К.А. Демяненко // Молодий вчений. – 2016. – № 9 (36). – С. 45-50. 1
12. Савицька Н. Л., Тарасов І. Ю., Прядко О. М. - Харківський державний університет харчування та торгівлі маркетингові перспективи розвитку ринку дієтичних кондитерських продуктів.
<http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/35-20.pdf>
13. Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 26 березня 2014р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О.І.Черевко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2014. – Ч. 1. –469, [VII] с. ISBN
14. Корецька І. Л., Зінченко Т. В. Оцінювання нових харчових виробів за допомогою критерію «Багатокутник якості» // Наукові праці НУХТ. – 2003. – № 14. – С. 64-65.
15. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». – К. : НУХТ, 2015. – 114 с.
16. Сімахіна Г., Науменко Н. Інновації у харчових технологіях. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2015. № 1 (19). С. 189–200.
17. Семикина, Н. Обогащение волокном –естественный способ сделать изделия наиболее вкусными и полезными для здоровья [Текст] / Н. Семикина // Продукты&ингредиенты. -2007. -№ 5.-С. 43.
18. Preventing Chronic Diseases: a vital investment. Geneva : WHO, 2015. 128 p
19. База патентів України [https://uapatents.com/2-70091-sklad-zbivnikh-](https://uapatents.com/2-70091-sklad-zbivnikh-konditerskikh-virobiv-funkcionalnogo-priznachennya.html#formula)
20. [konditerskikh-virobiv-funkcionalnogo-priznachennya.html#formula](https://uapatents.com/2-70091-sklad-zbivnikh-konditerskikh-virobiv-funkcionalnogo-priznachennya.html#formula)

21. База патентів України <https://uapatents.com/4-51470-diehtichnijj- zefir.html>
22. Гавриленко В.В., Величко К.С., Алексеєнко К.М. - Mathcad в інженерних розрахунках. Частина 1. Методичні вказівки для студентів інженерних спеціальностей./Укл.–К.: НТУ, 2004.–127 с.
23. Методичні рекомендації до виконання випускного кваліфікаційного дипломного проекту для здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньої програми "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів" денної та заочної форм навчання (кондитерське виробництво) /уклад. А.М. Дорохович, В.І. Оболкіна, В.В.Дорохович, О.О. Кохан, В.В. Малиновський – К.: НУХТ, 2018. – 91 с.
24. М'яло О.М. Аналіз ринку кондитерських виробів України / О.М. М'яло, Н.Б.Теницька //ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. - Режим доступу: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=71414>.
25. Сравнительный анализ политики в области питания в Европейском регионе. EUR/06/5062700/BD/2 25 августа 2016. 61301. URL : http://www.euro.who.int/ data/assets/pdf_file/0015/152214/E81507r.pdf
26. Пюре із абрикосів. <https://calorizator.ru/product/baby/apricot-puree>
27. Харчування яєчним білком. <https://vegan.rocks/uk/blog/egg-whites-nutrition>.
28. Цукри, цукрозамінники, підсолоджувачі. (nuft.edu.ua) http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/31017/1/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82_8_1.pdf.
29. Топінамбур як замітник цукру <https://tea.ru/article/kak-topinambur- iz-sornyaka-prevratilsya-v-uvazhaemyy-produkt-a-sirop-iz-nego-stal-samym-populyarnym-analogom-sakhara>.
30. Харчова цінність <https://7tg.com.ua/korisni-vlastivosti-agar-agaru-sklad-xarchova-cinnist-recepti-z-vikoristannyam-produktu-shkoda-agar-agaru- dlya-organizmu/>

31. Користь ксиліту <https://doctorslon.ru/company/articles/polza-ksilita-dlya-zdorovya-zubov/>
32. 10 фактов о питании (по материалам официального сайта ВОЗ). URL : <http://www.who.int/features/factfiles/nutrition/ru/index.html>)