

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 664.682.64.016.7:58.929.4

**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 нутрієнтного складу здобного печива шляхом  
застосування насіння чіа»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Нутріціологія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

**Гарант освітньої програми**

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Людмила ТИЩЕНКО

**Керівник магістерської роботи**

доктор філософії, доцент

\_\_\_\_\_ Микола НІКОЛАЄНКО

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Олександр ІВАЩЕНКО

**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**

**Іващенко Олександр Михайловичу**

Спеціальність **181«Харчові технології»**

Освітньо-професійна програма «**Нутріціологія**»

Орієнтація освітньої програми **освітньо-наукова**

Тема магістерської роботи «**Удосконалення нутрієнтного складу здобного печива шляхом застосування насіння чіа**», 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 печива.

**Перелік питань, що підлягають дослідженню:**

поживна та харчова цінність насіння чіа, як функціонального інгредієнту; дослідження технологічного процесу виготовлення та визначення виходу печива; проведення оцінки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників печива; висновки.

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

таблиці, рисунки, графіки

Дата видачі завдання «14» квітня 2024 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_

**Микола НІКОЛАЄНКО**

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

**Олександр ІВАЩЕНКО**

## РЕФЕРАТ

У магістерській роботі здійснено розробку рецептури печива на основі цукру та фруктози із додаванням насіння чіа, що дозволяє підвищити його харчову цінність.

Запропоновано інноваційний підхід до зниження вмісту жиру у виробі шляхом часткової заміни жирової складової на гелеподібну систему з насіння чіа з оптимізованим співвідношенням компонентів (гідромодулем).

Проведено аналіз органолептичних та фізико-хімічних властивостей печива, а також структурних характеристик тіста й готових виробів, включаючи втрати маси під час термічного оброблення. Виконано розрахунок харчової цінності нових зразків печива та здійснено порівняння з показниками умовно «ідеального» продукту. Розроблено технологічні та проєктні рішення для впровадження удосконалених виробів у виробництво. Проведено економічну оцінку ефективності розробки.

**Ключові слова:** ЗДОБНЕ ПЕЧИВО, НАСІННЯ ЧІА, НУТРИЄНТНА ЦІННІСТЬ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗБАГАЧЕННЯ, РАЦІОНАЛЬНЕ ХАРЧУВАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	7
1.1.Доцільність застосування насіння чіа .....	7
1.2.Властивості насіння чіа .....	8
Вміст основних нутрієнтів у насінні чіа .....	9
1.3.Харчова цінність та функціональні властивості насіння чіа .....	9
1.4.Огляд сучасних розробок у сфері кондитерських виробів із підвищеною харчовою цінністю .....	11
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	19
2.1. Об’єкти та програма досліджень .....	19
2.3. Методи досліджень .....	21
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	23
3.1. Оцінка нутрієнтного складу традиційного здобного печива щодо відповідності « ідеальному ) харчовому продукту .....	23
3.2. Застосування насіння чіа для покращення нутрієнтного складу здобного печива .....	26
3.3. Вибір раціонального дозування насіння чіа в печиві на цукрі та фруктозі .....	26
3.2. Дослідження структурних показників та процесу термооброблення печива насінням чіа.....	31
3.3. Визначення фізико-хімічних і структурних показників здобного печива з насінням чіа.....	37
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ .....	41
4.2. Застосування гелю з насіння чіа в технології здобного печива .....	43
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	65

## ВСТУП

Сьогодні зростає зацікавленість у формуванні здорового способу життя, що безпосередньо пов'язано з оптимізацією та персоналізацією харчового раціону. Раціональне харчування визнається одним з основоположних чинників, що визначають стан здоров'я населення. У повсякденному раціоні сучасної людини переважають продукти, в яких унаслідок технологічної обробки було знижено вміст біологічно цінних речовин. Це вимагає внесення до складу харчових виробів інгредієнтів, що підвищують вміст вітамінів, мінералів, харчових волокон та інших функціонально значущих компонентів.

Таке удосконалення є актуальним і для борошняних кондитерських виробів, зокрема здобного печива, яке користується сталим попитом серед українських споживачів. У той же час, традиційні рецептури здобного печива характеризуються високим вмістом калорій та низькою концентрацією життєво необхідних нутрієнтів, що створює дисбаланс між енергетичною цінністю продукту та його користю.

Тому постає необхідність у пошуку нових рецептурних рішень, зокрема введення до складу печива природних компонентів, що сприяють його збагаченню. Одним з перспективних інгредієнтів є насіння чіа, яке є джерелом цінних мінералів, вітамінів, поліненасичених жирних кислот, клітковини та інших корисних речовин.

Проблематиці застосування насіння чіа в кондитерському виробництві приділяли увагу як українські, так і зарубіжні дослідники, серед яких: Шидакова-Каменюка О.Г., Болховітіна О.І., Мацук Ю.А., Колпікова Є.О., Гречко В.В., Страшинський І.М., Пасічний В.М., Дітріх І.В., Гоцуляк В.Я., Д'яконова А.К., Puina S., Dhull S.B., Fernandes S.S., Filipini G., Brandao N.A., Dutra M.B.D., Svec I., Hruskova M., Babiakova B., Saymed-Ahmad B., Talou T., Luciana TBS, Fernanda GS, Kowalski S., Mikulec A., Inglett G., Chen D.

Метою цієї магістерської роботи є вдосконалення технологічного процесу виготовлення здобного печива шляхом введення до рецептури насіння чіа або гелю на його основі.

Наукова новизна дослідження полягає у виявленні та обґрунтуванні впливу насіння чіа на реологічні характеристики тіста й якість готового печива. Вперше встановлено доцільне співвідношення компонентів (насіння чіа : вода) для формування гелю, який використано як частковий замітник жиру в рецептурі здобного печива. Також вперше здійснено порівняльну оцінку нутрієнтного складу створених зразків печива з еталонними показниками харчового продукту, оптимального для осіб віком 18–29 років із середньою фізичною активністю (II група інтенсивності праці).

Результати роботи мають прикладну цінність, оскільки дозволили сформулювати кілька варіантів рецептур: печиво на основі цукру з додаванням насіння чіа, на фруктозі з насінням чіа, а також печиво, в якому частину жиру замінено на гель із чіа. Окрім того, були визначені основні параметри технологічного процесу виробництва цих виробів, що відкриває можливості для їх подальшого впровадження у промислове виробництво.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Доцільність застосування насіння чіа

Сучасний підхід до харчування базується на необхідності його структурного удосконалення, оскільки їжа має ключове значення для збереження здоров'я людини. У щоденному раціоні обов'язково мають бути присутні макро- та мікронутрієнти у кількості, що відповідає фізіологічним потребам організму. Варто зазначити, що внаслідок зниження рівня фізичної активності потреба людини в енергії, а отже — у макронутрієнтах (жирах, білках, вуглеводах), зменшилась. Водночас необхідність у мікронутрієнтах, таких як вітаміни та мінерали, зберігається на стабільному рівні або навіть зросла через вплив несприятливих факторів довкілля. У цьому контексті важливим є створення продуктів із підвищеною біологічною цінністю.

Серед борошняних кондитерських виробів особливе місце займає здобне печиво, яке залишається популярним серед українських споживачів. Такий продукт характеризується високим вмістом калорій, що обумовлено значною часткою жирів та вуглеводів у рецептурі. Проте водночас він бідний на харчові волокна, незамінні жирні кислоти, вітаміни та мінерали. Таким чином, вживання печива забезпечує надходження великої кількості енергії, але не задовольняє потребу в життєво необхідних речовинах. Це вимагає модернізації рецептури шляхом включення до неї добавок функціонального призначення, які б збагатили продукт клітковиною, незамінними амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами та іншими корисними елементами. Перевагу доцільно надавати інгредієнтам з багатофункціональними властивостями, які не лише підвищують поживну цінність, а й мають позитивний вплив на фізіологічні процеси.

Важливим критерієм для оцінки харчової цінності є глікемічне навантаження продукту. Продукти з низьким глікемічним індексом рекомендовані не лише особам з діабетом, а й здоровим людям для профілактики метаболічних порушень. У виробництві дієтичної кондитерської продукції доцільно застосовувати цукрозамінники або низькоглікемічні

вуглеводи. Одним із таких інгредієнтів є фруктоза — підсолоджувач, що має солодкість на рівні близько 1,5 SES, високу розчинність, глікемічний індекс  $\approx 19\%$  та енергетичну цінність, близьку до білого цукру.

При доборі сировинних компонентів для збагачення печива важливо зважати на їх вуглеводний склад: вони не повинні істотно підвищувати глікемічне навантаження на організм. Тому варто аналізувати або розраховувати показники глікемічності як допоміжний інструмент для оцінки допустимості їх використання.

Навіть у виробках, розрахованих для споживачів без порушень вуглеводного обміну, зниження глікемічного індексу продукції лишається актуальним завданням. Серед інгредієнтів, які можуть відповідати цим вимогам, чільне місце займає насіння чіа — природний компонент, відомий завдяки широкому спектру позитивних властивостей.

## **1.2. Властивості насіння чіа**

Насіння чіа — це їстівне насіння рослини *Salvia hispanica*, відомої під назвою іспанська шавлія. Вони здобули популярність завдяки своїй здатності позитивно впливати на самопочуття та швидко усувати відчуття голоду. Ця культура поширена в Південній Америці й здавна використовувалась у харчуванні та народній медицині. У вологому середовищі насіння активно набухає, утворюючи гелеподібну структуру. Незважаючи на мікроскопічний розмір (діаметр  $\approx 2$  мм), насіння є концентратом поживних речовин.

Зовнішньо чіа нагадує насіння маку, проте має овальні обриси й ніжний горіховий смак. Забарвлення варіює від сірого до чорного. Унікальні корисні властивості насіння зумовлені його багатим хімічним складом. До його компонентів належать: антиоксиданти (включаючи кофеїнову та хлорогенову кислоти), незамінні жирні кислоти Omega-3 та Omega-6, клітковина, вітаміни та макро- і мікроелементи.

У таблиці 1.1 наведено вміст деяких вітамінів і мінералів у насінні чіа [2].

Таблиця 1.1

**Вміст основних нутрієнтів у насінні чіа**

<b>Вітаміни</b>	<b>Вміст, мг</b>	<b>Мінерали</b>	<b>Вміст, мг</b>
Токоферол	0,6	Кальцій	631
Ніацин	8,8	Магній	334,5
Тіамін	0,63	Фосфор	860,5
Рибофлавін	0,18	Цинк	4,1

Завдяки наявності високоефективних антиоксидантів, жирні кислоти у складі чіа мають тривалий термін стабільності й не окислюються навіть при довготривалому зберіганні. Це запобігає появі характерного гіркого або рибного присмаку.

Науковці підтвердили, що вміст корисних речовин у чіа суттєво перевищує їх кількість у звичних збагачених продуктах: Omega-3 і -6 у 7–8 разів більше, ніж у філе лосося; антиоксидантів — утричі більше, ніж у чорниці; клітковини — удвічі більше, ніж у висівках.

Чіа також є відмінним джерелом кальцію рослинного походження: у 100 г насіння — приблизно 631 мг кальцію, що удвічі перевищує кількість цього мінералу в склянці молока. Вміст харчових волокон у насінні складає близько 35–40 г/100 г, що дорівнює денній нормі для дорослої людини. Важливо, що чіа не містить глютену, що робить його придатним для споживання особами з целіакією або непереносимістю глютену.

**1.3. Харчова цінність та функціональні властивості насіння чіа**

Насіння чіа вважається одним із найцінніших природних інгредієнтів, що відзначається високою поживністю, екологічною чистотою та біологічною активністю. Завдяки своєму складу воно широко використовується у виробництві продуктів зі зниженою калорійністю або підвищеною функціональністю, а також у дієтичному харчуванні. За вмістом білка чіа

перевершує більшість злакових культур і поступається лише представникам бобових.

Фахівці з харчування провели оцінку поживної цінності чіа порівняно з низкою популярних харчових продуктів. Було встановлено, що всього 25 г насіння чіа може еквівалентно замінити:

- 220 г апельсинів або 145 г чорниці як джерело антиоксидантів;
- 135 мл молока за вмістом кальцію;
- 95 г шпинату як джерело заліза;
- 50 г лосося за вмістом омега-3 жирних кислот;
- 49 г волоських горіхів як джерело магнію;
- 48 г бобових за білковим складом [3].

Серед переваг слід відзначити низький глікемічний індекс насіння чіа — близько 30–34 одиниць, що робить його придатним для харчування осіб із порушенням вуглеводного обміну.

Згідно з дослідженнями, 100 г насіння чіа покривають добову потребу організму людини у:

- калії — на 20,5%,
- кальції — на 59%,
- залізі — на 46,5%,
- цинку — на 38%,
- магнії — на 73,5%,
- фосфорі — на 89,5%,
- міді — на 108,5%,
- вітаміні Е — на 19,5%,
- тіаміні — понад 40,5%,
- піридоксині — на 10,2%,
- фолацині — на 74,5%,
- ніацині — приблизно 39,5% [4].

Функціональне значення компонентів чіа обумовлене їх впливом на організм. Омега-3 жирні кислоти сприяють зниженню холестерину та

підтримують здоров'я серцево-судинної системи. Омега-6 активізує регенераційні процеси в шкірі та покращує функцію нирок. Кальцій забезпечує належне функціонування кісткової та м'язової тканин, а вітаміни групи В стабілізують роботу нервової системи.

Харчові волокна у складі чіа покращують травлення та сприяють виведенню надлишкової рідини.

Склад насіння чіа представлений:

- жирами — близько 39,5%,
- білками — 19,5%,
- клітковиною — 24,5%,
- антиоксидантами та вітамінами (А, Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>),
- мінералами: кальцій, залізо, калій, цинк, фосфор, марганець.

Вуглеводи становлять приблизно 37,5%, з них 29,5% — це нерозчинні волокна, а 3% — розчинна клітковина [5]. Усі ці характеристики роблять чіа перспективною сировиною для створення збагаченої кондитерської продукції, адже білок насіння має високу біологічну цінність і збалансований амінокислотний склад.

#### **1.4. Огляд сучасних розробок у сфері кондитерських виробів із підвищеною харчовою цінністю**

На сьогодні виробництво збагаченої кондитерської продукції в Україні залишається обмеженим, особливо в сегменті товарів із пониженим глікемічним індексом або спеціалізованих для осіб з цукровим діабетом. У той час як на світовому ринку попит на функціональні продукти стабільно зростає, українські підприємства лише частково освоюють цей напрям.

Вітчизняні дослідження вже охопили використання насіння чіа у створенні широкого спектру виробів: печива, кексів, пастили, мармеладу, кремових цукерок, зефіру, десертів на кисломолочній основі, а також у рецептурах хлібобулочних і ковбасних виробів. Ці роботи демонструють доцільність використання чіа як функціонального інгредієнта.

У дослідженні [6] оцінювався вплив морквяного гідролізованого пюре на структурні характеристики тіста для комбінованого печива. Виявлено, що такий інгредієнт покращує стабільність структури бісквітного напівфабрикату, підвищує його вологозв'язувальні властивості й харчову цінність, а також подовжує термін придатності готової продукції.

Інше дослідження [7] зосереджувалося на використанні шроту насіння соняшнику в здобному печиві. Найкращі результати досягнуто при дозуванні 20%, хоча допустимою вважається межа до 60%. Використання шроту у кількості до 10% спричиняє збільшення граничної напруги зсуву тіста на 21–23%, зниження намочуваності, але водночас підвищення міцності виробу за рахунок збагачення білком і клітковиною.

У роботі [8] розглядалося використання гуміарабіку «Fibregum™» як структуроутворювача разом із солодовим борошном вівса та пшениці. Встановлено, що додавання цього гідроколоїду в обсязі 1–3% до рецептури здобного печива сприяє поліпшенню структурно-механічних властивостей тіста, підвищує пружність і зменшує водопоглинальну здатність.

Автори статті [9] замінювали пшеничне борошно на солодове з вівса (до 100%). Зменшення жиру — на 29%, зменшення цукру — пропорційно до вмісту власних цукрів у БСВ (до 12,5%). Оптимальним визнано заміщення до 40%: печиво зберігало приємний смак, аромат і структуру, хоч і мало дещо розпливчасту форму.

У публікації [10] досліджувалось застосування амарантового та лляного борошна. Оптимальна концентрація амаранту — 8%, а найбільш ефективна заміна пшеничного борошна — 25%. Вона забезпечувала кращі органолептичні показники, приємний колір (золотаво-коричневий) і зниження жорсткості виробу.

У роботі [11] вивчалася заміна пшеничного борошна на кунжутне (до 60%). При цьому враховувався вміст олії у сировині, а кількість жиру в рецептурі знижували. Виявлено, що в'язкість тіста зростала в 1,1–1,3 раза

завдяки полісахаридам із розгалуженою структурою. Під час зберігання спостерігалось зменшення вологи й підвищення стійкості готового печива.

Так, під час досліджень щодо впливу різних концентрацій борошна з кунжутного шроту (БШК) на властивості здобного печива було встановлено, що за умови його введення до 45% масової частки, вироби практично не відрізнялися за об'ємом та пористістю у порівнянні з контрольним зразком. Проте подальше збільшення частки БШК призводило до зниження пористості на 1,1–1,2 рази. Це пов'язано з підвищеним вмістом у шроті речовин із високою здатністю до поглинання вологи.

Гревцева Н. із колегами [12] досліджували властивості тіста здобного печива при додаванні порошків із виноградних кісточок (ПВК) та шкірочок (ПВШ) у кількості 20% і 16% відповідно від маси пшеничного борошна. Було виявлено, що введення цих добавок значно підвищує ефективну в'язкість тіста: при додаванні ПВК — у 5,4 рази, ПВШ — у 3,9 рази. Показники пружності, еластичності та пластичності також змінювались: миттєва пружність зменшувалась на 34,9% (ПВК) та 24,6% (ПВШ); еластичність — на 22,3% та 15,2% відповідно; натомість пластична в'язкість зростала на 38,1% і 31,4%. Це свідчить про стабільнішу тістову систему, стійку до механічного впливу.

У роботі Божко М. та співавторів [13] вивчалась можливість часткової заміни жиру у рецептурі здобного печива на гідрозоль із псиліуму. Заміна здійснювалась у межах 20–40% із використанням гідромодулів 1:8, 1:10, 1:12. Було встановлено, що гідрозолі з гідромодулями 1:8 і 1:10 сприяють формуванню пористої та ніжної структури тіста. Зокрема, густина виробів зі зразками 20% і 40% заміни жиру зменшилася на 14,8% та 9% відповідно. Органолептична оцінка свідчила про відсутність істотних відмінностей від контрольного зразка.

У дослідженні Дітріх І. та Моїсеєвої В. [14] розглядалася рецептура, де пшеничне борошно частково (1,5%) замінено на насіння чіа, додано 50% гарбузового пюре та 20% гарбузової олії від загальної маси сировини. Така модифікація покращила консистенцію тіста, надала печиву приємного кольору

(світло-оранжевий) і насиченого смаку. Енергетична цінність готових виробів зменшилася з 467 до 402,5 ккал. Продукція мала виразну крихкість, що дегустаторами оцінювалась позитивно. Фізико-хімічні показники залишались у межах норми: масова частка вологи — 13,2%, золи — 0,1%, цукрів — 30%, жиру — 3,4%, водопоглинальна здатність — 157%.

Турчин І. із колективом [15] досліджували можливість застосування насіння чіа як джерела білка у виробництві кефіру термостатичним способом. Після очищення та промивання насіння замочували у воді (1:10) при 45 °С на 30 хв, унаслідок чого утворювався гель. Введення чіа (від 3 до 10% загальної маси) у формулу продукту дозволяло суттєво змінити його консистенцію та збагатити амінокислотний склад.

Інше порівняльне дослідження [16] присвячено оцінці здатності насіння чіа та льону до гелеутворення. Встановлено, що чіа має вищий ступінь набухання та здатність утворювати однорідний гель. Так, за температури 20 °С насіння чіа повністю набухало за 30 хв, тоді як насіння льону — за 15 хв. Чіа також містить більшу кількість токоферолу й Омега-3 жирних кислот, ніж льон, а його олія є менш схильною до окислення.

У дослідженні Шидакової-Каменюки О. [17] проаналізовано мікробіологічні характеристики чіа й цукерок кремово-збивного типу, виготовлених із його додаванням. Під час зберігання 60 діб не було виявлено жодних патогенних мікроорганізмів (*Salmonella*, *S. aureus*, дріжджів, плісняв). Антимікробні властивості насіння пов'язують із наявністю фенольних сполук: кофеїнової, хлорогенової кислот, кверцетину та інших біоактивних речовин.

Окрему увагу привертає робота [18], в якій запропоновано технологію одержання гелю з насіння чіа шляхом гідратації у співвідношенні 1:10 при витримці 60 секунд. Замінюючи частину жиру в рецептурі кексів цим гелем (до 25%), досягнуто підвищення вологості виробів, зменшення масових втрат під час випікання та покращення органолептичних показників. Таким чином, використання гелю з чіа є перспективним напрямом функціонального збагачення продукції.

У межах численних досліджень насіння чіа використовували для часткової заміни жиру в рецептурах борошняних виробів, включаючи печиво, бісквіти та пряники.

Так, метою роботи Мацук Ю. та Колпікової Є. [19] було створення обґрунтованих рецептур безглютенових кексів із застосуванням гречаного та рисового борошна в поєднанні з насінням чіа. У якості контрольного взято класичний рецепт кексу «Столичний». Було здійснено повну заміну пшеничного борошна на суміш вітчизняного безглютенового — 35% гречаного та 65% рисового. Три варіанти рецептур із вмістом насіння чіа в межах 5–15% мали на меті підвищити харчову цінність виробу.

Органолептичні дослідження засвідчили, що безглютенові зразки мали виразніший смак і аромат, зокрема горіховий відтінок від чіа, та привабливіший колір. Найвищу дегустаційну оцінку отримав зразок із 10% насіння чіа. Вологість кексів перевищувала контроль на 0,4–1%, однак залишалась у межах нормативів. Через високу вологоутримувальну здатність харчових волокон зменшувалась втрата вологи під час зберігання на 7–8%, що подовжувало придатність до споживання. Лужність не перевищувала 3°, а показники пористості й крихкості відповідали контрольним.

У роботі бразильських дослідників [20] розглядалися термічні та реологічні властивості гелю чіа при використанні як жирового замітника в печиві. При концентраціях 0–40% гелю виявлено псевдопластичну поведінку, що сприяє кращому розподілу у тісті. Найвищий ступінь розтікання, товщина та діаметр мали зразки з повною жирністю, але за співвідношенням текстура–смак найкращі результати виявлені в зразків з 30% гелю.

Інша команда вчених з Бразилії [21] розробила суху суміш для кексів, що не потребувала жиру, бо містила зневоднений гель чіа. Склад суміші включав пшеничне борошно, цукор, сухе молоко, ячний порошок, розпушувач і сухий гель. У порівнянні з контролем, жирність знизилася на 60,4%, а кількість білків і вуглеводів зросла, завдяки високій концентрації клітковини в гелі.

Мексиканські дослідники [22] створили шість рецептур печива із частковим заміщенням пшеничного борошна на борошно чіа (20%, 30%), насіння чіа (20%, 30%) та їх поєднання (10/10%, 15/15%). Оцінка в період зберігання до 40 днів показала підвищення вологості, питомого об'єму та водної активності, водночас мікробіологічні показники залишались безпечними. Печиво з 15% борошна + 15% насіння чіа мало найвищий вміст білка (14,5%) і харчових волокон (73,2%), а також позитивну сенсорну оцінку за текстурою, кольором, ароматом і смаком.

Інша бразильська розробка [23] передбачала створення безглютенового печива з гречаним і пшоняним борошном, а також додаванням чіа. Контрольне печиво готувалося зі 100% пшеничного борошна. Встановлено, що за умов включення 7,5% чіа, 40% пшоняного та 52,5% гречаного борошна досягається оптимальний баланс показників — ближчий до традиційного зразка. При цьому насіння чіа не погіршувало фізичних характеристик, а навпаки, стабілізувало структуру виробу.

Чеські науковці [24] працювали над покращенням властивостей тіста на суміші пшеничного та ячмінного борошна (70:30 і 50:50), до яких додавали по 5–10% насіння чіа та тефу. Зросла водопоглинальна здатність тіста, поліпшилась еластичність, структура стала стійкішою. Зокрема, при співвідношенні борошна 50:50 з чіа й тефом об'єм печива збільшився на 22% у порівнянні з традиційною сумішшю. Також додавання чіа маскувало специфічний присмак ячменю.

Французько-латвійські дослідження [25] вивчали вплив 2%, 4% та 6% борошна чіа на властивості хліба. Зростання концентрації чіа покращувало антиоксидантну активність і поживний склад, а також призводило до вищої вологості та меншої твердості. Таким чином, введення навіть невеликих кількостей чіа покращувало не лише якість хліба, а й сенсорні властивості.

Додавання борошна чіа спричинило незначне потемніння м'якушки хліба, проте не вплинуло суттєво на загальну оцінку його споживчої якості. Це свідчить про перспективність використання борошна з насіння чіа для

поліпшення властивостей хлібобулочних виробів, зокрема цільнозернового та хліба на сумішах нетрадиційного борошна.

У роботі [26] розглянуто рецептури безглютенового хліба з рисового борошна, картопляного крохмалю та цільного борошна чіа. Результати свідчать, що повна заміна рисового борошна на чіа не є доцільною через погіршення текстури. Оптимальними визнано рецептури з 5%, 10% та 14% борошна чіа, які отримали сенсорні оцінки 8,7; 8,1 та 7,9 відповідно за 10-бальною шкалою. Хліб із додаванням чіа мав підвищений вміст білків, клітковини, жирів та золи, що суттєво поліпшувало його поживні характеристики.

Польські дослідники [27] досліджували вплив насіння чіа на фізико-хімічні та органолептичні показники хліба. Було встановлено, що за додавання 7,5% насіння спостерігалось погіршення смаку (з'являлась згірклість та жирність), тоді як при включенні до 5% цього ефекту не зафіксовано. Водночас, жирнокислотний профіль хліба змінювався на краще: співвідношення поліненасичених до насичених кислот перевищувало показник пшеничного хліба більш ніж у 1,5 рази. Співвідношення  $\omega$ -6 до  $\omega$ -3 кислот досягло значення 18,8 проти 1,4–0,7 у контрольних зразках.

Американські дослідження [28] присвячено оцінці якості цукрового печива зі збагаченням вівсяним борошном і подрібненим насінням чіа. Замінюючи 20% пшеничного борошна на вівсяно-чіа-суміш, було досягнуто кращої водоутримувальної здатності та збережено текстурні властивості. Незначно зменшився діаметр печива, водночас зросли висота та твердість тіста. Такі вироби розглядалися як функціональний продукт для раціонального харчування.

Ще одне дослідження [29] стосувалося заміни маргарину мікрокапсульованою олією чіа, що багата на  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 жирні кислоти. Мікрокапсули отримували шляхом гарячої гомогенізації з подальшим охолодженням. Часткове заміщення маргарину (15% і 30%) на капсули впливало на текстуру тіста: її показники дещо зменшувались. З іншого боку,

вміст ліноленової кислоти зростав на 48,5% та 110,5% відповідно. При 30% заміні спостерігалась найкраща стабільність кольору виробів під час зберігання. Сенсорна оцінка підтвердила високу прийнятність печива з 15% заміною жиру на чіа-олію.

## РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Об'єкти та програма досліджень

Під час проведення експериментальних досліджень було використано наступні види сировини:

- пшеничне борошно вищого гатунку згідно з ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»;
- вершкове масло жирністю 82%, відповідно до ДСТУ 4393:2006 «Масло вершкове. Технічні умови»;
- меланж згідно з ДСТУ 8719:2017 «Продукти яєчні. Технічні умови»;
- білий цукор згідно з ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови»;
- фруктоза за ТУ У 82.9-337117223-001-2014;
- насіння чіа згідно з ТУ У 82.9-31641954-003-2013;
- харчова сода за ГОСТ 2156-76 «Гідрокарбонат натрію. Технічні умови»;
- вуглеамонійна сіль за ГОСТ 9325-79 «Солі вуглеамонійні. Технічні умови»;
- ванільна пудра відповідно до ДСТУ 1009:2005 «Цукор ванільний. Технічні умови».

**Об'єктом дослідження** є технологія виробництва здобного печива із застосуванням білої кристалічної сахарози та фруктози в поєднанні з насінням чіа.

**Предметом дослідження** виступає харчова сировина, що використовується у виробництві, тістова маса та готове печиво.

Дослідження здійснювались на базі лабораторій кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів Національного університету харчових технологій. Для структуризації дослідницької роботи була складена схема програми досліджень (рис. 2.1), яка включає етапи створення здобного печива із заміною частини жиру гелем із насіння чіа.

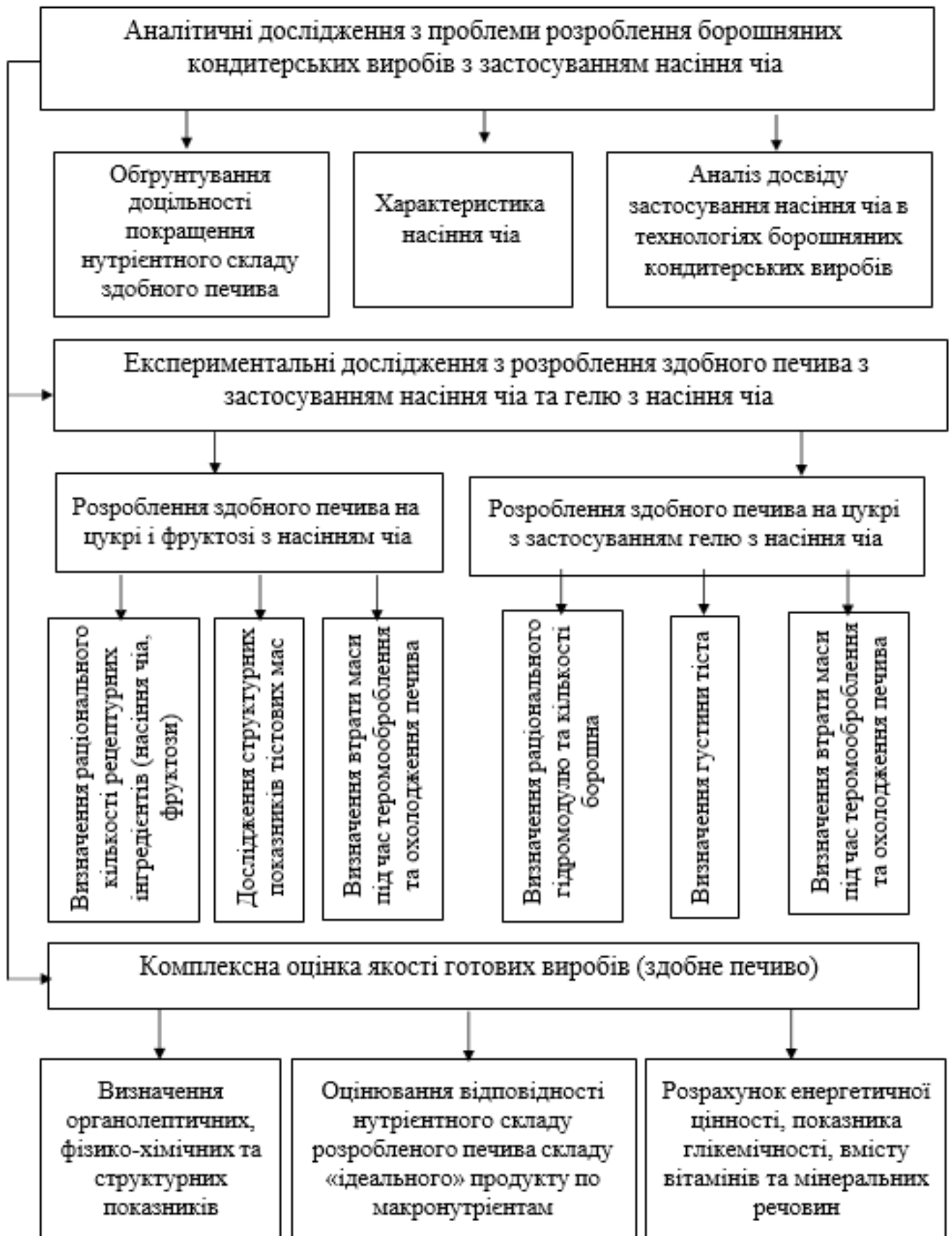


Рис. 2.2. Програма досліджень з розроблення печива з насінням чіа

Раціоналізація або створення нових технологічних процесів у кондитерському виробництві доцільна з використанням системного підходу, що дозволяє комплексно розглядати всі етапи як елементи єдиної технологічної системи.

Система — це впорядкована сукупність взаємопов'язаних компонентів, які функціонують як одне ціле, а її властивості не зводяться до простої суми властивостей окремих елементів.

Системний аналіз — це процес вивчення й формування взаємозв'язків між підсистемами в межах певного виробничого або технологічного процесу згідно з визначеними принципами та логікою функціонування. Він допомагає зрозуміти, як окремі технологічні стадії впливають одна на одну в рамках цілісної структури [39].

Виробництво кондитерських виробів можна розглядати як складну багаторівневу систему, яка включає послідовно взаємопов'язані підетапи. Через складність процесу неможливо створити єдину математичну модель, яка б описувала, наприклад, як процес замісу тіста, так і його термічну обробку. Тому для зручності велика система поділяється на підсистеми за логікою виконання. В загальному технологічна система матиме наступний вигляд.

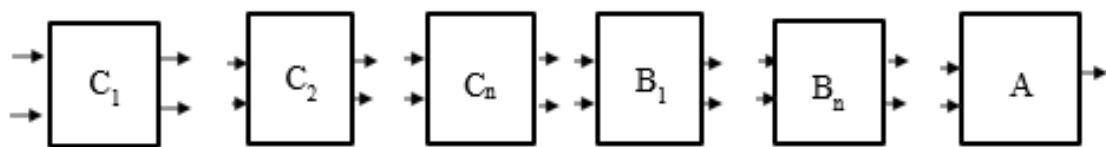


Рис. 2.2. – велика технологічна система

Літерою С позначаються допоміжні підсистеми, В основні виробничі підсистеми, А підсистеми, пов'язані з пакуванням та завершальними етапами.

### 2.3. Методи досліджень

Масову частку вологи у тісті визначали шляхом висушування проби на спеціалізованому обладнанні — приладі Чижової [40]. Для готового печива вологість встановлювали методом термостатичного висушування у лабораторній сушильній шафі СЕШ-3М.

### Оцінка структурних властивостей тіста

Густина тіста обчислювалась шляхом визначення маси кульки тіста та об'єму витісненої нею рідини за формулою:

$$\rho = \frac{g}{V} \quad (2.1)$$

Де  $g$  – маса кульки тіста, г,  $V$  – об'єм витісненої рідини, см<sup>3</sup>.

Гранична напруга зсуву встановлювалась за допомогою пінетрометра РПЛ-4/2. Суть методу полягала у вимірюванні глибини занурення конуса під дією постійного навантаження. Глибина фіксується після зупинки руху (швидкість  $\approx 0$ ). Розрахунок здійснювали за формулою:

$$P = \frac{K \cdot P_m}{h_m^2} \quad (2.2)$$

Де  $K$  – постійна конуса,  $P_m = m \cdot g$  — навантаження, Па,  $h_m$  — глибина занурення конуса, м.

Органолептична оцінка. Дегустаційна оцінка здійснювалась виконавцем дослідження разом з викладачами кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів. Оцінювання проводилось за 5-бальною шкалою, згідно із загальноприйнятими критеріями.

### Фізико-хімічні показники

**Лужність** визначалася в градусах – кількість 1 моль/дм<sup>3</sup> кислоти, яка необхідна для нейтралізації лужних компонентів у 100 г зразка.

**Намокаємість** обчислювалась як відношення маси після змочування до маси сухого зразка.

**Міцність** фіксувалась приладом Строганова, який вимірює навантаження, необхідне для руйнування печива. Показник виражався в ньютонках (Н).

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Оцінка нутрієнтного складу традиційного здобного печива щодо відповідності «ідеальному» харчовому продукту

Здобне печиво користується стабільно високим попитом серед українських споживачів і представлено в широкому асортименті. Проте його харчова цінність, як правило, характеризується низьким ступенем збалансованості. Основними проблемами є надлишок жирів і цукрів при одночасному дефіциті білків, поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), клітковини та інших біологічно цінних компонентів.

Для виявлення ключових недоліків у нутрієнтному складі традиційного здобного печива, його хімічний склад було порівняно з параметрами "ідеального" харчового продукту, розрахованими окремо для чоловіків і жінок вікової категорії 18–29 років II групи фізичної активності. Дані для чоловіків взяті з навчального курсу «Інновації в технологіях борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів», тоді як склад для жінок обчислено автором за методикою, наведеною у розділі 2.

Порівняльна таблиця (табл. 3.1) містить дані по трьох рівнях ієрархічної моделі — від загальних нутрієнтів до складових амінокислот, жирних кислот та клітковини.

Аналіз результатів показав наступне:

- Кількість білка (особливо незамінних амінокислот) у здобному печиві значно нижча за рекомендовану.
- Вміст жирів істотно перевищує нормативи, при цьому співвідношення між омега-6 і омега-3 кислотами є критично незбалансованим — переважають омега-6.
- Вміст харчових волокон (клітковини та пектинів) недостатній, а органічні кислоти повністю відсутні.
- Кількість вуглеводів (зокрема полісахаридів) нижча за норму, тоді як кількість простих цукрів — навпаки, надмірна.

Таблиця 3.1

Нутрієнтний склад «ідеального» харчового продукту для чоловіків і жінок та склад традиційного здобного печива

Нутрієнт	Нутрієнтний склад «ідеального» харчового продукту для		Нутрієнтний склад традиційного здобного печива
	чоловіків	жінок	
1	2	3	4
I рівень			
Білки, г	15,6	14,29	7,36
Жири, г	15,9	15,14	29,09
Вуглеводи, г	68,5	70,57	60,75
II рівень			
Співвідношення незамінних амінокислот	36:64	36:64	36:64,5
Вміст незамінних амінокислот, г	5,6	5,6	2,25
Вміст замічних амінокислот, г	10,0	10,0	4,03
Співвідношення			
Вміст насичених	5,3	5,3	20,91
Вміст	5,3	5,3	9,95
Вміст	5,3	5,3	1,87
Співвідношення			
Вміст моно- і	17,0	17,0	22,25
Вміст органічних	0,3	0,3	0
Вміст полісахаридів,	51,2	51,2	36,80
III рівень			
Вміст ізолейцину, г	0,62	0,62	0,31
Вміст лейцину, г	1,09	1,09	0,57
Вміст лізину, г	0,85	0,85	0,24
Вміст метіоніну+цистину,	0,54	0,54	0,27
Вміст фенілаланіну+тирозину, г	0,93	0,93	0,54
Вміст треоніну, г	0,62	0,62	0,24

## Продовження таблиці 3.1

Вміст триптофану, г	0,15	0,15	0,08
Вміст валіну, г	0,78	0,78	0,34
Співвідношення поліненасичених жирних кислот W6:W3	10:1	10:1	16:1
Вміст поліненасичених жирних кислот W6	4,8	4,8	0,66
Вміст поліненасичених жирних кислот W3	0,48	0,48	0,04
Співвідношення полісахаридів і рослинних волокон (клітковини), рослинного волокна (пектину)	1:0,05:0,05	1:0,05:0,05	2:0,05:0
Полісахариди	42,6	42,6	36,80
Рослинні волокна клітковини	4,3	4,3	0,99
Рослинні волокна пектини	4,3	4,3	-

Аналіз табличних даних засвідчив, що традиційне здобне печиво характеризується дефіцитом білка, особливо — в частині замінних і незамінних амінокислот. Також спостерігається недостатній вміст вуглеводів, зокрема полісахаридів і пектинових сполук. Натомість вміст жиру значно перевищує рекомендовані значення, а співвідношення між омега-6 та омега-3 жирними кислотами є суттєво порушеним — перших недостатньо, тоді як других надлишок.

З огляду на виявлену диспропорцію в нутрієнтному складі, виникає потреба у використанні інгредієнтів, здатних збалансувати хімічний профіль готового продукту. Одним із перспективних джерел цінних нутрієнтів, що може слугувати для збагачення рецептури, є насіння чіа.

### 3.2. Застосування насіння чіа для покращення нутрієнтного складу здобного печива

Впровадження інгредієнтів з високою біологічною цінністю, таких як насіння чіа, до рецептур здобного печива вимагає системного підходу до аналізу та побудови технологічного процесу. Саме тому виробничу схему було представлено у вигляді великої технологічної системи (рис. 3.1), яка включає низку логічно пов'язаних підсистем.

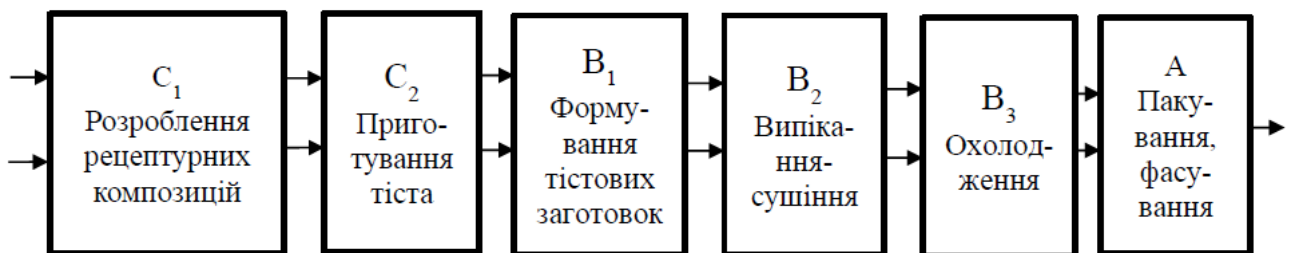


Рис. 3.1. Схематичне представлення технології печива як цілісної виробничої системи

#### Підсистеми технологічного процесу включають:

- C<sub>1</sub> – створення рецептурного складу виробу;
- C<sub>2</sub> – процес замішування тіста;
- B<sub>1</sub> – формування тістових заготовок;
- B<sub>2</sub> – термічна обробка (випікання і сушіння);
- B<sub>3</sub> – охолодження готових виробів;
- A – етапи пакування та фасування продукції.

### 3.3. Вибір раціонального дозування насіння чіа в печиві на цукрі та фруктозі

Традиційне здобне печиво, зокрема пісочно-відсадного типу, містить значну частку жирів і цукру, що знижує його біологічну цінність. Основні

етапи його виготовлення включають підготовку сировини, приготування тіста, формування, термічну обробку, охолодження й пакування.

Під час створення нових продуктів доцільно розглядати **розроблення рецептури** як окрему підсистему ( $C_1$ ) загальної технологічної системи. Для формалізації підходу до складання рецептур було побудовано параметричну модель (рис. 3.2), де виділено:

- **Некеровані параметри**  $h_1, h_2, \dots, h_n$  — якість вихідної сировини (борошно, масло, цукор, меланж, чіа, ванільна пудра, розпушувачі);
- **Керовані параметри**  $x_1, x_2, \dots, x_n$  — кількісне співвідношення інгредієнтів у рецептурі;
- **Цільовий показник**  $y$  — рівень органолептичної оцінки готового виробу (у балах).

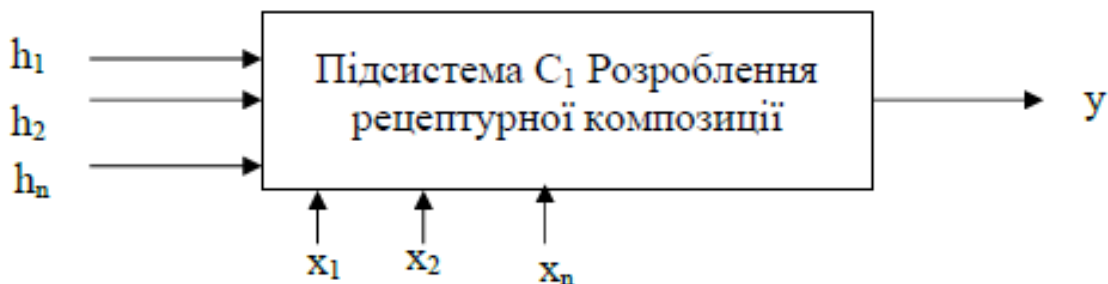


Рис. 3.2. Параметрична модель підсистеми  $C_1$ : розробка рецептури здобного печива з додаванням насіння чіа

У ході дослідження змінювали лише одну змінну — **кількість насіння чіа**, щоб визначити оптимальне дозування, яке б дозволило покращити харчову цінність виробу без втрати органолептичної якості.

На початковому етапі було виготовлено серію дослідних зразків печива, рецептури яких подано у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

## Рецептурні композиції печива з насінням чіа

Найменування сировини	Печиво на цукрі білому з насінням чіа. дозування насіння чіа до маси борошна			Печиво на фруктозі з насінням чіа кількість насіння чіа 20 %
	10%	20%	30%	
Борошно пшеничне в/с	90,00	90,00	90,00	100,00
Цукрова пудра	30,00	30,00	30,00	-
Фруктоза	-	-	-	36,40
Масло вершкове 82%	50,00	50,00	50,00	54,50
Меланж	8,00	8,00	8,00	16,40
Ванільна пудра	0,57	0,57	0,57	0,50
Вуглеамонійна сіль	0,15	0,15	0,15	0,18
Насіння чіа	9,00	18,00	27,00	20,00
Всього	187,72	196,72	205,72	228,07

Органолептичні властивості дослідних зразків печива були проаналізовані та узагальнені в таблиці 3.3. Важливо звернути увагу, що згідно з вимогами ДСТУ на печиво [44], характеристика смаку й аромату надається у спільній позиції. Однак при розробці нових рецептурних композицій доцільно оцінювати ці характеристики окремо, оскільки використання нетрадиційної сировини може впливати на смак і запах по-різному — наприклад, спричиняти приємний смак при небажаному ароматі або навпаки.

На етапі формування нових виробів також важливо надавати оцінку структурі тіста саме органолептичним способом. У випадку рецептур, які показують найкращі результати, структура тіста додатково вивчається за допомогою інструментальних методів.

Результати оцінки показали, що зразок печива на основі цукру з дозуванням насіння чіа 20% від маси борошна продемонстрував найвищі органолептичні показники. Саме тому в рецептурі печива з використанням фруктози було застосовано аналогічне дозування насіння чіа (таблиця 3.2). Подальший аналіз органолептики підтвердив ефективність такого дозування (таблиця 3.3).

Варто також підкреслити, що у варіанті з фруктозою співвідношення інгредієнтів відрізняється від рецептури на цукрі. Це пояснюється встановленим раніше фактом, що фруктоза негативно впливає на структурну цілісність тіста. Щоб компенсувати це явище й забезпечити структурні властивості, наближені до зразків на цукрі білому, масу пшеничного борошна було збільшено на 10%. Тобто, якщо в базовому рецепті використовувалося 100 г борошна, то для варіанту з фруктозою – 110 г. Для коректного порівняння рецептуру було перераховано на базу 100 г борошна, як наведено у таблиці 3.2. Надалі всі дослідження проводилися саме для цього складу.

Органолептичні характеристики відіграють ключову роль для споживачів в Україні, тому було проведено оцінку впливу додавання насіння чіа та фруктози. Дані, наведені у таблиці 3.3, свідчать, що печиво з 20% насіння чіа має хороші споживчі властивості, хоча деякі дегустатори відзначили легке хрускотіння насіння, що може сприйматися неоднозначно.

Фруктоза, у свою чергу, дещо змінює смакову палітру та відтінок виробу — печиво стає світлішим і має характерний солодкий післясмак, але в цілому його оцінка була позитивною.

Для подальших етапів було обрано такі три зразки:

- Контрольний зразок – здобне печиво «Листики»;
- Зразок з чіа (20%) – печиво на основі цукру з насінням чіа в дозуванні 20% від маси борошна;
- Зразок з чіа (20%) на фруктозі – аналогічне дозування, але з використанням фруктози як підсолоджувача.

Таблиця 3.3.

## Органолептична оцінка печива

Показник	10% чіа (цукор)	Оцінка	20% чіа (цукор)	Оцінка	30% чіа (цукор)	Оцінка	20% чіа (фруктоза)	Оцінка
Смак	Смак, притаманний даному виробу, помірно солодкий, без сторонніх присмаків. Відчувається легко потріскування насіння чіа.	5	Смак, властивий печиву, помірна солодкість, без сторонніх присмаків. Легке потріскування насіння чіа.	4	Смак у межах допустимого, помірна солодкість. Потріскування насіння чіа відчутне значно.	3	Смак, притаманний фруктозі, солодкий, зі специфічним післясмаком. Легке потріскування насіння чіа.	4
Запах	Характерний аромат ванілі, типовий для виробу.	5	Типовий аромат ванілі, характерний для печива.	5	Наявний типовий запах ванілі.	5	Типовий запах ванілі, властивий для виробу.	5
Колір	Золотисто-жовтий відтінок.	5	Золотисто-жовтий колір.	5	Колір ближчий до коричнево-жовтого.	4	Колір світліший, ніж у зразків з цукром.	4
Форма	Форма правильна, округла, краї рівні.	5	Форма правильна, округла, з рівними краями.	5	Форма правильна, краї рівні.	5	Округла форма, краї чіткі.	5
Стан поверхні	Поверхня без пухирців, вкраплення чіа майже рівномірні.	4	Видимі вкраплення насіння чіа розподілені рівномірно.	5	Поверхня з чітко видимими вкрапленнями насіння чіа.	4	Поверхня рівна, вкраплення насіння рівномірно розподілені.	5
Вигляд у розломі, пропеченість	Пропечене, пористість рівномірна, порожнини відсутні.	5	Однорідна пористість, повна пропеченість, без порожнин.	5	Структура рівномірна, порожнини не спостерігаються.	5	Добре пропечене, рівномірна пористість, без пустот.	5
Консистенція	Тісто щільне, трохи липне до рук.	4	Тісто щільне, не липне до рук.	5	Тісто щільне, не липне до рук.	5	Консистенція щільна, не липне до рук.	5
∑ оцінка	-	33	-	34	-	31	-	33

Для більш кращого представлення оцінки показників якості було створено профілограми печива, наведених на рис.3.3.

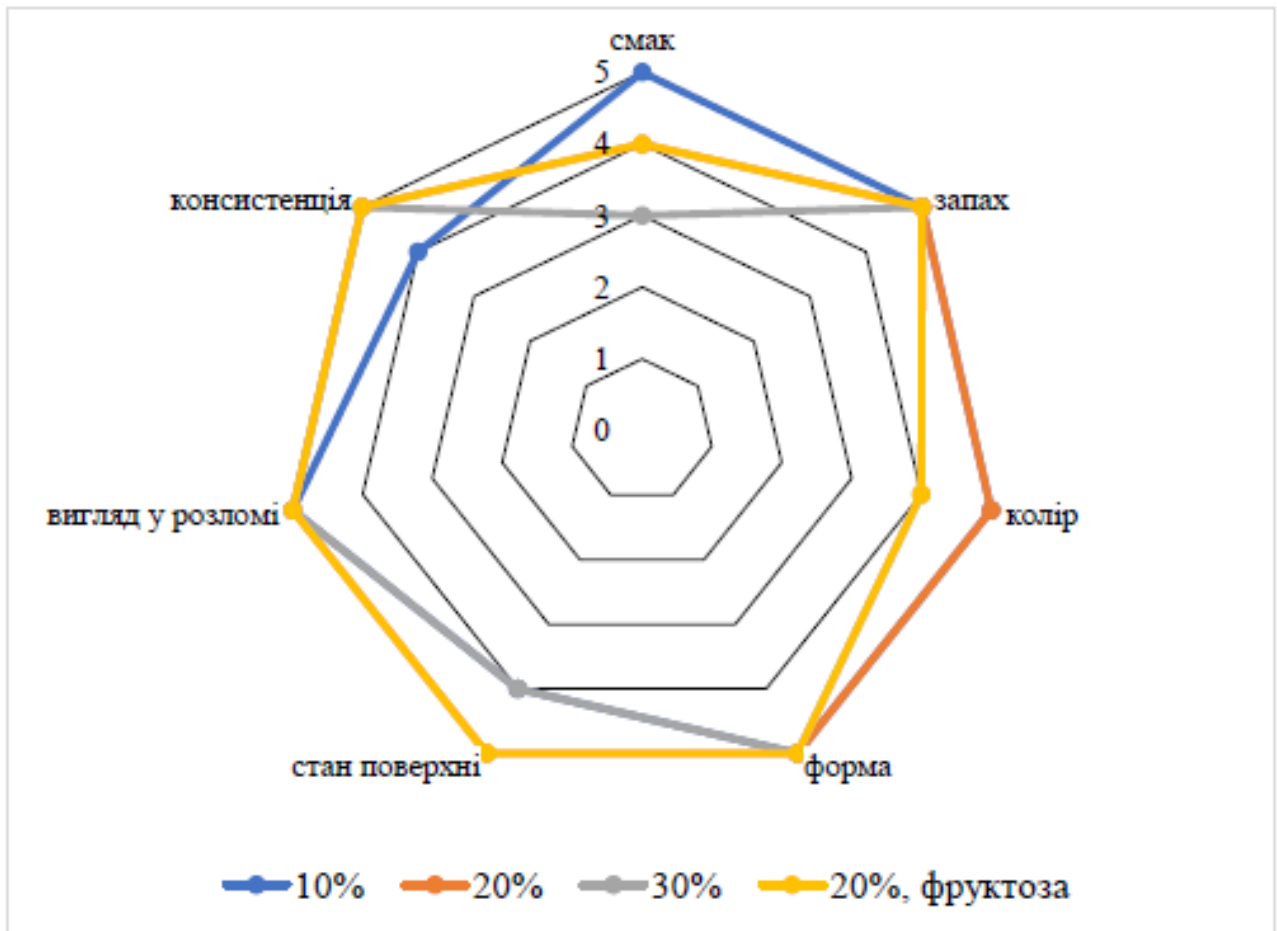


Рис 3.3. Профілограми органолептичних показників печива

За підсумками органолептичної оцінки, відображеної у таблиці 3.3 та рисунку 3.3, можна стверджувати, що використання насіння чіа в кількості 30% не є оптимальним. Найкращі результати було зафіксовано для зразків із вмістом чіа 10% та 20% відповідно до маси борошна. З огляду на те, що насіння чіа є цінним джерелом біологічно активних речовин, доцільним виявилось використання саме 20% цього компонента. Саме таке дозування було застосовано у зразках печива, виготовлених на основі фруктози. Подальші етапи дослідження виконувались саме для рецептур з вмістом 20% насіння чіа.

### 3.2. Дослідження структурних показників та процесу термооброблення печива насінням чіа

У кожній стадії технологічного процесу приготування здобного печива відбуваються фізико-хімічні перетворення, що визначають споживчі

властивості кінцевого продукту. Введення нових інгредієнтів у рецептуру, зокрема таких як насіння чіа, може змінювати характеристики тіста та умови випікання. У зв'язку з цим виникає потреба у коригуванні параметрів процесу і проведенні відповідних експериментальних досліджень.

На рисунку 3.4 представлено параметричну модель підсистеми замішування тіста, яка дозволяє системно оцінити вплив сировинних факторів на якість тіста. Модель включає як некеровані чинники (властивості сировини), так і керовані (масові частки компонентів), що дозволяє ефективно прогнозувати якісні показники сформованої маси.

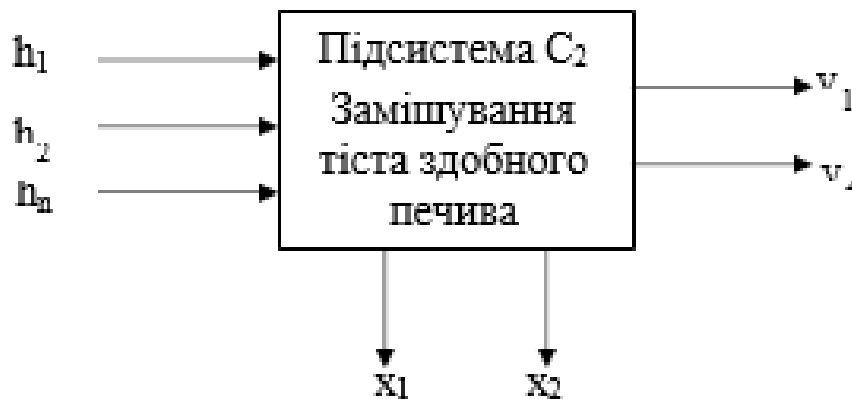


Рис. 3.4. Параметрична схема підсистеми замішування тіста для здобного печива

**Некеровані фактори:**

$h_1, h_2, \dots, h_n$  – якісні характеристики рецептурних інгредієнтів після їх підготовки до виробничого процесу.

**Керовані фактори:**

$x_1$  – температура процесу замішування, °С;

$x_2$  – тривалість замішування, хв.

**Вихідні параметри:**

$u_1$  – густина тіста, кг/см<sup>3</sup>;

$u_2$  – гранична напруга зсуву, Па.

Фруктоза, як альтернатива традиційному цукру, раніше вже застосовувалася у створенні різноманітних рецептур борошняних кондитерських виробів, що дозволило адаптувати існуючі технологічні схеми з урахуванням її властивостей. На основі попереднього досвіду було здійснено відповідне коригування рецептури.

Тісто, сформоване із використанням фруктози, характеризується вираженими пластично-в'язкими властивостями та не прилипає до рук, що є позитивною технологічною характеристикою. З метою підвищення біологічної цінності, а також зменшення глікемічного навантаження, до складу дослідних зразків включено 20% насіння чіа.

На основі практичних спостережень встановлено, що введення насіння чіа не потребує зміни стандартних параметрів замішування тіста, оскільки цей інгредієнт вноситься на завершальному етапі процесу. Відтак вплив на структуроутворення в процесі замішування є незначним.

До основних технологічних показників, які характеризують стан тіста, належать вологість, густина та гранична напруга зсуву. Результати досліджень відповідних зразків наведено в таблиці 3.4 та на рисунку 3.5.

Таблиця 3.4

## Масова частка води та густина тіста здобного печива

Показники	Контрольний зразок	Печиво з чіа на цукрі	Печиво з чіа на фруктозі
Масова частка води, %	17.0	16.6	16.5
Густина, кг/см <sup>3</sup>	1147.5	1135.5	1122.5

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що додавання насіння чіа у кількості 20% практично не впливає на густину тіста. Встановлена різниця між показниками густини тіста контрольного зразка та тіста із вмістом чіа на цукрі білому становить близько 1%, що перебуває в межах допустимої експериментальної похибки. Таким чином, зміна рецептурного складу за рахунок включення насіння чіа не потребує коригування режимів замішування з точки зору густини тіста.

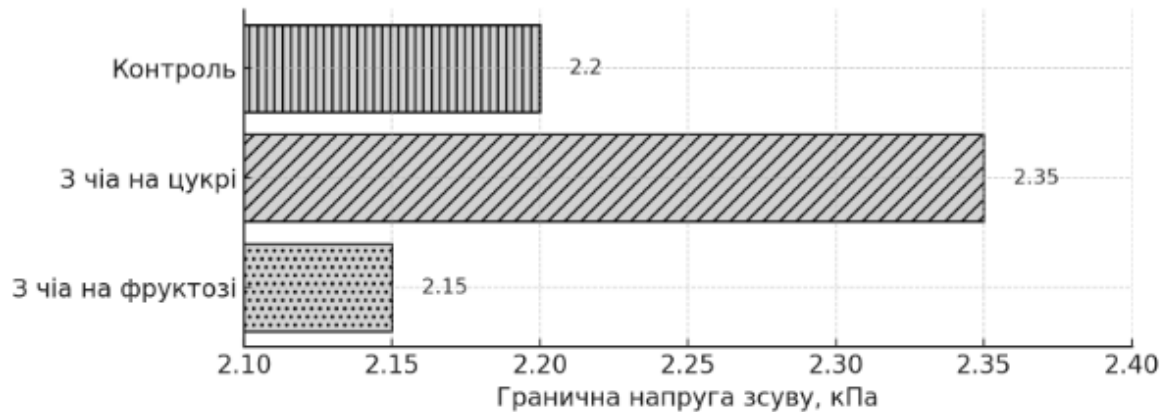


Рис. 3.5. Гранична напруга зсуву тіста здобного печива

На основі результатів, поданих на рисунку 3.5, можна зробити висновок, що гранична напруга зсуву тіста змінюється залежно від типу використаного підсолоджувача. Найвищий показник зафіксовано у зразка з насінням чіа на цукрі – 2,35 кПа, що свідчить про підвищену структурну стабільність тіста.

Контрольний зразок мав граничну напругу зсуву 2,20 кПа, а найнижче значення – у зразка з фруктозою (2,15 кПа), що може пояснюватися її впливом на ослаблення структурної сітки тіста. Таким чином, заміна цукру на фруктозу дещо зменшує опір тіста до зсуву, хоча ці зміни не критичні з технологічної точки зору.

Процес термічної обробки здобного печива є складним і включає два взаємопов'язаних етапи — випікання та сушіння, які утворюють єдиний комбінований технологічний процес. Саме на цьому етапі відбувається остаточне формування ключових характеристик готового виробу, таких як структура, колір, текстура та ароматичний профіль. Оптимізація цього етапу має вирішальне значення для досягнення високих споживчих якостей. Основними регульованими параметрами, що впливають на результат термообробки, є температура і тривалість процесу (рис. 3.6). Залежно від типу сировини та рецептурних особливостей, ці параметри можуть коригуватись для забезпечення найкращих органолептичних і структурних властивостей печива.



Рис. 3.6. Параметрична схема підсистеми термооброблення здобного печива

Не керований фактор

$h_1$ , – якість відформованих тістових заготовок;

Керовані фактори

$x_1$  – температура термооброблення, °C;  $x_2$ , – тривалість термооброблення, хв;

Вихідні параметри

$y_1$  – втрата маси під час термооброблення, %;  $y_2$  – органолептичні показники, бали.

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що необхідності в коригуванні параметрів термічної обробки здобного печива за умов використання насіння чіа не виявлено. Водночас, згідно з попередніми науковими публікаціями, доведено, що фруктоза сприяє зменшенню тривалості випікання та сушіння борошняних кондитерських виробів у порівнянні з цукром-піском. Це пояснюється високою реакційною здатністю фруктози, яка, зокрема, активніше вступає в реакції меланоїдиноутворення, прискорюючи процеси забарвлення та утворення ароматичних сполук.

У запропонованій рецептурі здобного печива на фруктозі передбачено збільшення частки пшеничного борошна, що могло б підвищити щільність структури тіста. Однак присутність гідрофільного компонента — насіння чіа — певною мірою компенсує це, завдяки чому тривалість термообробки знижується приблизно на 5% порівняно з контрольним зразком, без погіршення якості кінцевого продукту.

Для ефективної організації технологічного процесу критично важливим є визначення рівня втрат маси під час термічного оброблення, оскільки цей

показник безпосередньо впливає на вихід готової продукції, її консистенцію, вологість та товарний вигляд. З огляду на високу здатність насіння чіа утримувати вологу, було доцільно окремо дослідити його вплив на рівень вологості як тіста, так і готового виробу, а також на загальні втрати маси в процесі термообробки.

Результати досліджень щодо втрати маси при термообробці наведено в таблиці 3.5

Таблиця 3.5

## Втрата маси при випіканні-сушінні та охолодженні

Показники	Печиво		
	Контроль	Печиво з чіа на цукрі	Печиво з чіа на фруктозі
Втрата маси під час термооброблення та охолодження			
Упікання, %	13,85	12,9	12,5
Втрата маси під час охолодження, %	0,75	0,6	0,74
Загальна, %	14,6	13,5	13,24

Зменшення масових втрат під час термообробки (випікання-сушіння) здобного печива, до складу якого введено насіння чіа, може бути обґрунтовано високою водопоглинальною здатністю даного інгредієнта. Насіння чіа має властивість активно абсорбувати та утримувати значну кількість вологи, що забезпечує зменшення випаровування води в процесі термічного впливу.

Особливо помітне зниження загальних масових втрат спостерігалось у зразку здобного печива на фруктозі з додаванням чіа, що можна пояснити подвійним ефектом: по-перше, гідрофільною природою насіння чіа, а по-друге, високою гігроскопічністю самої фруктози. У порівнянні з сахарозою, фруктоза характеризується підвищеною здатністю до утворення водневих зв'язків із молекулами води, що сприяє більш ефективному зв'язуванню вологи у структурі тіста та, відповідно, зменшенню її втрати під час термооброблення.

### 3.3. Визначення фізико-хімічних і структурних показників здобного печива з насінням чіа

Фізико-хімічні показники є важливими для загальної якості харчових продуктів, а також для виробництва. За ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови» нормуються такі показники як масова частка вологи, лужність та намочуваність. Для визначення загальної якості печива важливим показником є густина (питомий об'єм) тіста і печива та міцність печива (табл.3.6).

Таблиця 3.6

Структурні та фізико-хімічні показники досліджуваних зразків печива

Фізико-хімічні показники	Печиво		
	Контроль	Печиво з чіа	Печиво з чіа на фруктозі
Масова частка вологи, %	4,9	4,35	4,97
Лужність, град	1,7	1,67	1,44
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100г	194,6	211,52	182,95
Намокаємість, %	163,5	160,37	159,72

Аналіз отриманих даних свідчить, що у зразку здобного печива з насінням чіа, виготовленому на основі цукру білого, масова частка вологи зменшилася приблизно на 0,4% у порівнянні з контрольним зразком. У зразку, виготовленому з використанням фруктози, навпаки, цей показник зріс на 0,2%. Така різниця в показниках зумовлена, з одного боку, здатністю насіння чіа абсорбувати вологу, а з іншого — особливостями самої фруктози. Оскільки для зразків на фруктозі тривалість термічної обробки була скорочена приблизно на 5%, це сприяло збереженню вологи в готовому виробі. Зменшення тривалості термооброблення пов'язане з інтенсивнішим утворенням темнозбарвлених

меланоїдних сполук, адже фруктоза значно активніше вступає в реакції меланоїдиноутворення порівняно із сахарозою.

Лужність у складі борошняних виробів є небажаним показником, адже її підвищення змушує організм витратити більше шлункового соку на нейтралізацію, що ускладнює процес травлення. Дослідження показали, що як насіння чіа, так і фруктоза мають позитивний вплив на зменшення лужності готового продукту, покращуючи тим самим його фізіологічну безпечність.

Намочуваність є опосередкованим показником пористості виробу. Вона залежить від здатності печива поглинати воду при зануренні у неї за стандартних умов. Цей показник також пов'язаний із такими органолептичними характеристиками, як крихкість і структура м'якушки. Було встановлено, що при додаванні насіння чіа намочуваність змінюється не суттєво, однак у зразку на фруктозі вона виявилась значно нижчою — що, ймовірно, пояснюється зміненими структурними властивостями тіста під впливом фруктози.

Питомий об'єм виробів, який безпосередньо характеризує рівень їхньої пористості, виявився найвищим у зразку з насінням чіа на цукрі, тоді як у зразку на фруктозі він трохи нижчий за контроль, проте ці відмінності не є критичними.

Щодо міцності, яка вказує на здатність виробу зберігати свою цілісність під час транспортування та пакування, встановлено: додавання насіння чіа незначною мірою вплинуло на цей показник. Усі зразки мали прийнятний рівень міцності, що свідчить про їх задовільну механічну стабільність без надлишкової крихкості.

Загалом, додавання насіння чіа у кількості 20% як до рецептури на цукрі, так і до рецептури на фруктозі, дозволяє поліпшити харчову цінність печива без істотного погіршення його фізико-хімічних чи органолептичних показників.

Характеристику цих показників наведено на рис.3.7 (а, б).

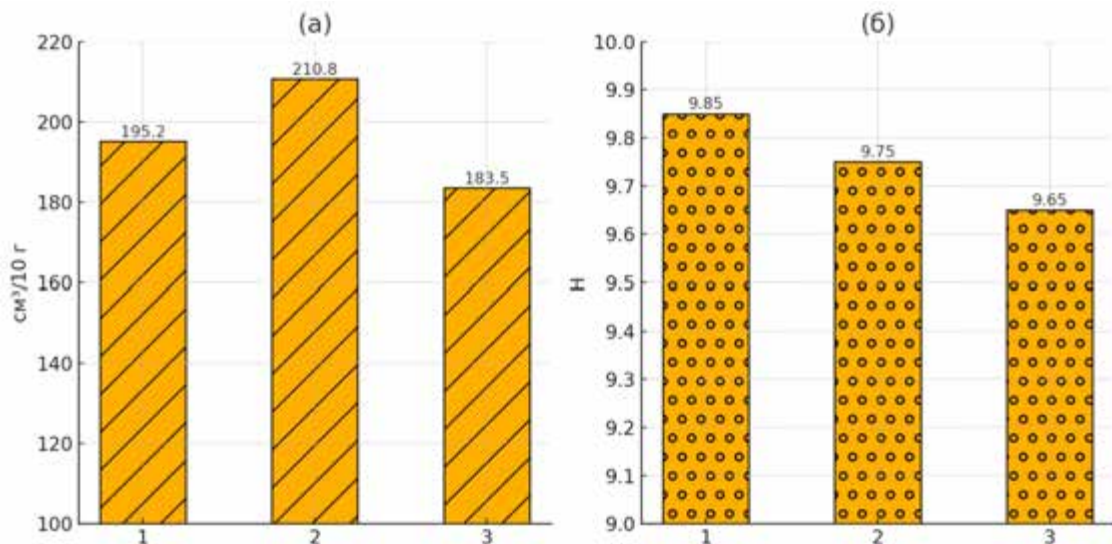


Рис. 3.7. Питомий об'єм (а), міцність (б) печива: 1 - контроль; 2 - з насінням чіа; 3 – на фруктозі з чіа

У зразку печива, до складу якого було включено насіння чіа та використано цукор білий, питомий об'єм виявився вищим порівняно з контрольним зразком. Це може бути зумовлено наявністю в рецептурі гідрофільних компонентів, зокрема насіння чіа, які утримують вологу та формують більш розпушену структуру. Натомість у печиві на фруктозі з чіа спостерігається дещо знижений питомий об'єм, що можна пояснити як зміною рецептурного складу (зменшенням жиру), так і особливостями дії фруктози на фізичні характеристики тіста.

Міцність зразків печива, визначена інструментально, коливалася в межах допустимих значень і істотно не відрізнялася від контрольного зразка. Це свідчить про збереження бажаних споживчих властивостей — зокрема, оптимального поєднання крихкості та стійкості до ламання, що є важливим чинником при фасуванні, транспортуванні та зберіганні.

З метою дослідження збереження якості готової продукції протягом строку реалізації, було проведено контроль фізико-хімічних показників після зберігання печива у поліпропіленовій упаковці за температури  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$  впродовж одного календарного місяця. Отримані результати дозволили оцінити стабільність рецептурної композиції з насінням чіа в умовах типової реалізації продукту. Результати наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Показник	Печиво		
	контроль	з чіа на цукрі	з чіа на фруктозі
Вологість, %	5,5	4,8	6,1
Намокаємість, %	154	159	118
Міцність, Н	9,3	9,2	6,2

Проведений аналіз свідчить, що після місячного зберігання здобного печива у поліпропіленовій упаковці за стандартних умов температура ( $18 \pm 2$ ) °С, у всіх досліджених зразках відбувається зростання вологості. Одночасно спостерігається зниження таких важливих показників, як намочуваність та міцність.

У випадку контрольного зразка та печива з насінням чіа, виготовленого на цукрі, ці зміни виявилися мінімальними та відповідали типовим закономірностям, які виникають під час зберігання хлібобулочних та кондитерських виробів. Такі зміни не мали критичного впливу на структуру й якість продукції.

Натомість у зразку печива з чіа, виготовленому на основі фруктози, зміни були більш вираженими. Вологість зросла більш ніж на півтора відсотка, зниження здатності до намокання сягнуло понад третину, а міцність печива зменшилась приблизно на третину стандартного значення. Подібні зміни пояснюються особливими властивостями фруктози: вона має вищу гігроскопічність, ніж цукор, та здатна поглинати й утримувати більше вологи з навколишнього середовища.

Окрім того, фруктоза в рецептурі чинить вплив на структурно-механічні властивості тіста, що проявляється у його більшій крихкості та меншій щільності готового виробу після зберігання.

## РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

### 4.1. Розрахунок та оцінювання нутрієнтного складу здобного печива з насінням чіа на відповідність до «ідеального» продукту

Оцінювання нутрієнтного складу виробу на відповідність до «ідеального» продукту складаємо таблицю по першому, другому та третьому рівням ієрархічного дерева ( табл 4.1).

Таблиця 4.1

#### Нутрієнтний склад печива з насінням чіа на цукрі та фруктозі

Нутрієнт	Нутрієнтний склад печива з насінням чіа	
	на цукрі білому	на фруктозі
1	2	3
І рівень		
Білки, г	8,12	8,2
Жири, г	28,23	25,11
Вуглеводи, г	56,69	55,17
II рівень		
Співвідношення незамінних: замінних амінокислот	1:1,69 (36:61,6)	1:1,71 (36:62,5)
Вміст незамінних амінокислот, г	2,86	2,85
Вміст замінних амінокислот, г	4,83	4,91
Співвідношення насичених: мононенасичених: поліненасичених жирних кислот	4,8:2,3:1	4,2:2:1
Вміст насичених жирних кислот, г	19,26	16,3
Вміст мононенасичених жирних кислот, г	9,26	7,85
Вміст поліненасичених жирних кислот, г	4,05	3,93
Співвідношення моно- і дисахаридів: органічних кислот: полісахаридів	20:0:37	17:0:39
Вміст моно- і дисахаридів, г	20,16	16,61
Вміст органічних кислот, г	-	-
Вміст полісахаридів, г	36,76	38,8

Продовження таблиці 4.1

III рівень		
1	2	3
Вміст ізолейцину, г	0,36	0,36
Вміст лейцину, г	0,65	0,66
Вміст лізину, г	0,31	0,31
Вміст метіоніну+цистину, г	0,35	0,34
Вміст фенілаланіну+тирозину, г	0,64	0,65
Вміст треоніну, г	0,29	0,29
Вміст триптофану, г P <sup>7</sup>	0,12	0,12
11		
Вміст валіну, г P <sup>8</sup>	0,41	0,41
11		
Співвідношення поліненасичених жирних кислот W <sub>6</sub> :W <sub>3</sub>	1:1,5	1:1,6
Вміст поліненасичених жирних кислот W <sub>6</sub>	1,18	1,15
Вміст поліненасичених жирних кислот W <sub>3</sub>	1,82	1,84
Співвідношення полісахаридів і рослинних волокон (клітковини), рослинного волоконна (пектину)	0,42:0,05:0	0,43:0,05:0
Полісахариди	36,76	37,5
Рослинні волокна клітковини	4,33	4,4
Рослинні волокна пектини	-	-

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, що у збагаченому насінням чіа зразку здобного печива відбулися позитивні зміни у складі нутрієнтів. Зокрема, відзначено незначне, але важливе підвищення вмісту білка — майже на 1 грам на 100 грамів продукту. Аналогічна тенденція простежується і щодо вмісту незамінних амінокислот, що свідчить про покращення білкової якості виробу.

Окрему увагу варто звернути на вуглеводний профіль. Загальна кількість вуглеводів зменшилася приблизно на 14 грамів на 100 грамів печива, що зумовлено в першу чергу зменшенням вмісту полісахаридів. Водночас значно

зросла кількість клітковини — майже у 4,5 раз. Це свідчить про істотне покращення функціональної та дієтичної цінності продукту.

Що стосується жирової складової, то її загальний вміст майже не зазнав змін.

Однак структура жирних кислот змінилася у позитивному напрямку: зменшилася кількість насичених жирних кислот, а кількість поліненасичених жирних кислот (особливо омега-3) — зросла. Попри це, співвідношення W6 : W3 залишилось неідеальним і потребує подальшого коригування.

З огляду на результати, можна дійти висновку, що оптимізація рецептури здобного печива має включати зниження загального вмісту жиру. На основі результатів попередніх досліджень (джерела [15, 16, 18, 20]), доцільним є використання гелю з насіння чіа як заміника жиру (масла чи маргарину) в рецептурі. Такий підхід дозволяє не лише знизити калорійність продукту, а й покращити його текстуру, підвищити рівень харчових волокон і ПНЖК, та зменшити глікемічний вплив.

#### **4.2. Застосування гелю з насіння чіа в технології здобного печива**

У процесі оцінювання хімічного складу здобного печива з додаванням насіння чіа було встановлено, що виріб характеризується підвищеним вмістом жиру. З огляду на актуальні тенденції до формування здорового харчування, надмірна кількість ліпідів є небажаною, оскільки призводить до підвищеної енергетичної цінності продукту та зниження його дієтичної цінності.

У зв'язку з цим наступним етапом дослідження стало завдання зниження вмісту жиру в рецептурі здобного печива. Основним методом вирішення цієї проблеми було обрано часткову або повну заміну традиційного жирового компонента — маргарину — на гель, виготовлений з насіння чіа.

Згідно з проведеним аналітичним оглядом наукових джерел, гель з насіння чіа вже успішно використовувався в рецептурах різноманітних харчових продуктів, серед яких: хліб, кекси, йогурти, кремowo-збивні цукерки, м'ясні вироби, зокрема ковбаси. Такі роботи свідчать про функціональну ефективність чіа-гелю як структуроутворювача, вологоутримувача та джерела біологічно активних речовин.

Найбільш поширеним і визнаним серед дослідників способом приготування гелю з насіння чіа є гідратація у співвідношенні *насіння : вода = 1 : 10*. Після витримування суміші протягом певного часу (зазвичай 30–60 хвилин при кімнатній температурі), насіння набухає і формує однорідну гелеподібну масу. Для подальшого застосування, зокрема в рецептурах печива, раціональним вважається використання гелю, попередньо відокремленого від насіння, що забезпечує кращу однорідність тіста та більш делікатну консистенцію готового виробу.

Першим етапом у процесі створення модифікованої рецептури здобного печива було використання гелю з насіння чіа як функціонального інгредієнта для часткової заміни жирової складової. Згідно з попередніми дослідженнями та літературними джерелами, оптимальне співвідношення для приготування гелю становить 1:10 (насіння : вода). Такий гідромодуль забезпечує утворення гомогенної гелеподібної маси, яка може бути використана як повноцінний структуроутворювач і водозв'язуючий агент.

На цьому етапі дослідження було проведено заміну 25% та 50% загальної кількості вершкового масла гелем із насіння чіа, приготовленим у зазначеному співвідношенні. На відміну від деяких інших підходів, у даній роботі гель не був відокремлений від насіння, оскільки самі насінини є джерелом цінних нутрієнтів, таких як омега-3 жирні кислоти, харчові волокна, мікроелементи та антиоксиданти. Крім того, було виявлено, що включення цілих насінин чіа позитивно впливає на органолептичні характеристики готового виробу — зокрема, на смакові відчуття, зовнішній вигляд та текстуру.

Модифіковані рецептури виробів з частковою заміною жиру на гель з насіння чіа наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Рецептура печива з гелем насіння чіа, гідромодуль 1:10, з заміною 20% на 40% жиру

Сировина	№1 (25%)	№2 (50%)
Борошно пшеничне в/с	100+40	100+70
Цукрова пудра	38	38

Маргарин 73%	40	35
Меланж	16	16
Розпушувач тіста	2	2
Ванільний цукор	2	2
Гель чіа	15	30

Приготування гелю з насіння чіа та тіста для печива. Для приготування гелю з насіння чіа у прозорій ємності змішували 10 г насіння чіа та 100 г води ( $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Суміш залишали для набухання щонайменше на 3 години до утворення однорідної гелеподібної маси та повного набухання всіх насінин (рис. 4.1: а, б).



Рис. 4.1 – а) гель з насіння чіа : вода = 1:10; б) гель з цукровою пудрою

Приготування тіста. Цукрову пудру, розм'якшений маргарин та гель чіа збивали у мисці протягом 4 хвилини. Потім додавали меланж і продовжували збивання ще 2 хвилини. В окремій ємності змішували 100 г пшеничного борошна, розпушувач і ванільний цукор. Після цього всі інгредієнти об'єднували і замішували до отримання тіста однорідної консистенції, яке не прилипає до рук.

Під час приготування зразка №1 (25% заміни жиру гелем) було додано ще 50 г борошна для досягнення більш густої структури тіста. Для зразка №2 (50%) додавали 80 г борошна. У обох випадках тісто виходило еластичним, трохи липким (можливе налипання на формуючі елементи). З метою покращення

формування тісто охолоджували у холодильнику протягом 2 годин. Однак для промислового виробництва такий підхід є енергозатратним та уповільнює технологічний процес.

Випікання-сушіння печива. Зразки печива випікали при температурі 210–220°C протягом 8–10 хвилин в електричній духовці. Органолептична оцінка виробів Печиво вийшло добре розпушеним, світлого кольору, з зовнішнім виглядом, схожим на пряники або бублики. Насіння чіа у готових виробах не хрумтіло, оскільки воно було попередньо гідратоване та входило до складу гелю.



Рис. 4.2. Зразок печива №1 з заміною 25% жиру

Зразок №2 структурою більш подібний до зразка №1, але недостатньо шарувата, більш щільна, поверхня гладка, печиво збільшилось в об'ємі в 1,5 рази, не дуже солодке.



Рис. 4.3. Зразок печива №2 з заміною 50% жиру

Отримані результати досліджень свідчать, що використання гелю з насіння чіа в рецептурах здобного печива без попереднього відділення слизової фази супроводжується необхідністю істотного збільшення кількості сухих інгредієнтів, зокрема пшеничного борошна. Така технологічна вимога зумовлена високою вологістю гелю, отриманого за гідромодулем 1:10, що, у свою чергу, впливає на структурні характеристики тіста і готових виробів.

Збільшення частки борошна в складі виробів призводить до:

- зменшення харчової та біологічної цінності продукту;
- погіршення фізико-хімічних показників (надмірна щільність тіста, зниження питомого об'єму);
- негативного впливу на органолептичні властивості (надлишкова борошністість, суха консистенція, зменшення розсипчастості).

Таким чином, пряме використання гелю з насіння чіа у здобному печиві без додаткової підготовки не є технологічно доцільним. Доцільним є або попереднє відділення гелевої фракції від насіння чіа, або застосування концентрованішої форми гелю (із зменшеним гідромодулем), або використання мікронізованої пасти з насіння чіа. Зазначений підхід дозволить покращити реологічні властивості тіста, зберегти харчову цінність сировини та забезпечити стабільну якість готових виробів.

Наступним кроком дослідження стало виготовлення здобного печива з використанням гелю з насіння чіа, підготовленого з меншою кількістю води.

Було сформовано три варіанти гелю зі співвідношенням насіння чіа до води: 1:3, 1:4 та 1:5. Для кожного зразка розроблено відповідну рецептуру тіста, адаптовану до особливостей вологості гелю. Параметри рецептур були підібрані з урахуванням необхідності збереження технологічних властивостей тіста та забезпечення прийнятної якості готового продукту. Збалансування кількості сухих і рідких інгредієнтів дозволило краще адаптувати рецептури до нових умов. Самі рецептури з урахуванням варіацій гідромодулів наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

## Рецептури печива з різним гідромодулем гелем чіа

Сировина	№3 (1:3)	№4 (1:4)	№5 (1:5)
Борошно пшеничне в/с	110	130	140
Цукрова пудра	38	38	38
Маргарин 73%	25	25	25
Меланж	17	17	17
Розпушувач тіста	2	2	2
Ванільний цукор	2	2	2
Гель чіа	30	30	30

Тісто для нових зразків готували за аналогічною методикою, як і в попередньому дослідженні, однак із внесенням коригувань до кількості борошна для досягнення бажаної консистенції. Так, при приготуванні зразка №3 (гідромодуль 1:3) до базової рецептури додатково ввели 20 г борошна з метою отримання тіста з належними формоутворюючими властивостями. Для зразків №4 (1:4) та №5 (1:5) було додано відповідно 40 г та 50 г борошна, оскільки вихідне тісто з 100 г борошна було надто липким для формування.

Консистенція тіста в зразку №3 виявилася більш сухою, тоді як тісто зразків №4 та №5 – м'якшою, що, ймовірно, обумовлено різною вологістю гелю при відповідних гідромодулях. Попри це, усі зразки мали хорошу еластичність, легко формувались та не втрачали цілісності під час обробки.

Випікання здійснювали в електричній духовій шафі при температурі 210–220 °С упродовж 8–10 хвилин. Умови термооброблення залишалися незмінними для забезпечення об'єктивності порівняння.

Результати випікання, включаючи органолептичну оцінку отриманих зразків, подано у таблиці 4.4, а візуальне представлення – на рисунку 4.4.

Таблиця 4.4

## Органолептична оцінка зразків печива з гелем чіа

Показники	№3 (1:3)	№4 (1:4)	№5 (1:5)
Форма	Трикутна форма, чіткі краї – 5 балів	Кругла форма, з правильними контурами – 5 балів	Прямокутна форма, без викривлень – 5 балів
Колір	Світло-коричневий, без слідів підгоряння – 5 балів	Однорідний світло-коричневий, без підгоріlostей – 5 балів	Жовтуватий відтінок, без підгоряння – 4 бали
Смак	Присутній характерний горіховий присмак чіа, ванільний післясмак – 4 бали	Смак відповідає очікуванням, насіння чіа ледь відчутне – 4 бали	Домінує борошністий присмак, легкі нотки ванілі – 3 бали
Запах	Приємний аромат з нотками маргарину – 5 балів	Легкий запах маргарину, загалом приємний – 4 бали	Нейтральний запах з легким ароматом маргарину – 4 бали
Вид у розломі	Добре пропечене, чітко видно вкраплення чіа, шарувата структура, збільшення об'єму у 1,8 рази – 4 бали	Добре пропечене, пухка структура, рівномірне вкраплення насіння, збільшення об'єму у 2 рази – 5 балів	Помітна шаруватість, дещо розпушене, вкраплення насіння, збільшення об'єму у 2 рази – 3 бали

За формою і кольором усі види печива мають хороші показники якості, форма - правильна, без деформацій, колір – світло-коричневий (№3 та №4) жовтуватий (№5), без підгоріlostей. У зразка №3 (1:3) насіння незначно зберігає тріскуватість, а в № 5 (1:5) – без тріщання.

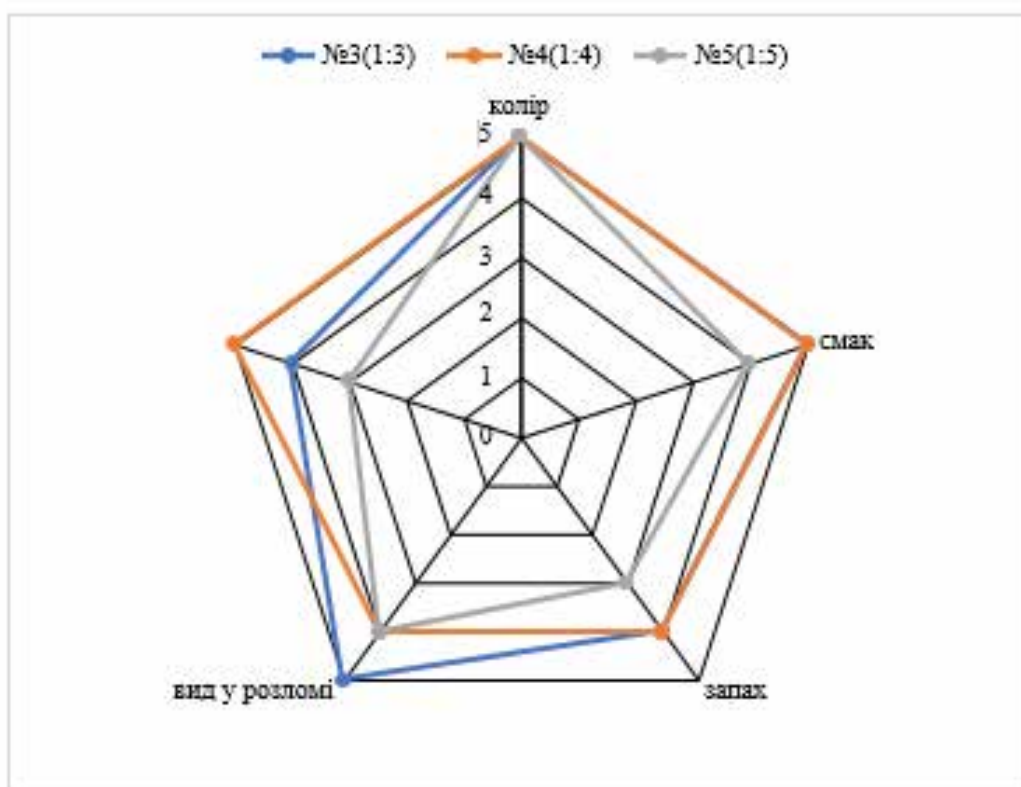


Рис. 4.4. Профілограма зразків печива №3-№5

Органолептичні властивості смаку та структури всіх зразків здобного печива загалом подібні, однак спостерігаються певні відмінності. У зразку №3 смак насіння чіа виражений сильніше, що зумовлено його більшим вмістом і меншою кількістю борошна в рецептурі. Печиво має приємний, збалансований смак із характерним горіховим відтінком і добре поєднується з ароматом маргарину. Консистенція м'яка, виріб відносно погано ламається, що може бути наслідком нижчої вологості тіста. При цьому печиво має гарну здатність до збільшення об'єму, хоча в розломі виглядає дещо сухим. Зовнішній вигляд зразка представлено на рисунку 4.5.



Рис. 4.5 Зразок №3

Зразки №4 та №5 за смаком майже схожі, проте №5 має менш виражений смак. Вони краще збільшились в об'ємі та м'якші (рис.4.6: а, б).



Рис. 4.6. Зразки печива а) №4 та б) №5

Серед усіх дослідних зразків найкращими за сукупністю показників якості були визначені зразки №3 (гель чіа у співвідношенні насіння до води 1:3) та №5 (1:5). Зразок №3 вирізняється м'якою структурою та приємним насиченим смаком. За харчовою цінністю він вже переважає попередні варіанти, однак доцільним є подальше вдосконалення рецептури — зокрема, доцільно додатково ввести певну кількість насіння чіа або частково замінити 20 г пшеничного борошна на інший функціонально цінний інгредієнт.

Зразок №5 має перевагу в тому, що при використанні такого гелю насіння не створює вираженого хрускоту, що може бути позитивним для частини споживачів. Разом із тим, цей варіант потребує коригування рецептури для покращення органолептичних та текстурних характеристик. Одним із можливих рішень є вилучення меланжу, що дозволить знизити загальну вологість тіста та, відповідно, зменшити потребу у додатковому борошні. Крім того, доцільно протестувати використання гелю, виготовленого з перемеленого (борошна) насіння чіа, що дозволить збільшити поверхню набухання та, можливо, знизити загальну вологість гелевої маси.

Під час третього етапу дослідження було обрано найоптимальніше співвідношення компонентів для приготування гелю з насіння чіа — 1:5 (насіння : вода), оскільки саме за цього гідромодуля в готовому виробі не спостерігалось характерного потріскування насіння.

Було сформовано дві експериментальні рецептури печива (табл. 3.12):

У першому варіанті замість цілого насіння для приготування гелю використали борошно з насіння чіа, яке отримували шляхом подрібнення на лабораторному млині. Такий підхід дає змогу забезпечити рівномірніше розподілення гелеутворювальної маси в тісті.

У другому варіанті рецептури печиво готували без додавання меланжу. Цей підхід базується на попередніх дослідженнях, які показали, що гель чіа можна успішно використовувати як функціональний заміник не лише жиру, а й яєчних інгредієнтів — зокрема меланжу.

У подальшому кожен з рецептур оцінили за структурними, фізико-хімічними та органолептичними параметрами для визначення ефективності таких замінів. Готовий гель із подрібненого насіння мав більш однорідну структуру та забезпечував покращену текстуру тіста, уникаючи ефекту хрустіння, який часто є небажаним у певних типах виробів.

Таблиця 4.5

Рецептури печива з гелю чіа (1:5)

Сировина	№6 (1:5, без меланжу)	№7 (1:5, борошно чіа)
Борошно пшеничне в/с	110	140
Цукрова пудра	38	38
Маргарин 73%	25	25
Меланж	-	17
Розпушувач тіста	2	2
Ванільний цукор	2	2
Гель чіа	30	-
Гель чіа на борошні насіння чіа	-	30

Процес приготування тіста в загальному залишався подібним до попередніх етапів, однак мав деякі особливості у разі виготовлення зразків №6 та №7:

**Зразок №6** (гідромодуль гелю чіа 1:5, без додавання меланжу) мав доволі суху консистенцію. Тісто було більш крихким порівняно з попередніми зразками, однак добре розкочувалося, незважаючи на незначну липкість.

**Зразок №7** (гель чіа 1:5, приготований із борошна насіння чіа) вимагав коригування рецептури — до тіста було додано ще **30 г пшеничного борошна**, оскільки початкове тісто зі 100 г борошна вийшло надто липким. У результаті консистенція покращилась, а сам процес формування став зручнішим, ніж у зразка №5, де теж застосовувався гель чіа, але з цілого насіння.

**Випікання виробів** здійснювали в електричній духовці при температурі 210–220 °С упродовж 8–10 хвилин.

Після випічки всі зразки було піддано органолептичному аналізу, результати якого представлені у **таблиці 4.6** та на **рисунку 4.7**. Оцінювання проводилось за типовими параметрами — форма, колір, смак, запах, вигляд у розломі та загальне враження. Отримані дані дозволили об'єктивно порівняти варіанти з використанням цілого і подрібненого насіння чіа, а також ефективність відмови від меланжу.

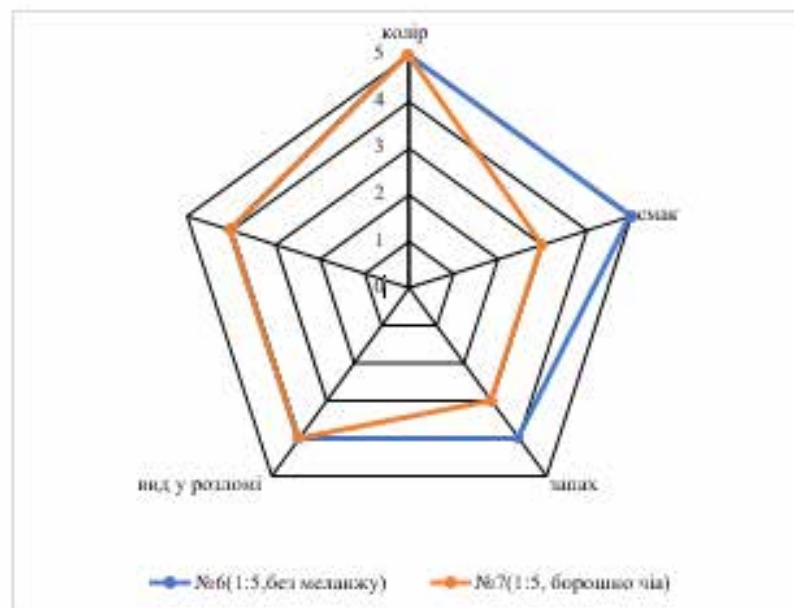


Рис. 4.7. Профілограма зразків печива №6 та №7

Таблиця 4.6

## Органолептичні показники якості печива третьої спроби

Показники	Зразок №6 (1:5, без меланжу)	Оцінка, бал	Зразок №7 (1:5, з борошном чіа)
Форма	Квадратна, рівномірна, без деформацій	5	Трикутна, чітка форма без дефектів
Колір	Світло-коричневий, рівномірний, без підгорілих ділянок	5	Темно-коричневий, без пригорілих зон, дещо затемнений
Смак	Відчувається маргарин, легкий післясмак насіння чіа	4	Злегка борошнистий, присутній характерний смак чіа
Запах	Відповідний, майже нейтральний, слабко виражений аромат	4	Насичений аромат маргарину, типовий для здобного печива
Вид у розломі	Добре пропечене, чітко видно вкраплення насіння, шарувата структура, об'єм збільшено у 1,2 рази	4	Однорідно пропечене, наявність вкраплень подрібненого насіння, помірно шарувата структура, об'єм зріс у 1,6 рази

Зразок №6 за смаковими характеристиками найбільш наближений до контрольного зразка печива «Листики», хоча й відчувається легкий горіховий

відтінок, притаманний насінню чіа. За структурою виріб також подібний до класичного зразка: має невелике збільшення в об'ємі, відзначається тонкою, сухою текстурою з характерною хрусткістю. Печиво добре розламується, що відповідає типовим ознакам традиційного здобного печива (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Зразок печива №6

Зразок №7 відрізняється більш насиченим темним кольором, що пояснюється використанням борошна з насіння чіа для приготування гелю. Його структура є дещо жорсткішою, ніж у попередніх варіантів. Звертає на себе увагу той факт, що до тіста довелось додати додаткову кількість борошна, що зменшує загальну харчову цінність готового виробу (рис. 4.9).



Рис. 4.10. Зразок №7

Зразок №6 характеризується більш подібними до контрольного зразка структурою і смаковими властивостями, що можна вважати позитивною рисою. Водночас спостерігається незначне збільшення об'єму під час випікання, а харчова цінність є дещо нижчою через відсутність меланжу. Для її підвищення доцільно розглянути можливість введення до рецептури сухого яєчного порошку або сухого молока. Щодо зразка №7, його можна вважати менш вдалим, оскільки органолептичні властивості не повністю відповідають вимогам до якості готових виробів.

Четвертим етапом у дослідженні стало випробування варіанту заміни 50% жирової складової в рецептурі здобного печива на гель із насіння чіа. Для приготування гелю використали всю кількість чіа, передбачену рецептурою базового зразка печива з насінням чіа на цукрі. Такий підхід дозволив отримати більш концентрований гель з пониженою вологістю, що є бажаним фактором при виробництві здобного печива. Крім того, не виникла потреба в окремому додаванні сухого насіння на завершальному етапі замішування, що позитивно вплинуло на органолептичні властивості: насіння стало менш відчутним при розжовуванні.

Додатково в рецептурі частково замінили пшеничне борошно на рисове у співвідношеннях 20% та 40%. Це було зроблено з метою покращення розсипчастості текстури виробів і підвищення їх харчової цінності. Таким чином було сформовано дві нові рецептурні композиції, які наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

## Рецептури печива з гелю чіа (1:!,5) та рисовим борошном

Сировина	№8 (1:!,5)	№9 (1:!,5)
Борошно пшеничне в/с	90	70
Борошно рисове	20	40
Цукрова пудра	38	38
Маргарин 73%	25	25
Меланж	17	17

Розпушувач тіста	2	2
Ванільний цукор	2	2
Гель чіа	50	50

У процесі приготування тіста інгредієнти поєднували в кілька етапів. Спочатку в окремій ємності змішували розм'якшений маргарин, гель чіа (загальна маса якого дорівнювала сумі насіння чіа та води — приблизно 20,5 г насіння та 30,5 г води, разом близько 51 г), а також цукрову пудру. Збивання тривало орієнтовно 4–6 хвилин до утворення однорідної маси. Потім додавали меланж і перемішували суміш ще протягом 1–2 хвилин.

У паралельній ємності готували суху суміш, поєднуючи пшеничне та рисове борошно згідно з рецептурою (із частковою заміною в межах 20–40%), розпушувач тіста та ванільний цукор. Після цього суху частину додавали до емульсії і замішували тісто до отримання однорідної маси. Усі зразки тіста, виготовлені за цією методикою, мали задовільну консистенцію: вони майже не липли до рук, були добре структурованими та за органолептичними показниками наближалися до контрольного зразка. Тісто добре піддавалось формуванню.

Печиво випікали в електричній духовій шафі за температури близько 210–220°C протягом 8–10 хвилин. Після термообробки були проведені органолептичні оцінки якості отриманих виробів. Результати наведено у таблиці 4.8, а графічне зображення – на рисунку 4.11.

Таблиця 4.8

#### Органолептичні показники якості печива четвертої спроби

Показник	Зразок №8 (гель 1:1,5; ~20% рис. борошна)	Бали	Зразок №9 (гель 1:1,5; ~40% рис. борошна)	Бали	Примітки
Форма	Чітка, прямокутна	5	Правильна, квадратна	5	Без деформацій
Колір	Жовтуватий, рівномірний	4	Жовтий з незначним затемненням	4	Без підгоріlostей
Смак	Помірно солодкий, з натяком на чіа	5	Солодкий з рисовим післясмаком	5	Приємний

Запах	Відчутний аромат ванілі та масла	5	Легкий ванільно-жировий аромат	5	Типовий для здобного печива
Вид у розломі	Добре пропечене, розшароване, об'єм $\sim 2$ рази	5	Розшарована структура, об'єм $\sim 1,8$ рази	5	Видно вкраплення чіа

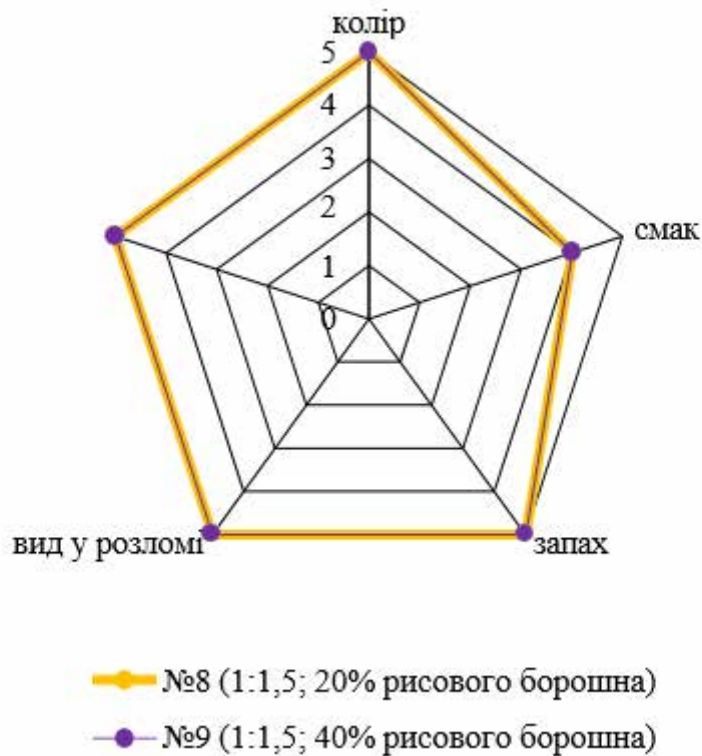


Рис. 4.11. Профілограми зразків печива №8 та №9

Зразки печива під номерами 8 та 9 (рисунки 4.12 і 4.13) продемонстрували високі органолептичні характеристики. Вони мають привабливий зовнішній вигляд, приємний аромат і збалансований смак. При споживанні відчувається легке потріскування насіння чіа, що додає текстурної виразності. Структура обох зразків добре сформована, помітна шаруватість, що свідчить про якісне пропикання та відповідність виробів до очікуваних стандартів якості.

Тісто з додаванням гелю чіа добре піддається формуванню, не прилипає до рук, що полегшує процес формування заготовок. У результаті випікання виробу виходять рівномірно пропеченими. Заміна частини пшеничного

борошна на рисове позитивно позначається на поживній цінності печива: така рецептурна модифікація дозволяє підвищити вміст вітамінів групи В, зокрема ніацину (віт. РР) та токоферолу (віт. Е), а також збагатити продукт мінеральними речовинами, серед яких калій, натрій, залізо, магній, фосфор, цинк, мідь і кальцій. Крім того, використання рисового борошна сприяє формуванню більш розсипчастої текстури готового виробу, що є бажаною характеристикою для здобного печива. Однак, варто враховувати, що така технологічна зміна суттєво впливає на собівартість продукції, оскільки рисове борошно є дорожчим інгредієнтом порівняно з пшеничним.



Рис. 4.12. Зразок печива №8



Рис. 4.13. Зразок печива №9

На основі аналізу отриманих результатів підбору гідромодулів для приготування гелю з насіння чіа можна зробити висновок, що найоптимальнішим є варіант заміни до 50% жирової компоненти рецептури на гелеподібну масу, приготовлену у співвідношенні чіа : вода = 1 : 1,5. Саме така заміна дозволяє досягти збалансованої консистенції тіста та забезпечити високі органолептичні показники готового виробу. Також позитивні результати показали зразки, виготовлені з використанням гелю чіа у співвідношенні 1 : 3 з додатковим внесенням 20 г борошна, а також зразки з гелем 1 : 5 без використання меланжу. Однак у цих випадках спостерігалось дещо зниження харчової цінності у порівнянні з кращими зразками — №8 та №9.

Найбільш ефективним рішенням, з урахуванням усіх досліджених параметрів, є використання гелю чіа, приготовленого в пропорції 1 : 1,5, із заміною 50% маргарину в рецептурі, а також частковою заміною пшеничного борошна на рисове в кількості до 20 г. Такий підхід дозволяє уникнути окремої стадії дозування насіння чіа, оскільки весь обсяг використовується для приготування гелю, що, своєю чергою, зменшує вологість тіста. Завдяки цьому покращуються формувальні властивості тіста та зменшується тривалість випікання. Крім того, введення рисового борошна позитивно впливає на текстуру виробу, підвищує його харчову цінність завдяки збагаченню мікронутрієнтами. Проте подальше збільшення дозування борошна є недоцільним через погіршення органолептичних властивостей при зберіганні. Уніфікована рецептура здобного печива з гелем чіа (гідромодуль 1 : 1,5) та рисовим борошном подана в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9

Уніфікована рецептура здобного печива з гелем чіа та рисовим борошном

Найменування сировини	Вміст сухих речовин, %	В натурі, кг	В сухих речовинах, кг
Борошно пшеничне в/с	86,0	456,92	390,74
Борошно рисове	85,0	114,6	96,92

Цукрова пудра	100,35	228,71	228,37
Маргарин 73%	84,5	171,66	144,27
Меланж	27,5	103,19	28,23
Ванільна пудра	100,35	4,32	4,32
Вуглеамонійна сіль	-	1,58	-
Насіння чіа	94,7	114,6	108,56
Всього	-	1192,08	998,4
Вихід	95,5	1000,5	950,5

На завершальному етапі дослідження було порівняно два зразки: традиційне здобне печиво «Листики» (контроль) та печиво з додаванням гелю з насіння чіа у співвідношенні чіа : вода = 1:1,5, де гелем заміщено 50% маргарину. Це дозволило знизити загальний вміст жиру в рецептурі. Дослідження проводились із використанням іншої печі, тому особливої уваги надано визначенню тривалості термооброблення: для контрольного зразка – 12 хвилин, для печива з гелем чіа – 13 хвилин, що є практично однаковим.

Окрім часу випікання, було досліджено густину тіста, намочуваність, а також втрату маси при термічній обробці та подальшому охолодженні. Результати показали, що густина тіста з гелем чіа майже не відрізняється від контрольного зразка – різниця склала менше 1%, що можна вважати в межах допустимої похибки. Намочуваність готового виробу з гелем чіа дещо нижча, однак залишається в межах вимог ДСТУ, що пов'язано з меншою жирністю та більшою щільністю структури.

Щодо втрати маси, то упікання у виробі з гелем чіа трохи вище, ніж у контролі, але втрата ваги під час охолодження, навпаки, менша. Загальні втрати маси незначно зросли — на 0,3%.

Переходячи до нутрієнтного аналізу, можна зробити висновок, що печиво з гелем насіння чіа містить більше білка — на 0,56 г/100 г у порівнянні з традиційним варіантом. Це позитивно впливає на амінокислотний склад, адже збільшується як вміст незамінних, так і замінних амінокислот. Найбільші зміни спостерігались у жировому профілі: загальний вміст жиру зменшився майже на третину, а вміст насичених жирних кислот скоротився майже вдвічі. Водночас

кількість поліненасичених жирів, зокрема омега-3, зросла, що є позитивною зміною з погляду здорового харчування.

Кількість вуглеводів також зросла — з 56,8 до 65,8 г/100 г, що робить виріб ближчим до «ідеального» продукту, особливо за рахунок зростання частки полісахаридів. Однак, дещо бракує органічних кислот і пектинових речовин, які мають важливе значення для функціональності харчового продукту.

Зниження коефіцієнтів відповідності на всіх рівнях ієрархічного аналізу свідчить не про погіршення, а навпаки – про зниження надлишкового вмісту жирів, який спостерігався у попередніх зразках. Загалом, вдалось наблизити хімічний склад печива до параметрів «ідеального» продукту: покращити білкову складову, знизити жирність і збалансувати вуглеводи. Це дозволяє рекомендувати гель з насіння чіа як ефективну альтернативу тваринним жирам у рецептурах здобної випічки.

## ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу сучасних інформаційних джерел було встановлено актуальність удосконалення нутрієнтного складу харчової продукції. Детально вивчено існуючі рішення щодо розробки борошняних кондитерських виробів з підвищеною харчовою цінністю.
2. Досліджено нутрієнтний склад насіння чіа, обґрунтовано доцільність його включення до рецептур здобного печива як на основі цукру, так і на основі фруктози.
3. За результатами органолептичної оцінки визначено оптимальну кількість насіння чіа для використання у здобному печиві, яка забезпечує збалансований смак, аромат і текстуру.
4. Встановлено, що додавання насіння чіа практично не змінює густину тіста. Проте гранична напруга зсуву зростає на 10%, що, ймовірно, пов'язано з механічним впливом твердої фракції – насіння чіа – на тіло занурення.
5. Встановлено зменшення сумарної втрати маси виробу після термооброблення та охолодження на 1% у порівнянні з контрольним зразком.
6. Показники вологості, лужності, намокання, питомого об'єму й міцності здобного печива з насінням чіа не мають суттєвих відхилень від контрольного зразка на цукрі. Водночас печиво з фруктозою демонструє більшу вологість і нижчу міцність після 1 місяця зберігання, що зумовлено гігроскопічністю фруктози.
7. Проведено серію експериментів із використання гелю з насіння чіа як функціонального замітника жирової складової. Вивчено гідромодулі: 1:10, 1:5, 1:4, 1:3 та 1:1,5. Найбільш ефективним визнано співвідношення 1:1,5.
8. Дослідження показали, що густина тіста з гелем чіа та контрольного варіанту є майже однаковою. Загальні втрати маси при термообробленні зростають лише на 0,6%, що є несуттєвим.

9. Встановлено, що печиво з гелем чіа має пористу, м'яку та шарувату структуру. Його намокаємість на 24% нижча, ніж у контролі, однак цілком відповідає вимогам нормативної документації (ДСТУ 3781:2014).
10. Нутрієнтний склад усіх видів дослідженого печива було оцінено на відповідність до «ідеального» харчового продукту для чоловіків і жінок віком 18–29 років II групи інтенсивності праці.
11. Проведено розрахунок енергетичної цінності, глікемічного індексу, вмісту вітамінів (E, B1, B2, B5) та макро- і мікроелементів (Ca, P, Mg, Zn). Визначено, що вміст жиру у печиві з гелем чіа знижено на 33%, а калорійність – на 11% порівняно з традиційним рецептом.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Насіння чіа. [Електронний ресурс] - режим доступу: <https://healthapple.info/zdorovya-ta-organizm/nasinnya-chia/?amp=1>
2. Калорійність. Насіння чіа, сушені. Хімічний склад та харчова цінність. [Електронний ресурс] - режим доступу: [https://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/17396.php](https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/17396.php)
3. Д'яконова А.К. Порівняльний аналіз біологічної цінності та здатності насіння чіа і льону до вологоутримання / А.К. Д'яконова, В.С. Степанова / Харчова промисловість. 2016. №19. С. 40-44.
4. Гоцуляк, В. Я. Перспективи виробництва мармеладу оздоровчого призначення на основі вишневого пюре з додаванням насіння чіа / В. Я Гоцуляк, А. О. Ущатовський / Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, присвяченої 135- річчю Національного університету харчових технологій, 11–12 квітня 2019 р. К. : НУХТ, 2019. Ч. 1. С. 52.
5. Панченко О., Усатюк С. Насіння чіа – як перспективна сировина у виробництві кондитерських виробів. Проблеми формування здорового способу життя у молоді : зб. матеріалів ХІ Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю м. Одеса, 4-6 жовтня 2018 р. Одеса, 2018. С. 72-73.
6. Кирпиченкова О., Оболкіна В. Розроблення технології здобного печива з поліпшеними споживними властивостями. Харчова промисловість. 2016. №19. С. 62-66.
7. Дорохович В., Гуленко А. Визначення впливу шроту насіння соняшника на структурні показники тіста і фізико-хімічні показники здобного печива. Наукові праці НУХТ. 2021. Том 27, №1. С. 160-167.
8. Оболкіна В., Скрипко А., Кияниця С. Дослідження впливу гуміарабіку «fibregum™» на структурні властивості тіста з додаванням борошна із солоду вівса та пшениці під час створення нового асортименту здобного печива

- оздоровчого призначення. Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції - основні засади її конкурентоздатності : матеріали V Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції. 14 вересня 2016 р. Київ, 2016. С. 134-135.
9. Скрипко А., Оболкіна В. Інноваційна технологія здобного печива оздоровчого призначення із застосуванням борошна з солоду вівса та гуміарабіку. Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві, Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій. 11-13 вересня 2018 р. Київ. 2018. С. 124-125.
10. Миколенко С., Захаренко А.. Дослідження впливу амарантового та лляного борошна на якість печива. Технічні науки та технології. 2020. №1 (19). С. 228–240.
11. Олійник С., Кравчук Н. Підвищення якості печива, збагаченого білоквмісною сировиною рослинного походження. Проблеми формування здорового способу життя у молоді : зб. матеріалів X Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю. м. Одеса, 29 вересня – 1 жовтня 2017 р. Одеса, 2017. С.83-84.
12. Гревцева Н., Брикова Т., Городинська О. Вплив виноградних порошків на якість і властивості кондитерської продукції. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків. 2020. Вип. №2 (32). С.212-220.
13. Божко М., Хвостенко К., Іоргачова К. Використання псиліуму в технології здобного печива зі зниженим вмістом жиру. Проблеми формування здорового способу життя у молоді : зб. матеріалів XIV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю, Одеса, 7–9 жовтня 2021 р. Одеса. 2021. С.66-67.
14. Ditrikh I., Moiseieva V. Improvement of some functional properties of cookies with added natural components of pumpkin and chia. Ukrainian Journal of Food Science. 2017. Vol.5, Issue 1. P. 103-110.

15. Турчин І., Кричківська-Горошко І., Сливка Н., Михайлицька О. Доцільність використання насіння чіа в кефірній технології. Науковий куратор ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології. 2017. №19 (75). С. 153-156.
  16. Гречко В., Страшинський І., Пасічний В. Використання гелів з нетрадиційної сировини для виробництва м'ясних напівфабрикатів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2019. Т.25, №5. С. 108-116.
  17. Шидакова-Каменюка О., Шкляєв О., Рогова А. Мікробіологічна безпека кремово-збивних цукерок з насінням чіа. Наукові праці НУХТ. 2019. Т.25, №3. С. 234-242.
  18. Шидакова-Каменюка О., Болховітіна О., Ніколаєнко Д. Використання гелю насіння чіа в технології кексів зі зниженим вмістом жиру. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. 2021р. №1(33). С. 223-234.
  19. Мацук Ю., Колпікова Є., Іщенко Н. Обґрунтування технології безглютенових кексів із додаванням насіння чіа. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. 2019. №1(91). С.8-14.
  20. Puina S., Dhull S.B. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) mucilage (a heteropolysaccharide): Functional, thermal, rheological behaviour and its utilization. *International journal of biological macromolecules*. 2019. V.140. P.1084-1090.
  21. Fernandes S.S., Filipini G., Salas-Mellado M.D.M. Development of cake mix with reduced fat and high practicality by adding chia mucilage. *Food bioscience*. 2021. V.42. P. 1021-1024.
- N.A. Brandao, M.B.D. Dutra, A.L.A. Gaspardi, M.R.S. Campos. Chia cookies: physicochemical, microbiological attributes, nutritional value and sensory analysis. *Journal of food measurement and characterization*. 2019. №2. P. 1100-1110.

23. L.T.G.F. Brites, F. Ortolan, F.R. Bueno, and others. Gluten-free cookies elaborated with buckwheat flour, millet flour and chia seeds. *Food Science and technology* (Brazil). 2019. №2. P. 458-466.
24. I. Svec, M.Hruskova, B. Babiakova. Chia and Teff as Improvers of Wheat-Barley Dough and Cookies. *Czech journal of food sciences*. 2017. №1. P. 79-88
25. Saymed-Ahmad B., Talou T., Straumite E. and others. Evaluation of Nutritional and Technological Attributes of Whole Wheat Based Bread Fortified with Chia Flour. *Foods*. 2018, France. T.7, V.9, №135. P.1-10.
26. Luciana TBS, Fernanda GS, Camilly F., Vanessa DC. Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. *Food Science Nutrition*. 2017. V.5, P.1021-1028.
27. Kowalski S., Mikulec A., Pustkowiak H. Sensory Assessment and Physicochemical Properties of Wheat Bread Supplemented with Chia Seeds. *Polish journal of food and nutrition sciences*. 2021. T.70, V.4. P. 387-397.
28. Inglett G., Chen D., Liu S. Physical properties of sugar cookies containing chia - oat composites. *Journal of the science of food and agriculture*. 2014. T.94, V.15. P. 3226-3233.
29. Venturini L., Moreira T. and others. Partial Substitution of Margarine by Microencapsulated Chia Seeds Oil in the Formulation of Cookies. *Food and bioprocess technology*. 2019. T.12, V.1. P. 77-87.
30. ГСТУ 46.004–99 «Борошно пшеничне. Технічні умови».
31. ДСТУ 4393:2006 «Масло вершкове. Технічні умови».
32. ДСТУ 8719:2017 «Продукти яєчні. Технічні умови».
33. ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий».
34. ТУ У 82.9-337117223-001-2014 «Фруктоза».
35. ТУ У 82.9-31641954-003:2013 «Насіння чіа».
36. ГОСТ 2156-76 «Натрій двовуглекислий. Технічні умови».
37. ГОСТ 9325-79 «Соли углеамонийные. Технические условия».
38. ДСТУ 1009:2005 «Цукор ванільний. Технічні умови».

39. 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.
40. Патент 40623 Україна, МПК А 23 L 1/10. Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту.
41. МОЗ України «Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії».
42. Михальська Л., Дуборезов О., Дорохович В. та ін. Застосування насіння чіа для покращення нутрієнтного складу здобного печива *Хлебный и кондитерский бизнес*. 2020. № 9. С. 25-26
43. ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови».
44. Печиво Biscotti з насінням. [Електронний ресурс] - режим доступу: [https://produktoff.ua/product/pechene\\_hrutyashee\\_biscotti\\_vesovoe-1099384-ua?srsltid=AeTuncof2YLfHXuido6m5BxWKOc9DfvGN1H9ohTTchuMbfUxMB2-FuUnZA8](https://produktoff.ua/product/pechene_hrutyashee_biscotti_vesovoe-1099384-ua?srsltid=AeTuncof2YLfHXuido6m5BxWKOc9DfvGN1H9ohTTchuMbfUxMB2-FuUnZA8).