

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології хлібобулочних і
борошняних кондитерських виробів
функціонального призначення**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Ксенія КУЗНЕЦОВА

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кузнєцовій Ксенії Ігорівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів функціонального призначення». Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 грудня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва борошняних кондитерських виробів. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Організація проведення експериментальних досліджень. 3 Результати досліджень та їх обговорення. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналітичний огляд. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення експериментальних досліджень. 4 Результати експериментальних досліджень. 5 Практична реалізація результатів досліджень. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	11.12.2025
5	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	11.12.2025
6	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	11.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	28.10-07.11.25	виконано
3	Організація проведення експериментальних досліджень	08.11-14.11.25	виконано
4	Результати е досліджень та їх обговорення	15.11-30.11.25	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	01.12-06.12.25	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Ксенія КУЗНЄЦОВА
(підпис)

Керівник роботи _____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів функціонального призначення»

Кваліфікаційна робота: 84 сторінки, 10 рисунків, 19 таблиць, 0 додатків, 47 літературних джерел.

Мета роботи – розробка рецептур хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення на основі борошна з екструдованого насіння гарбуза.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси виробництва хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення із використанням рослинної сировини.

Предмет досліджень – рецептурний склад і якісні показники хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів із частковою заміною традиційного борошна на борошно з екструдованого насіння гарбуза та його вплив на харчову цінність і споживчі властивості продукції.

Актуальність даної роботи обумовлена необхідністю удосконалення структури харчування населення шляхом створення продуктів функціонального призначення з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Хлібобулочні й борошняні кондитерські вироби, як продукти щоденного споживання, є доцільною основою для збагачення раціону фізіологічно цінними компонентами. Використання борошна з екструдованого насіння гарбуза дозволяє підвищити вміст білка, харчових волокон та біологічно активних речовин, а також сприяє розширенню асортименту конкурентоспроможної продукції оздоровчого спрямування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Функціональні харчові продукти, хлібобулочні вироби, борошняні кондитерські вироби, насіння гарбуза, борошно, рослинна сировина, рецептури виробів, харчова цінність, біологічно активні речовини, якість готової продукції

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Використання рослинної сировини та продуктів її переробки у технології функціональних хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів	9
1.2 Склад і поживна цінність насіння гарбуза.....	16
1.3 Технології виробництва функціональних харчових продуктів із застосуванням насіння гарбуза	19
1.4 Використання екструзії рослинної сировини як метод удосконалення харчової цінності продуктів	21
Висновки за розділом	28
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Організація роботи та схема проведення досліджень.....	30
2.2 Об'єкти дослідження	30
2.3 Методи досліджень	31
Висновки за розділом	33
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	34
3.1 Вивчення хімічного складу борошна з екструдованого насіння гарбуза	34
3.2 Вплив борошна з екструдованого насіння гарбуза на властивості борошняної суміші	39
3.3 Дослідження впливу дозувань борошна з ЕНГ на якість пісочного напівфабрикату	41
3.4 Харчова та енергетична цінність пісочного напівфабрикату з борошном з екструдованого насіння гарбуза.....	48
3.5 Розробка рецептури та технології пісочного напівфабрикату із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза	51
Висновки за розділом	61
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	63
Висновки за розділом	66

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	67
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів	67
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів	69
Висновки за розділом	71
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	72
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	72
6.2 Розрахунок вартості дослідження	75
Висновки за розділом	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	77
БІБЛІОГРАФІЯ	79

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості орієнтовані на створення продуктів функціонального призначення, здатних не лише задовольняти енергетичні потреби людини, а й сприяти збереженню та покращенню стану здоров'я населення. В умовах зростання поширеності аліментарно зумовлених захворювань особливої актуальності набуває розширення асортименту хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів з підвищеною біологічною цінністю та збалансованим нутрієнтним складом.

Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби є продуктами масового споживання, що зумовлює доцільність їх використання як ефективної основи для збагачення раціону населення фізіологічно цінними компонентами. Перспективним напрямом у цьому контексті є застосування нетрадиційної рослинної сировини, зокрема насіння гарбуза, яке характеризується високим вмістом повноцінного білка, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, вітамінів та мінеральних речовин.

Особливу увагу привертає борошно з екструдованого насіння гарбуза, оскільки процес екструзії сприяє підвищенню засвоюваності поживних речовин, інактивації антипоживних факторів та покращенню функціонально-технологічних властивостей сировини. Використання такого борошна у технологіях хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів відкриває широкі можливості для створення нових продуктів функціонального призначення зі збереженням високих споживчих властивостей.

У зв'язку з наведеним, актуальним є проведення досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування доцільності використання борошна з екструдованого насіння гарбуза та розробку рецептур хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів функціонального призначення з покращеними харчовими та якісними показниками.

Метою роботи є розробка рецептур хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення на основі борошна з

екструдованого насіння гарбуза.

Для реалізації мети поставлено такі завдання:

1. Обґрунтувати вибір борошна з ЕНГ, вивчити можливість його застосування в технології хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів як джерело функціональних харчових інгредієнтів.

2. Дослідити вплив борошна з ЕСГ на показники борошняної суміші та підйомну силу хлібопекарських пресованих дріжджів.

3. Визначити вплив різних дозувань борошна з ЕСГ на органолептичні та фізико-хімічні показники якості здобних хлібобулочних виробів, пісочного та бісквітного напівфабрикатів, визначити їх харчову та енергетичну цінність.

4. Розробити рецептуру та технологічну схему виробництва пісочного напівфабрикату із застосуванням раціональних дозувань борошна з ЕСГ.

5. Розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси виробництва хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення із використанням рослинної сировини.

Предмет досліджень – рецептурний склад і якісні показники хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів із частковою заміною традиційного борошна на борошно з екструдованого насіння гарбуза та його вплив на харчову цінність і споживчі властивості продукції.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Використання рослинної сировини та продуктів її переробки у технології функціональних хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів

Останнім часом у людей спостерігаються метаболічні зміни, пов'язані з незбалансованим харчуванням, дефіцитом макро- та мікронутрієнтів, широким застосуванням антибіотиків та надходженням харчових контамінантів. Для корекції цих порушень розробляються рецептури та технології хлібобулочних і кондитерських виробів, що містять функціональні інгредієнти рослинного походження.

Функціональний харчовий продукт – це спеціальна їжа для регулярного вживання усіма віковими групами здорового населення, яка науково обґрунтовано знижує ризик захворювань, пов'язаних з харчуванням, запобігає дефіциту поживних речовин і підтримує здоров'я завдяки наявності функціональних інгредієнтів.

Пріоритетним напрямом сучасного харчового виробництва є розробка нових технологій та збільшення обсягів виробництва функціональних ХБВ. Основними джерелами функціональних інгредієнтів є зернові, зернобобові, олійні культури, плоди та овочі, а також продукти їх переробки. Вони багаті на харчові волокна, білки, незамінні амінокислоти, вітаміни, макро- і мікроелементи та поліненасичені жирні кислоти, дефіцит яких часто спостерігається в сучасних раціонах.

Зернові культури є найбільш природним і ефективним способом підвищення харчової цінності ХБВ та БКВ, а також збагачення їх антиоксидантами. Функціональні інгредієнти зберігаються при подрібненні зерна разом із оболонками та алейроновим шаром, де сконцентровані мікронутрієнти та біологічно активні речовини. Харчові волокна (розчинні та нерозчинні) обов'язкові в раціоні людини, оскільки добова потреба становить близько 20 г для нормального функціонування кишечника. Вони знижують ризик захворювань і

сприяють розвитку корисної мікрофлори.

Крім харчової цінності, харчові волокна мають технологічні властивості – жироемульгуючу, жирутримуючу та піноутворюючу здатність, що важливо при виробництві напівфабрикатів і готових виробів. Перспективними покращувачами кондитерських виробів є рисове, вівсяне, кукурудзяне та пшоняне борошно, які збагачують продукцію мікро- та макроелементами, амінокислотами, вітамінами, ферментами, вуглеводами та жирами.

Відомо, що додавання сухої пшеничної клейковини або пшеничних зародків у суміші з пивною дробиною підвищує вміст білка та харчових волокон, покращує органолептичні та фізико-хімічні показники виробів. Розроблено ресурсозберігаючі технології переробки вівса та ячменю для отримання біомодифікованих зернових продуктів з високою харчовою цінністю.

Застосування ячмінного борошна (голозерного) у поєднанні з морквяним пюре у хлібопеченні дозуванням 20 – 60 % до маси пшеничного борошна показало, що при 20 % отримують оптимальні показники формостійкості, пористості та питомого об'єму, а також підвищений вміст вітамінів і мінеральних речовин порівняно з виробами з чистого пшеничного борошна. [11].

Запропоновано рецептури та технології пшеничного хліба із застосуванням круп'яних культур (борошна рису та гречки), що забезпечують підвищення якості, харчової цінності, безпеку та зниження собівартості продукції [9]. Автором встановлено можливість і перспективність використання продуктів переробки рису та гречки у зв'язку з високим вмістом білків, незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів. Пропоновані технологічні рішення щодо використання борошна рису та гречки у складі комбінованої поліштамової закваски, що сприяють реалізації ресурсозберігаючих технологій хліба.

Тайванські вчені використовували гречку для заміни 15 % пшеничного борошна з метою отримання хліба з покращеними показниками якості. Порівняльний аналіз показав наявність у дослідних зразках функціональних харчових інгредієнтів та антиоксидантних властивостей хліба, збагаченого

гречкою. Сенсорні показники всіх зразків виявилися прийнятними, але при цьому були встановлені більш високі оцінки смаку дослідних зразків хліба [3].

З метою розширення асортименту, підвищення харчової та біологічної цінності хліба розроблено технологію виробництва круп'яного хліба з пшоном шліфованим та проділом гречаним. Застосування пшона та гречаного проділу у технології хліба сприяє порівняно з контрольними зразками хліба підвищеному вмісту, відповідно, білка (на 1,43 % та 0,61 %), жиру (на 0,4 % та 0,2 %), цукрів (на 0,55 % та 0,69 %), віта міна В₁ (на 15,0 % та 15,0 %), В₂ (на 25,0 % та 25,0 %), РР (на 1,9 % та 15,7 %), калію (на 5,0 % та 13,0 %) , магнію (на 38,5 % та 63,4 %) [4].

Вивчено хімічний склад і газоутворювальну здатність чотирьох варіантів композиційної суміші для виробництва зернового хліба з цільозмеленого зерна тритикале та пшениці. В результаті потреба в енергії при вживанні зернового хліба задовольняється різними групами населення від 11,7 до 14,8 %, у харчових волокнах – на 12,7 %, на 55 % у вітаміні К, більше 12 % у вітамінах РР , В₆ , В₇. Високий відсоток задоволення добової потреби відзначений за калієм, магнієм, фосфором, цинком і міддю [4].

Розроблено технології функціональних ХБВ та БКВ на основі тритикалевого борошна та різних збагачувачів. Зокрема, розроблена та оптимізована рецептура хліба масового призначення, що включає 50 – 59 % борошна тритикалевого, 35 – 48 % борошна пшеничного і 2 – 8 % борошна соєвого дезодорованог. Рецептура кексу лікувально-профілактичного призначення розроблена на основі 80 % тритикалевого борошна, 10 % борошна із цільозмеленого зерна люпину та інших інгредієнтів. Розроблена рецептура печива включає борошно тритикалеве (39,0 – 50,6 %), пшеничне 1-го сорту (20,0 – 26,4 %), борошно з соєвих проростків (5,8 – 13 %) і вівсяне борошно (25,0 %). Вироби містять підвищену кількість харчових волокон, калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза [1].

У технологіях борошняних виробів рекомендується замінювати 10 – 15 % пшеничного борошна 1-го сорту на борошно люпину. Це дозволяє підвищити

вміст білка на 4 – 4,5 %, жиру – на 1 – 1,5 %, клейковини – на 2,9 – 3,9 %, пектину – на 1 – 1,5 %, а енергетична цінність виробів зростає на 3,6 – 7,2 ккал [2].

Рецептури хліба з композитними зерновими сумішами показали підвищений вміст білка: зразок на основі 80 % пшеничного борошна 1-го сорту та по 5 % ячмінного, вівсяного, квасолевого і кукурудзяного борошна містив білка на 1 – 2,53 % більше, ніж контрольний. Хліб із суміші 65 % пшеничного, 15 % ячмінного, 15 % квасолевого та 5 % кукурудзяного борошна відзначався високим вмістом білка (на 1,76 – 3,02 % вище контролю) та гарним смаком [4].

Дослідження бісквітів показали, що часткова заміна пшеничного борошна на ячмінне (10 – 40 %) підвищує вміст білка, харчових волокон та мінеральних речовин, покращує колір скоринки до золотаво-коричневого і пом'якшує текстуру. Оптимальним визнано 20 % ячмінного борошна – бісквіти при цьому мали найкращі органолептичні властивості та були збагачені глюкозамом, залізом, кальцієм і цинком. Крім того, така заміна позитивно впливає на термін зберігання: вироби з ячмінним борошном зберігали мікробіологічну чистоту та якість протягом 4 діб. [11].

Є дані про підвищення якості бісквітної продукції при введенні в рецептуру борошна вівсяного в кількості від 5 до 40 % до загальної маси борошна. Додавання вівсяного борошна призводить до підвищення харчової цінності, стійкості піни водно-борошняних сумішей. Відзначено високий рівень піноутворювальної здатності (238 %) та стійкості піни через 3 години при внесенні 20 % вівсяного борошна. Готовий виріб набув золотистого відтінку і легкого горіхового смаку. Завдяки пентозанам, що містяться у вівсяній мучці, в кількості 5 % до маси сухих речовин і розчинної клітковини (до 15 %), значно збільшилася гідратаційна здатність тіста. В результаті випечений бісквіт повільніше ччерствів, мав гарну стисливість, що дозволяє продовжити термін зберігання і підвищити привабливість [2].

Відомі рецептури та технології збагачення ХБВ і БКВ бобовими культурами, які є джерелом білка, харчових волокон, калію, магнію, заліза та фолієвої кислоти. Достатня наявність сировини робить бобові перспективними

для створення виробів функціонального призначення. Через наявність антипоживних речовин у насінні бобових перед використанням необхідна теплова обробка. [10].

Дослідниками запропоновано рецептуру та технологію виробництва бісквітного напівфабрикату з добавкою напівзнежиреного соєвого борошна. Автори наводять порівняльні дані кількісного вмісту життєво важливих харчових інгредієнтів у соєвому та пшеничному борошні. Досліджуючи вплив внесення в рецептуру бісквітного напівфабрикату соєвого напівзнежиреного борошна на піноутворювальну здатність яєчно-цукрової суміші та структурно-механічні характеристики бісквітного тіста, автори приходять до думки про можливість підвищення харчової та біологічної цінності бісквітного напівфабрикату із застосуванням соєвого напівзнежиреного борошна [8].

Дослідження показали, що функціональні компоненти насіння льону – харчові волокна, ненасичені жирні кислоти та лігнани – при додаванні у виробництво хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів сприяють створенню продуктів функціонального призначення [3, 8, 11]. Використання лляного борошна у технології борошняних виробів покращує жирнокислотний склад продукції. Так, вченими були розроблені рецептури печива з вівсяного борошна з додаванням подрібненого насіння льону, що забезпечує покращені органолептичні характеристики виробів [9].

Технології виробництва ХБВ із лляним борошном дозволяють підвищити пружні властивості клейковини, збільшити ефективну в'язкість тіста, а також поліпшити показники пористості та питомого об'єму хліба [7].

Для підвищення харчової та біологічної цінності продуктів із рослинної сировини актуальним є використання нових, маловідомих або обмежено застосовуваних видів рослин. До таких належить амарант, насіння якого містить унікальні полісахариди, ліпіди, вітаміни та макро- і мікроелементи.

Аналіз хімічного складу амарантового борошна підтвердив його потенціал як джерела функціональних харчових інгредієнтів. Воно містить 7 – 8 % жирної олії з жирнокислотним складом, близьким до кукурудзяного, повноцінний білок з

високим вмістом лізину (4,3 – 5,7%), легко засвоювані моно- і полісахариди, значну кількість вітамінів (B1, B2, PP) і мінералів (кальцій, магній, фосфор, залізо, цинк) [1, 9]. Вміст лізину в амаранті удвічі перевищує його кількість у пшениці та втричі – у кукурудзі і сорго.

З огляду на це, використання амарантового борошна є доцільним для підвищення якості та поліпшення хлібопекарських характеристик пшеничного борошна. [12].

У зв'язку з високим вмістом функціональних харчових інгредієнтів пропонується використовувати макуху амаранту в технології заварних пряників. В результаті досліджень автори свідчать про поліпшення показників якості виробів та можливість розширення асортименту продукції функціонального призначення [9].

Розроблено технологію цукрового печива з використанням амарантового цілнормального борошна замість пшеничного в кількості 20 %, 50 %, 70 % і 100 %. При заміні частини пшеничного борошна на амарантове борошно в кількості 20 і 50 % якість цукрового печива практично відповідала органолептичним показникам печива контрольного зразка, виготовленого зі 100 % пшеничного борошна. Збільшення дозування амарантового борошна до 70 і 100 % помітно знижувало показники якості готових виробів.

У подальших дослідженнях автори створили рецептуру безглютенового печива на основі амарантового борошна та картопляного крохмалю. Використовуючи метод профільно-рангової оцінки якості, оптимізовано склад цукрового безглютенового печива, що містить 80 % амарантового борошна та 20 % картопляного крохмалю [8].

Відомо, що в раціоні українців переважають жири тваринного походження, тому вчені досліджують можливість збагачення харчових продуктів рослинними ліпідами, багатими на поліненасичені жирні кислоти. Зокрема, введення шроту розторопші у борошняні вироби дозволяє підвищити вміст білка та ліпідів, що надає продуктам функціональні властивості. Крім того, такі вироби містять підвищений рівень β -каротину, вітаміну E і харчових волокон [11].

Перспективним напрямом розробки рецептур ХБВ та БКВ функціонального призначення є застосування овочевих, фруктових і ягідних порошків, пюре, екстрактів трав, сиропів і соків як джерел харчових волокон, пектину, мінералів, вітамінів і природних барвників [1, 9].

Дослідники пропонують використовувати борошно з насіння гарбуза, льону, розторопші та глоду як джерела рослинного білка і поліненасичених жирних кислот, а також борошно з насіння кавуна, винограду і шипшини – як додаткове джерело клітковини у виробництві борошняних кондитерських виробів. Овочеві та плодові порошки доцільно вводити у рецептуру у кількості 10 % із одночасним зниженням цукру на 10 % [4].

Також досліджено можливість створення модифікованого білкового продукту з пророщеного насіння дині для використання у заварних пряникових виробках підвищеної біологічної цінності. Авторами надано дані про вплив цієї добавки на функціонально-технологічні властивості тіста та фізико-хімічні й органолептичні характеристики готової продукції [11].

Для сучасного виробництва ХБВ та БКВ функціонального призначення вчені досліджують хімічний склад та фізіологічні властивості лікарських, пряно-ароматичних і маловідомих рослин, що дозволяє покращити властивості сировини, оптимізувати швидкі методи приготування тіста та створювати вироби спеціального призначення [7].

Важливим резервом для розробки функціональної продукції є дикорослі рослини. Встановлено кількісний та якісний склад біологічно активних компонентів полину (*Artemisia sieversiana Willd*), чебрецю повзучого (*Thymus serpyllum L.*), півонії (*Paeonia anomala L.*) і пектину деревної зеленої сосни (*Pinus silvestris L.*). Використання шротів цих рослин у рецептурах борошняних кондитерських виробів дає змогу вводити функціональні харчові інгредієнти [5].

Отже, застосування рослинної сировини та продуктів її переробки у технології ХБВ та БКВ дозволяє збагачувати продукцію функціональними інгредієнтами, зменшувати витрату пшеничного борошна та підвищувати вихід

готової продукції.

1.2 Склад і поживна цінність насіння гарбуза

Гарбуз є однорічною трав'янистою рослиною. Насіння становить від 0,75 % до 5,0 % маси плода і має різну форму – округлу або сплюснуту. Оболонка насіння складається з двох шарів: зовнішній дерев'янистий, легко відокремлюваний, жовтувато-білого кольору, та внутрішній плівчастий, щільно прилягаючий до зародка, зеленувато-сірого відтінку. Біологічну цінність і лікувальні властивості насіння визначають шкірка, саме насіння та сіро-зелений верхній шар.

Як показано в таблиці 1.1, хімічний склад насіння різних сортів гарбуза свідчить про його значну цінність як джерела функціональних харчових інгредієнтів: білків, ліпідів, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин.

За даними фармакологів, насіння гарбуза належить до категорії біологічно активних добавок, здатних зменшувати ризик розвитку запальних та виразкових захворювань шлунково-кишкового тракту завдяки обволікаючим, протизапальним, бактерицидним і противиразковим властивостям, а також наявності вітамінів, макро- і мікроелементів та поліненасичених жирних кислот [17]. Дослідження показують, що термічна обробка насіння гарбуза знижує вміст таніну та фітинової кислоти, підвищує засвоюваність, а обсмажування збільшує кількість екстрагованих мінералів і покращує фізико-хімічні властивості гарбузового борошна [15].

Середній вміст білка в 100 г насіння перевищує 30 %. Його біологічна цінність визначається збалансованістю амінокислотного складу та здатністю ферментів травного тракту перетравлювати білки. Насіння характеризується високими водопоглинальною, водоутримуючою, жирутримуючою та емульгуючою властивостями, зумовленими наявністю білків і харчових волокон [13].

Таблиця 1.1 – Склад хімічних компонентів насіння гарбуза [16]

Найменування показника	Столовий	Вітамінний	Голонасінний
Волога, %	6,35	6,44	6,83
Білок, %	31,34	34,04	35,27
Ліпіди, %	28,41	29,18	31,74
Вуглеводи, %, у тому числі	30,83	26,17	21,32
клітковина	17,26	19,83	4,24
розчинні цукру	13,56	6,36	17,18
Мінеральні речовини, %	3,05	4,15	4,75
Масова частка фракцій білків, %			
Альбуміни	25,3	25,7	27,5
Глобуліни	42,7	46,6	48,2
Глютеліни	21,9	19,4	19,4
Нерозчинні білки	10,3	8,6	4,7
Вітаміни, мг/100 г продукту			
Рибофлавін (B2)	0,35	0,37	0,35
Тіамін (B1)	0,23	0,24	0,26
α -токоферол	26,73	27,45	29,84
β -каротин	3,95	4,06	4,45
Макроелементи, мг/100г			
Калій	536,75	675,97	924,15
Кальцій	289,47	346,94	380,45
Магній	345,36	350,75	507,66
Натрій	14,95	14,22	16,04
Фосфор	1388,24	1946,64	2292,17
Мікроелементи, мкг/100г			
Залізо	6211	6542	8226
Марганець	2733	3121	3745
Мідь	961	985	1467
Цинк	6543	6984	8334

Завдяки збалансованому складу замінних і незамінних амінокислот насіння гарбуза підтримує життєво важливі процеси організму, а дефіцит цих компонентів знижує стійкість до хвороб. У сірувато-зеленому шарі насіння міститься рідкісна

амінокислота кукурбітин, що забезпечує антигельмінтні властивості продукту. Насіння з оболонкою містить близько 38 % жиру, а очищене – 44 %.

Борошно з насіння гарбуза містить лінолеву кислоту (ω -6) у кількості 41,2 – 54 % від сумарного вмісту жирних кислот, а загальний вміст цінних ненасичених жирних кислот (олеїнова, лінолева, пальмітинова та стеаринова) становить 70 – 80 % [16]. Інші дослідження підтверджують домінування лінолевої кислоти в межах 42 – 59,2 % [17]. Альфа-ліноленова кислота покращує роботу мозку, нормалізує тиск та рівень холестерину, а лінолева кислота регулює жировий і білковий обмін, сприяє засвоєнню вітамінів, захищає клітини від старіння та підтримує нервову систему [6]. Обидві кислоти важливі як попередники синтезу простагландинів, що беруть участь у регуляції холестерину, запобіганні тромбозу та зниженні запалень [5].

Борошно насіння гарбуза містить понад 50 макро- та мікроелементів, серед яких цинк, селен, калій, кальцій, фосфор, магній і залізо [8]. Цинк і селен нормалізують функцію передміхурової залози, цинк також регулює вироблення інсуліну та рівень цукру в крові. У 100 г насіння міститься 345 – 507 мг магнію, який важливий для клітин, іонної рівноваги та роботи ферментів [1].

Оболонка насіння є джерелом харчових волокон і мінералів. Клітковина (18 %) очищує організм, знижує рівень холестерину та забезпечує надходження заліза, калію, магнію і міді [2, 8]. Насіння також багате на жиророзчинні та водорозчинні вітаміни (В1, В2, В12, С, РР) і містить токоферол (вітамін Е), який є потужним антиоксидантом і підтримує тканинне дихання, запобігаючи атеросклерозу [2, 9].

Вміст сирого протеїну в насінні гарбуза становить 39,25 %, при цьому метіонін і триптофан є лімітуючими амінокислотами, а аргінін, глутамінова та аспарагінова кислоти – у високому вмісті. Ліпіди складають 27,83 %, насичені жирні кислоти – 27,73 % (пальмітинова – 16,41 %, стеаринова – 11,14 %), ненасичені – 73,03 % (олеїнова – 18,14 %, лінолева – 52,69 %). Вміст золи – 4,59 %, харчових волокон – 16,84 % [6].

Дослідження показали, що 100 г насіння забезпечують 20 % добової

потреби в харчових волокнах, 30 % у білках і понад 50 % у жирах, а також повністю покривають добову норму магнію, натрію, калію і кальцію. Вміст ω -3 поліненасичених жирних кислот дорівнює 45 % добової норми, ω -6 – перевищує її в 7 разів [7].

Наукові дані свідчать, що насіння гарбуза є концентрованим джерелом функціональних харчових інгредієнтів: білків, поліненасичених жирних кислот, антиоксидантів (токоферолів) та мінералів, і може успішно використовуватися у виробництві харчових продуктів.

1.3 Технології виробництва функціональних харчових продуктів із застосуванням насіння гарбуза

Насіння гарбуза відноситься до маловикористовуваної сільськогосподарської харчової сировини у виробництві продуктів харчування. Разом із плодами обліпихи, волоськими горіхами, насінням кунжуту, розторопші, кмину та амаранту його відносять до олійних культур. Хоча бобові та гарбуз широко поширені і мають високу харчову цінність, вони займають обмежене місце в раціоні населення. Досліджено взаємозв'язок між вмістом білків і сапонінів у насінні гарбуза та їх піноутворюючою та емульгуючою здатністю. Встановлено, що найкращі емульгуючі властивості демонструє емульсія з борошна насіння гарбуза сорту «Голосонасінний».

Насіння гарбуза пропонують використовувати у вигляді олії, борошна, шроту та макухи у виробництві продуктів як тваринного, так і рослинного походження. Розроблено технології харчових продуктів із застосуванням гарбузової олії, що є джерелом поліненасичених жирних кислот. Споживання 15 г олії гарбуза задовольняє добову потребу у вітамінах А та Е, а 100 г продукту з її вмістом покриває близько 40 % добової потреби у вітамінах. Пропонуються рецептури для напівфабрикатів рубаних із додаванням гарбузової олії, що дозволяє збагатити вироби α -ліноленовою та лінолевою кислотами та створювати продукти функціонального призначення.

Встановлено ефективність гарбузової олії у виробництві молочно-рослинних десертів сметанного типу для осіб із захворюваннями ендокринної системи, де 3 % олії від маси сировини підвищує вміст ненасичених жирних кислот і біологічну цінність продукту. Також досліджено рецептури рубаних напівфабрикатів зі свинини та яловичини з 5 – 25 % борошна насіння гарбуза замість частини м'яса. Введення борошна покращує функціонально-технологічні властивості фаршу: зменшується масова частка вільної води, підвищується вологозв'язувальна та вологоутримуюча здатність на 1,2 – 1,35 рази, а втрати при термічній обробці знижуються з 26 % до 6,4 – 9,0 %.

Гарбузова олія застосовується у рецептурах булочних виробів, підвищуючи їх харчову цінність, органолептичні властивості та тривалість зберігання. Повножирне борошно насіння «Голосонасінного» сорту ефективно використовують для створення варених ковбасних виробів функціонального призначення. Описані також способи отримання біологічно активної харчової добавки у вигляді порошку подрібненої оболонки насіння, що діє як ентеросорбент.

Борошно гарбуза часто замінює частину пшеничного борошна у булочних виробках, а оптимальна доза становить 15 %. Додавання його до тіста стимулює біологічні, колоїдні та мікробіологічні процеси, активує бродіння, збільшує термін зберігання ХБВ, збагачує готові вироби вітамінами, мікроелементами та іншими функціональними компонентами. Раціональна доза для покращення хлібопекарських властивостей пшеничного та житнього борошна становить 10 – 15 %, що підвищує підйомну силу дріжджів.

Розроблено рецептури кексів із борошном гарбуза як білковим збагачувачем у кількості 5 – 20,5 % до маси пшеничного борошна. Використання насіння підвищує харчову цінність, продовжує термін зберігання, покращує фізико-хімічні та органолептичні показники. Суха суміш для кексів із порошку кропиви, маку та гарбуза (1:3:2) підвищує вміст функціональних мікронутрієнтів та покращує структурно-механічні властивості напівфабрикату. Також пропонується додавати борошно гарбуза у кількості 20 – 30 % разом із харчовими волокнами

м'якоті гарбуза, що дозволяє створити виріб із збільшеним терміном зберігання, збагачений харчовими волокнами та зниженим вмістом жиру, із гіпохолестеринемічними, антиоксидантними, гепатопротекторними та пребіотичними властивостями.

Використовують гарбузове борошно також у пісочних напівфабрикатах, де виробі зберігають якість за показниками вологості, намокання та перекисного числа жиру. Насіння гарбуза багате на харчові волокна й може застосовуватися у виробництві безглютенових продуктів, наприклад кексів із борошном гарбуза та кукурудзяним крохмалем (пропорції 30:70, 40:60), що підвищує вміст білка, ліпідів і нерозчинних харчових волокон при зниженні калорійності.

Шрот насіння гарбуза містить 32 – 55 % білка з усіма незамінними амінокислотами, 38 % клітковини, вітаміни та мінерали. Додавання 1 – 3 % шроту до пшеничного борошна підвищує об'єм хліба на 2,5 – 7,9 %, рівномірність пористості на 2,9 – 5,8 %. Після віджимання олії макуха гарбуза зберігає білки, харчові волокна, вітаміни та мінерали, а також містить до 10 % ліпідів, що робить її цінною протеїновою добавкою і інгредієнтом для поліпшення травлення та роботи шлунково-кишкового тракту.

Продукти переробки насіння гарбуза (олія, борошно, макуха) характеризуються високою біологічною цінністю, проте застосовуються обмежено через високу собівартість, зумовлену трудомісткими технологічними процесами. Харчові вироби з добавками насіння гарбуза володіють імунокоректуючими, радіопротекторними, бактерицидними, антиатеросклеротичними, ліпотропними, протиалергічними, антимікробними та фунгіцидними властивостями.

1.4 Використання екструзії рослинної сировини як метод удосконалення харчової цінності продуктів

Аналіз сучасних методів фізичного впливу на харчову рослинну сировину показує, що екструзійна обробка є одним із перспективних способів модифікації її

властивостей, інтенсифікації технологічних процесів у харчовій та переробній промисловості та виготовлення продуктів харчування, збалансованих за основними поживними речовинами [5]. Інтерес науковців до термопластичної екструзії пояснюється її здатністю ефективно підготувати харчову сировину до переробки, підвищити безпеку технологічних процесів та забезпечити виробництво продуктів із заданим хімічним складом. Ефективність екструзії залежить від технологічних параметрів обробки та конструктивних особливостей обладнання, які визначають ступінь модифікації хімічного складу сировини.

Раціональні умови екструзії – високий вміст вологи в сировині, коротка тривалість процесу та відносно низька температура – сприяють підвищенню якості продуктів завдяки змінам у складі білків, незамінних амінокислот, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин. Наприклад, обробка при температурі 100 – 140 °C підвищує інактивацію інгібіторів протеаз і, відповідно, харчову цінність білків. Водночас екструзія при температурі 200 °C і вище, із вмістом вологи менше 15 %, може негативно впливати на якість продуктів [11].

До ключових ефектів екструзійної обробки належать руйнування антипоживних факторів, декстринізація крохмалю, денатурація білків, збільшення вмісту харчових волокон та підвищення стабільності ліпідів завдяки руйнуванню ліпази і збереженню активності природних стабілізаторів – лецитину та токоферолів [3, 8, 11].

У процесі декстринізації крохмалю вміст нативного крохмалю знижується в 1,8 – 2 рази, що впливає на черствіння борошняних виробів. Водночас водорозчинні речовини в екструдованому пшеничному борошні збільшуються у 5 – 8 разів, що покращує його харчову цінність і засвоюваність. Вплив високих температур (100 – 150 °C) практично повністю стерилізує борошно, підвищуючи безпеку продукту [4].

Наукові дослідження підтверджують, що екструзійна обробка призводить до значного руйнування структури крохмалю та деструкції молекул полісахаридів у рослинній сировині [5, 15]. Під дією високого тиску, температури та вологості білки зазнають помітних змін: порушується впорядкованість їх внутрішньої

структури, що проявляється у зміні фізико-хімічних властивостей білків, таких як розчинність, здатність до гідратації, в'язкість розчинів, стійкість до ферментативної дії та біологічна активність. Це пояснюється наявністю у білкових молекулах великої кількості неміцних зв'язків [14].

Слід зазначити, що більшість опублікованих досліджень стосуються екструзійного впливу на сировину з високим вмістом крохмалю, тоді як інформація про ефекти екструзії для олійних культур, таких як насіння соняшнику, гарбуза та інших, зустрічається значно рідше.

Зростаючий інтерес до екструзійної переробки сільськогосподарської харчової сировини та її використання у харчових технологіях підтверджується численними публікаціями. У науковій літературі широко представлені дослідження щодо розробки рецептур і технологій із застосуванням екструдованої сировини при виробництві продуктів масового споживання, таких як сухі сніданки [2], борошняні кондитерські вироби [6, 9, 17], а також м'ясні кулінарні вироби та м'ясопродукти [25].

Результати цих досліджень можуть бути корисними для оцінки взаємодії екструдованої сировини з основними компонентами продуктів, формування нових технологічних властивостей та створення харчових продуктів функціонального і спеціалізованого призначення.

Встановлено, що при заміні пшеничного та кукурудзяного борошна на амарант, гречку та просо у виробництві екструдованих сухих сніданків змінюються фізичні показники якості виробів та їх харчова цінність. Так, у розроблених сніданках відзначено зниження кількості легко засвоюваних вуглеводів, що дозволяє зменшити глікемічний індекс продукту [11].

Розроблено спосіб приготування екструдованих закусок підвищеної харчової цінності із включенням 10 % борошна насіння гарбуза та 90 % кукурудзяного борошна. Такі вироби демонструють кращі показники розширення та щільності порівняно з контролем, тоді як перевищення 10 % борошна насіння гарбуза погіршує якість продукту [8].

На основі математичних моделей оптимізовано рецептуру екструдованих

крекерів підвищеної харчової та біологічної цінності з борошна і круп зернових культур, хлібної та вафельної крихти, з додаванням хлібопекарських дріжджів. Для виробництва крекерів із покращеними органолептичними властивостями розроблено та затверджено технічну документацію [4].

Встановлено підвищення автолітичної активності та газоутворюючої здатності борошняної суміші, що містить пшеничне борошно та 5 – 15 % екструдованих пшеничних висівок, порівняно зі 100 % пшеничним борошном, а також покращення якості клейковини [5].

Досліджувався вплив арахісової та гарбузової мас, отриманих методом холодної екструзії, на функціонально-технологічні властивості пшеничного борошна, структуру тіста, інтенсивність технологічного процесу та якість готових хлібобулочних виробів. Додавання арахісової маси в кількості 2 – 5 % знижує кількість клейковини та її гідратаційну здатність, зміцнює якість клейковини та інтенсифікує газоутворення, що пов'язано з впливом моно- та поліненасичених жирних кислот. Внесок гарбузової маси у дозі 3 – 10 % збільшує розтяжність клейковини. Це пояснюється низькою активністю ліпоксидази, яка стимулює окислення ненасичених жирних кислот. Пробні лабораторні випічки показали можливість використання арахісової та гарбузової мас для виробництва хліба більшого об'єму, з підвищеною пористістю та кращими пружно-еластичними властивостями м'якушу, а подові вироби відрізнялися вищою формостійкістю [8].

Більшість відомих технологій переробки насіння гарбуза не враховують оболонку як потенційну сировину для отримання корисного продукту. Водночас існують дані, що навіть при холодній екструзії можна знизити активність антипоживних речовин у оболонці гарбузового насіння до безпечного рівня [9].

Досліджено можливість виробництва хлібобулочних виробів із додаванням до 25 % борошна з екструдованого цілого зерна ячменю у масу борошняної суміші. Якість розробленого хліба показала, що дослідні зразки перевищували контрольні за вмістом макро- та мікроелементів (кальцій, фосфор, залізо, магній) і вітамінів (тіамін, ніацин). Кількість нерозчинних харчових волокон (1,19 %) була удвічі більшою за традиційний показник, а хліб із екструдатом забезпечував

понад 30 % добової потреби організму у білку [7].

Проведено комплексні дослідження щодо вдосконалення технології борошняних кондитерських виробів із застосуванням екструдованого пшеничного хлібопекарського борошна вищого ґатунку. Розроблено технологічне рішення для виробництва кексів та мафінів із додаванням 10 % екструдованого борошна, що позитивно впливало на реологічні властивості тіста. Найкращі органолептичні та фізико-хімічні показники досягалися при заміні 10 % звичайного борошна на екструдоване, що забезпечувало високу якість виробів та продовження їхнього терміну придатності [7].

У літературі наведено дані про вплив екструзії на хімічний склад та функціональні властивості насіння соняшнику. Екструзія сприяла підвищенню вмісту білка, його розчинності у воді, жиро- та водопоглинальної здатності, емульгуючих властивостей, стабільності емульсій та піноутворюючої активності. Денатурація білків призводить до збільшення гідрофобних груп, які позитивно корелюють із емульгуючою активністю і негативно – зі стабільністю піни [15].

Запропоновано розширення асортименту хлібобулочних виробів за рахунок використання композитних сумішей підвищеної харчової цінності на основі борошна алейронового шару пшениці та ячменю. Визначено оптимальні пропорції екструдованого пшеничного та ячмінного борошна. Найкращі результати за органолептичними та фізико-хімічними показниками отримані для пшеничного хліба з 10 % ячмінного екструдованого алейронового борошна та 15 % пшеничного екструдованого алейронового борошна, які також отримали найвищі оцінки дегустацій [1]. Ці дані підтверджують перспективність використання композитних сумішей підвищеної харчової цінності для виробництва хлібобулочних виробів із екструдованого борошна пшениці та ячменю.

Розроблено інноваційні технології виготовлення хлібобулочних (ХБВ) та борошняних кондитерських виробів (БКВ) із частковою заміною пшеничного борошна на борошно, отримане з екструдованого зерна пшениці, плівчастого та голозерного ячменю, а також плівчастого та голозерного вівса. Дослідження

показали оптимальні рівні заміни пшеничного борошна на борошно з екструдованих злакових культур для різних видів виробів: хліб – 25 %, булочки – 15 %, печиво – 10 %, бісквіт – 8 % [13].

Теоретично доведено доцільність створення м'ясо-рослинних харчових текстуратів. Для цього обрано перспективні сорти зернових і овочевих культур із оптимальним вмістом харчових та біологічно активних речовин, а як м'ясну сировину рекомендовано яловичину, обрізки свинини та попередньо ферментовану сировину, що містить колаген. Встановлено, що хімічний склад розроблених м'ясо-рослинних текстуратів збалансований за вмістом білків, жирів та вуглеводів, що робить їх придатними для збагачення консервів, ковбас і пельменів [2].

Досліджено реакцію капілярно-пористих екструдатів у середовищі зі знизеним тиском, що показало перспективність застосування термовакуумного ефекту після виходу сировини з фільтри екструдера. Розглянуто напрями вдосконалення екструзійної обробки харчової сировини, зокрема застосування термовакуумного режиму для сировини рослинного походження у виробництві напоїв та хлібобулочних виробів, а також екструдованої крохмалевмісної і ліпидовмісної сировини [9].

Розроблено та науково обґрунтовано застосування термовакуумної екструзії для переробки сільськогосподарської рослинної сировини з метою отримання напівфабрикатів, що можуть використовуватися як функціональні добавки у борошняних кондитерських і хлібобулочних виробках. На основі досліджень капілярно-пористих екструдатів визначено, що вологість і вміст ліпідів у сировині суттєво впливають на інтенсивність декомпресійного «вибуху» екструдата після виходу з фільтри.

Для досягнення оптимальної пористості екструдатів із високим вмістом ліпідів і харчових волокон створюють у спеціальній камері екструдера тиск нижче атмосферного. Експериментально встановлено, що продуктивність екструдата визначається насамперед вмістом основного інгредієнта суміші (розторопші) і його вологою. Для виробництва полікомпонентного екструдату на основі

розторопші оптимально використовувати пшеничне зерно з масовою часткою вологи 14 %. У такому разі найбільш високу пористість досягають при вмісті розторопші до 25 % з вологістю 24 – 28 %.

Теоретично та практично обґрунтовано технологічні прийоми використання екструдованого ячменю у пивоварінні, показано його вплив на біохімічні властивості дріжджів [2]. Примітно, що наявність даних щодо застосування олійних культур у процесах екструзії обмежена, проте існують дослідження щодо зниження антипоживних речовин кунжуту шляхом екструзії [14].

З урахуванням використання борошна з екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) разом з оболонкою, відзначено можливість поліпшення якості екструдованої рослинної сировини не лише за рахунок крохмалю, а й за рахунок харчових волокон. Екструзія волокнистих і білкових інгредієнтів підсилює функціональні властивості екструдатів, їх харчову цінність і покращує органолептичні характеристики кінцевого продукту.

Сучасні наукові уявлення свідчать про багатогранний вплив термопластичної екструзії на трансформацію біополімерів і модифікацію фізико-хімічних властивостей крохмалевмісної і ліпидовмісної сировини, що підвищує її технологічний потенціал. Практичні аспекти застосування термопластичної екструзії харчової сировини у виробництві продуктів харчування підтверджують її ефективність.

Аналіз наукової літератури показав, що дослідження БКВ із сировиною, багатою на ліпіди, підданою екструзії, і його роль у формуванні якості готових борошняних виробів, ще не отримали належного розвитку. Дослідження технології переробки насіння гарбуза та застосування отриманих продуктів для харчових і лікувальних цілей вказують на перспективу розробки інноваційного підходу, який дозволяє знизити трудомісткість обробки та отримати продукт з високими функціонально-технологічними властивостями. Відомо, що якість продуктів з насіння гарбуза визначають властивості сировини та режими її обробки.

Отже, для розробки БКВ із підвищеною харчовою та біологічною цінністю

екструзія насіння гарбуза є ефективним методом, а подальші дослідження в цьому напрямі – актуальним і перспективним завданням.

Висновки за розділом

Аналіз науково-технічної літератури показав, що застосування рослинної сировини та продуктів її переробки є одним із провідних напрямів створення хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів функціонального призначення, що дозволяє коригувати дефіцит білка, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин у раціонах харчування населення.

Встановлено, що зернові, зернобобові, олійні культури, насіння та продукти їх переробки позитивно впливають на харчову й біологічну цінність виробів, а також на функціонально-технологічні властивості тіста і якість готової продукції.

Узагальнення літературних даних свідчить, що насіння гарбуза є цінним джерелом повноцінного білка (понад 30 %), поліненасичених жирних кислот (до 70–80 % від загального вмісту ліпідів), харчових волокон, токоферолів, вітамінів групи В та мінеральних речовин, зокрема цинку, магнію, фосфору і заліза.

Показано, що борошно з насіння гарбуза характеризується високою водо- і жирутримуючою, емульгуючою та піноутворювальною здатністю, що обумовлює його доцільність використання у технологіях хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів.

За даними досліджень, раціональне дозування борошна з насіння гарбуза у рецептурах борошняних виробів становить переважно 10–15 %, що забезпечує підвищення харчової цінності без погіршення органолептичних і фізико-хімічних показників якості.

Встановлено, що екструзійна обробка рослинної сировини є ефективним способом модифікації її властивостей, оскільки сприяє інактивації антипоживних факторів, підвищенню засвоюваності білків, збереженню біологічно активних речовин та покращенню технологічних характеристик борошна.

Аналіз літературних джерел підтверджує перспективність використання

борошна з екструдованого насіння гарбуза як функціонального інгредієнта у виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

Узагальнення результатів попередніх досліджень свідчить про доцільність подальших наукових робіт, спрямованих на розробку та обґрунтування рецептур виробів функціонального призначення із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза та оцінку його впливу на якість і споживчі властивості готової продукції.

Метою роботи є розробка рецептур хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення на основі борошна з екструдованого насіння гарбуза.

Для реалізації мети поставлено такі завдання:

1. Обґрунтувати вибір борошна з ЕНГ, вивчити можливість його застосування в технології хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів як джерело функціональних харчових інгредієнтів.

2. Дослідити вплив борошна з ЕСГ на показники борошняної суміші та підйомну силу хлібопекарських пресованих дріжджів.

3. Визначити вплив різних дозувань борошна з ЕСГ на органолептичні та фізико-хімічні показники якості здобних хлібобулочних виробів, пісочного та бісквітного напівфабрикатів, визначити їх харчову та енергетичну цінність.

4. Розробити рецептуру та технологічну схему виробництва пісочного напівфабрикату із застосуванням раціональних дозувань борошна з ЕСГ.

5. Розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси виробництва хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів функціонального призначення із використанням рослинної сировини.

Предмет досліджень – рецептурний склад і якісні показники хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів із частковою заміною традиційного борошна на борошно з екструдованого насіння гарбуза та його вплив на харчову цінність і споживчі властивості продукції.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація роботи та схема проведення досліджень

Структуру та послідовність етапів проведення досліджень подано у вигляді структурно-логічної схеми на рисунку 2.1.

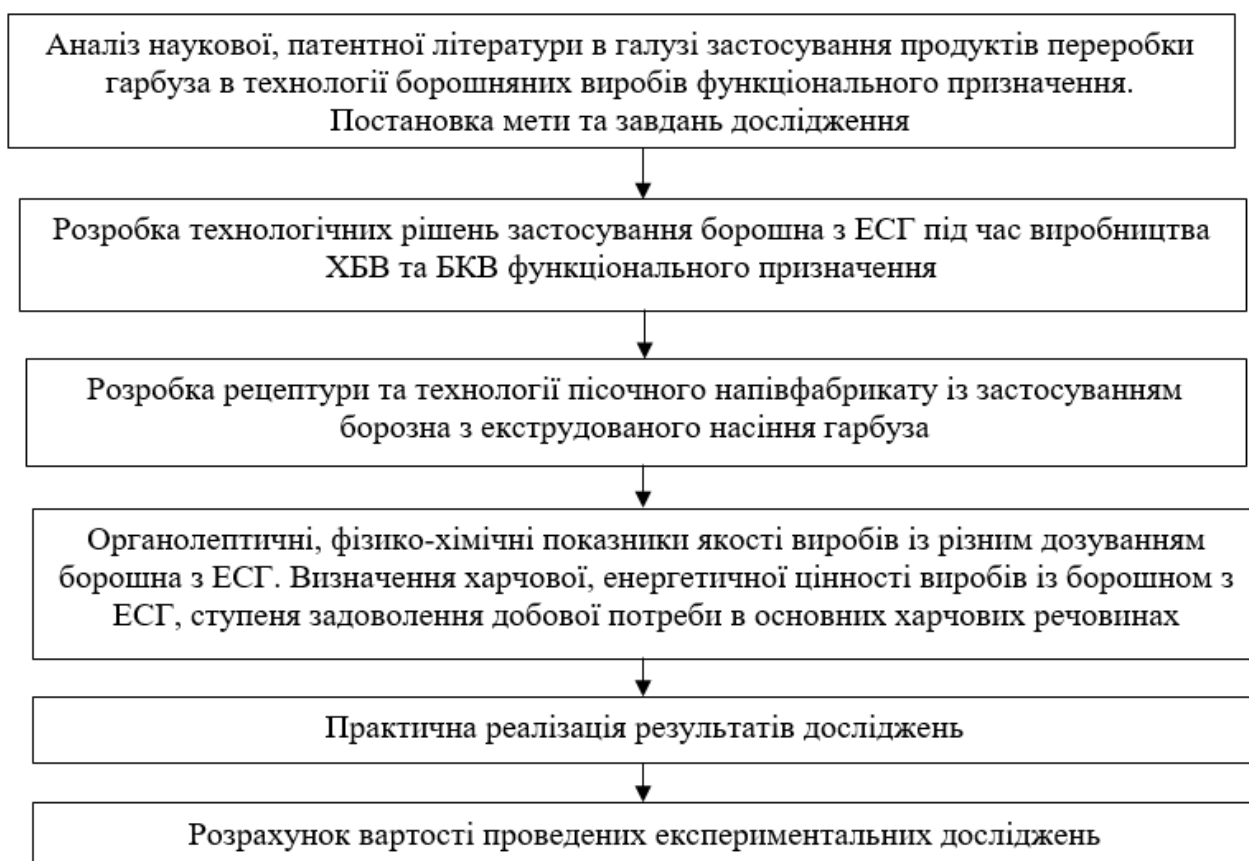


Рисунок 2.1 – Структурно-логічна схема проведення досліджень

2.2 Об'єкти дослідження

Відповідно до мети та завдань роботи, об'єктами дослідження були функціональні борошняні кондитерські вироби з використанням борошна з ЕНГ, а також їх технології та рецептури.

Предметом досліджень є вплив борошна з ЕНГ на якість і харчову цінність готових БКВ.

Для розробки рецептур та технології БКВ використовували: борошно з ЕНГ, пшеничне борошно вищого ґатунку (ГСТУ 46.004-99), вершкове масло (ДСТУ 4399:2005), білий цукор (ДСТУ 4623:2006) та яєчний меланж (ДСТУ 8719:2017).

Для екструзії з термовакуумним ефектом застосовували насіння гарбуза овальної форми, середнього розміру, гладке, зі шкіркою. Екструдоване насіння отримували на екструдері з вакуумною камерою при 130 – 140 °С протягом 10 – 15 с, тиску 0,06 – 0,07 МПа, до вмісту вологи $\leq 9\%$, діаметр отвору матриці 8 мм. Для отримання борошна насіння подрібнювали на зерновому млині при частоті обертання 12000 об/хв.

Контрольними зразками слугував пісочний (основний) напівфабрикат за уніфікованою рецептурою. Дослідні зразки готувалися з частковою заміною пшеничного борошна вищого ґатунку на борошно з ЕНГ.

2.3 Методи досліджень

Відповідно до структурно-логічної схеми досліджень, оцінку показників проводили із застосуванням загальноприйнятих органолептичних, фізико-хімічних та хімічних методів, що дозволяють визначити склад, властивості та якісні показники сировини, напівфабрикатів і готових виробів.

Відбір проб та підготовку сировини для лабораторних досліджень здійснювали за ДСТУ ГОСТ 27494:2019, а готових виробів – за ДСТУ 7044:2009.

Масову частку вологи в пшеничному борошні та борошні з ЕНГ визначали висушуванням до постійної маси при 105 °С, а зольність – за ДСТУ ГОСТ 27494:2019.

Органолептичні випробування готових БКВ проводили за описовим методом та методом бальної оцінки [9]. У лабораторних умовах готували пісочний (основний) напівфабрикат із застосуванням борошна з ЕНГ. Як контрольний зразок приготування борошняних кондитерських виробів використовували традиційну (базову) рецептуру пісочного напівфабрикату. У таблиці 2.1 наведено

традиційну (базову) рецептуру пісочного напівфабрикату.

Приготування тіста здійснювали у планетарному міксері. У ємність вносили масло вершкове (у вигляді стружки), цукор білий, меланж, двовуглекислий натрій, амоній вуглекислий, сіль, есенцію і перемішували 20 – 30 хв до отримання однорідної маси.

Таблиця 2.1 – Рецептура на напівфабрикат пісочний (основний) [18]

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1 т напівфабрикату, кг	
		в натурі	у сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,52	515,43	440,68
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,52	41,23	35,26
Цукор білий	99,84	206,16	205,87
Масло вершкове	84,01	309,26	259,77
Меланж	27,01	72,17	19,47
Натрій двовуглекислий	50,05	0,51	0,27
Амоній вуглекислий	-	0,54	-
Есенція	-	2,05	-
Сіль	96,51	2,05	1,98
Разом	-	1149,42	963,31
Вихід	94,51	1000,00	945,00

Потім додавали пшеничне борошно, змішане з розпушувачем, і протягом 2 – 3 хв виробляли заміс тіста. Маса тіста має бути однорідною, пластичною, без грудок, вологістю 18,5 – 19,5 %. Температура тіста – 19 – 22 °С.

Тісто розкочували із застосуванням підпили пшеничним борошном на поверхні столу в пласт товщиною 6 – 7 мм і формували у вигляді прямокутників. Вироби випікали 10 – 15 хв за температури 200 – 225 °С.

Дослідні зразки випечених напівфабрикатів готували із заміною 5, 10, 15 та 20 % пшеничного борошна на борошно з ЕНГ від загальної маси борошняної суміші по сухих речовинах.

Оцінку органолептичних та фізико-хімічних показників готових виробів проводили через одну годину після випічки.

Харчову цінність БКВ визначали за вмістом основних харчових речовин у 100 г виробу, а також за енергетичною та біологічною цінністю. Вміст білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин розраховували на основі хімічного складу сировини, що входить до рецептури [28].

Аналізи проводили в 3-кратній повторності, результати представляли як середні арифметичні.

Обробку експериментальних даних з метою оптимізації показників якості готових виробів та визначення оптимальної заміни пшеничного борошна на борошно з ЕНГ та вмісту в рецептурах вершкового масла здійснювали за допомогою стандартних програмних засобів.

Висновки за розділом

Визначено послідовність проведення досліджень відповідно до мети роботи та розроблено структурно-логічну схему експерименту.

Визначено об'єкти і предмет досліджень – борошняні кондитерські вироби з використанням борошна з екструдованого насіння гарбуза та його вплив на якість і харчову цінність готової продукції.

Для досліджень використано сировину, що відповідає вимогам чинних нормативних документів, а як контрольний зразок обрано пісочний напівфабрикат за уніфікованою рецептурою.

Обґрунтовано умови отримання борошна з екструдованого насіння гарбуза та розроблено дослідні зразки з частковою заміною пшеничного борошна у кількості 5 – 20 % по сухих речовинах.

Застосовано стандартні органолептичні, фізико-хімічні та розрахункові методи аналізу, що забезпечує об'єктивну оцінку якості, харчової та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основою розробки рецептур і технології харчових продуктів функціонального призначення є модифікація традиційних рецептур, що дозволяє, по-перше, підвищити вміст макро- і мікронутрієнтів до рівня, відповідного фізіологічним нормам, та, по-друге, забезпечити наявність у готових виробах функціональних харчових інгредієнтів [11].

Модифікація рецептур БКВ функціонального призначення може здійснюватися шляхом заміни частини пшеничного борошна вищого ґатунку на продукти переробки насіння гарбуза, які характеризуються високим вмістом білків, поліненасичених жирних кислот, клітковини та мінеральних речовин.

Аналіз наукових досліджень у сфері переробки насіння гарбуза та використання отриманих продуктів у харчовій і лікувальній промисловості свідчить про доцільність розробки інноваційного підходу, що дозволяє значно знизити трудомісткість переробки та одержати продукт із високими функціонально-технологічними властивостями. На якість продуктів переробки насіння гарбуза значною мірою впливають властивості сировини та технологічні режими обробки.

Науковим обґрунтуванням застосування борошна з ЕНГ у технології БКВ функціонального призначення став аналіз хімічного складу борошна, жирнокислотного складу ліпідів та вивчення функціонально-технологічних властивостей ЕНГ. Для проведення досліджень насіння гарбуза подрібнювали, просіювали через металеве сито № 025 та здійснювали необхідні аналізи.

3.1 Вивчення хімічного складу борошна з екструдованого насіння гарбуза

Властивості насіння гарбуза залежать від багатьох факторів: виду і сорту рослин, кліматичних умов місця їх вирощування і особливостей ґрунту, способу підготовки до переробки та ін. Насіннева оболонка у твердокорих гарбузів тонка, але не жорстка, може і зовсім бути відсутньою, наприклад, у голонасінному.

Насіння цього виду гарбуза вважається найсмачнішим і придатним для переробки. Сорти великоплідного гарбуза відрізняються товстою, а іноді дуже твердою насінневою оболонкою; їх насіння також їстівні, але смакові якості нижчі, ніж у насіння твердокорих гарбузів. Смакові якості та їстівність насіння мускатного гарбуза зазвичай ставиться під сумнів. На відміну від інших видів гарбуза насіння його дуже дрібне, і має жорстку тверду оболонку.

З метою оцінки впливу термопластичної екструзії з термовакуумним ефектом здійснювали хімічний склад екструдованого неочищеного від насінневої оболонки насіння твердокорого гарбуза, та ЖКС ліпідів борошна з ЕНГ. До особливостей переробки цього виду сировини можна віднести наступне. По-перше, насіннева оболонка у використуваних твердокорих сортів гарбуза була тонка і не жорстка.

По-друге, клітковина, що міститься в оболонці насіння гарбуза, в останні роки розглядається як один з найважливіших функціональних харчових інгредієнтів. Звідси випливає, що рослинна сировина, що містить клітковину, є джерелом нерозчинних харчових волокон у технології продуктів функціонального призначення [9].

По-третє, екструзійна обробка неочищеного насіння гарбуза сприяє ресурсозбереженню за рахунок виключення технологічної операції видалення оболонок [6].

Крім цього, екструзійна обробка неочищеного насіння гарбуза обумовлена можливістю використання всіх корисних інгредієнтів при виробництві БКВ, як джерело антиоксидантів, білка та ненасичених жирних кислот.

У роботі використовували борошно з ЕНГ з оболонкою, отримані на одному прес-екструдері, укомплектованому вакуумною камерою, що обумовлює реалізацію нових технологічних можливостей екструзійної обробки харчової сировини [7].

Колір маси екструдованого насіння гарбуза – коричневий. Відзначено смак та запах екструдованого насіння гарбуза, як запах з присмаком смажених горіхів. Зовнішній вигляд і текстуру можна охарактеризувати, як шаруваті тендітні

коричневого кольору пластини. Крихкість борошна з ЕНГ зумовлена високим вмістом жиру.

Отримані результати порівняльного аналізу хімічного складу борошна з ЕНГ та пшеничного борошна вищого гатунку наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Фізико-хімічні показники борошна пшеничного вищого гатунку (БП) та борошна екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ)

Найменування показника	БП	Борошно з ЕНГ	Ступінь задоволення добової потреби, %	
			БП	Борошно з ЕНГ
Масова частка вологи, %	14,5	6,3	-	-
Масова частка протеїну, % СР	12,3	30,6	16,4	40,8
Масова частка ліпідів, % СР	1,2	33,5	1,4	40,4
Масова частка харчових волокон, %	0,3	18,5	1,0	61,6
Масова частка золи, % СР	0,6	6,0	-	-
Масова частка вуглеводів, % СР	85,6	11,4	23,5	3,1
Об'ємна маса, кг/дм ³	0,460	0,360	-	-

Відмінна особливість хімічного складу борошна з ЕНГ – високий вміст протеїну, ліпідів, клітковини та макро- та мікроелементів, що дозволяє збагатити борошняні кондитерські вироби функціональними харчовими інгредієнтами.

Встановлено, що борошно з ЕНГ відрізняється низькою масовою часткою вологи. Вміст вологи в борошні з ЕНГ становить 6,3 %, що обумовлює ефективне зберігання екструдованого насіння. За масовою часткою протеїну борошно з ЕНГ не поступається білковим добавкам рослинного походження. Борошно з ЕНГ перевершує борошно пшеничне вищого гатунку за вмістом сирого протеїну в 2,5 рази, що характеризує борошно з ЕНГ як потужне потенційне джерело збагачення харчових продуктів білками. Кількість білка в борошні з ЕНГ порівняно з рівнем вмісту білка в таких бобових культурах як, наприклад, соя (34,9 %). При цьому вміст білка в борошні з ЕНГ значно вищий, ніж у гороху (20,5 %), квасолі (21,0 %) та сочевиці (24,0 %). Дослідниками встановлено, що білок, харчові волокна і

токоферол, що входять до складу насіння гарбуза, мають прямий вплив на якість продуктів харчування, у зв'язку з чим, на думку дослідників, наукові інтереси мають бути спрямовані на використання харчових волокон у зміні глікемічного індексу кінцевих продуктів і, отже, у профілактиці діабету [8, 9, 14].

Як уже сказано вище, екструзійна обробка сприяє підвищенню рівня засвоюваності білків, і, отже, підвищенню харчової цінності білків екструдованої рослинної сировини. Можливо, причиною зазначених змін, є денатурація білків та інактивація антинутрієнтів, в першу чергу, інгібіторів трипсину, що погіршують травлення [11]. Результати досліджень корелюють з даними інших дослідників, отриманими при проведенні холодної екструзійної обробки насіння гарбуза без оболонки [9].

Масова частка жиру в борошні з ЕНГ становить 33,5 %, що вище за рівень зазначеного показника в пшеничному борошні вищого гатунку в 27,9 рази, і свідчить про цінність застосування борошна з ЕНГ у технологіях БКВ. Борошно з ЕНГ у кількості 100 г забезпечує 40,4 %, 100 г пшеничного борошна – 1,4 % добової потреби організму у жирах.

Вміст харчових волокон у борошні з ЕНГ становить 18,5 % на сухі речовини, що перевищує вміст у пшеничному борошні в 61,5 рази. Борошно з ЕНГ у кількості 100 г забезпечує 61,6 %, 100 г пшеничного борошна – 5,3 % добової потреби організму у харчових волокнах.

Відомо, що харчові речовини при виробництві борошняних виробів розглядаються в контексті їх фізіологічного впливу на організм людини. Зокрема, нерозчинні харчові волокна не піддаються розщепленню ендогенними ферментами кишечника людини, тому вживання нерозчинних харчових волокон може знизити ризик розвитку ожиріння, діабету другого типу та серцево-судинних захворювань. У зв'язку з цим можна припустити, що застосування борошна з ЕНГ з оболонкою при виробництві БКВ дозволить розробити технологію продуктів харчування функціонального призначення. Крім цього, нерозчинні харчові волокна характеризуються здатністю регулювати технологічні властивості харчових продуктів, надаючи їм необхідну структуру, підвищуючи їх

якість, а також вихід готових виробів.

Слід вважати позитивною особливістю хімічного складу борошна з ЕНГ низький вміст вуглеводів, порівняно з пшеничним борошном – 11,4 % та 85,6 %, відповідно.

Вміст золи в борошні з ЕНГ становить 6,0 % на сухі речовини, і перевищує аналогічний показник у пшеничному борошні в 10 разів.

Результати дослідження мінерального складу борошна з ЕНГ із оболонкою представлені в таблиці 3.2.

Встановлено, що борошно з ЕНГ з оболонкою є джерелом корисних мінеральних речовин, як фосфор, калій і магній.

Таблиця 3.2 – Вміст мінеральних речовин у борошні екструдованого насіння гарбуза (% СР)

Найменування мінеральних речовин	БП	Борошно з ЕНГ	Ступінь задоволення добової потреби, %	
			БП	Борошно з ЕНГ
Фосфор	0,09	1,25	11,3	156,3
Калій	0,12	1,1	2,4	22,0
Магній	0,016	0,57	4,0	142,5

Вміст фосфору в борошні з ЕНГ перевищує його вміст у БП у 14,0 разів, вміст калію у 9 разів, вміст магнію – у 36 разів.

Зазначені макроелементи виконують важливі функції в організмі людини. Фосфор бере участь у катаболізмі та анаболізмі клітинних речовин, входить до складу нуклеїнових кислот та ряду ферментів, причому його сполуки присутні в усіх клітинах організму. Калій забезпечує підтримку осмотичного тиску в клітинах, тканинах і біологічних рідинах, сприяє передачі нервових імпульсів та підтримує кислотно-лужний баланс. Магній відповідає за активність ключових ферментів у метаболізмі, підтримує стабільну роботу нервової системи та серцевого м'яза, бере участь у формуванні кісток, має судинорозширювальний

ефект, стимулює жовчовиділення та підвищує перистальтику кишечника [6].

3.2 Вплив борошна з екструдованого насіння гарбуза на властивості борошняної суміші

Борошно є одним з основних видів сировини при виробництві борошняних виробів. Застосування, крім пшеничного борошна, нетрадиційних видів сировини в рецептурах БКВ може призвести до різних змін технологічних властивостей борошняної суміші, до зміни якості напівфабрикатів та готових виробів.

Технологічні властивості пшеничного борошна оцінюють за показником вмісту вологи, титрованої кислотності, масової частки та якості клейковини та ін. Ці характеристики є важливими для раціональної організації технологічного процесу виробництва борошняних виробів. Отже, доцільним є дослідження впливу борошна з ЕНГ на функціонально-технологічні властивості пшеничного борошна вищого ґатунку в суміші з борошном з ЕНГ.

У таблиці 3.3 представлені результати впливу дозувань борошна з ЕНГ на технологічні показники борошняної суміші.

Таблиця 3.3 – Технологічні показники суміші БП та борошна з ЕНГ

Найменування показника	Співвідношення БП та борошна з ЕНГ, %				
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20
Масова частка вологи, %	14,5	14,0	13,7	13,3	12,9
Титрована кислотність, град	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3
Масова частка сирії клейковини, %	32,0	30,7	29,0	27,5	26,0
Розтяжність сирії клейковини, см	16,0	16,0	15,0	15,0	15,0
Сила борошна	середня	середня	середня	середня	середня

У ході експерименту ЕНГ подрібнювали на лабораторному млині. Замість тіста здійснювали з внесенням дозувань борошна з ЕНГ замість пшеничного

борошна вищого гатунку в кількості 5, 10, 15 та 20 %. Як контрольний зразок використовували заміс зі 100 % пшеничного борошна вищого гатунку.

Встановлено, що при заміні пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у кількості 5, 10, 15 і 20 % масова частка вологи борошняної суміші знижується на 3,4; 5,5; 8,3 і 11,0 %, відповідно, що пов'язано, очевидно, з низькою вологістю екструдату насіння гарбуза.

Відомо, що нижча вологість борошняної сировини, то вищий вихід готових виробів з борошна. Зміна вологості борошна лише на 1 % змінює вихід хліба на 1,5 – 1,8 %. Отже, враховуючи знижену вологість суміші пшеничного борошна з борошном з ЕНГ, слід очікувати більш високих виходів БКВ.

Титрована кислотність при внесенні борошна з ЕНГ замість частини пшеничного борошна зростає, що обумовлено наявністю великої кількості поліненасичених жирних кислот.

Масова частка клейковини знижувалася в міру збільшення дозування борошна з ЕНГ у борошняній суміші. Поясненням зменшення кількості клейковинних білків у борошняній суміші є їх заміна білковими речовинами борошна з ЕНГ, які не утворюють зв'язкової структури через відсутність гліадинової та глютенінової фракцій. Зазначимо, що міцність клейковини підвищувалася, що свідчить про можливість застосування борошна з ЕНГ як покращувача технологічних властивостей тіста при використанні слабкого борошна. Можливим механізмом зміцнення якості сирової клейковини є висока активність ферменту ліпоксигенази, що міститься в борошні з ЕНГ, що виявляється в окисленні сульфгідрильних груп білка клейковини та утворення додаткових дисульфідних зв'язків, що зумовлюють підвищення пружних властивостей клейковини. Отримані нами дані щодо кількості і якості клейковини суміші пшеничного борошна і добавок, що містять ліпід, рослинного походження узгоджуються з результатами інших дослідників при розробці рецептур і технологій борошняних виробів.

Вивчення хімічного складу борошна з ЕНГ з оболонкою свідчить про високий вміст у ній білка, клітковини, поліненасичених жирних кислот, а також

наявність широкого спектру мінеральних речовин, що характеризує отриманий продукт як ефективну добавку при розробці рецептур БКВ функціонального призначення. Крім того, висока водоутримуюча і жирутримуюча здатність борошна з ЕНГ з оболонкою забезпечать формування заданої структури, харчової цінності, кусових показників і зниження втрат при виробленні зазначених виробів. Встановлено, що найкращі результати отримані при дозуванні 10 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна вищого гатунку.

3.3 Дослідження впливу дозувань борошна з ЕНГ на якість пісочного напівфабрикату

Розробку рецептур пісочного напівфабрикату здійснювали на основі традиційної (базової) рецептури [8].

З метою вивчення впливу борошна з ЕНГ на органолептичні та фізико-хімічні показники пісочного тіста в модифікованих (дослідних) рецептурах замінювали частину пшеничного борошна на борошно з ЕНГ, масова частка якого склала 5 %, 10 %, 15 % та 20 % від масової частки сухих речовин борошняної суміші (таблиця 3.4).

Як контрольний зразок служив зразок, приготований без додавання борошна з ЕНГ, за традиційною (базовою) рецептурою.

Враховуючи технологічні особливості замісу пісочного тіста, в дослідних зразках борошно з ЕНГ вводили на стадії приготування емульсії, що, по-перше, дозволяє досягти рівномірного розподілу борошна з ЕНГ в харчовій системі, по-друге, обумовлює зниження інтенсивності окислювальних процесів, завдяки скороченню тривалості містить поліненасичені жирні кислоти.

В даному випадку борошно з ЕНГ, що містить 33,5 % жиру, виконує роль емульгатора. В результаті процес утворення стійкої емульсії відбувається більш ефективно завдяки високому ступеню дисперсності жирових кульок, що зумовлюють поліпшення структури та органолептичних показників пісочного напівфабрикату.

Таблиця 3.4 – Рецептури пісочного напівфабрикату з борошном з ЕНГ, г/100 г

Найменування сировини	Масова частка сухих	Співвідношення БП та борошна з ЕНГ, %									
		100:0		95:5		90:10		85:15		80:20	
		в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,50	51,54	44,06	48,96	41,86	46,38	39,65	43,80	37,45	41,23	35,25
Борошно пшеничного вищого гатунку (на підпил)	85,50	4,12	3,52	4,12	3,52	4,12	3,52	4,12	3,52	4,12	3,52
Борошно з ЕНГ	93,70	0,00	0,00	2,35	2,20	4,70	4,41	7,05	6,61	9,40	8,81
Масло вершкове	84,00	30,93	25,98	30,93	25,98	30,93	25,98	30,93	25,98	30,93	25,98
Цукор білий	99,85	20,62	20,59	20,62	20,59	20,62	20,59	20,62	20,59	20,62	20,59
Меланж	27,00	7,22	1,95	7,22	1,95	7,22	1,95	7,22	1,95	7,22	1,95
Сіль	96,50	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20
Натрій двовуглекислий	50,00	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
Амоній вуглекислий	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
Есенція	0,00	0,21	0,00	0,21	0,00	0,05	0,00	0,21	0,00	0,21	0,00
Разом		114,95	96,33	114,71	96,33	114,33	96,33	114,26	96,33	113,99	96,33
Вихід		100,00		100,00		100,00		100,00		100,00	

З метою визначення раціонального дозування борошна з ЕНГ проведено органолептичну оцінку пісочних напівфабрикатів та оцінено фізико-хімічні показники якості готових виробів.

До основних органолептичних показників якості пісочного напівфабрикату відносять зовнішній вигляд виробів, колір, смак і запах, а також вид у зламі.

У таблиці 3.5 наведено результати оцінки органолептичних показників пісочного напівфабрикату.

Пісочний напівфабрикат із вмістом борошна з ЕНГ 5, 10, 15 % від маси основної суміші мав властиву даному виду виробу форму без вм'ятин, з рівними краями, без пошкоджень, так само як і контрольний зразок. Зразок з внесенням 20 % борошна з ЕНГ характеризувався злегка деформованою формою, з недостатнім підйомом і з незначними зламами.

Поверхня в дослідних зразках із внесенням 5 і 10 % борошна з ЕНГ не-підгоріла, гладка, без здуття, тріщин і вкраплень крихт. Встановлено, що зразок із внесенням 15 % борошна з ЕНГ мав непідгорілу, гладку, без здуття, без тріщин поверхню, але відмічені вкраплення крихт. Зразок із внесенням 20 % борошна з ЕНГ характеризувався шорсткою, з великими тріщинами та западинами поверхнею.

Вигляд у зламі і в контрольного зразка, і в дослідних зразків із внесенням 5, 10 і 15 % борошна з ЕНГ був пропечений, без слідів непромісу. Зразок із внесенням 20 % борошна з ЕНГ – пропечений, відмічені сліди непромісу, а також наявність вкраплень частинок темного кольору.

Пориста, розсипчаста текстура зазначена у зразку із внесенням 5 та 10 % борошна з ЕНГ. Така сама характеристика текстури контрольного зразка.

Внесення 15 і 20 % борошна з ЕНГ призвело до появи крихкої текстури.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники пісочних напівфабрикатів, приготовлених за традиційною та модифікованою рецептурою

Найменування показника	Співвідношення пшеничного борошна та борошна з ЕНГ, %				
	100:0	95: 5	90:10	85:15	80:20
Зовнішній вигляд: Форма	Без вм'ятин, краї рівні без пошкоджень	Без вм'ятин, краї рівні без пошкоджень	Без вм'ятин, краї рівні без пошкоджень	Без вм'ятин, краї рівні без пошкоджень	Злегка деформована, недостатнє підняття, з незначними зламами
Стан поверхні	Непідгоріла, гладка, без здуття, тріщин і вкраплень крихт	Непідгоріла, гладка, без здуття, тріщин і вкраплень крихт	Непідгоріла, гладка, без здуття, без тріщин і вкраплень крихт	Непідгоріла, гладка, без здуття, без тріщин, з деякими вкрапленнями крихт	Шорстка, з великими тріщинами, западинами
Вид на зламі	Пропечений, без слідів непромісу	Пропечений, без слідів непромісу	Пропечений, без слідів непромісу	Пропечений, без слідів непромісу	Пропечений, сліди непромісу, наявність вкраплень частинок темного кольору
Текстура	Пориста, розсипчаста	Пориста, розсипчаста	Пориста, дуже розсипчаста	Крихка, ламка, кришиться	Крихка, ламка, кришиться
Колір	Білий з кремовим відтінком, рівномірний	Білий з кремовим відтінком, рівномірний	Світло-коричневий, рівномірний	Світло-коричневий, рівномірний	Коричневий, нерівномірний, з різними відтінками
Смак та запах	Характерний для даного виду продукту, без сторонніх присмаку та запаху	Характерний для даного виду продукту, легкий присмак та запах смажених горіхів	Характерний для даного виду продукту, присмак і запах смажених горіхів	Характерний для даного виду продукту, присмак і запах смажених горіхів	Виражений запах та смак смажених горіхів, присмак жиру

Колір, властивий цьому виду виробу, був відзначений у контрольного зразка і зразка з внесенням 5 % борошна з ЕНГ. Колір виробів, як прийнятніший, був відзначений у зразків з внесенням 10 і 15 % борошна з ЕНГ – світло-коричневий, рівномірний. Нижчу оцінку за колір отримав зразок з внесенням 20 % борошна з ЕНГ. Колір його характеризувався як коричневий, нерівномірний, з різними відтінками.

Більш привабливим смак та запах відзначений у зразків із внесенням 10 та 15 % борошна з ЕНГ. Різко виражений запах і смак смажених горіхів, присмаку жиру відзначений у зразка з 20 % борошна з ЕНГ.

Порівняльну бальну органолептичну оцінку зразків пісочного напівфабрикату, приготовленого за традиційною технологією та із застосуванням борошна з ЕНГ, здійснювали відповідно до ДСТУ 4683:2006. Результати бальної органолептичної оцінки наведені на рисунку 3.1.

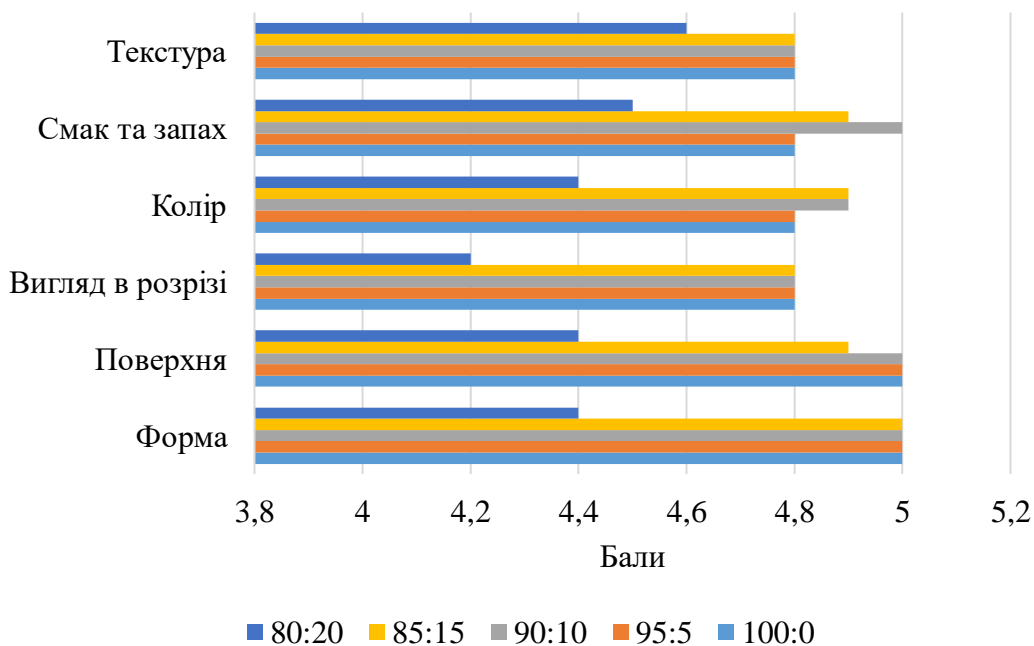


Рисунок 3.1 – Порівняльна органолептична оцінка зразків пісочного напівфабрикату, приготовленого за традиційною технологією та із застосуванням борошна з ЕНГ

борошна з ЕНГ оцінювали за п'ятибальною шкалою оцінки якості.

Використання борошна з ЕНГ у кількості 5, 10 і 15 % замість пшеничного борошна у виробках не призводило до погіршення зовнішнього вигляду випечених виробів, кольору, смаку та запаху. Такі показники контрольного та дослідних зразків пісочного напівфабрикату, як форма, поверхня та вид у зламі, чи на одному рівні з показниками контрольного зразка – 5,0 балів. Дослідний зразок із внесенням замість пшеничного борошна 20 % борошна з ЕНГ характеризувався, порівняно з контрольним зразком зниженим рівнем органолептичної оцінки форми (4,4 бали), поверхні (4,4 бали) і виду в зламі – 4,2 бали. Вигляд у зламі дослідних зразків з 20 % борошна з ЕНГ відрізнявся нерівномірною пористістю, слідами непромісу, наявністю вкраплень частинок темного кольору.

Колір виробів, приготовлених із внесенням борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна 5 %, був на рівні показників зразка, приготовленого за традиційною рецептурою (4,8 бали). Колір виробів із внесенням 10 та 15 % був світло-коричневий, рівномірний (4,9 бали). Колір виробів із внесенням 20 % борошна з ЕНГ був коричневим із різними відтінками, нерівномірним (4,4 бали).

Смак та запах дослідних зразків із внесенням 10 та 15 % борошна з ЕНГ у порівнянні з контрольним помітно краще – 5,0; 4,9 та 4,8 бали, відповідно. Дослідні зразки відрізнялися характерним для даного виду продукту присмаком та запахом смажених горіхів.

Текстура дослідних зразків з використанням 5, 10 та 15 % борошна з ЕНГ оцінена на тому ж рівні, що й текстура зразка, приготовленого за традиційною технологією (4,8 бали). Дослідні зразки з внесенням 20 % борошна з ЕНГ відрізнялися крихкістю та ламкою текстурою (4,6 бали).

Таким чином, кращими органолептичними показниками характеризувалися зразки пісочного напівфабрикату з внесенням 10 і 15 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна в розрахунку на сухі речовини.

Для розробки раціональної рецептури пісочного напівфабрикату з використанням борошна з ЕНГ необхідно визначити максимальну кількість борошна з ЕНГ, якою можна замінити пшеничне борошно без погіршення якості

готових виробів. З цією метою досліджували основні фізико-хімічні показники пісочного напівфабрикату, приготовленого за традиційною та модифікованою рецептурою з використанням борошна з ЕНГ.

При оцінці якості випечених напівфабрикатів було визначено вологість виробів, намокання та питомий об'єм контрольних зразків та дослідних зразків пісочного напівфабрикату із заміною частини пшеничного борошна на борошно з ЕНГ.

Результати дослідження наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вплив борошна з ЕНГ на фізико-хімічні показники пісочного напівфабрикату

Найменування показника	Співвідношення пшеничного борошна та борошна з ЕНГ, %				
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20
Масова частка вологи, %	5,5	5,5	5,4	5,35	5,3
Намокання, %	155,5	157,8	162,0	165,6	157,0
Питома об'єм, см ³ /г	1,70	1,80	1,85	1,90	1,70
Лужність, град	1,50	1,40	1,3	1,25	1,2

Істотним показником пісочного напівфабрикату є його вологість. Відповідно до нормативних документів вологість пісочного напівфабрикату повинна бути в межах 4,0 – 7,0 %. Встановлено, що у дослідних зразках пісочного напівфабрикату зі збільшенням заміни кількості пшеничного борошна на борошно з ЕНГ вологість виробів не змінилася при внесенні 5 % борошна з ЕНГ. У зразках з використанням 10, 15 і 20 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна вологість виробів знизилася порівняно з традиційною рецептурою на 1,8 %, 2,7 %, та 3,6 %, відповідно. Механізм цього процесу можна пояснити вищою вологовіддачею дослідних зразків у процесі випікання.

Важливою особливістю пісочного напівфабрикату і виробів з нього є розсипчастість, обумовлена структурою. Як характеристику розсипчастості пісочного напівфабрикату та виробів з нього часто застосовують показник

намокання та питомого об'єму.

Встановлено, що збільшення масової частки борошна з ЕНГ (5, 10 та 15 %) призводить до підвищення питомого об'єму пісочного напівфабрикату. Намокання виробів при цьому підвищується, що обумовлено зменшенням щільності виробів зі збільшенням дозування борошна з ЕНГ. Так, намокання зразка із внесенням 5 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна підвищується незначно (на 1,5 %). Внесення 10 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна призводить до підвищення намокання на 4,2 % порівняно зі зразком, виготовленим за традиційною рецептурою. Внесення 15 і 20 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна сприяє підвищенню намокання на 6,5 і 1,0 %, відповідно в порівнянні зі зразком, виготовленим за традиційною рецептурою.

Дослідний зразок пісочного напівфабрикату з внесенням 20 % борошна з ЕНГ характеризувався найменшою вологістю, і, як наслідок, найменшим питомим об'ємом, високою крихкістю та зниженням намокання у порівнянні з іншими дослідними зразками.

Лужність виробів дослідних зразків пісочного напівфабрикату, як свідчать наведені дані в таблиці 3.6, знижується, що, ймовірно, обумовлено підвищеним вмістом у борошні з ЕНГ органічних кислот, що реагують з хімічними розпушувачами в процесі замісу тіста.

Таким чином, за загальним рівнем оцінки органолептичних та основних фізико-хімічних показників для виробництва пісочного напівфабрикату функціонального призначення можна рекомендувати рецептуру пісочного напівфабрикату із заміною пшеничного борошна на 10 – 15 % борошна з ЕНГ.

3.4 Харчова та енергетична цінність пісочного напівфабрикату з борошном з екструдованого насіння гарбуза

З метою обґрунтування доцільності модифікації рецептур проведено розрахунок харчової цінності пісочного напівфабрикату із застосуванням борошна з ЕНГ. Результати представлені у таблиці 3.7.

Вміст білків у дослідних зразках пісочного напівфабрикату із внесенням 5, 10, 15 та 20 % борошна з ЕНГ на 7,8; 15,4; 23,0 та 30,9 %, відповідно, вище, ніж у контрольному варіанті, виготовленому за традиційною рецептурою.

Як впливає з аналізу отриманих даних, вміст жиру в дослідних зразках із внесенням 5, 10, 15 та 20 % борошна з ЕНГ на 3,0; 6,0, 9,0 і 12,0 %, відповідно, вище, ніж у виробі, приготовленому за традиційною рецептурою.

Відомо, масло, що виготовляється з коров'ячого молока, характеризується недостатнім вмістом ПНЖК, і не має необхідного співвідношення НЖК, МНЖК і ПНЖК, що підтверджує доцільність застосування борошна з ЕНГ з високим і збалансованим ЖКС. Особливу роль при цьому відіграють, в першу чергу, такі жирні кислоти, як (ω -3) і лінолева (ω -6), що є незамінними (есенціальними).

Так, заміна 5 % пшеничного борошна на борошно з ЕНГ призводить до підвищення вмісту ПНЖК у готових виробках на 78,5 %. Збільшення дозування борошна з ЕНГ до 10% призводить до підвищення рівня ПНЖК у виробках у 2,5 рази. Заміна пшеничного борошна на 15 і 20 % борошна з ЕНГ сприяє підвищенню вмісту ПНЖК у пісочному напівфабрикаті в 3,3 та 4,1 рази, відповідно, порівняно із вмістом ПНЖК у зразку, виготовленому за традиційною рецептурою.

Таблиця 3.7 – Харчова та енергетична цінність пісочного напівфабрикату із заміною пшеничного борошна на борошно екструдованого насіння гарбуза

Співвідношен ня ПБ та борошна з ЕНГ, %	Найменування компонентів, г/100 г виробів										
	Білки	Жири	ПНЖК	ω-3	ω-6	Вуглеводи, %	Харчові волокна, %	Фосфор, мг	Калій, мг	Магній, мг	Енергетична цінність, ккал/кДж
100:0	6,80	27,02	0,65	0,04	0,61	60,02	0,89	67,10	86,07	13,73	510,9/2135,6
95:5	7,33	27,85	1,16	0,10	1,06	58,56	1,29	97,13	111,30	28,03	514,2/2149,4
90:10	7,85	28,65	1,66	0,16	1,50	57,12	1,70	127,08	136,4	42,26	518,8/2168,6
85:15	8,37	29,46	2,17	0,22	1,95	55,66	2,20	157,08	161,67	56,56	522,7/2184,9
80:20	8,90	30,28	2,67	0,28	2,39	54,20	2,63	187,0	186,0	70,8	526,6/2201,2

3.5 Розробка рецептури та технології пісочного напівфабрикату із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза

Надалі розроблені моделі рецептур пісочного напівфабрикату з різним відсотковим вмістом пшеничного борошна та борошна з ЕНГ, вершкового масла та борошна з ЕНГ, що замінює сухі речовини масла.

Для математичного моделювання рецептури пісочного напівфабрикату спланований експеримент і проведена серія пробних лабораторних випічок з різною кількістю борошна з ЕНГ (5, 10, 15 і 20 %) і зниженням вершкового масла в зазначених зразках на 3, 6, 9 і 12 % з зразком еквівалентного зниження вмісту в рецептурі вершкового масла.

На рисунку 3.2 наведено варіанти заміни пшеничного борошна та вершкового масла на борошно з ЕНГ. У рецептурах пісочного напівфабрикату із заміною пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у дозуванні 5,10, 15 та 20 % від маси сухих речовин знижували вміст вершкового масла на 3,0; 6,0; 9,0; і 12,0 %, змінюючи його на борошно з ЕНГ, відповідно, в розрахунку на сухі речовини.

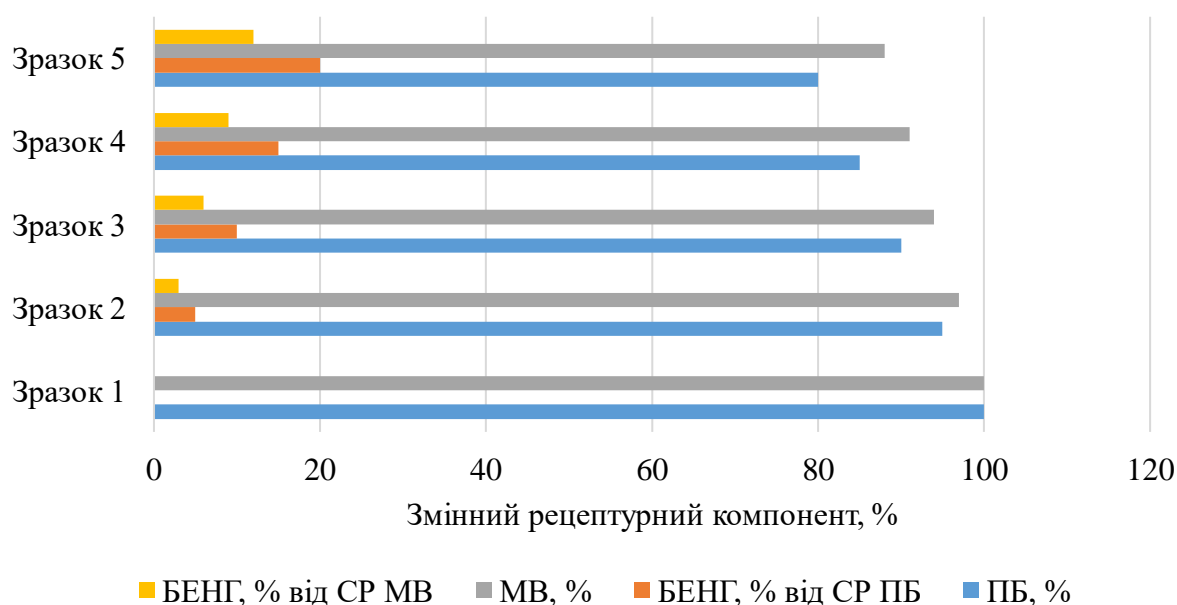


Рисунок 3.2 – Варіанти заміни частини пшеничного борошна та вершкового масла на борошно з ЕНГ у рецептурах пісочного напівфабрикату

Розроблено наступні варіанти рецептур пісочного напівфабрикату із заміною частини пшеничного борошна та вершкового масла на борошно з ЕНГ. Розрахунок здійснено з урахуванням балансу сухих речовин в інгредієнтах та в рецептурі.

- зразок 1 (контрольний): виріб із застосуванням 100 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку та 100 % вершкового масла від рецептурної кількості;

- зразок 2: виріб із застосуванням 95 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку та 5 % борошна з ЕНГ замість сухих речовин борошна; 97 % вершкового масла та 3 % борошна з ЕНГ замість еквівалентної кількості сухих речовин вершкового масла від рецептурної кількості;

- зразок 3: виріб із застосуванням 90 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку та 10 % борошна з ЕНГ замість сухих речовин борошна; 94 % вершкового масла та 6 % борошна з ЕНГ замість еквівалентної кількості сухих речовин олії від рецептурної кількості;

- зразок 4: виріб із застосуванням 85 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку та 15 % борошна з ЕНГ замість сухих речовин борошна; 91 % вершкового масла та 9 % борошна з ЕНГ замість сухих речовин олії від рецептурної кількості;

- зразок 5: виріб із застосуванням 80 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку та 20 % борошна з ЕНГ замість сухих речовин борошна; 88 % вершкового масла та 12 % борошна з ЕНГ замість сухих речовин олії від рецептурної кількості.

У таблиці 3.8 наведено варіанти дослідних рецептур пісочного напівфабрикату з борошном з ЕНГ, що замінює частину пшеничного борошна і частину вершкового масла.

На рисунках 3.3 – 3.8 наведено результати дослідження фізико-хімічних показників у зразках пісочного напівфабрикату із заміною пшеничного борошна на 5, 10, 15 та 20 % та зниженням вершкового масла на 3, 6, 9 та 12 % на борошно з ЕНГ з урахуванням масової частки сухих речовин.

Таблиця 3.8 – Рецептури пісочного напівфабрикату з борошном з ЕНГ, г/100 г

Найменування сировини	Масова частка сухих	Дослідні зразки									
		Зразок 1		Зразок 2		Зразок 3		Зразок 4		Зразок 5	
		в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,5	51,54	44,06	48,96	41,86	46,38	39,65	43,8	37,45	41,23	35,25
Борошно пшеничного вищого гатунку (на підпил)	85,5	4,12	3,52	4,12	3,52	4,12	3,52	4,12	3,52	4,12	3,52
Борошно з ЕНГ	93,7	0	0	3,18	2,98	6,37	5,97	9,55	8,95	12,73	11,93
Масло вершкове	84	30,93	25,98	30,00	25,20	29,07	24,42	28,15	23,64	27,22	22,86
Цукор білий	99,85	20,62	20,59	20,62	20,59	20,62	20,59	20,62	20,59	20,62	20,59
Меланж	27	7,22	1,95	7,22	1,95	7,22	1,95	7,22	1,95	7,22	1,95
Сіль	96,5	0,21	0,2	0,21	0,2	0,21	0,2	0,21	0,2	0,21	0,2
Натрій двовуглекислий	50	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
Амоній вуглекислий	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0
Есенція	0	0,21	0	0,21	0	0,05	0	0,21	0	0,21	0
Разом		114,95	96,33	114,62	96,33	114,14	96,33	113,98	96,33	113,66	96,33
Вихід		100		100		100		100		100	

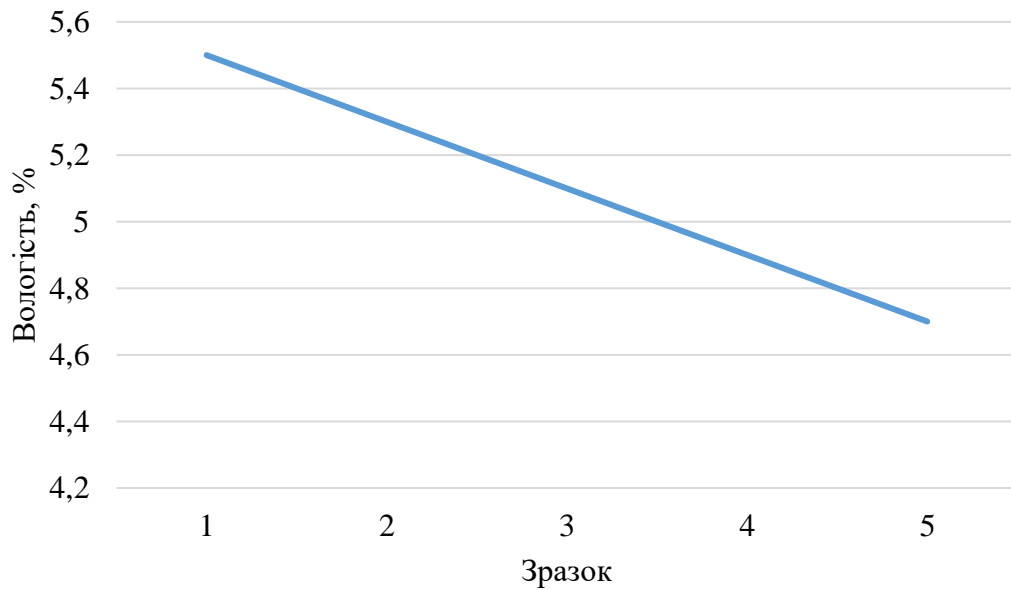


Рисунок 3.3 – Залежність вологості пісочного напівфабрикату від дозування борошна з ЕНГ та зниження кількості вершкового масла у рецептурі

Вологість пісочного напівфабрикату значною мірою зумовлює його показники якості. Встановлено, що вологість виробів знижується зі збільшенням кількості заміни пшеничного борошна та вершкового масла в рецептурі на борошна з ЕНГ, що обумовлено низькою вологістю борошна з ЕНГ.

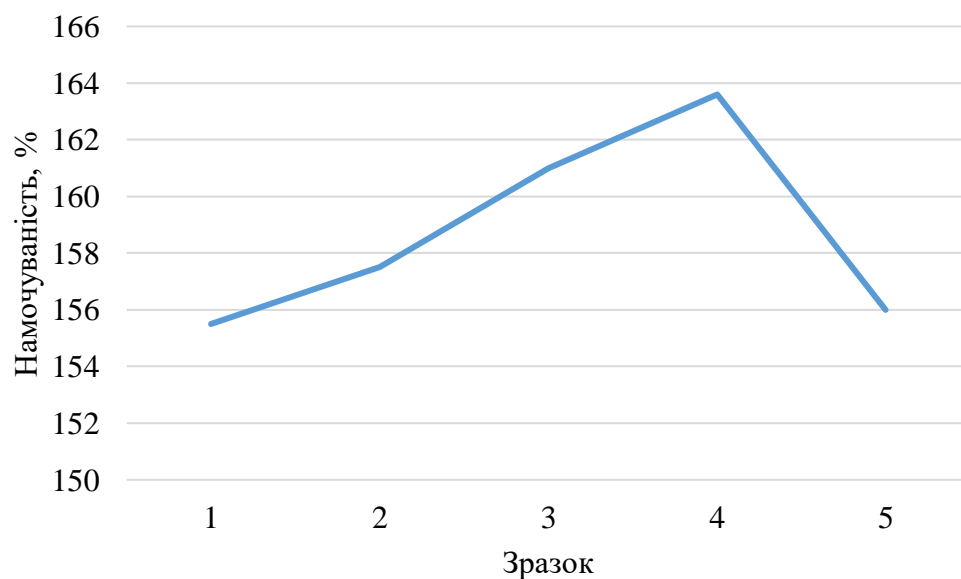


Рисунок 3.4 – Залежність намочання пісочного напівфабрикату від дозування борошна з ЕНГ та зниження кількості вершкового масла у рецептурі

Встановлено, що показник намокання в досліджуваних зразках підвищується зі збільшенням кількості заміни пшеничного борошна та вершкового масла в рецептурі на борошно з ЕНГ. Найбільшу намочуваність має зразок 3 (90 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку і 10 % борошна з ЕНГ і 94 % вершкового масла) і зразок 4 (85 % борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку і 15 % борошна з ЕНГ і 91 % вершкового масла) – на 3,5 і 5.2 % відповідно вище, ніж у контрольному зразку (зразок 1).

Внесення 20 % борошна з ЕНГ і 88 % вершкового масла призводить до зниження намокання.

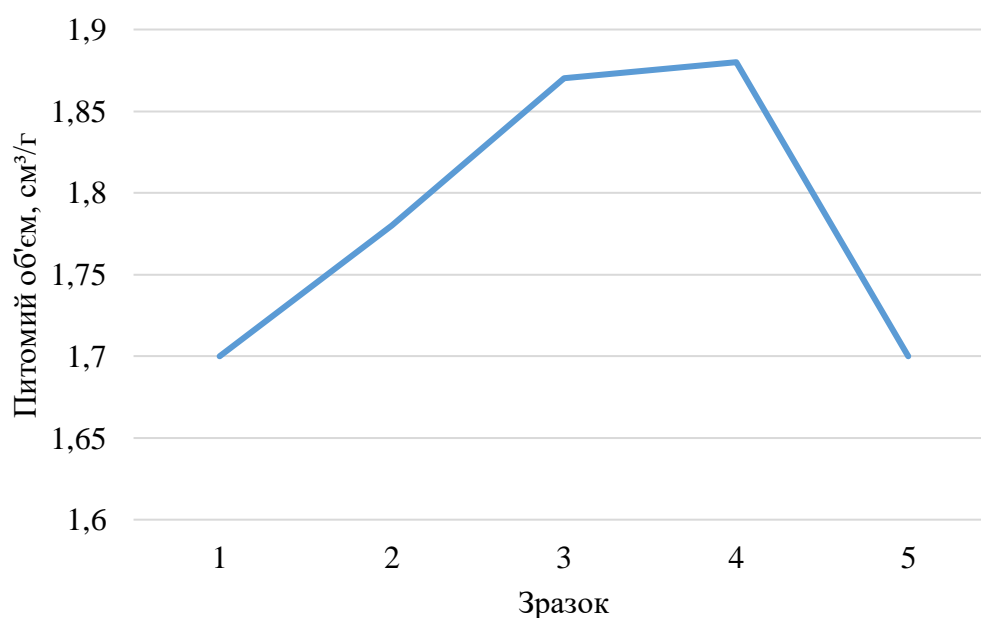


Рисунок 3.5 – Залежність питомого об'єму пісочного напівфабрикату від дозування борошна з ЕНГ та зниження кількості вершкового масла в рецептурі

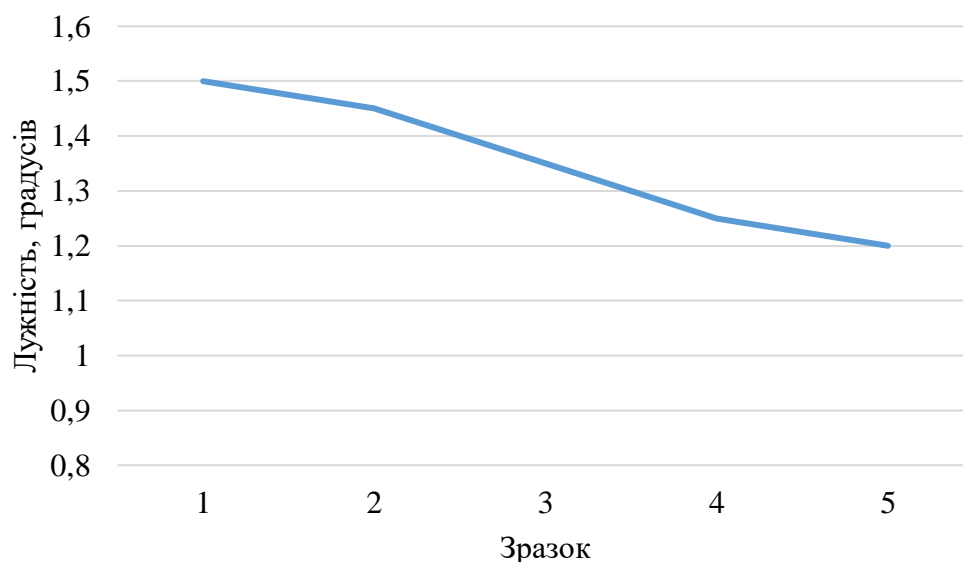


Рисунок 3.6 –Залежність лужності пісочного напівфабрикату від дозування борошна з ЕНГ та зниження кількості вершкового масла в рецептурі

Рівень лужності знижується у виробках із збільшенням дозування борошна з ЕНГ, що зумовлено, очевидно, кислими солями добавки.

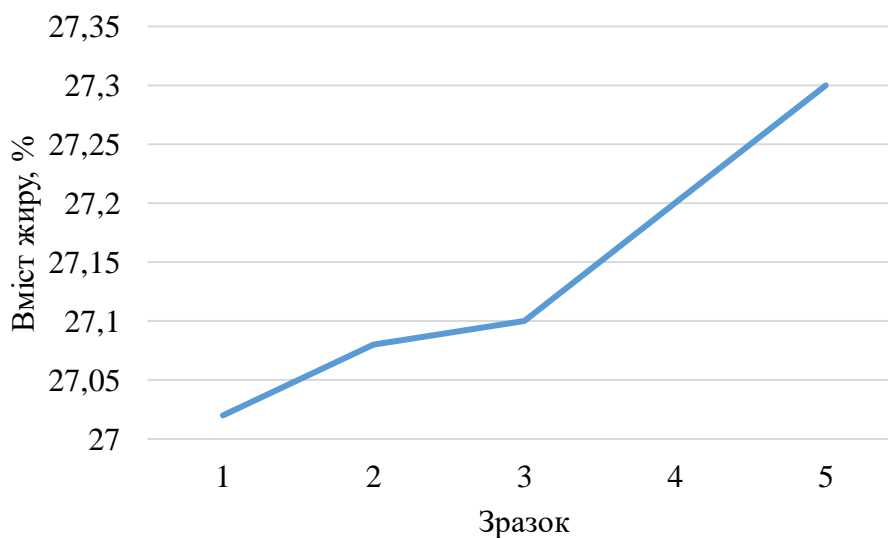


Рисунок 3.7 – Залежність вмісту жиру у пісочному напівфабрикаті від дозування борошна з ЕНГ та зниження кількості вершкового масла в рецептурі

Вміст жиру збільшується незначно в міру збільшення заміни пшеничного борошна та вершкового масла на борошно з ЕНГ. У дослідних зразках із заміною

частини пшеничного борошна та вершкового масла на борошно з ЕНГ вміст жиру зріс від 0,2 до 1,0 % порівняно зі зразком, приготованим за традиційною рецептурою.

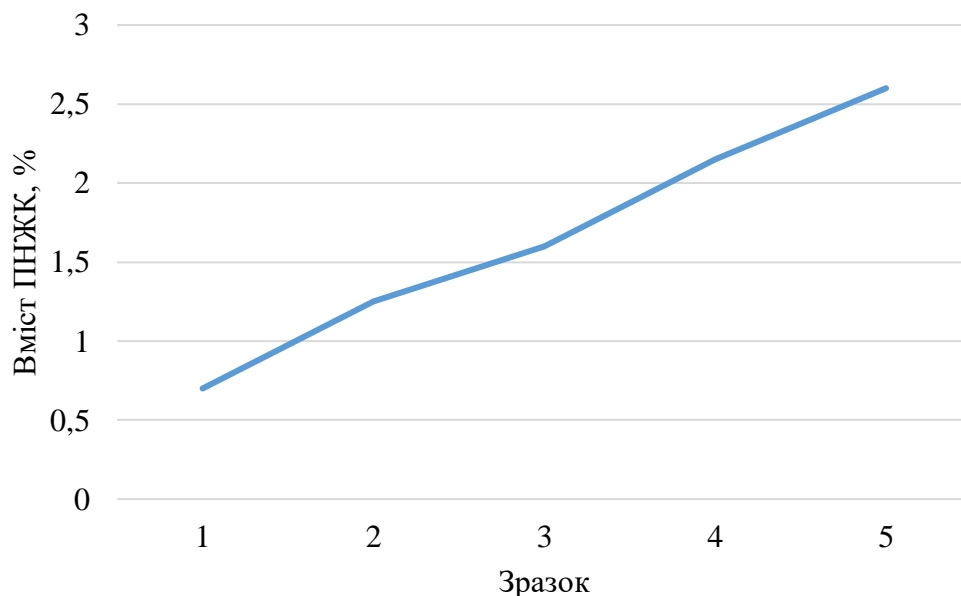


Рисунок 3.7 – Залежність вмісту ПНЖК у пісочному напівфабрикаті від дозування борошна з ЕНГ та зниження кількості вершкового масла в рецептурі

Аналіз отриманих аналітичних та графічних залежностей дозволив зробити висновок, що зона раціональної частки борошна з ЕНГ становить від 12,5 до 15 % при зниженні кількості масла в рецептурі до 24,03 – 23,65 % (на 7,5 – 9,0 %). При цьому досягається рівень збагачення пісочного напівфабрикату ПНЖК 1,9 – 2,0 % і комплексна оцінка якості виробів становитиме 4,9 бали.

З урахуванням отриманих даних, економічного фактору і теоретичних основ процесу приготування пісочного напівфабрикату, оптимальними параметрами рецептури слід вважати внесення 13,0 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна по сухих речовин і зниження в рецептурі вершкового масла до 23,96 % (за рахунок заміни за сухими речовинами) від вмісту масла в рецептурі контрольного зразка.

Доцільність застосування борошна насіння гарбуза у технології пісочного напівфабрикату підтвердили результати оцінки його харчової та енергетичної

цінності. Харчову цінність визначали розрахунково-аналітичним методом з використанням даних за вмістом білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон та інших нутрієнтів.

Результати визначення харчової та енергетичної цінності пісочного напівфабрикату з оптимальною кількістю заміни пшеничного борошна на 13 % борошна з ЕНГ та заміною вершкового масла на 7,8 % борошна з ЕНГ представлені в таблиці 3.9.

Як відомо, основою виробництва функціональних харчових продуктів є модифікація рецептур традиційних продуктів харчування, що обумовлює вміст функціональних харчових інгредієнтів на рівні не менше 15 % від рівня добового споживання, що рекомендується [4].

Результати порівняльного аналізу харчової цінності контрольного та дослідного зразка пісочного напівфабрикату з оптимальним дозуванням заміни пшеничного борошна та вершкового масла на борошно з ЕНГ свідчать про значне підвищення харчової цінності дослідного зразка за рахунок збагачення функціональними харчовими інгредієнтами.

Встановлено, що вміст білка в дослідному зразку на 26,5 % вищий, ніж у контрольному зразку пісочного напівфабрикату, і становить 11,5 % від добової потреби організму.

Таблиця 3.9 – Харчова та енергетична цінність пісочного напівфабрикату з 13 % борошна з ЕНГ та зниженням кількості вершкового масла в рецептурі на 7,8 %

Найменування харчових речовин та енергетична цінність	Рекомендований рівень добового споживання	Напівфабрикат пісочний (основний), контроль		Напівфабрикат пісочний з додаванням борошна екструдованого насіння гарбуза	
		вміст харчових речовин у 100 г	ступінь задоволення добової потреби, %	вміст харчових речовин у 100 г	ступінь задоволення добової потреби, %
Білки, г	75	6,80	9,10	8,60	11,5
Жири, г	83	27,02	32,6	27,17	32,7
у т.ч., ПНЖК, м	11	0,65	6,00	2,25	20,5
ω -3 (α -ліноленова), г	1	0,04	4,0	0,23	23,0
ω -6 (лінолева), г	10	0,61	6,1	2,02	20,2
Вуглеводи, г	365	60,0	16,4	56,2	15,4
у тому числі цукру, г	65	21,8	33,5	22,6	34,8
Харчові волокна, г	30	0,89	3,0	2,2	7,3
Калій, мг	5000	86,1	1,7	168,4	3,4
Магній, мг	400	13,7	3,4	59,8	15,0
Фосфор, мг	800	67,1	8,4	164,4	20,6
ЕЦ, кДж	10467	2135	20,4	2110	20,2
ЕЦ, ккал	2500	510,0	20,4	504,0	20,2

Вміст жиру в пісочному напівфабрикаті, виготовленому за модифікованою рецептурою, практично однаковий. У той же час слід зазначити, що заміна в рецептурі пісочного напівфабрикату пшеничного борошна на 13 % борошна з ЕНГ і вершкового масла на 7,8 % на борошно з ЕНГ сприяє підвищенню вмісту поліненасичених жирних кислот.

Високий вміст поліненасичених жирних кислот в екструдованих насіннях гарбуза призводить до підвищення в 3,5 рази зазначених функціональних інгредієнтів у зразку пісочного напівфабрикату, і виготовленого за модифікованою рецептурою. Вміст α -ліноленової кислоти (ω -3) в дослідному зразку підвищується в 5,8 рази в порівнянні з її вмістом у зразку, виготовленому за традиційною технологією. Вживання 100 г піщаного напівфабрикату з борошном з ЕНГ призводить до підвищення від рекомендованого рівня добового споживання ω -3 на 23,0 %, а в контрольному зразку лише на 4,0 %.

Харчовий продукт є джерелом ω -3 жирних кислот тільки за умови, якщо сума ω -3 жирних кислот становить не менше 0,2 г на 100 г. Отже, пісочний напівфабрикат, виготовлений за модифікованою рецептурою, є джерелом ω -3 жирних кислот.

Вміст ω -6 (лінолева жирна кислота) в пісочному напівфабрикаті із заміною пшеничного борошна на 13 % борошна з ЕНГ і заміною в рецептурі вмісту вершкового масла на 7,8 % борошна з ЕНГ % підвищується в 3,3 рази. Вживання 100 г пісочного напівфабрикату з борошном з ЕНГ призводить до підвищення рекомендованого рівня добового споживання ω -6 на 20,2 %, в контрольному зразку – на 5,9 %.

Загальний вміст вуглеводів у дослідному зразку знижується на 6,3 % порівняно з контрольним зразком пісочного напівфабрикату.

Вміст харчових волокон зростає на 147 % і становить 2,2 % у пісочному напівфабрикаті, випеченому за модифікованою рецептурою.

Значно зростає рівень задоволення добової потреби в магнії – 15,0 % проти 3,4 % у контрольному зразку; у фосфорі – 20,6 % проти 8,4 % у контрольному

зразку. Вміст К у дослідному зразку зростає в 2 рази; Mg – у 4,4 рази; P – у 2,5 рази.

При цьому слід зазначити, що енергетична цінність пісочного напівфабрикату, виготовленого відповідно до модифікованої рецептури, незначно, але знижується на 1,2 % порівняно з виробом, виготовленим за традиційною рецептурою.

Таким чином, аналіз харчової та енергетичної цінності пісочного напівфабрикату, виготовленого за запропонованою модифікованою рецептурою, підтверджує наявність у його складі функціональних харчових інгредієнтів. Споживання 100 г пісочного напівфабрикату, приготовленого за модифікованою рецептурою, забезпечує ступінь задоволення добової потреби у функціональних харчових інгредієнтах, таких як поліненасичені жирні кислоти на 17,9 % , ω -3 жирна кислота – на 22 % , ω -6 15,0% та фосфор – на 20,6 %.

Висновки за розділом

Встановлено, що борошно з екструдованого насіння гарбуза містить значно більше білка (30,6 % СР), ліпідів (33,5 % СР), харчових волокон (18,5 % СР) та мінеральних речовин (фосфор – 1,25 %, калій – 1,1 %, магній – 0,57 %) порівняно з пшеничним борошном вищого ґатунку. Воно забезпечує до 156 % добової потреби у фосфорі та 142,5 % – у магнії, що підкреслює його функціональну цінність.

Замість борошняної суміші з додаванням 5 – 20 % борошна з ЕНГ зменшує вологість суміші (до 12,9 % при 20 % заміни) і масову частку сирової клейковини (до 26,0 % при 20 % заміни), підвищує титровану кислотність (до 3,3°). При цьому сила борошна залишається середньою, а пружність клейковини покращується, що забезпечує стабільність структури тіста. Оптимальним вважається дозування 10 % борошна з ЕНГ, що поєднує технологічну придатність та функціональне збагачення.

Застосування 5 – 15 % борошна з ЕНГ не погіршує органолептичні властивості виробів (форма, колір, смак, текстура), а при 10 – 15 % відзначено поліпшення смаку та запаху. Зразки із 20 % борошна з ЕНГ мали крихку текстуру, нерівномірний колір і знижену оцінку органолептики.

Пісочні напівфабрикати із 10 – 15 % борошна з ЕНГ зберігають оптимальну вологість (5,35 – 5,4 %), підвищений питомий об'єм (1,85 – 1,90 см³/г) та збільшене намокання (162 – 165,6 %), що свідчить про покращену розсипчастість і структуру виробів.

Додавання борошна з ЕНГ значно підвищує вміст білка та харчових волокон у виробках, а також забезпечує надходження організму поліненасичених жирних кислот, мінералів і антиоксидантів, що робить пісочні напівфабрикати продуктом функціонального призначення.

Для оптимального поєднання технологічних та органолептичних властивостей, а також підвищення харчової цінності, доцільно замінювати 10–15 % пшеничного борошна на борошно з екструдованого насіння гарбуза.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

На підставі проведених експериментальних досліджень та отриманих результатів було розроблено вдосконалену рецептуру та технологію пісочного напівфабрикату функціонального призначення з використанням борошна екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ). У запропонованій рецептурі частина пшеничного борошна вищого ґатунку заміщена на борошно з ЕНГ у кількості 10 – 15 % від маси сухих речовин борошняної суміші, що дозволяє підвищити вміст білка, поліненасичених жирних кислот, клітковини та мінеральних речовин у готовому продукті.

Використання борошна з ЕНГ також зумовило можливість часткової заміни вершкового масла, оскільки високий вміст жиру (33,5 %) у цьому борошні сприяє формуванню стійкої емульсії, покращенню структури тіста та органолептичних показників напівфабрикату. Екструзійна обробка насіння гарбуза забезпечує збереження всіх корисних компонентів сировини та підвищує біологічну цінність білків за рахунок денатурації антипоживних факторів.

Запропонована технологія передбачає заміс тіста із рівномірним введенням борошна з ЕНГ на стадії приготування емульсії, що дозволяє зберегти смакові та ароматичні якості виробу, уникнути окислення поліненасичених жирних кислот і забезпечити оптимальну текстуру пісочного напівфабрикату. Фізико-хімічні та органолептичні показники дослідних зразків підтвердили, що така рецептура забезпечує пористу, розсипчасту текстуру, рівномірний світло-коричневий колір, характерний для пісочного тіста присмак смажених горіхів, а також оптимальні показники вологи (5,35 – 5,4 %), намокання (162 – 165,6 %) та питомого об'єму (1,85 – 1,9 см³/г).

Розроблена рецептура наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептатура пісочного напівфабрикату з борошном з ЕНГ

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1 т випеченого напівфабрикату, кг	
		в натурі	у сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,50	448,30	383,3
Борошно пшеничного вищого сорту (на підпил)	85,50	41,20	35,2
Борошно з ЕНГ	93,70	82,80	77,5
Цукор білий	99,85	206,17	205,9
Масло вершкове	84,00	285,20	239,5
Меланж	27,00	72,16	19,5
Натрій двовуглекислий	50,00	0,52	0,3
Амоній вуглекислий	0,00	0,52	0,00
Есенція	0,00	2,07	0,00
Сіль	96,50	2,06	2,0
Разом	622,05	1141,1	963,3
Вихід	94,5	1000,0	945,0

Технологічна схема виробництва пісочного напівфабрикату за модифікованою рецептурою наведена на рисунку 4.1.

Таким чином, встановлено доцільність застосування борошна з ЕНГ для випікання пісочних напівфабрикатів з метою створення продукції функціонального призначення.

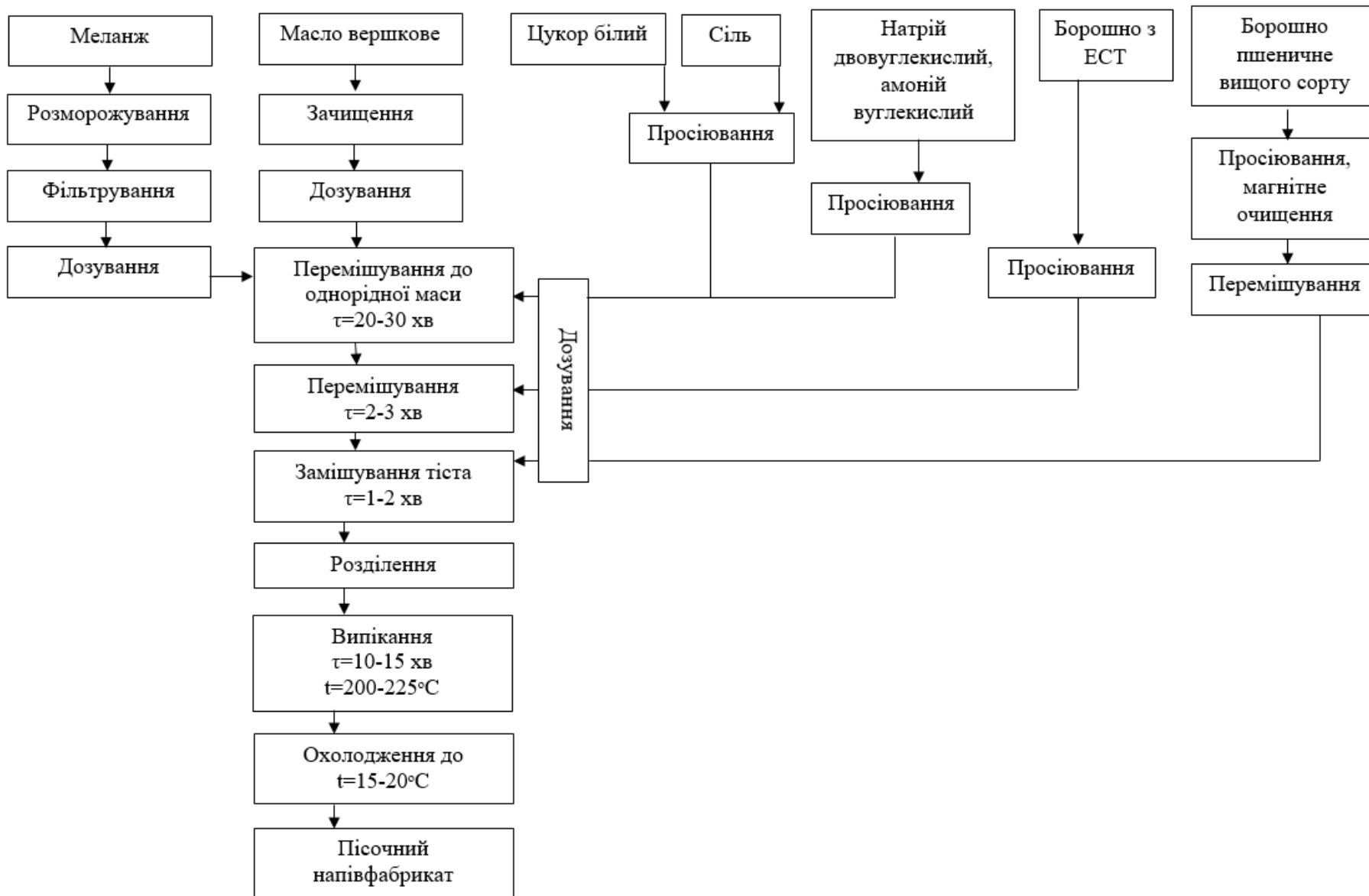


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва пісочного напівфабрикату з борошном із ЕНГ

Висновки за розділом

На підставі проведених експериментальних досліджень розроблено вдосконалену рецептуру пісочного напівфабрикату функціонального призначення з частковою заміною пшеничного борошна на борошно екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) у кількості 10 – 15 % від маси сухих речовин борошняної суміші.

Розроблена технологія передбачає рівномірне введення борошна з ЕНГ на стадії приготування емульсії, що дозволяє зберегти смакові та ароматичні якості виробу, уникнути окислення поліненасичених жирних кислот і забезпечити оптимальну текстуру пісочного напівфабрикату.

Запропонована рецептура і технологічна схема виробництва підтверджують доцільність використання борошна з ЕНГ для створення пісочних напівфабрикатів функціонального призначення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів

Розробка карти безпеки праці є важливим етапом забезпечення безпечних умов виробництва борошняних кондитерських виробів (таблиця 5.1).

Вона дозволяє:

- виявити потенційні небезпечні та шкідливі фактори на кожному етапі технологічного процесу;
- систематизувати заходи з охорони праці та профілактики виробничого травматизму;
- забезпечити навчання персоналу правильним методам роботи та дотримання техніки безпеки;
- зменшити ризик аварій та пошкодження обладнання, підвищити якість продукції;
- виконати вимоги нормативних документів щодо охорони праці на харчових підприємствах.

Таким чином, карта безпеки праці є ефективним інструментом для профілактики виробничого травматизму та забезпечення безпечної та ефективної роботи на кондитерському виробництві.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів

Етап виробництва	Потенційна небезпека / шкідливий фактор	Можливі наслідки	Заходи безпеки
Підготовка сировини	Пил від борошна, слизька підлога	Дихальні проблеми, травми	Використовувати респіратори, підтримувати чистоту підлоги, гумові килимки
Заміс тіста	Рухомі частини міксера, контакт з гарячими емульсіями	Забої, опіки, травми рук	Використовувати захисні рукавички, контроль роботи міксера, навчання персоналу
Формування виробів	Різальні механізми, гарячі форми	Порізи, опіки	Використовувати рукавиці, навчати безпечній роботі з обладнанням
Випічка	Гарячі печі, конвекційні потоки	Опіки	Використовувати термостійкі рукавички, спеціальний інвентар
Охолодження та пакування	Контакт з готовими виробами, рухомі транспортні лінії	Подряпини, защемлення	Дотримання техніки безпеки, захисні екрани, контроль швидкості лінії
Прибирання	Миючі та дезінфікуючі засоби	Хімічні опіки, подразнення шкіри	Використовувати рукавички, окуляри, інструктаж з роботи з хімікатами

Документ погоджується з відповідними контролюючими органами та службами охорони праці. Після затвердження його доводять до відома всіх працівників, роблять доступним на робочих місцях і оновлюють при змінах технології або норм. Він слугує основою для навчання персоналу, контролю за дотриманням правил безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям.

5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів

Утилізація відходів під час виробництва борошняних кондитерських виробів є важливою для зменшення екологічного навантаження, раціонального використання ресурсів та зниження виробничих витрат. Відходи, такі як обрізки тіста, недопечені вироби, залишки борошна та суміші, можуть бути ефективно використані для виробництва кормів для тварин, біоенергії або вторинних харчових продуктів. Впровадження системи сортування та переробки відходів дозволяє підвищити економічну та екологічну ефективність підприємства.

Основні шляхи утилізації відходів виробництва борошняних кондитерських виробів представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Основні шляхи утилізації відходів виробництва борошняних кондитерських виробів

Вид відходів	Можливий шлях утилізації	Конкретне рішення / методика
Обрізки та залишки тіста	Повторне використання або переробка	Додавати до нового тіста у вигляді частки суміші для печива чи кексів
Недопечені або браковані вироби	Виробництво кормів для тварин	Подрібнити та змішати з кормовими добавками
Залишки борошна та сухих сумішей	Переробка у харчові або промислові продукти	Використання для виготовлення сухих сумішей або біопалива
Жирні залишки та масла	Біоенергетика або біодизель	Збір та передача на переробку у біодизельні установки
Паперово-картонна упаковка	Переробка та вторинне використання	Відправка на сортувальну станцію для макулатури

Регламентування утилізації відходів повинно здійснюватися відповідно до чинного законодавства України у сфері охорони навколишнього середовища, санітарних норм та стандартів якості харчових продуктів, а саме: Державних стандартів (ДСТУ), санітарних правил та норм (СанПіН), а також нормативів щодо поводження з відходами виробництва.

Висновки за розділом

Розробка карти безпеки праці дозволяє виявляти небезпечні фактори, визначати заходи профілактики травматизму та навчати персонал безпечній роботі на всіх етапах виробництва.

Організація утилізації відходів відповідно до законодавства забезпечує дотримання санітарних норм і стандартів якості харчових продуктів.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість використаного i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне вищого гатунку, кг	0,50	30,00	15,00
Борошно з ЕНГ, кг	0,10	150,00	15,00
Цукор, кг	0,30	34,00	10,20
Масло вершкове, кг	0,30	500,00	150,00
Меланж, кг	0,10	220,00	22,00
Всього			220,20

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8700	50,00	20	1230,00
Всього				1230,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми брутто-зарплати:

$$H = \frac{1230,00 \cdot 22}{100} = 270,60 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де M – потужність обладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – тривалість роботи, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрата електроенергії на роботу тістозмішувача:

$$E_1 = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 55,29 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії на роботу духової шафи (пароконвектомату):

$$E_2 = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 6,4 = 202,75 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії на роботу комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 6,4 = 999,94 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 55,29 + 202,75 + 999,94 = 1275,98 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Тістозмішувач	19600,00	10	1	5,36
Пароконвектомат	42600,00	10	2	23,34
Ноутбук	23000,00	24	31	468,82
Всього				497,52

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1230,00 \cdot 80)}{100} = 984,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	220,20
Оплата праці учасникам досліджень	1230,00
Нарахування на заробітну плату	270,60
Електроенергія	1278,98
Амортизація	497,52
Накладні витрати	984,00
Всього	4481,30

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять електроенергія та заробітна плата – відповідно 1278,98 грн і 1230,00 грн.

6.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – загальна вартість дослідження, грн;

C – фактичні витрати, грн;

P – норматив рентабельності ($P = 30$), %.

$$Ц = 4481,30 + \frac{30 \cdot 4481,30}{100} = 5825,69 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 5825,69 грн.

Висновки за розділом

Загальні зведені витрати на проведення дослідження склали 4481,30 грн, при цьому найбільші витрати припадають на електроенергію та оплату праці.

З урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження становить 5825,69 грн.

Проведені розрахунки дозволяють оцінити економічну доцільність дослідження, планувати ресурсні витрати та оптимізувати процес проведення експериментальних робіт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що борошно з екструдованого насіння гарбуза містить значно більше білка (30,6 % СР), ліпідів (33,5 % СР), харчових волокон (18,5 % СР) та мінеральних речовин (фосфор – 1,25 %, калій – 1,1 %, магній – 0,57 %) порівняно з пшеничним борошном вищого гатунку. Воно забезпечує до 156 % добової потреби у фосфорі та 142,5 % – у магнії, що підкреслює його функціональну цінність.

Замість борошняної суміші з додаванням 5 – 20 % борошна з ЕНГ зменшує вологість суміші (до 12,9 % при 20 % заміни) і масову частку сирової клейковини (до 26,0 % при 20 % заміни), підвищує титровану кислотність (до 3,3°). При цьому сила борошна залишається середньою, а пружність клейковини покращується, що забезпечує стабільність структури тіста. Оптимальним вважається дозування 10 % борошна з ЕНГ, що поєднує технологічну придатність та функціональне збагачення.

Застосування 5 – 15 % борошна з ЕНГ не погіршує органолептичні властивості виробів (форма, колір, смак, текстура), а при 10 – 15 % відзначено поліпшення смаку та запаху. Зразки із 20 % борошна з ЕНГ мали крихку текстуру, нерівномірний колір і знижену оцінку органолептики.

Пісочні напівфабрикати із 10 – 15 % борошна з ЕНГ зберігають оптимальну вологість (5,35 – 5,4 %), підвищений питомий об'єм (1,85 – 1,90 см³/г) та збільшене намокання (162 – 165,6 %), що свідчить про покращену розсипчастість і структуру виробів.

Додавання борошна з ЕНГ значно підвищує вміст білка та харчових волокон у виробах, а також забезпечує надходження організму поліненасичених жирних кислот, мінералів і антиоксидантів, що робить пісочні напівфабрикати продуктом функціонального призначення.

Для оптимального поєднання технологічних та органолептичних властивостей, а також підвищення харчової цінності, доцільно замінювати 10–15 % пшеничного борошна на борошно з екструдованого насіння гарбуза.

На підставі проведених експериментальних досліджень розроблено вдосконалену рецептуру пісочного напівфабрикату функціонального призначення з частковою заміною пшеничного борошна на борошно екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) у кількості 10 – 15 % від маси сухих речовин борошняної суміші.

Запропонована рецептура і технологічна схема виробництва підтверджують доцільність використання борошна з ЕНГ для створення пісочних напівфабрикатів функціонального призначення.

Розробка карти безпеки праці дозволяє виявляти небезпечні фактори, визначати заходи профілактики травматизму та навчати персонал безпечній роботі на всіх етапах виробництва.

Організація утилізації відходів відповідно до законодавства забезпечує дотримання санітарних норм і стандартів якості харчових продуктів.

Загальні зведені витрати на проведення дослідження склали 4481,30 грн, при цьому найбільші витрати припадають на електроенергію та оплату праці.

З урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження становить 5825,69 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Новікова, О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів [Електронний ресурс]: навчальний посібник: / О. В. Новікова. 2-ге вид., переробл. та доп. Київ: Ліра-К, 2017. 540 с.
2. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, «ПрофКнига», 2019. 580 с.
3. Самохвалова О.В., Кучерук З.І., Олійник С.Г. Харчові технології. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів : навч. посіб. Харків, ФОП Бровін О.В., 2019. 284 с.
4. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв : Навчальний посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
5. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві / [В. Г. Юрчак, Л. Ю. Арсеньєва, В. М. Махинько та ін.]; за ред. В. І Дробот. К. : Кондор, 2010. – 439 с.
6. S. Kamiloglu et al. Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An in vitro digestion study with a standardized static model
7. Kamiloglu, S., Ozkan, G., Isik, H., Horoz, O., Van Camp, J., & Capanoglu, E. (2017). Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An in vitro digestion study with a standardized static model. *Lwt*, 77, 475 – 481.
8. H.S. Kim et al. A study on quality characteristics and optimized recipe of muffin with added acai berry powder *Journal of the Korean Society of Food Culture* (2016)
9. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: навч.посіб. / за заг.ред. Г.М. Лисюк. Київ, Університетська книга, 2023. 466 с.
10. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний

інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

11. Кравченко, О. І., Олійник, С. Г., Самохвалова, О. В., & Степанькова, Г. В. (2017). Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи. Монографія.

12. Півоваров, О. А., & Ковальова, О. С. (2020). Сучасні методи інтенсифікації солодощення: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ.

13. Сафонова, О. М., Гавриш, Т. В., & Камбулова, Ю. В. (2011). Теоретичні та практичні передумови використання добавок для поліпшення структурно-механічних властивостей борошняного тіста та готової продукції. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (40 (1)), 131-136.

14. Дорохович, В. В. (2021). Перспективи розроблення органічних борошняних кондитерських виробів спеціального призначення.

15. Теплюк, К. (2024). Обґрунтування виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення для підприємств ресторанного господарства. Бандура Валентина. Management, 5, 23-28.

16. Сильчук, Т. А., Кирпіченкова, О. М., & Дочинець, І. В. (2025). Використання різних видів борошна для хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів в закладах ресторанного господарства.

17. Іоргачова, К. Г. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використанням фітодобавок [Текст] : монографія / Іоргачова Катерина Георгіївна, Лебеденко Тетяна Євгенівна. Київ: К-Прес, 2015. - 464 с.

18. Юхно, В. М., & Бараболя, О. В. (2022). Розробка рецептури та особливості технології хлібобулочних виробів функціонального призначення. Вісник Уманського національного університету садівництва, (1), 46-51.

19. Михайлов, В. М., Самохвалова, О. В., Олійник, С. Г., Гревцева, Н. В., Загорулько, О. Є., & Загорулько, А. М. (2018). Перспективи створення технологій оздоровчих хлібобулочних і кондитерських виробів на основі нетрадиційної рослинної сировини.

20. Буднік, Є. О. (2020). Обґрунтування технології виробництва бісквіту з наповнювачем функціонального призначення.
21. Антоненко, А. В., Босак, Ю. М., Голобурда, М. В., Дмитрук, К. М., Казакевич, С. С., & Карпенко, А. І. (2021). Технологія печива функціонального призначення з фруктозою та харчовими волокнами. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 143.
22. Kovalova, O., Vasylieva, N., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Omelchenko, S., Kotliar, O., ... & Onishenko, L. (2024). Development of oat malt production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions.
23. Карпова, А. О., Куниця, К. В., & Білецький, Е. В. (2017). Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням нових рецептурних компонентів. Наукові праці Національного університету харчових технологій, (23, № 2), 175-181.
24. Antonenko, A., Brovenko, T., Kovalenko, N., Tolok, G., Kryvoruchko, M., Zemlina, J., ... & Gorkun, A. (2023). 3.3 TECHNOLOGICAL ASPECTS AND EQUIPMENT FOR PRODUCTION OF FLOUR CONFECTIONERIES OF FUNCTIONAL PURPOSE. Затверджено вченою радою Черкаського державного технологічного університету, протокол № 12 від 11 травня 2023 р., 271.
25. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, Ю.О. Чурсінов, О.А. Півоваров, С.Ю. Миколенко, О.С. Ковальова, В.С. Калина, В.С. Кошулько, Д.О. Тимчак, Н.А. Сова, К.А. Худайбердієва. Дніпро: «Свідлер А.Л.». 2022. Том 4. 460 с.
26. Бекєтова, Г. (2025). Удосконалення технологій виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення (23 ХТК. 12770243.02. 25): кваліфікаційна робота магістра ОПП 181 «Харчові технології».
27. Schober, T. J. (2009). Manufacture of gluten-free specialty breads and confectionery products. *Gluten-free food science and technology*, 130-180.
28. Півоваров, О. А., Ковальова, О. С., & Лазаренко, У. І. (2024). Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. *Наука, технології, інновації*, (2), 70-81.

29. Pinto, D., Castro, I., Vicente, A., Bourbon, A. I., & Cerqueira, M. Â. (2014). Functional bakery Products: An overview and future perspectives. *Bakery products science and technology*, 431-452.
30. Ярошенко, А. В. (2022). Обґрунтування технології борошняних сумішей для продуктів функціонального призначення хлібної групи.
31. Kovalova, O., Vasylieva, N., Zhulinska, O., Balandina, I., Zhukova, L., Bezpalko, V., ... & Barkar, E. (2024). Development of lentil malt production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions.
32. Yanova, M. A., Sharopatova, A. V., Roslyakov, Y. F., & Dzobelova, V. B. (2020, August). Application efficiency of new raw materials in the production of flour confectionery products with increased nutritional value. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 548, No. 8, p. 082091). IOP Publishing.
33. Квасницька, К. (2023). Технологія виробництва пшеничного хліба для функціонального призначення в умовах ТОВ "Терновський хлібозавод".
34. Kovalova, O., Vasilieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., ... & Ashtaiev, O. (2024). Development of technology for the production of all-purpose buckwheat malt using plasmochemically activated aqueous solutions.
35. Назаренко, І. А., Сімакова, О. О., & Світлична, О. О. (2019). Технологія хлібобулочних виробів із використанням борошна з пивної дробини. *Обладнання та технології харчових виробництв*, (1 (38)), 46-52.
36. Ponomaryova, E. I., Lukina, S. I., Magomedov, M. G., & Roslyakova, K. E. (2015). Production technology of functional bakery products. *European journal of natural history*, (6), 59-59.
37. Zheliezna, V. (2025). Наукове обґрунтування використання харчових волокон у технології печива функціонального призначення. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 4(6), 47-58.
38. Masoodi, L., Nissar, J., Ahad, T., & Gull, A. (2024). Bakery, Confectionery and Beverages as Functional Foods. In *Functional Foods and Nutraceuticals: Chemistry, Health Benefits and the Way Forward* (pp. 249-275). Cham: Springer International Publishing.

39. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., ... & Bogatov, O. (2023). Development of the technology for the production of germinated flax seeds using plasmochemically activated aqueous solutions.
40. Reznichenko, I. Y., Renzyaeva, T. V., Tabatorovich, A. N., Surkov, I. V., & Chistyakov, A. M. (2017). Formation of a range of functional flour confectionery products.
41. Абрамова, А. Г., & Коваль, О. В. (2018). Технологічні аспекти виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального та дієтичного призначення.
42. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., ... & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11), 104.
43. Hetman, I., Naumenko, O., & Bovkun, A. (2024). Innovative ways to improve nutritive value of flour confectionery products. *ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ*, 36.
44. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. *Food Science and Technology*. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>
45. Салєба, Л., & Доброзорова, О. Розробка технологій нової хлібобулочної продукції. *МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ*, 13.
46. Ряполова, І., & Микулінська, Д. (2021). Використання функціональних інгредієнтів у борошняних кондитерських виробках.
47. Причина, Р. В. (2023). Обґрунтування технології виробництва функціональних борошняних кондитерських виробів із застосуванням фруктових і овочевих порошків.