

**ДНІПРОВСЬКИЙ 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 кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва виробів
борошняних з додаванням насіння гарбуза
екструдованого**

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу, групи
ХТз-1-20 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Петро БЕЗСМЕРТНИЙ

Керівник: _____ Олександр ПІВОВАРОВ

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

(підпис)

«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Безсмертному Петру Олександровичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва виробів борошняних з додаванням насіння гарбуза екструдованого».

Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 962.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва борошняних виробів функціонального призначення з додаванням борошна екструдованого насіння гарбуза. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Об'єкти, умови і методика досліджень. 3 Обґрунтування застосування борошна з екструдованого насіння гарбуза при виробництві борошняних кондитерських виробів. 4 Розробка рецептури та технології здобних хлібобулочних виробів із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Професор Олександр ПІВОВАРОВ	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	09.05-14.05.25	виконано
3	Об'єкти, умови і методика досліджень	15.05-16.05.25	виконано
4	Обґрунтування застосування борошна з екструдованого насіння гарбуза при виробництві борошняних кондитерських виробів	17.05-23.05.25	виконано
5	Розробка рецептури та технології здобних хлібобулочних виробів із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза	24.05-31.05.25	виконано
6	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Петро БЕЗСМЕРТНИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Олександр ПІВОВАРОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва виробів борошняних з додаванням насіння гарбуза екструдованого»

Кваліфікаційна робота: 60 сторінок, 4 рисунка, 21 таблиця, 0 додатків, 38 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних виробів з використанням екструдованого насіння гарбуза.

Предмет дослідження – вплив екструдованого насіння гарбуза на рецептурні та технологічні параметри, а також на якість готових борошняних виробів.

Метою кваліфікаційної роботи є наукове обґрунтування та розробка технології виробництва борошняних виробів із додаванням екструдованого насіння гарбуза з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності, поліпшення структурно-механічних та органолептичних показників.

У кваліфікаційній роботі розглянуто наукове обґрунтування та практичні аспекти розробки технології виробництва борошняних виробів з додаванням екструдованого насіння гарбуза. Вивчено вплив гарбузового насіння, яке пройшло екструзійну обробку, на органолептичні, хімічні та технологічні властивості готових виробів. Проаналізовано харчову та біологічну цінність насіння гарбуза як джерела білка, жирів, мінеральних речовин та харчових волокон. Встановлено оптимальні рівні його внесення в рецептуру без погіршення споживчих властивостей. Результати досліджень дозволяють удосконалити рецептури борошняних виробів функціонального призначення та розширити асортимент продуктів підвищеної харчової цінності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Борошняні вироби, гарбузове насіння, екструзія, функціональне харчування, рецептура, поживна цінність, технологія виробництва.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Хімічний склад та біологічна цінність насіння гарбуза.....	9
1.2 Технології функціональних продуктів харчування з використанням насіння гарбуза	14
1.3 Екструзійна обробка рослинної сировини як спосіб підвищення харчової цінності продуктів харчування	19
Висновки за розділом	26
2 ОБ'ЄКТИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Організація роботи та схема проведення досліджень.....	28
2.2 Об'єкти дослідження	29
2.3 Методи досліджень	29
Висновки за розділом	32
3 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БОРОШНА З ЕКСТРУДОВАНОГО НАСІННЯ ГАРБУЗА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ	33
3.1 Загальні відомості	33
3.2 Функціонально-технологічні властивості борошна з екструдованого насіння гарбуза	34
Висновки за розділом	35
4 РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БОРОШНА З ЕКСТРУДОВАНОГО НАСІННЯ ГАРБУЗА.....	37
4.1 Вплив дозування борошна з екструдованого гарбузового насіння на якість здобних хлібобулочних виробів.....	37
4.2 Розробка рецептури та технології здобних хлібобулочних виробів із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза	42
Висновки за розділом	44

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	46
5.1 Розробка картки безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів	46
5.2 Утилізація відходів під час виробництва хлібобулочних виробів	47
Висновки за розділом	48
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	49
6.1 Витрати на проведення досліджень	49
6.2 Визначення вартості дослідження	53
Висновки за розділом	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	54
БІБЛІОГРАФІЯ	56

ВСТУП

Основним завданням у сфері здорового харчування є створення нових технологій та виробництво продуктів, збагачених функціональними інгредієнтами. Серед таких компонентів виділяються поліненасичені жирні кислоти, зокрема омега-3 та омега-6, а також вітаміни, амінокислоти, пептиди, харчові волокна та мінеральні речовини. Одним із способів його впровадження є застосування нетрадиційних рослинних сировинних ресурсів, зокрема тих, що пройшли екструзійну обробку. Перспективним напрямом для модифікації з метою створення функціональних властивостей є борошняні кондитерські та хлібобулочні вироби, які входять до масового сегмента продуктів повсякденного споживання.

Дефіцит функціональних харчових інгредієнтів у хлібобулочних виробів та борошняних кондитерських виробів може бути компенсований внесенням натуральних харчових збагачувачів, що характеризуються їх високим вмістом. Одним із цінних та перспективних джерел зазначених інгредієнтів є екструдоване насіння гарбуза (ЕНГ), отримане за способом термовакуумної технології. У зв'язку з цим, дослідження, пов'язані з розробкою рецептур виробів функціонального призначення на основі застосування борошна з екструдованого насіння гарбуза, дуже актуальні.

Метою кваліфікаційної роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології виготовлення борошняних виробів із використанням екструдованого насіння гарбуза, що спрямовано на підвищення їх харчової та біологічної цінності, а також на покращення структурно-механічних і органолептичних властивостей.

Для реалізації мети поставлено такі завдання:

- обґрунтувати вибір борошна з екструдованого насіння гарбуза, вивчити можливість його застосування в технології борошняних виробів як джерело функціональних харчових інгредієнтів;
- дослідити вплив борошна з екструдованого насіння гарбуза на показники

борошняної суміші;

- дослідити, як різні дози борошна з екструдованого насіння гарбуза впливають на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів.;

- розробити рецептуру та технологію хлібобулочних виробів із застосуванням раціональних дозувань борошна з екструдованого насіння гарбуза;

- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних виробів з використанням екструдованого насіння гарбуза.

Предмет дослідження – вплив екструдованого насіння гарбуза на рецептурні та технологічні параметри, а також на якість готових борошняних виробів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Хімічний склад та біологічна цінність насіння гарбуза

Гарбуз належить до однорічних трав'янистих рослин. Насіння цієї культури складає від 0,75% до 5,0% маси плода. Воно може мати різну форму: від округлої до сплюснутої. Оболонка насіння поділяється на дві частини: зовнішню дерев'янисту, яка легко відділяється та має жовтувато-білий колір, і внутрішню плівчасту оболонку зеленувато-сірого кольору, що щільно прилягає до зародка. Біологічну цінність і лікувальні властивості мають шкірка, насіння та сіро-зелений верхній шар насіння гарбуза. Як підтверджується даними в таблиці 1.1, хімічний склад насіння різних сортів гарбуза демонструє його значення як цінного джерела функціональних харчових інгредієнтів, зокрема білків, ліпідів, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин.

Фахівці в галузі фармакології відносять насіння гарбуза до біологічно активних добавок завдяки його здатності знижувати ризик розвитку запальних і виразкових процесів у шлунково-кишковому тракті. Це обумовлюється його обволікаючими, протизапальними, бактерицидними та противиразковими властивостями, а також високим вмістом вітамінів, макро- та мікроелементів, поліненасичених жирних кислот [17, 16].

Теплова обробка насіння позитивно впливає на його властивості: значно знижується вміст танінів і фітинової кислоти, що поліпшує засвоюваність. Ба більше, обсмажування істотно підвищує екстракцію мінеральних речовин і покращує фізико-хімічні показники борошна на основі насіння гарбуза [15].

Вміст білків у 100 грамах гарбузового насіння перевищує 30 %. Найвищий показник білка зафіксовано у сорту Голосонасінного і становить 35,26 % [14]. Біологічна цінність білків визначається збалансованим амінокислотним складом і високою доступністю для травних ферментів.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад насіння гарбуза [6]

Найменування показника	Столовий	Вітамінний	Голонасінний
Волога, %	6,4	6,44	6,84
Білок, %	31,4	34,0	35,3
Ліпіди, %	28,4	29,2	31,8
Вуглеводи,%, у тому числі:	30,8	26,2	21,4
клітковина	17,2	19,8	4,2
розчинні цукру	13,6	6,4	17,2
Мінеральні речовини, %	3,0	4,1	4,7
Масова частка фракцій білків, %			
альбуміни	25,1	25,6	27,3
глобуліни	42,9	46,6	48,4
глютеліни	21,9	19,4	19,8
нерозчинні білки	10,3	8,8	4,7
Вітаміни, мг/100 г продукту:			
піридоксин (В ₆)	0,7	0,8	0,8
рибофлавін (В ₂)	0,3	0,3	0,4
тіамін (В ₁)	0,2	0,2	0,2
α-токоферол	26,7	27,4	29,9
β-каротин	3,9	4,1	4,5
Макроелементи, мг/100г:			
калій	536,7	675,9	924,1
кальцій	289,4	346,9	380,5
магній	345,3	350,8	507,6
натрій	14,9	14,2	16,0
фосфор	1388,3	1946,6	2292,2
Мікроелементи, мкг/100г:			
залізо	6210,0	6540,0	8220,0
марганець	2730,0	3120,0	3740,0
мідь	960,0	980,0	1460,0
цинк	6540,0	6980,0	8330,0

Насіння гарбуза характеризуються високою здатністю до водопоглинання, утримання води, поглинання жирів і емульгування, що зумовлено наявністю білків та харчових волокон [3, 11].

Замінні та незамінні амінокислоти відіграють ключову роль у регулюванні численних життєво важливих процесів в організмі. Їх недостатність може призводити до ослаблення імунної системи, що, у свою чергу, знижує опірність організму до різноманітних захворювань.

Насіння з оболонкою містить приблизно 38 % жиру, тоді як у голого насіння цей показник досягає 44 % [13]. У складі борошна з насіння гарбуза ідентифіковано лінолеву кислоту, яка належить до омега-6 поліненасичених жирних кислот. Її кількість у насінні варіюється в межах 41,2 – 54 % від загального вмісту жирних кислот, залежно від сорту. Загальний вміст цінних ненасичених жирних кислот, таких як олеїнова, лінолева, пальмітинова та стеаринова, становить від 70 до 80 %. [6, 12].

Інші дослідження також відзначають домінування лінолевої жирної кислоти, частка якої складає від 42,0 до 59,2 % від загального вмісту жирних кислот [17].

Альфа-ліноленова кислота сприяє покращенню роботи мозку, нормалізує артеріальний тиск і рівень холестерину в крові. Лінолева кислота бере участь у регуляції жирового та білкового обміну, підвищує засвоєння жиророзчинних вітамінів і вітамінів групи В, захищає клітини від передчасного старіння та покращує функції нервової системи [6].

Лінолева і ліноленова кислоти відіграють значну роль для людського організму, оскільки вони служать будівельним матеріалом для утворення життєво важливих сполук – простагландинів. Ці сполуки впливають на регуляцію обміну холестерину, сприяють запобіганню тромбозу, зменшують інтенсивність запальних процесів і стимулюють захисні функції організму.

Особливий мінеральний склад суттєво впливає на високу біологічну та харчову цінність борошна із насіння гарбуза. Цей продукт містить понад 50 макро- і мікроелементів, серед яких особливо варто відзначити цинк, селен, калій, кальцій, фосфор, магній і залізо [7]. Цинк і селен відіграють важливу роль у нормалізації функції передміхурової залози, запобігаючи розвитку простатиту. Також цинк сприяє синтезу інсуліну та регуляції рівня цукру в крові. Його

нестача може призводити до ослаблення імунної системи [7].

Насіння гарбуза містить від 345 до 507 мг магнію на 100 г, який є важливим компонентом усіх клітинних тканин. Магній відіграє ключову роль у підтримці іонної рівноваги рідин організму, регулює процеси нервово-м'язової збудливості, входить до складу ферментів і сприяє активації плазмової фосфатази.

Недостатнє споживання харчових волокон, таких як клітковина, геміцелюлози та лігнін, у щоденному раціоні може сприяти розвитку так званих хвороб цивілізації – атонії кишечника, гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця, цукрового діабету та інших. Оболонка насіння гарбуза є багатим джерелом мікроелементів і харчових волокон. Вона містить 18 % целюлози. У подрібненому вигляді оболонка гарбуза вважається ефективним ентеросорбентом, який не лише адсорбує шкідливі речовини, а й постачає організм значною кількістю заліза, калію, магнію та міді. Харчові волокна допомагають очищати організм від токсинів і шлаків та сприяють зниженню рівня холестерину.

Рисунок 1.1 представляє окремі функції харчових волокон в організмі людини. [10].



Рисунок 1.1 – Функції харчових волокон в організмі людини

В насінні гарбуза присутня велика кількість вітамінів, які розчиняються як в жирах, так і у воді. Серед них вітаміни груп: B₁, B₂, B₁₂, а також вітаміни C і PP.

[2].

Ознакою насіння гарбуза є вміст жиророзчинного вітаміну Е (токоферолу). Вітамін Е виступає одним із потужних антиоксидантів.

Вітамін Е відіграє роль у процесах клітинного тканинного дихання та має високу стійкість до окислення; його застосовують у терапії атеросклерозу [9, 12]. Дефіцит вітаміну Е може спричинити лущення шкіри, слабкість м'язів, дегенерацію печінки, а також зменшення інтенсивності дихання.

У дослідженні М. А. Alfawaz [16] були отримані цікаві дані щодо хімічного складу насіння гарбуза. За результатами роботи, насіння містить 39,2 % сирого протеїну. Амінокислотний профіль демонструє, що лімітуючими амінокислотами є метіонін і триптофан, у той час як рівень аргініну, глутамінової та аспарагінової кислот значно вищий. Крім того, наведено інформацію про вміст ліпідів, який становив 27,8 %. З цього обсягу насичені жирні кислоти складають 27,7 %, зокрема пальмітинова (16,4 %) та стеаринова (11,1 %) кислоти. Ненасичені жирні кислоти досягають рівня 73,1 % і представлені переважно олеїновою (18,1 %) та лінолевою (52,7 %) кислотами. Дослідження також зафіксувало вміст золи у насінні гарбуза на рівні 4,6 % та харчових волокон – 16,8 %. Автор доходить висновку про значний потенціал використання насіння гарбуза в харчовій промисловості завдяки його багатству на ліпіди, білки, поліненасичені жирні кислоти та цінні амінокислоти [13].

На основі проведених досліджень встановлено, що 100 г насіння гарбуза забезпечують 20 % добової норми організму у харчових волокнах, 30 % – у білках та понад 50 % – у жирах. До того ж, було визначено, що вміст магнію, натрію, калію та кальцію в цій кількості повністю покриває добову потребу в зазначених макроелементах. Щодо омега-3 поліненасичених жирних кислот, їхній рівень складає 45 % від рекомендованої добової норми споживання, а вміст лінолевої кислоти (омега-6) перевищує цей рівень у сім разів. Таким чином, насіння гарбуза є багатим джерелом омега-3 та омега-6 поліненасичених жирних кислот і макроелементів [7].

Аналіз наукових праць показує, що насіння гарбуза заслуговує на увагу як перспективне джерело корисних для здоров'я сполук. Вони можуть стати цінним компонентом при виробництві їжі, адже відзначаються збалансованим складом білка, значною кількістю поліненасичених жирних кислот, антиоксидантів, зокрема токоферолів, а також мінеральних речовин.

1.2 Технології функціональних харчових продуктів із застосуванням гарбузового насіння

Насіння гарбуза відноситься до недостатньо використовуваних видів сільськогосподарської сировини в сучасних технологіях харчових продуктів. Це пов'язано, серед іншого, з тим, що воно, подібно до плодів обліпихи, кедрових і волоських горіхів, насіння кунжуту, розторопші плямистої, кмину та амаранту, належить до олійної сировини вторинного значення за класифікацією дослідників. Водночас добре відомо, що бобові культури та гарбуз мають високу харчову цінність, є широко поширеними, але все ще недостатньо представлені в раціоні харчування населення. Проведені дослідження продемонстрували взаємозв'язок між вмістом білків і сапонінів у насінні гарбуза та їх піноутворюючими й емульгуючими властивостями. З'ясовано, що найкращі емульгуючі характеристики має емульсія, виготовлена з борошна насіння гарбуза сорту Голонасінний [4].

Науковці пропонують застосовувати гарбузове насіння у різних формах – олії, борошна, макухи та шроту – у процесі виготовлення харчів тваринного походження та харчових продуктів з рослинної основи.

Розроблено низку технологій для виготовлення харчових продуктів, до складу яких включено гарбузову олію, що є цінним джерелом поліненасичених жирних кислот. Споживання 15 г гарбузової олії повністю забезпечує добову потребу організму у вітамінах А та Е. При цьому, споживання 100 г продукту, збагаченого гарбузовою олією в кількості, що відповідає добовій нормі, дозволяє компенсувати дефіцит вітамінів на 40 % [7].

Опубліковано пропозиції стосовно використання гарбузової олії у рецептурах рубаних напівфабрикатів [15]. Це інноваційне технологічне рішення сприяло збагаченню виробу альфа-ліноленовою та лінолевою кислотами, які позитивно впливають на організм. Автори припускають перспективу розширення сегменту ринку рубаних напівфабрикатів шляхом розробки продуктів з функціональними властивостями.

Досліджено розробку інноваційного молочно-рослинного десерту сметанного типу, адаптованого для харчування осіб із патологіями ендокринної системи. У запропонованій рецептурі сметанного продукту, окрім овочевого сиропу на основі фруктози, використано гарбузову олію в концентрації 3% від загальної маси сировини. Як підкреслюють автори, такий склад забезпечує збагачення продукту ненасиченими жирними кислотами, що істотно підвищує біологічну цінність ліпідів даного харчового виробу [9].

Запропоновано рецептури для виготовлення рубаних напівфабрикатів зі свинини та яловичини із застосуванням борошна з насіння гарбуза в кількості 5–25 % як замітник частки м'ясного фаршу. Дослідження показали, що додавання такого борошна у м'ясний фарш сприяє покращенню його функціонально-технологічних властивостей. При збільшенні частки борошна з насіння гарбуза зменшувалася масова частка вільної води у фаршевих системах, підвищувалася здатність до зв'язування та утримування вологи на 1,2 – 1,3 і 1,25 – 1,35 рази відповідно порівняно з контрольним зразком. Крім того, втрати при термічній обробці знижувалися з 26 % у контрольного зразка до 9 – 16 % у продуктах із додаванням борошна з насіння гарбуза [12].

Дослідники вивчали перспективи застосування гарбузової олії у рецептах булочних виробів, що мають покращену якість. Отримані вироби відзначались оригінальним смаком та ароматом, підвищеною поживною цінністю, а також здатністю зберігати свіжість протягом тривалого часу [4].

Науково обґрунтовано, а також експериментально підтверджено доцільність та ефективність використання повножирного гарбузового насінневого борошна сорту Голонасінний як добавки у виробництві нових варених ковбасних

виробів, що мають функціональне призначення [6].

Описано спосіб виготовлення біологічно активної добавки до їжі, котра, виконуючи функції ентеросорбенту, включає порошок з подрібнених оболонки насіння гарбуза [8].

Згідно з інформацією з літературних джерел, борошно з гарбузового насіння використовують для часткової заміни пшеничного борошна у хлібобулочних виробках.

Дослідження демонструють, що додавання борошна з насіння гарбуза, збагаченого біологічно активними сполуками, сприяє інтенсифікації біологічних, колоїдних і мікробіологічних процесів під час приготування тіста. Оболонка насіння гарбуза служить додатковим джерелом значної кількості мікроелементів і харчових волокон. Використання цієї добавки стимулює процеси бродіння та пролонгує термін зберігання виробів. Крім того, кінцевий продукт збагачується вітамінами, мікроелементами та іншими функціональними харчовими компонентами, притаманними насінню гарбуза разом з оболонкою [9].

Розглянуто можливість використання борошна з насіння гарбуза у технології випікання виробів з пшеничного та житньо-пшеничного борошна. Виявлено його позитивний вплив на хлібопекарські властивості зазначених видів борошна. Встановлені оптимальні дозування борошна з насіння гарбуза (10–15 %) для покращення процесу дозрівання рідких житніх заквасок, а також для підвищення активності дріжджів [6].

Науково обґрунтовані методи виготовлення функціональних кексів передбачають використання насіння гарбуза як цінного компонента. Зокрема, запропоновано впровадження знежиреного гарбузового борошна в якості білкового збагачувача у співвідношенні від 5 до 20,5 % від маси пшеничного борошна. Використання гарбузового насіння у рецептурі кексів сприяє підвищенню їх харчової цінності завдяки унікальним властивостям борошна, яке забезпечує значну вологоутримуючу та жирозв'язувальну здатність. Це також сприяє продовженню терміну придатності виробів. Додатково зафіксовано покращення фізико-хімічних характеристик та органолептичних властивостей

готової продукції [3].

Розроблено метод виробництва кексу з покращеними функціональними властивостями шляхом додавання борошна з насіння гарбуза в обсязі 20 – 30 % від маси сировини, а також харчових волокон з м'якоті гарбуза. Основна ідея цього методу полягає у створенні кондитерського виробу з подовженим терміном зберігання, збагатженого харчовими волокнами, зниженою жирністю та наділеного гіпохолестеринемічними, антиоксидантними, гепатопротекторними й пребіотичними властивостями [5].

Описано відомий метод виготовлення пісочного напівфабрикату із застосуванням борошна з насіння гарбуза. Доведено, що цей напівфабрикат відзначається високими якісними характеристиками, які зберігаються у процесі зберігання [5]. Зокрема, покращуються показники стійкості до намокання, підтримується оптимальний рівень вологості та знижується інтенсивність утворення перекисів у жирі.

Іспанські вчені вважають, що насіння гарбуза, яке є багатим джерелом харчових волокон, може стати перспективним інгредієнтом у виробництві безглютенових продуктів. У ході їх досліджень були розроблені рецептури кексів із використанням борошна з насіння гарбуза та кукурудзяного крохмалю у співвідношеннях 30:70 і 40:60. Аналіз готової продукції показав повну відсутність глютену, нейтральний рівень рН, підвищений вміст функціональних харчових компонентів, таких як ліпіди, білки та нерозчинні волокна, а також зменшення кількості вуглеводів і калорійності [14].

Дослідження підтверджують, що шрот гарбузового насіння містить від 32 до 55 % білка, а також усі незамінні амінокислоти. Він є багатим джерелом клітковини (38 %), вітамінів і мінеральних сполук. Активація процесу спиртового бродіння, на думку дослідників, пов'язана зі збагаченням поживного середовища легкодоступними вуглеводами, амінокислотами, вітамінами та мінеральними речовинами, що сприяє підвищенню активності і життєдіяльності дріжджових клітин. Додавання 1 – 3 % макухи гарбузового насіння до пшеничного борошна дозволяє отримати хліб із більшим об'ємом (на 2,5 – 7,9 %) і покращеною

структурою м'якуша. Зокрема, спостерігається підвищення рівномірності пористості і тонкостінності м'якуша порівняно з контрольним зразком (на 2,9 – 5,8 %) [2].

У макухі гарбуза, що залишається після віджимання олії, утримується значна частина білків, харчових волокон, вітамінів і мікроелементів, які були присутні в насінні. Окрім цього, макуха насіння гарбуза характеризується високим вмістом ліпідів – до 10 %. Завдяки цьому вона виступає не лише як протеїнова добавка, але й як інгредієнт, що сприяє покращенню травлення та нормалізації функцій шлунково-кишкового тракту завдяки багатому складу харчових волокон і наявності поліненасичених жирних кислот.

Гарбузова макуха, будучи цінним джерелом антиоксидантів, білків та ненасичених жирних кислот, може сприяти покращенню харчової й біологічної цінності різноманітних продуктів, таких як борошняні вироби, круп'яна продукція та злакові батончики [16].

Науковці виявили потенціал застосування гарбузової макухи в рецептах житнього та житньо-пшеничного хліба.

Відомо застосування у виробництві бісквітного напівфабрикату гарбузової макухи з додаванням порошку із ягід журавлини та пшеничних зародків. Це позитивно впливає на якість кінцевих продуктів, а також надає їм оздоровчих властивостей [9].

Розроблено технологію виготовлення котлет з рослинної сировини, використовуючи макуху насіння гарбуза. Це зроблено для збільшення кількості білків, вуглеводів та жирів у продуктах, а також для підвищення їх енергетичної цінності [10].

Отже, продукти обробки гарбузового насіння знаходять застосування у сфері харчової промисловості у вигляді олії, борошна та макухи. Усі продукти, отримані в результаті переробки гарбузового насіння, відрізняються високою біологічною цінністю, проте їх використання обмежене. Обмежене використання зумовлене насамперед високою собівартістю. Причиною високої собівартості є специфічні та трудомісткі технології отримання продуктів переробки насіння

гарбуза.

Харчові продукти, збагачені борошном з гарбузового насіння, виявляють імунокоригуючі, радіозахисні, бактерицидні, антиатеросклеротичні, ліпотропні, протиалергічні, антимікробні, фунгіцидні та інші корисні властивості [15].

1.3 Екструзійна обробка рослинної сировини як спосіб підвищення харчової цінності продуктів харчування

Аналіз сучасних способів фізичного впливу на харчову рослинну сировину свідчить, що екструзійна обробка є одним з можливих прогресивних методів модифікації властивостей рослинної сировини, інтенсифікації технологічних процесів у галузях харчової та переробної промисловості та виробництва продуктів харчування, збалансованих за основними харчовими речовинами. Очевидно, інтерес дослідників до процесу термопластичної екструзії обумовлений можливістю ефективної підготовки харчової сільськогосподарської сировини до переробки, підвищенням безпеки технологічних процесів виробництва та виробництвом харчових продуктів із заданим хімічним складом. Ефективність екструзійної підготовки сировини неоднозначна, і обумовлена впливом технологічних параметрів обробки, а також конструктивних особливостей екструзійного обладнання на ступінь модифікації хімічного складу харчової сировини.

Раціональні технологічні параметри екструзійної обробки, що характеризуються високим вмістом води в харчовій сировині, короткою тривалістю процесу і низькою температурою сприяють поліпшенню якості продуктів харчування за рахунок змін у вмісті білків, незамінних амінокислот, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин. Так, наприклад, температура екструзійної обробки рослинної сировини від 100 до 140 °C призводить до підвищення ступеня інактивації інгібіторів протеаз, отже, до підвищення харчової цінності білків. Умови екструзії з температурою 200 °C і вище, із вмістом води в сировині менше 15 % можуть не сприятливо

позначитися на якості продуктів харчування [11].

У процесі декстринізації крохмалю знижується у 1,8 – 2,0 разів вміст нативного крохмалю, що обумовлює черствіння борошняних виробів. Вміст водорозчинних речовин в екструдованому борошні пшеничного збільшується в 5 – 8 разів, що підвищує харчову цінність і засвоюваність. В результаті впливу високих температур (100-150 °С) відбувається практично повна стерилізація борошна [4].

Відомі наукові факти, що підтверджують суттєве руйнування структури крохмалю рослинної сировини та деструкції молекул полісахаридів під дією екструзійної обробки [5, 13].

Під дією тиску, температури та вологи білки зазнають помітних змін. Відбувається порушення упорядкованості внутрішньої будови молекули, що оцінюється зміною фізико-хімічних властивостей білків: розчинності, здатності до гідратації, в'язкості розчинів, стійкості до дії ферментів, біологічної активності та інших властивостей. Це зумовлено наявністю в молекулах білка великої кількості неміцних зв'язків [14].

Слід зазначити, що в більшості опублікованих робіт описані екструзійні ефекти впливу на крохмальвмісну сировину.

Зростаючий інтерес до екструзійного способу переробки сільськогосподарської харчової сировини та її застосування в технологіях харчових продуктів підтверджується численними публікаціями. У науковій літературі досить широко представлені дослідження, пов'язані з розробкою рецептур і технологій застосування екструдованої сільськогосподарської харчової сировини при виробництві продуктів харчування масового вживання, наприклад, сухих сніданків [2, 8], м'ясних кулінарних виробів і м'ясопродуктів [2].

Результати цих робіт можуть бути цікавими з точки зору взаємодії екструдованої сировини з основною сировиною при виробництві продуктів харчування, формування нових технологічних властивостей, або розробки продуктів харчування функціонального і спеціалізованого призначення.

Встановлено, що заміна пшениці та кукурудзяного борошна при

виробництві екструдованих сухих зернових сніданків на амарант, гречку та просо призвела до зміни фізичних показників якості екструдованих сухих сніданків, а також їхньої харчової цінності. Так, у розроблених сухих сніданках відзначено значне зниження вуглеводів, що легко засвоюються, що передбачає використання цих нетрадиційних видів борошна з метою зниження глікемічного індексу при вживанні екструдованих сухих сніданків [11].

Запропоновано спосіб приготування екструдованих закусок підвищеної харчової цінності з включенням раціонального дозування 10 % борошна насіння гарбуза та 90 % кукурудзяного борошна. В результаті отримані вироби з найкращими показниками розширення та щільності для контрольного зразка. Внесення борошна насіння гарбуза в кількості понад 10 % погіршує якість продукції [15].

На основі математичних моделей вченими розроблена оптимальна рецептура екструдованих крекерів підвищеної харчової та біологічної цінності на основі борошна та крупи зернових культур, хлібної та вафельної крихти з додаванням хлібопекарських дріжджів. На виробництво крекерів, що відрізняються покращеними органолептичними показниками, розроблено та затверджено технічну документацію [4].

Показано підвищення автолітичної активності та газоутворюючої здатності борошняної суміші, що складається з пшеничного борошна і борошна з екструдованих пшеничних висівок в кількості 5 – 15 % до загальної маси суміші, порівняно зі зразком зі 100 % пшеничного борошна. Крім того, в борошняній суміші автором відзначено підвищення якості клейковини [5].

Вивчено вплив арахісової та гарбузової мас, отриманих за спеціальною технологією холодної екструзії, на функціонально-технологічні властивості пшеничного борошна, структурно-механічні властивості тіста, інтенсивність технологічного процесу та якість готових хлібобулочних виробів. Застосування арахісової маси в дозуванні від 2 до 5 % сприяло зниженню кількості клейковини, її гідратаційної здатності, зміцненню якості клейковини, інтенсифікації газоутворення в тісті, що обумовлено, на думку авторів, впливом моно- і

поліненасичених жирних кислот арахісової маси. Добавка гарбузової маси в дозі від 3 до 10 % викликає збільшення розтяжності клейковини. Механізмом зазначеного процесу, як свідчать автори, може бути низька активність ліпоксидази, що активує окислення ненасичених жирних кислот. Результати пробних лабораторних випічок підтверджують можливість застосування арахісової та гарбузової мас у технології хліба більшого питомого об'єму, з більш високою пористістю та кращими пружно-еластичними властивостями м'якшішу. Подові вироби відрізнялися вищою формостійкістю [8].

У силу ряду причин більшість відомих технологій переробки насіння гарбуза не розглядають їх оболонку як сировину для отримання корисного продукту. Тим часом є дані про те, що під дією навіть холодної екструзії можна домогтися зниження активності антипоживних речовин, що знаходяться в оболонці гарбузового насіння, до прийняттого рівня [9].

Вивчено можливість виробництва борошняних виробів з добавками борошна з екструдованого цілого зерна ячменю в кількості до 25 % до маси борошняної суміші. Аналіз якості розробленого хлібобулочного виробу показав, що дослідні зразки хліба перевищували контрольний зразок за вмістом макро- та мікроелементів (кальцій, фосфор, залізо, магній) та вітамінів (тіаміну, ніацин). Вміст нерозчинних харчових волокон (1,19 %) перевищував традиційний удвічі. Встановлено, що хліб з екструдатом здатний задовольнити понад 30 % добової потреби у білку [7].

Встановлено, що у виробництві хліба із сортового пшеничного борошна екструдат жита доцільно вносити спільно з пшеничними висівками відповідно у дозуванні 10 % та 6 % до маси борошна. В результаті інтенсифікуються процеси кислото- та газоутворення, що сприяють формуванню смаку, аромату та структури пористості готових виробів. Хліб, приготований за розробленою рецептурою, сприяє збільшенню задоволення добової потреби в клітковині в 3,2 рази, фосфорі – 2,5 рази, кальції, магнії, залізі, тіаміні, рибофлавіні, ніацині – відповідно на 66, 61, 56, 28, 2 % [2].

Проведено комплексні дослідження з удосконалення технології

борошняних кондитерських виробів на основі застосування екструдованого пшеничного хлібопекарського борошна вищого гатунку. Розроблено технологічне рішення щодо отримання екструдованого пшеничного хлібопекарського борошна вищого гатунку для виробництва кексів і мафінів. Виявлено позитивний вплив додавання 10 % екструдованого пшеничного борошна на реологічні властивості тіста. Обґрунтовано найкращі органолептичні та фізико-хімічні показники кексів та мафінів при заміні 10 % пшеничного хлібопекарського борошна вищого гатунку на екструдоване пшеничне хлібопекарське борошно вищого гатунку. У результаті забезпечується висока якість продукції та збільшення термінів придатності виробів [7].

Розроблено біологічно цінну текстуровану композицію, що представляє з обох вуглеводно-білкову фракцію амаранту (25 %), 65 % крупки ячменю і 10 % крупки гороху. Текстурована композиція отримана в екструдері при температурі всередині шнекової камери 150 – 160 °С, на виході – 120 – 125 °С. Діаметр вихідних отворів матриці становить 11 мм. Відповідно до технології, екструдовану масу охолоджували, подрібнювали і вносили на стадії замісу тіста в кількості 5 – 11 %, що сприяло уповільненню черствіння, механізм якого можна пояснити збільшенням водопоглинальної здатності крохмалю, що вноситься у складі текстурованої композиції [3].

Розроблено технологію білково-мінерального та білково-вуглеводного текстуратів на основі соєвих бобів для виробництва ковбасних та кров'яних виробів та здійснено оцінку їх якості [4].

Запропоновано розширення асортименту борошняних виробів за рахунок розробки нових рецептур з використанням композитних сумішей підвищеної харчової цінності на основі борошна з алейронового шару зерна пшениці та ячменю. Визначено оптимальні дозування екструдованого пшеничного та ячмінного борошна. Наведено дані щодо органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових виробів. Найкращими показниками володіли зразки пшеничного хліба з використанням у борошняній композитній суміші 10 % ячмінног екструдованого алейронового борошна і 15 % пшеничного

екстурованого алейронового борошна. За результатами дегустаційної оцінки дані зразки набрали найбільшої кількості балів. Результати досліджень дозволили обґрунтувати перспективність використання композитних сумішей підвищеної харчової цінності виробів на основі екстурованого пшеничного та ячмінного борошна [12].

Розроблено інноваційні технології виробництва борошняних виробів із заміною пшеничного борошна на борошно з екстурованого зерна пшениці, півчастого та голозерного ячменю, півчастого та голозерного вівса. Дослідником встановлено оптимальну заміну борошна пшеничного на борошно, отримане з екстурованого зерна основних злакових культур: для хліба – 25 %, булочок – 15 %, печива – 10 %, бісквіту – 8 % [13].

Теоретично обґрунтовано доцільність виготовлення м'ясорослинних харчових текстуратів. З цією метою підібрано перспективні сорти зернових і овочевих культур з оптимальним складом харчових та біологічно активних речовин, а також рекомендовано як м'ясу сировину яловичу і свинячу обрізь і попередньо ферментовану сировину колагену. Встановлено, що хімічний склад сконструйованих м'ясо-рослинних харчових текстуратів збалансований за співвідношенням білка, жирів і вуглеводів, необхідних для збагачення консервів, ковбас і пельменів [2].

Вивчення реакції капілярно-пористих екстуратів на середовище зі зниженим тиском повітря показало, що один з можливих векторів розвитку харчової термопластичної екструзії пов'язаний з ефектом термовакuumного впливу на сировину, що екстурдується після виходу його з фільтри матриці екструдера. Розглянуто напрями вдосконалення екструзійної обробки харчової сировини. Запропоновано новий напрямок термопластичної екструзії, що базується на ефекті термовакuumного впливу на сировину, що екстурдується, після виходу його з фільтри матриці екструдера. Розглянуто аспекти застосування у технології напоїв та борошняних виробів екстурованої крохмалевмісної зернової сировини та рослинної сировини з підвищеним вмістом ліпідів. Подані в роботах матеріали свідчать на користь запропонованої авторами монографії

наукової концепції і можуть стати однією з відправних точок для подальших досліджень з удосконалення харчової термопластичної екструзії [6, 7]. Авторами представлено теоретичне обґрунтування термовакuumного ефекту при обробці сировини рослинного походження у модернізованому екструдері [9].

Розроблене та науково обґрунтоване напрямок екструзійної обробки з термовакuumним ефектом сільськогосподарської рослинної харчової сировини запропоновано застосовувати для отримання напівфабрикатів з метою застосування в якості функціональної добавки до борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів композитів, отриманих шляхом екструдування суміші рослинної сировини з високим вмістом крохмалю. На основі вивчення реакції капілярно-пористих екструдатів на середовище зі зниженим тиском повітря обґрунтовано один з актуальних векторів розвитку термопластичної екструзії багатокомпонентної рослинної сировини. Його наукова концепція полягає в тому, що вологість сировини та вміст у ній ліпідів істотно впливає на інтенсивність «декомпресійного вибуху» екструдата при виході з фільтри машини.

Прийнятне значення пористості екструдатів при переробці сировини з підвищеним вмістом ліпідів і харчових волокон забезпечується за рахунок спорудження у спеціальній камері екструдера тиску повітря нижче атмосферного. В результаті проведених експериментальних досліджень показано, що на пористість екструдата з підвищеним вмістом ліпідів і харчових волокон визначальний її вплив надає вміст основного інгредієнта екструдованої суміші (розторопші плямистої) і вміст у ньому масової частки вологи. Для отримання полікомпонентного екструдата на основі насіння розторопші п'янистої як наповнювача слід використовувати зерно пшениці з масовою часткою вологи 14 %, що відповідає базисним кондиціям для цієї культури.

При цій умові найбільш високу пористість екструдата можна отримати при вмісті в ньому не більше 25 % розторопші плямистої з масовою часткою вологи 24 – 28 %.

Теоретично обґрунтовано і практично реалізовано технологічні прийоми формування якості пива та пивних напоїв з використанням екструдованого

ячменю, показано вплив екструдата ячменю на біохімічні характеристики дріжджів, що застосовуються в пивоварстві [2].

Слід наголосити, що інформації в науковій літературі про використання олійних культур у процесах екструзійних обробок явно недостатньо.

У той же час в науковій літературі є результати досліджень впливу екструзії на антипоживні речовини кунжуту [14].

Висновки за розділом

З урахуванням запропонованого в роботі використання в технології борошняних виробів застосування борошна з екструдованого насіння гарбуза разом з оболонкою, слід сказати про спроби поліпшити якість екструдованої рослинної сировини інгредієнтів не тільки за рахунок присутності крохмалю в екструдованій речовині, але і на основі харчових волокон екструзійної обробки. Екструзія інгредієнтів на основі волокон і білків призводить до більш яскравого прояву функціонального призначення екструдатів, їхньої харчової цінності, як наслідок, покращення органолептичних характеристик готового продукту.

Розглянуто сучасні наукові уявлення авторів про глибоку та різнобічну дію термопластичної екструзії, що сприяє трансформації біополімерів, модифікації фізико-хімічних властивостей крохмалевмісної сировини, сировини з підвищеним вмістом ліпідів та підвищення її технологічного потенціалу. Розглянуто практичні аспекти застосування термопластичної екструзії харчової сировини у технологіях харчових продуктів.

Як впливає з аналізу наукової літератури, дослідження технології борошняних виробів із застосуванням сировини з підвищеним вмістом ліпідів, підданої термопластичної екструзії з термовакuumним ефектом, і його ролі у формуванні показників якості готових борошняних виробів поки не отримали належного розвитку.

Вищевикладене дозволяє зробити висновок про те, що для вирішення завдань створення борошняних виробів з підвищеною харчовою та біологічною

цінністю екструзійна обробка з термовакуумним ефектом насіння гарбуза є дієвим засобом, а дослідження в цій галузі актуальним напрямом.

Метою кваліфікаційної роботи є наукове обґрунтування та розробка технології виробництва борошняних виробів із додаванням екструдованого насіння гарбуза з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності, поліпшення структурно-механічних та органолептичних показників.

Для реалізації мети поставлено такі завдання:

- обґрунтувати вибір борошна з екструдованого насіння гарбуза, вивчити можливість його застосування в технології борошняних виробів як джерело функціональних харчових інгредієнтів;

- дослідити вплив борошна з екструдованого насіння гарбуза на показники борошняної суміші;

- визначити вплив різних дозувань борошна з екструдованого насіння гарбуза на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів;

- розробити рецептуру та технологію хлібобулочних виробів із застосуванням раціональних дозувань борошна з екструдованого насіння гарбуза;

- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних виробів з використанням екструдованого насіння гарбуза.

Предмет дослідження – вплив екструдованого насіння гарбуза на рецептурні та технологічні параметри, а також на якість готових борошняних виробів.

2 ОБ'ЄКТИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація роботи та схема проведення досліджень

Основна частина теоретичних, методичних та експериментальних досліджень виконана в лабораторних умовах кафедри харчових технологій ДДАЕУ.

Структурно-логічна схема проведення досліджень наведена 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 борошняні вироби функціонального призначення із застосуванням борошна з екструдованою насіння гарбуза, їх технології та рецептури.

Предмет досліджень – вплив застосування борошна з екструдованою насіння гарбуза на якість та харчову цінність готових борошняних виробів.

Для проведення досліджень з розробки рецептур та технології борошняних виробів функціонального призначення використовувалася наступна сировина: борошно з екструдованою насіння гарбуза (ЕНГ), пшеничне борошно вищого гатунку (ДСТУ 46.004-99), дріжджі хлібопекарські пресовані (ДСТУ 4812:2007), вершкове масло (ДСТУ 4399:2005). Крім того, використали соняшкову олію (ДСТУ 4492:2017), маргарин (ДСТУ 4465:2005), цукор білий (ДСТУ 4623:2006).

Для отримання борошна екструдованою насіння гарбуза в лабораторних умовах подрібнювали на зерновому млині. Частота обертання помольного органу 12 000 об/хв.

В якості контрольних зразків досліджували здобний хлібобулочний виріб «Коржик», приготовлений за традиційною технологією згідно типових технологічних інструкцій з виробництва хлібобулочних виробів [14].

Дослідні зразки виробів з дріжджового тіста готували з різної замінної частини пшеничного борошна вищого сорту на борошно з екструдованою насіння гарбуза.

2.3 Методи досліджень

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

Відбір проб та підготовку для лабораторних досліджень сировини

проводили за ДСТУ 46.004-99, готовими виробами згідно з ДСТУ 4586:2006.

Масову частку вологи в борошні пшеничного і в борошні з екструдованого насіння гарбуза визначали за ДСТУ 46.004-99 шляхом висушування до постійної маси при температурі 105 °С, визначення зольності – за ДСТУ ГОСТ 27494:2019.

Масову частку сирої клейковини борошна пшеничного вищого гатунку і суміші пшеничного і борошна з екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) визначали відповідно за методом, в основі якого лежить відмивання клейковини вручну водою з температурою 19 °С з тіста, що пройшло 20-хвилинне відлежування в чашці, що закрита склом. Якість сирої клейковини оцінювали за її розтяжністю.

Оцінку водоутримуючої (ВУС) борошна з ЕНГ здійснювали методом центрифугування [6].

В органолептичних випробуваннях готових борошняних виробів керувалися описовим методом, методом бальної оцінки та побудовою профілограм [9].

Основним завданням проектування рецептури харчового продукту за даним складом є обґрунтування вибору базової рецептури продуктів та збагачувальних інгредієнтів. Можливі два напрями проектування інноваційної рецептури. Перший напрямок базується на збільшенні вмісту у продукті однієї з основних харчових речовин. Другий напрямок є введенням у продукти харчування інгредієнтів, що характеризуються високою біологічною та фізіологічною цінністю [6].

Одержання борошняних виробів здійснювали в такий спосіб. Проводили випікання виробів у лабораторних умовах. Як контрольний зразок для виробництва виробів з дріжджового тіста застосовували базову рецептуру здобних коржів [10]. Рецептура коржиків наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Рецептūra коржика з пшеничного борошна вищого сорту та режим приготування тіста (контроль) [14]

Найменування сировини та показників процесу	Витрата сировини на 10 кг борошна та параметри процесу
Борошно пшеничне вищого гатунку, кг	10
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	0,3
Сіль харчова, кг	0,18
Масло вершкове, кг	1,8
Сметана, кг	1,0
Вода, кг	за розрахунком, виходячи з
Вологість тіста, %	28
Температура тіста, °С	30 – 32
Тривалість бродіння, хв	150

Заміс тіста проводили безопарним способом вручну з усієї сировини за винятком масла вершкового, яке вносили під час другої обминки за 30 хвилин до завершення процесу дозрівання тіста з метою виключити інгібуючу дію на життєдіяльність дріжджових клітин.

Замішане тісто поміщали в термостат для бродіння на 150 хв. Підтримували температуру 32 °С і відносну вологість повітря 80 – 85 %. Після бродіння тісто обробляли (шматки масою 100 г) і формували тістові заготовки. Тістові заготовки поміщали на лист, попередньо змащений олією, і ставили на вистоювання при температурі 35 – 40 °С і відносної вологості повітря 80 – 85 %. Тістові заготовки випікали в лабораторній печі при температурі 200 – 220 °С протягом 13 – 14 хв. Для зволоження випічки в середині печі розпилювалась пара. Після випікання кірку виробів зволожували водою, охолоджували і зважували.

Тісто для дослідних зразків готували за способом приготування контрольного зразка. Розрахунок маси води на заміс тісту здійснювали з урахуванням вологості борошна з ЕНГ (6,3 %).

Досліджували вплив дозування борошна з ЕНГ на якість коржика. Дослідні зразки готували із заміною частини пшеничного борошна на борошно з ЕНГ в

кількості 5, 10, 15, 20 % до загальної маси борошняної суміші. Рівномірного розподілу частинок пшеничного борошна та борошна з ЕНГ досягали шляхом механічного перемішування борошняної суміші та подальшого просіювання через сито № 025.

Оцінку органолептичних та фізико-хімічних показників готових виробів, випечених із дріжджового тіста, проводили через 16 – 18 годин після випічки.

Харчову цінність характеризували за вмістом основних харчових речовин у 100 г виробу, за енергетичною та біологічною цінністю згідно даних, взятих літературних джерел [5, 13].

Вміст основних харчових речовин - білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин розраховували на основі даних хімічного складу сировини, що входить до рецептури виробу [5, 13].

Висновки за розділом

Основні теоретичні та експериментальні дослідження проведено в лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ, що забезпечило необхідний рівень контролю умов і точності вимірювань.

Було розроблено структурно-логічну схему досліджень, яка включала етапи підготовки сировини, формування зразків, випікання та аналізу готових виробів.

Вплив екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) вивчали шляхом поетапної заміни 5 – 20 % пшеничного борошна в рецептурі, з точним механічним перемішуванням суміші для забезпечення рівномірного розподілу компонентів.

Оцінку якості виробів проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками через 16 – 18 годин після випічки, що дозволило врахувати стабілізацію властивостей продукту.

Харчову цінність дослідних зразків оцінювали шляхом розрахунку за даними хімічного складу сировини, що дозволило отримати об'єктивну картину впливу ЕНГ на вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів та харчових волокон у готовому виробі.

3 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БОРОШНА З ЕКСТРУДОВАНОГО НАСІННЯ ГАРБУЗА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

3.1 Загальні відомості

Основою розробки рецептур і технології харчових продуктів функціонального призначення є модифікація традиційних рецептур продуктів харчування, результатом якої є, по-перше, підвищений вміст макро-і мікронутрієнтів до рівня, співвідносного з фізіологічними нормами їх споживання, по-друге, наявність у готових виробів функціональних харчових інгредієнтів. Модифікація рецептур борошняних виробів функціонального призначення можлива шляхом заміни частини пшеничного борошна вищого гатунку на продукти переробки насіння гарбуза, особливістю хімічного складу яких є високий вміст білків, поліненасичених жирних кислот, клітковини та мінеральних речовин.

Аналіз наукових досліджень, пов'язаних з технологією переробки насіння гарбуза та застосуванням отриманих в результаті цього продуктів для використання в харчових та лікувальних цілях, показав, що є підстави для розробки інноваційного підходу до цієї проблеми. Суть його у значному зниженні трудомісткості переробки насіння гарбуза та одержанні продукту з високими функціонально-технологічними властивостями. Відомо, що на якісні показники продуктів переробки насіння гарбуза визначальний вплив мають властивості сировини та технологічні режими впливу на сировину.

Науковим обґрунтуванням розв'язання задачі застосування борошна з ЕНГ у технології борошняних виробів функціонального призначення був аналіз хімічного складу борошна з ЕНГ, ліпідів, вивчення функціонально технологічних властивостей борошна з ЕНГ, його впливу на показники борошняної суміші та пшеничного борошна, а також вивчення впливу на підйомну силу хлібопекарських пресованих дріжджів.

Для проведення досліджень ЕНГ подрібнювали та просіювали.

3.2 Функціонально-технологічні властивості борошна з екструдованого насіння гарбуза

Спрямованість та інтенсивність технологічних процесів багато в чому зумовлені функціонально-технологічними властивостями (ФТС) сировинних інгредієнтів. У зв'язку з цим, визначено функціонально-технологічні властивості борошна з ЕНГ з метою наукового обґрунтування його застосування в технології борошняних виробів в суміші пшеничного борошна та борошна з ЕНГ.

Досліджено водоутримуючу (ВУЗ). ВУЗ обумовлена в основному властивостями білка і крохмалю, і характеризується адсорбцією води за участю гідрофільних залишків амінокислот. ВУЗ впливає на технологічні показники та на якість виробів. Результати досліджень представлені на рисунку 3.1.

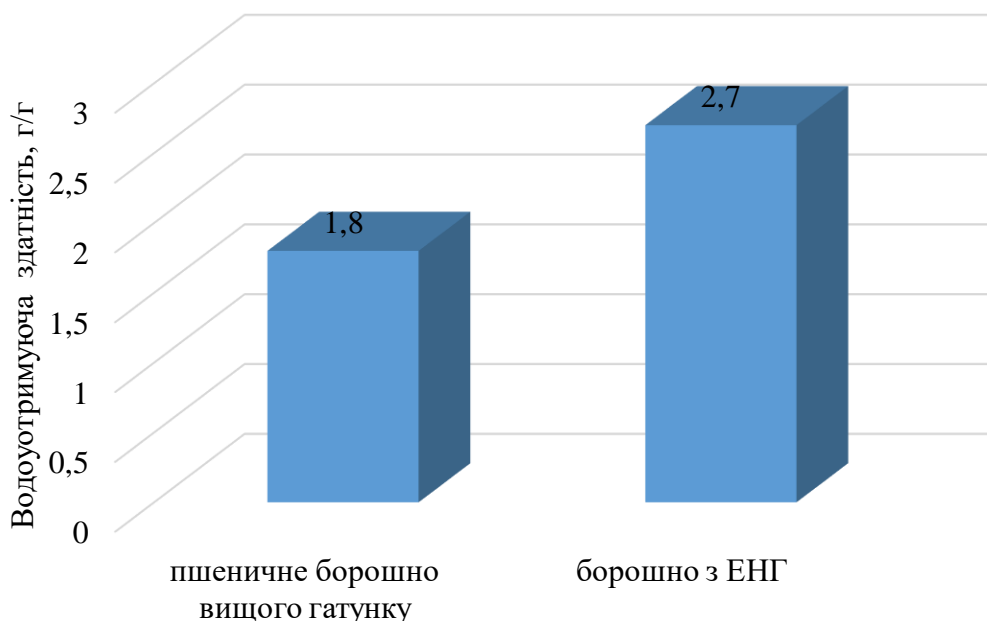


Рисунок 3.1 – Водоутримуюча здатність борошна пшеничного та борошна з ЕНГ з оболонкою

У першу чергу, кількість води, що використовується для замісу тіста, має

велике економічне значення.

Як свідчать результати досліджень, водоутримуюча здатність борошна з ЕНГ вище за аналогічний показник пшеничного борошна вищого гатунку в 1,5 рази, у зв'язку з цим слід очікувати уповільнення процесу черствіння борошняних виробів із застосуванням борошна з ЕНГ. Крім того, водоутримуюча здатність борошна з ЕНГ, що вноситься для підвищення біологічної цінності буде впливати на водоутримуючу здатність борошняних сумішей і відповідно на кількість води на заміс. Висока водоутримуюча здатність насіння гарбуза обумовлена, ймовірно, наявністю клітковини в борошні з ЕНГ, що узгоджується з результатами інших дослідників про водопоглинальну і водоутримуючу здатність харчових волокон у харчових системах [5].

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що борошно ЕНГ має значно вищий показник водоутримуючої здатності, ніж пшеничне борошно, що свідчить про потенційну здатність до уповільнення процесу черствіння борошняних виробів з борошном з ЕНГ.

Крім того, висока водоутримуюча здатність борошна з ЕНГ з оболонкою забезпечить формування заданої структури, харчової цінності, смакових показників і втрат при виробленні виробів з використанням борошна з ЕНГ.

Висновки за розділом

Дослідження показали, що ВУЗ борошна з екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) у 1,5 рази перевищує аналогічний показник для пшеничного борошна вищого сорту. Це обумовлено високим вмістом клітковини та наявністю гідрофільних компонентів у складі ЕНГ.

Підвищена ВУЗ борошна з ЕНГ дозволяє зменшити втрати вологи під час зберігання, що уповільнює процес черствіння готових виробів, підвищує їх споживчі властивості та подовжує термін придатності.

Застосування борошна з ЕНГ у рецептурі потребує корекції кількості води при замісі тіста, оскільки вища водоутримуюча здатність впливає на формування

необхідної консистенції. Це має враховуватися на етапі розробки технологічного процесу.

Висока ВУЗ борошна з ЕНГ позитивно впливає на структуру тіста, сприяє утворенню рівномірної пористості, забезпечує необхідну щільність та пластичність, що є важливими параметрами для виготовлення якісних борошняних виробів.

Отримані результати свідчать про доцільність використання борошна з ЕНГ не лише як джерела біологічно активних речовин, але й як технологічно функціонального інгредієнта, що покращує якість продукції.

4 РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БОРОШНА З ЕКСТРУДОВАНОГО НАСІННЯ ГАРБУЗА

Спираючись на результати теоретичних досліджень, а також на аналіз впливу борошна з ЕНГ на функціонально-технологічні властивості суміші пшеничного борошна та борошна з ЕНГ, було визначено доцільність застосування здобних хлібобулочних виробів як об'єкта модифікації. Це рішення спрямоване на обґрунтування рецептур виробів із різних видів тіста з метою підвищення їхньої харчової цінності. Здобні хлібобулочні вироби обрано як приклад борошняних продуктів, які користуються широким попитом серед споживачів.

4.1 Вплив дозування борошна з екструдованого гарбузового насіння на якість здобних хлібобулочних виробів

Розробка оптимальних рецептур обумовлена інформаційною базою показників органолептичних та фізико-хімічних властивостей готових виробів. У зв'язку з цим, метою даного етапу роботи є вивчення впливу застосування різних дозувань борошна з ЕНГ замість частини пшеничного борошна на органолептичні та фізико-хімічні показники здобних виробів.

Об'єкт дослідження – здобний хлібобулочний виріб («Коржик»), приготовлений безопарним способом за традиційною рецептурою [14]. Дослідні зразки готували із заміною пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у кількості 5 %, 10 %, 15 % та 20 % до загальної маси борошняної суміші відповідно до рецептури, наведеної в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептури здобних виробів з борошном з екструдованого насіння гарбуза

Найменування сировини	Витрата сировини на 10 кг борошняної сировини, кг				
	Співвідношення БП та борошна з ЕНГ, %				
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20
Борошно пшеничне вищого гатунку	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0
Борошно з ЕНГ	0	0,5	1,0	1,5	2,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Сіль харчова	0,18	0,18	0,18	0,18	0,1,
Масло вершкове	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Сметана, кг	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Вода, кг	за розрахунком, виходячи з вологості тіста 28,0 %				

Отримані вироби оцінювали за такими органолептичними показниками: форма, поверхня, колір, пропеченість м'якуша, пористість, проміс, смак і запах.

Аналіз отриманих результатів органолептичних показників якості досліджуваних виробів показує, що внесення борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна при замісі тіста сприятливо позначилося на кольорі кірки, пористості, смаку і запаху. Готові вироби із застосуванням борошна з ЕНГ виявилися більш красивої округлої форми. Збільшення дозування борошна з ЕНГ у борошняній суміші призводило до темнішого кольору кірки виробів. У результаті, колір поверхні виробу оцінений як яскравіше забарвлений порівняно з контрольним зразком.

Дослідним зразкам виробів із заміною пшеничного борошна на 10 і 15 % борошна з ЕНГ була притаманна розвинена тонкостінна рівномірна пористість і, отже, ці зразки були оцінені найвищим балом. Зразки з борошном з ЕНГ у кількості 10 і 15 % характеризувалися слабовираженим при смаком і запахом смажених горіхів, що позитивно позначається на їх за споживчих показниках.

Таблиця 4.2 – Органолептичні показники готових виробів при заміні частини пшеничного борошна на борошно борошна з ЕНГ

Найменування показника	Співвідношення пшеничного борошна та борошна з ЕНГ, %				
	100:0	95:5	90:10	85:15	80:20
Зовнішній вигляд: форма	Нерозпливчата, без притисків, округла				
Поверхня	З надрізами				
Колір	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Золотисто-жовтий	Золотисто-жовтий	Світло-коричневий
Стан м'якуша: пропечений зріз	Пропечений, не вологий на дотик				
Пористість	Розвинена, без порожнеч та ущільнень		Дрібна рівномірна тонкостінна		Злегка ущільнений м'якуш
Проміс	Без грудочок та слідів непромісу			З включенням частинок муки з ЕНГ темного кольору	
Смак	Здобний, властивий даному виду виробів, злегка солонуватий		Слабовиражений присмак смажених горіхів	Інтенсивно виражений смак смажених горіхів	
Запах	без сторонніх запахів		Слабовиражений аромат смажених горіхів	Інтенсивно виражений запах смажених горіхів	

Помітне включення частинок темного кольору встановлено у зразків із внесенням 15 та 20 % борошна з ЕНГ. Виявлено ущільненість м'якушку у зразка із внесенням 20 % борошна з ЕНГ. При цьому, у зразку із заміною 20 % пшеничного борошна на борошно з ЕНГ відзначений інтенсивно виражений запах і присмаки смажених горіхів, що слід віднести до недоліків споживчих якостей. Усі зазначені зміни органолептичних показників дослідних зразків обумовлені

особливостями борошна з ЕНГ.

Результати органолептичного аналізу зразків із заміною частини борошна на борошно з ЕНГ представлені на рисунку 4.1.

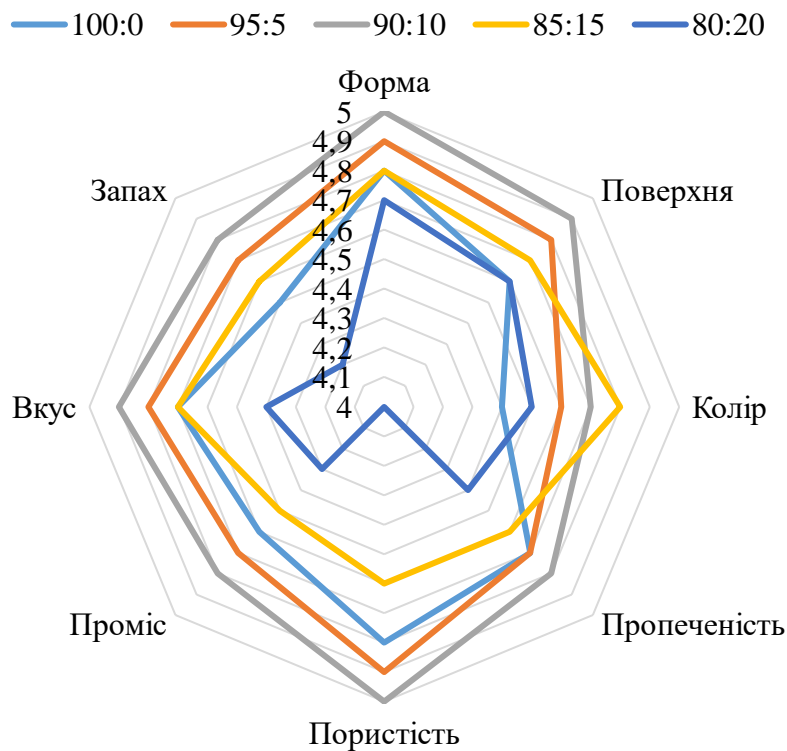


Рисунок 4.1 – Профілограма органолептичних показників зразків із заміною частини БП на борошно з ЕНГ

Встановлено, що здобний хлібобулочний виріб із заміною пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у кількості 5, 10 і 15 % перевищує контрольний приклад за показниками: характеристика форми, поверхні, кольору поверхні, смаку та запаху. Більш низький рівень пористості м'якуша в дослідних зразках порівняно з контрольним, очевидно, пояснюється зниженням вмісту клейковини суміші пшеничного борошна та борошна з ЕНГ, а також її зміцненням, встановленим у наших експериментах. Дослідний зразок із заміною пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у кількості 20 % має нижчі значення порівняно з контрольним зразком за всіма дослідженими органолептичними показниками. Загальна кількість балів при оцінці контрольного зразка склала 39,1. Зразки дослідних виробів коржиків з внесенням борошна з ЕНГ у кількості 5, 10, 15 та 20

% отримали дегустаційну оцінку 38,7; 39,3; 36,7 та 34,3 бали, відповідно.

Відповідно до вимог ДСТУ 4585:2021, до основних фізико-хімічних показників здобних булочних виробів відносять кислотність м'якішу, масову частку вологи у виробі. Крім зазначених показників досліджували вплив борошна з ЕНГ на питомий об'єм виробів. Результати досліджень наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Фізико-хімічні показники виробів з борошном з ЕНГ

Найменування показника	Співвідношення БП та борошна з ЕНГ, %				
	100:0	95: 5	90:10	85:15	80:20
Питомий об'єм, см ³ /г	3,0	3,1	3,3	3,0	2,9
Кислотність м'якішу, град	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5
Масова частка вологи, %	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0
Вихід хліба, %	138,5	139,1	139,9	139,8	139,7

Встановлено, що питомий об'єм виробів збільшувався із внесенням дозування борошна з ЕНГ у рецептурах у кількості 5 та 10 %. Так, внесення 5 % борошна з ЕНГ замість пшеничного борошна призводить до підвищення питомого об'єму виробів із дріжджового тіста на 3,3 %. Зразок із внесенням 10 % борошна з ЕНГ характеризувався питомим об'ємом на 10,0 % вищим, ніж зразок, виготовлений за традиційною рецептурою. Встановлено, що питомий об'єм зразка з внесенням 15 % борошна з ЕНГ на рівні контрольного зразка. Внесення 20 % борошна з ЕНГ до рецептури призводить до зниження питомого об'єму виробу на 3,3 % порівняно з контрольним зразком, виготовленим за традиційною рецептурою.

Збільшення питомого об'єму у зразках із внесенням 5 і 10 % борошна з ЕНГ обумовлено, ймовірно, стимуляцією життєдіяльності дріжджових клітин у середовищі, що збагачене поживними інгредієнтами борошна з ЕНГ. При цьому використання борошна з ЕНГ збагачує тісто функціональними харчовими інгредієнтами – амінокислотами, вітамінами, мінеральними сполуками.

У зразках з екструдатом насіння гарбуза кислотність збільшується в

порівнянні з контрольним зразком, що, обумовлено, ймовірно, присутністю в хімічному складі борошна з ЕНГ великої кількості мінеральних солей.

Вологість виробів у дослідних зразках підвищується зі збільшенням дозування борошна з ЕНГ, що обумовлено, очевидно, високою водоутримуючою здатністю білків, що містяться в борошні з ЕНГ.

Таким чином, найкращими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості характеризувались дослідні зразки коржика, приготовані безопарним способом із внесенням 10 % борошна з ЕНГ. Встановлено, що питомих об'єм зразка із внесенням 10 % борошна з ЕНГ вище на 10,0 %. Масова частка вологи на 4 % вища порівняно із зразком, приготованим за традиційною технологією. Вихід виробів із внесенням 10 % борошна з ЕНГ за абсолютною величиною на 1,4 % вище, ніж вихід виробів, приготовлених за традиційною технологією.

4.2 Розробка рецептури та технології здобних хлібобулочних виробів із застосуванням борошна з екструдованого насіння гарбуза

Результати експериментальних досліджень дозволили розробити рецептуру та технологію хлібобулочних виробів з використанням борошна з ЕНГ у кількості 10 % замість пшеничного борошна.

Розроблена рецептура наведена у таблиці 4.3.

Відповідно до розробленої рецептури здійснювали лабораторні випічки здобних хлібобулочних виробів (коржик).

Тісто готували безопарним способом. Як контроль виробляли вироби за традиційною рецептурою коржиків (таблиця 2.1). Показники якості ХБВ наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.3 – Рецептатура виробів із заміною 10 % пшеничного борошна на борошно з ЕНГ

Найменування сировини	Витрата сировини на 10 кг борошна	
	Співвідношення БП та борошна з ЕСТ, %	
	100:0	90:10
Борошно пшеничне вищого	10	9
Борошно з ЕНГ, кг	0	1
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	0,3	0,3
Сіль харчова, кг	0,18	0,18
Масло вершкове, кг	1,8	1,8
Сметана, кг	1	1
Вода, кг	з розрахунку з вологості тіста 28,0 %	

Таблиця 4.4 – Фізико-хімічні показники виробів з борошном з ЕНГ

Найменування показника	Співвідношення БП та борошна з ЕНГ, %	
	100:0	90:10
Питома об'єм, см ³ /г	3,0	3,5
Кислотність м'якшу, град	2,2	2,5
Масова частка води, %	25,1	26,1

Технологічна схема виробництва коржиків за модифікованою рецептурою наведено на рисунку 4.2.

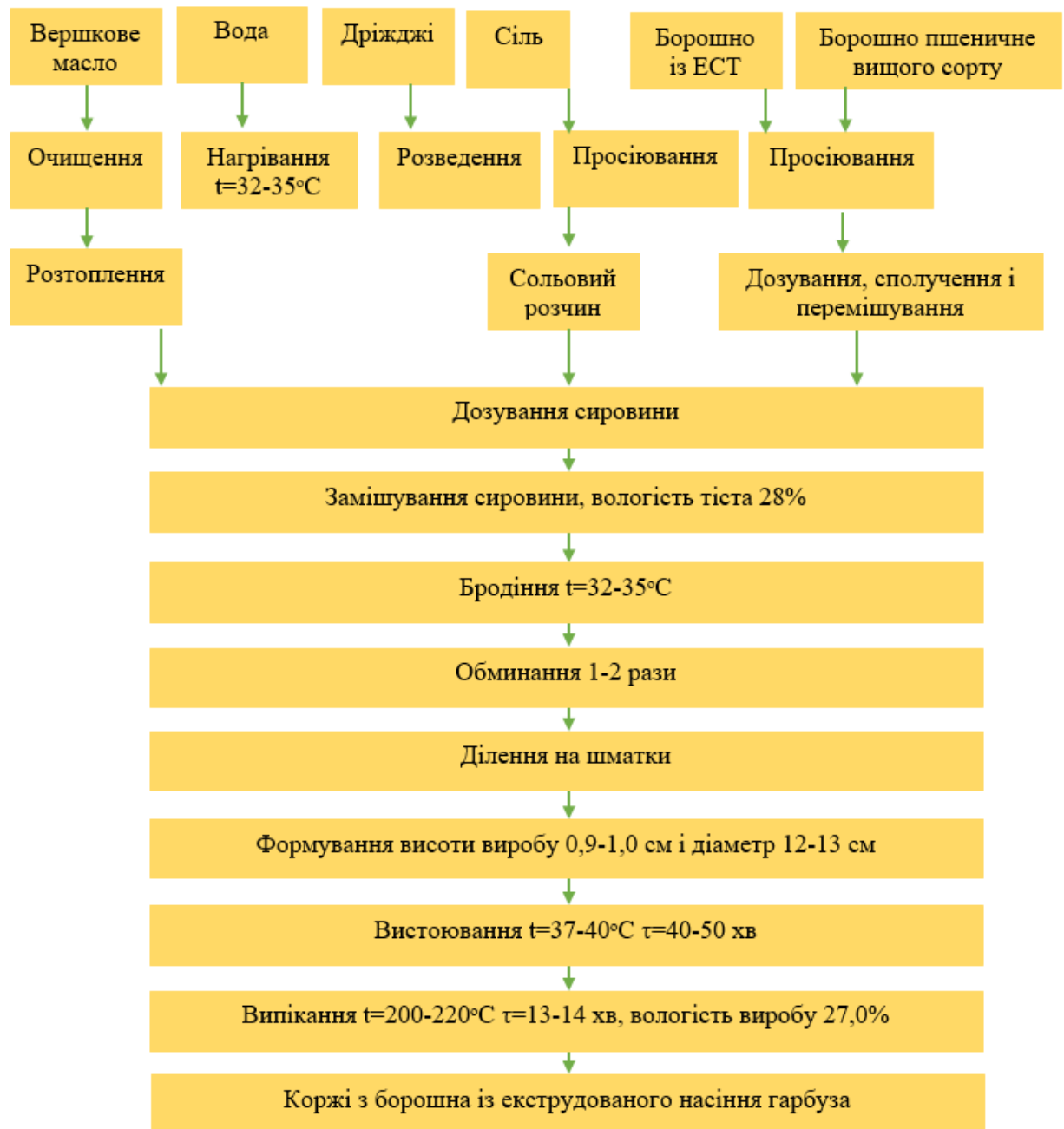


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва виробів із застосуванням борошна з ЕНГ

Висновки за розділом

Заміна пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у кількості 5 – 15 % позитивно впливає на органолептичні показники виробів: покращується форма, поверхня, колір кірки, смак і запах, особливо при дозуванні 10 % ЕНГ, яке забезпечило найкращі сенсорні характеристики.

Найвищі дегустаційні оцінки отримали вироби з додаванням 10 % борошна з ЕНГ (39,3 бала), що перевищує контрольний зразок за комплексом показників. Введення 20 % ЕНГ негативно позначилося на текстурі, кольорі та смакових якостях через надмірно виражений запах та присмак смажених горіхів.

Питома вага виробів із додаванням 5 – 10 % ЕНГ зросла на 3,3 – 10 % порівняно з контрольною пробою, що свідчить про позитивний вплив поживних речовин ЕНГ на активність дріжджів та структуроутворення.

Вологість готових виробів також підвищилася зі збільшенням дози ЕНГ, що пояснюється високою водоутримуючою здатністю білків та клітковини, присутніх у борошні з ЕНГ. Це дозволяє знизити ймовірність швидкого черствіння виробів.

Кислотність м'якуша зростала пропорційно до кількості внесеного ЕНГ, ймовірно через високий вміст мінеральних речовин, що слід враховувати при регулюванні смакових властивостей виробу.

Найкраще співвідношення якості, об'єму та споживчих властивостей виявлено у зразків із заміною 10 % пшеничного борошна на борошно з ЕНГ. Ці вироби відзначалися збільшенням масової частки вологи на 4 %, питомого об'єму на 10 % і виходу готової продукції на 1,4 %.

Результати досліджень дозволили обґрунтувати та розробити рецептуру борошняного виробу з використанням 10 % борошна з ЕНГ, що забезпечує підвищену харчову цінність та високу якість готової продукції без погіршення її технологічних параметрів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Розробка картки безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів

У таблиці 5.1 приведено приклад картки безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів. Така картка є важливою частиною інструктажу на підприємствах харчової промисловості.

Таблиця 5.1 – Картка безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів

<p>1. Загальні вимоги безпеки:</p> <ul style="list-style-type: none">- дотримуватися внутрішнього розпорядку підприємства;- виконувати лише ті роботи, до яких працівник допущений і проінструктований;- знати місце знаходження аптечки та первинних засобів пожежогасіння;- у разі нещасного випадку негайно повідомити керівника.	<p>2. Перед початком роботи:</p> <ul style="list-style-type: none">- одягнути спецодяг (халат, головний убір, зручне взуття з неслизькою підошвою);- перевірити справність обладнання та наявність захисних огорожень;- прибрати зайві предмети з робочого місця.
<p>3. Під час роботи:</p> <ul style="list-style-type: none">- не допускати потрапляння борошна в очі чи на шкіру – користуватися захисними окулярами за потреби;- не залишати працююче обладнання без нагляду;- не допускати перевантаження тістомісів та іншого обладнання;- стежити за чистотою рук і робочих поверхонь;- уникати контакту з гарячими поверхнями печей – використовувати захисні рукавиці.	<p>4. Після закінчення роботи:</p> <ul style="list-style-type: none">- вимкнути все обладнання;- провести вологе прибирання робочого місця;- зняти спецодяг і помити руки з милом;- повідомити керівника про будь-які несправності, помічені під час зміни.
<p>5. Дії у надзвичайних ситуаціях:</p> <ul style="list-style-type: none">- при пожежі – негайно сповістити відповідальних осіб та викликати пожежну службу (101);- при ураженні струмом – знеструмити обладнання та надати першу допомогу;- при травмуванні – надати першу допомогу та повідомити відповідальних осіб.	

5.2 Утилізація відходів під час виробництва хлібобулочних виробів

Давайте розглянемо основні шляхи утилізації відходів хлібобулочного виробництва, які відповідають сучасним екологічним та економічним вимогам:

1. Вторинне використання харчових відходів:

- використання непридатних виробів на корм тваринам (за умови відповідності ветеринарним нормам);
- переробка на сухарну крихту або панірувальні суміші, якщо дозволяє якість;
- додавання у тісто в обмежених кількостях (наприклад, повернення непроданого хліба при виробництві нового за технічними умовами).

2. Біотехнологічна переробка:

- компостування разом з іншими органічними відходами для виробництва добрив;
- ферментація для отримання біогазу (метан) на біогазових установках;
- використання у виробництві біоетанолу – як сировина для переробки крохмалю.

3. Утилізація технічних відходів:

- утилізація упаковки (папір, поліетилен) – роздільне збирання і передача на спеціалізовані підприємства;
- рециклінг дерев'яних піддонів, ящиків, коробок – ремонт або вторинне використання;
- збір і передача олії, жиру, що залишилися після змащення форм, на переробку.

4. Утилізація відповідно до законодавства

- співпраця з ліцензованими компаніями з утилізації харчових відходів;
- ведення журналів обліку відходів відповідно до вимог екологічного контролю;
- дотримання Санітарних правил і норм (ДСанПіН) для уникнення забруднення середовища.

Правильне управління відходами допомагає не тільки захистити довкілля, а й зменшити витрати підприємства.

Висновки за розділом

Розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва хлібобулочних виробів, у якій враховано специфіку використання інноваційної сировини – екструдованого борошна насіння гарбуза. Особливу увагу приділено виявленню та усуненню потенційних професійних ризиків, пов'язаних із обробкою сипучих продуктів, високотемпературними режимами та механізованими операціями.

В карті безпеки праці враховано основні види небезпек на кожному технологічному етапі – від зберігання сировини до випікання та пакування готової продукції. Для кожної операції визначено відповідні засоби індивідуального захисту, умови мікроклімату, вентиляції, освітлення, а також заходи з попередження травматизму та профілактики професійних захворювань.

Розглянуто шляхи утилізації та вторинного використання відходів, зокрема:

- залишки тіста можуть бути частково перероблені або використані в якості кормових добавок;
- обрізки виробів – для виробництва панірувальних сухарів;
- упаковка – шляхом сортування, пресування та передачі на переробку;
- органічні відходи – для компостування або біогазових установок.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення фінансових потреб, пов'язаних із проведенням наукових досліджень. У ньому враховуються такі складові, як витрати на матеріальні ресурси, спожиту електроенергію, заробітна плата працівників, амортизаційні нарахування та накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів обчислюється за такою формулою:

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

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

C_1 – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 6.1 представлено результати розрахунків щодо вартості матеріалів.

Таблиця 6.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість з розрахунку виробництва по 10 кг кожного дослідного зразку (кількість зразків 5)

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне вищого гатунку, кг	45,0	21,00	945,00
Борошно з ЕНГ, кг	5,0	25,00	125,00
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	1,5	60,00	90,00
Сіль харчова, кг	0,9	14,00	12,60
Масло вершкове, кг	9,0	228,00	2052,00
Сметана, кг	5,0	160,00	800,00
Всього			4024,60

Таблиця 6.2 містить результати обчислення витрат на заробітну плату учасників дослідження, яка визначається шляхом множення середньої погодинної оплати праці на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник робіт	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату становить 22 % від загального обсягу оподаткованої суми, що підлягає єдиному соціальному внеску:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості спожитої електроенергії здійснюється за наступною формулою:

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

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для приготування тіста:

$$E_{\text{тістозмішувач}} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 69,12 \text{ грн.}$$

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для випікання хлібобулочних виробів:

$$E_{\text{пароконвектомат}} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 6,4 = 345,6 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,65 \cdot 0,9 \cdot 208 \cdot 6,4 = 778,75 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{тістозмішувач}} + E_{\text{пароконвектомат}} + E_{\text{п.к.}} = 69,12 + 345,60 + 778,75 = 1193,47 \text{ грн.}$$

На основі рівняння 6.3 розраховується сума амортизаційних витрат на обладнання, задіяне під час проведення дослідження:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.3)$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 6.3 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію обладнання

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Тістозмішувач	19800,0	10	1	5,42
Пароконвектомат	38000,0	10	3	31,23
Персональний комп'ютер	20800,0	24	25	341,91
Всього				379,56

Накладні витрати, що стосуються технічного обслуговування та організації виробничого процесу, охоплюють виплати обслуговуючому та адміністративному персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання становлять 80% від розрахункової заробітної плати дослідника:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження приведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахункова вартість дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	4024,60
Заробітна плата (ЗП)	741,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	163,02
Електроенергія (Е)	1193,47
Амортизація (А)	379,56
Накладні витрати (НВ)	592,80
Всього	7094,45

На основі проведеного аналізу, основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали та електроенергію, які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

6.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, розрахунок вартості здійснювався з урахуванням витрат та очікуваної прибутковості від його проведення:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 7094,45 + \frac{30 \cdot 7094,45}{100} = 9222,78 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9222,78 грн.

Висновки за розділом

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали (4024,60 грн) та витрати електроенергію (1398,53 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9222,78 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження показали, що ВУЗ борошна з екструдованого насіння гарбуза (ЕНГ) у 1,5 рази перевищує аналогічний показник для пшеничного борошна вищого сорту. Це обумовлено високим вмістом клітковини та наявністю гідрофільних компонентів у складі ЕНГ.

Заміна пшеничного борошна на борошно з ЕНГ у кількості 5 – 15 % позитивно впливає на органолептичні показники виробів: покращується форма, поверхня, колір кірки, смак і запах, особливо при дозуванні 10 % ЕНГ, яке забезпечило найкращі сенсорні характеристики.

Найвищі дегустаційні оцінки отримали вироби з додаванням 10 % борошна з ЕНГ (39,3 бала), що перевищує контрольний зразок за комплексом показників. Введення 20 % ЕНГ негативно позначилося на текстурі, кольорі та смакових якостях через надмірно виражений запах та присмак смажених горіхів.

Питома вага виробів із додаванням 5 – 10 % ЕНГ зросла на 3,3 – 10 % порівняно з контрольною пробою, що свідчить про позитивний вплив поживних речовин ЕНГ на активність дріжджів та структуроутворення.

Вологість готових виробів також підвищилася зі збільшенням дози ЕНГ, що пояснюється високою водоутримуючою здатністю білків та клітковини, присутніх у борошні з ЕНГ. Це дозволяє знизити ймовірність швидкого черствіння виробів.

Кислотність м'якуша зростала пропорційно до кількості внесеного ЕНГ, ймовірно через високий вміст мінеральних речовин, що слід враховувати при регулюванні смакових властивостей виробу.

Найкраще співвідношення якості, об'єму та споживчих властивостей виявлено у зразків із заміною 10 % пшеничного борошна на борошно з ЕНГ. Ці вироби відзначалися збільшенням масової частки вологи на 4 %, питомого об'єму на 10 % і виходу готової продукції на 1,4 %.

Результати досліджень дозволили обґрунтувати та розробити рецептуру борошняного виробу з використанням 10 % борошна з ЕНГ, що забезпечує підвищену харчову цінність та високу якість готової продукції без погіршення її

технологічних параметрів.

Розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва хлібобулочних виробів, у якій враховано специфіку використання інноваційної сировини – екструдованого борошна насіння гарбуза. Особливу увагу приділено виявленню та усуненню потенційних професійних ризиків, пов'язаних із обробкою сипучих продуктів, високотемпературними режимами та механізованими операціями.

Розглянуто шляхи утилізації та вторинного використання відходів, зокрема:

- залишки тіста можуть бути частково перероблені або використані в якості кормових добавок;
- обрізки виробів – для виробництва панірувальних сухарів;
- упаковка – шляхом сортування, пресування та передачі на переробку;
- органічні відходи – для компостування або біогазових установок.

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали (4024,60 грн) та витрати електроенергію (1398,53 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9222,78 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
2. Науменко, О., & Овсієнко, С. (2021). Використання біологічно активних речовин у хлібопеченні. Продовольчі ресурси, 9(17), 107-118.
3. Navarro-Cortez R.O., Hernández-Santos B., Gómez-Aldapa C.A. et al. Development of extruded ready-to-eat snacks using pumpkin seed (*Cucurbita pepo*) and nixtamalized maize (*Zea mays*) flour blends. *Rev. Mex. Ing. Química*, 2016, 15(2): 409–422. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim1135>
4. Banu I., Aprodu I. Assessment of the Performance of Oat Flakes and Pumpkin Seed Powders in Gluten-Free Dough and Bread Based on Rice Flour. *Applied Sciences*, 2024, 14(8), article 3479. <https://doi.org/10.3390/app14083479>
5. Litvynchuk S., Galenko O., Cavicchi A. et al. Conformational Changes in the Structure of Dough and Bread Enriched with Pumpkin Seed Flour. *Plants (Basel)*, 2022, 11(20):2762. <https://doi.org/10.3390/plants11202762>
6. Dagnaw Y.D., Tiruneh A.T., Yehuala T.F. Optimization of extrusion conditions for development of high quality rice-lupin-pumpkin based extruded snack food. *PMС*, 2024
7. Буяльська, Н., Ткаченко, Ю., & Денисова, Н. (2018). Використання продуктів переробки цикорію коренеплідного в технології виробництва борошняних кондитерських виробів. *Технічні науки та технології*, (2), 196-203.
8. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. *Food Science and Technology*. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>
9. Верпета, Я. В. (2021). Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів за рахунок використання насіння амаранту.

10. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>
11. Лісовська, Т. О., & Чорна, Н. В. (2020). Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого.
12. Kovalova, O., Vasylieva, N., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Omelchenko, S., Kotliar, O., Kariyk, A., Rudakov, S., Harbuz, S., Onyshchenko, L. (2024). Development of oat malt production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (11 (131)), 80–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.311477>
13. Naumenko, O., & Ovsienko, S. Use of biologically active substances in bakery. ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ, 107.
14. Gumenuk O. S., Zamay Z., Cibula S., Hrebtan O., Volkova R. (2021) Дослідження впливу нативного та пророслого насіння гарбуза і кавуна на якість тіста і хліба. Food Science and Technology, 15(3), [онлайн] 15 с. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i3.2122>
15. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>
16. Горач, О. О., & Сербіна, В. (2023). Актуальність виробництва кондитерських виробів збагачених харчовими волокнами (Doctoral dissertation, Херсонський державний аграрно-економічний університет).
17. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Лазаренко У.І. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. Наука, технології, інновації. 2024. № 3 (30). С. 70-81. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09>
18. Середа, О. Г., & Мельник, О. Ю. (2022). Новий вид функціональної сировини з підвищеним вмістом білку для бісквітних виробів.

19. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
20. Науменко, О., & Овсієнко, С. (2021). Використання біологічно активних речовин у хлібопеченні. Продовольчі ресурси, 9(17), 107-118.
21. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>
22. Безсоний, Л. В., & Романенко, Я. С. (2012). Удосконалення технології індустріальних напівфабрикатів із гарбуза.
23. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions // Food science and technology. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>
24. Бенда, М. Ю. (2012). Перспективи виробництва напівфабрикатів із регульованою емульгуючою здатністю.
25. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., & 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), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
26. Іншакова, Т., Цихановська, І., & Лазарева, Т. (2023). Розробка ресурсозберігаючої технології борошняних кондитерських виробів з використанням вторинного продукту олійно-жирової промисловості. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості, 210.
27. Ковальова О.С., Мовчан М.О. Генно-модифікована сировина в дитячому харчуванні // Проблеми та стан використання ГМО в харчових

продуктах: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 26-27 квітня 2018) Львівський інститут економіки і туризму (ЛІЕТ). Львів: 2018. – С.52-55.

28. Горач, О. О., & Ситник, А. (2023). СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ (Doctoral dissertation, Херсонський державний аграрно-економічний університет).

29. Ковальова О.С. Розробка рецептур і оцінка якості печива підвищеної харчової цінності з додаванням солоду // Хранение и переработка зерна. – 2015. – № 1 (190). – С. 44-47.

30. Ватаман, О. А. (2024). Інноваційні технології реструктурованих харчових продуктів.

31. Черних С.А., Ковальова О.С. Кексові напівфабрикати з додаванням солоду // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 8 (173). – С. 52-54.

32. Лісовська, Т. О., & Чорна, Н. В. (2020). Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого.

33. Ковальова О.С. Особливості дезінфекції тари та пакувань харчових виробництв. The 8th International scientific and practical conference “Trends, theories and ways of improving science” (February 28 – March 03, 2023) Madrid, Spain. International Science Group. 2023. С. 532-535. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.8>

34. Лозова, Т. М. (2018). Оптимізація споживних властивостей та управління якістю інноваційних харчових продуктів. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки, (20), 48-52.

35. Геращенко Н. І., Фалендиш Н. О. (2014) Дослідження використання клітковини насіння гарбуза в технології хліба. У: Матеріали Міжнародної наукової конференції НУХТ, Київ, 2014, С. 86.

36. Супруненко Т. І. (2024). Розроблення рецептури булочних виробів, збагачених клітковиною з насіння гарбуза... Кваліфікаційна робота (магістр), НУХТ. Київ, 2024. 143 с.

37. Галенко О. О., Дяченко В. О. (2020). Використання борошна з насіння гарбуза в технології реструктурованих шинок з м'ясом індички. У: 86-та Міжнар. конференція НУХТ, Київ, 2–3 квітня 2020, Т. 1, С. 267.

38. Бараболя О. В., Калашник О. В., Мороз С. Е., Жемела Г. П., Юдічева О. П., Сергієнко О. В. (2018). Використання напівфабрикатів гарбуза для збагачення хліба пшеничного. Вісник ПДАА, № 4, 2018, С. 76–80.