

**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
безглютенового хліба з додаванням бананового
борошна**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-19
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Катерина САТУЛА

Керівник: _____ Яна Гезь

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**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

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«08» травня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Сатулі Катерині Олександрівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва безглютенового хліба з додаванням бананового борошна».

Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, ст. викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «08» травня 2023 року № 821.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва хлібців за традиційною рецептурою. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз літературних джерел. 2 Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Техніко-економічне обґрунтування використання нетрадиційної сировини для виробництва хлібопекарської продукції. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини та методів 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
1-5	ст. викладач Яна ГЕЗЬ	08.05.23	08.06.23

7. Дата видачі завдання 08 травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	08.05-09.05.23	виконано
2	Аналіз літературних джерел	10.05-15.05.23	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	16.05-17.05.23	виконано
4	Експериментальна частина	18.05-28.05.23	виконано
5	Техніко-економічне обґрунтування використання нетрадиційної сировини для виробництва хлібопекарської продукції	29.05-31.05.23	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	01.06-03.06.23	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання	04.06-05.06.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-08.06.23	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Катерина САТУЛА
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 66 сторінок друкованого тексту, 22 рисунка, 23 таблиці та використано 40 літературних джерел.

Метою роботи є розробка рецептури безглютенового хліба з використанням бананового борошна.

Об'єктом досліджень є технологія виробництва безглютенового хліба, амарантове борошно, бананове борошно.

Предметом дослідження є органолептичні і фізико-хімічні показники якості хліба.

Останіми роками безглютенові дієти набули популярності у всьому світі, оскільки все більше людей усвідомили ризики для здоров'я, пов'язані зі споживанням глютену, білка, який міститься в пшениці ячмені та житі. Виробництво хлібобулочних виробів на сьогоднішній день достатньо розвинене проте залишається невирішеним питання покращення біологічної цінності хлібобулочних виробів. Для людей з целиакією або чутливістю до глютену споживання глютену може спричинити серйозні проблеми з травленням та інші проблеми зі здоров'ям. В результаті зріс попит на безглютенові продукти, і харчова промисловість відреагувала на це розробкою нових продуктів для задоволення цього попиту. Вирішення даної проблеми можливе за рахунок використання нетрадиційних видів сировини, такої як амарантове борошно та бананового борошна. Відомо, що додавання нетрадиційних видів борошняної сировини, до кукурудзяного борошна підвищує якість хліба.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗЯНЕ БОРОШНО, ЛЛЯНЕ БОРОШНО, АМАРАНТОВЕ БОРОШНО, БАНАНОВЕ БОРОШНО, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, ВОЛОГІСТЬ, ПОРИСТІСТЬ, КИСЛОТНІСТЬ, ХЛІБ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1. Актуальність проблеми виробництва безглютенового хліба.....	8
1.2. Огляд існуючих методів і технологій виробництва безглютенового хліба.....	9
1.3. Аналіз сучасних рецептур виробництва безглютенового хліба.....	15
1.4. Мета і задачі дослідження.....	16
Висновки до розділу.....	17
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1. Характеристика об'єктів досліджень.....	18
2.2. Методика виготовлення дослідних зразків безглютенового хліба.....	20
2.3. Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків безглютенового хліба.....	22
Висновки до розділу.....	28
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	30
3.1. Обґрунтування рецептурного складу сировини.....	30
3.2. Варіації замісу дослідних зразків тіста.....	32
3.3. Опис технологічної схеми виробництва безглютенового хліба.....	33
3.4. Результати експериментальних досліджень.....	35
Висновки до розділу.....	41
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	42
4.1. Витрати на проведення досліджень.....	42
4.1.1. Витрати на матеріали для проведення досліджень.....	43
4.1.2. Витрати на оплату праці.....	43
4.1.3. Витрати на електроенергію.....	44

4.1.4 Витрати на амортизацію устаткування.....	45
4.2 Розрахунок ціни дослідження.....	46
Висновки до розділу	47
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	48
5.1 Організація охорони праці в лабораторії освітнього закладу.....	48
5.2 Аналіз стану охорони праці в харчовій лабораторії.....	49
5.3 Аналіз виробничого травматизму.....	50
5.4 Заходи з поліпшення охорони праці у господарстві.....	52
5.4.1 Атмосферний тиск.....	52
5.4.2 Вимірювання температури повітря.....	53
5.4.3 Вимірювання вологості повітря.....	53
5.4.4 Аналіз метрологічних показників.....	54
5.5 Розробка інструкції з охорони праці і безпеки праці з вистоювальною шафою.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	65

ВСТУП

Останіми роками безглютенові дієти набули популярності у всьому світі, оскільки все більше людей усвідомили ризики для здоров'я, пов'язані зі споживанням глютену, білка, який міститься в пшениці ячмені та житі. Целіакія – генетичне хронічне захворювання, яке характеризується пошкодженням слизової оболонки тонкого кишечника рослинним білком, який міститься в злакових, – глютені. Для людей з целіакією або чутливістю до глютену споживання глютену може спричинити серйозні проблеми з травленням та інші проблеми зі здоров'ям. В результаті зріс попит на безглютенові продукти, і харчова промисловість відреагувала на це розробкою нових продуктів для задоволення цього попиту.

Згідно досліджень Асоціації Європейських спілок хворих на целіакію вважається, що частота проявів цього захворювання складає 1 %. Єдиним методом запобігання целіакії являється дотримання безглютенової дієти протягом всього життя хворого, основні принципи якої полягають у виключенні з харчового раціону продуктів переробки пшениці, жита, ячменю.

Клейковина є основним структуроутворюючим білком у пшеничному хлібі, який надає тісту унікальну в'язкопружність і якість випічки. Завдяки унікальній функціональності заміна глютену залишається складною [1]. Слід визначити, що при використанні безглютенових інгредієнтів практично не виникає проблем в формуванні структури тіста для борошняних кондитерських виробів, оскільки для формування тістових заготовок для більшості кондитерських виробів утворення клейковини є небажаним. Регулювання технологічних властивостей безглютенової борошняної сировини здійснюють найчастіше під час тістоприготування. Оскільки неможливо замінити пшеничне борошно альтернативним борошном без глютену повністю, необхідно вжити додаткових заходів. Про ефективність застосування борошняних сумішей в якості сировини для безглютенового хліба, було проведено детальні дослідження школою академіка Дробот В.І. [2].

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Актуальність проблеми виробництва безглютенового хліба

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, в сучасних соціально-економічних умовах стан здоров'я населення в усьому світі має тенденцію до погіршення. Ця тенденція характеризується збільшенням числа осіб, що страждають різними неінфекційними захворюваннями спричиненими, зокрема глютенною ентеропатією та цукровим діабетом.

Хліб відноситься до продуктів з високим глікемічним індексом. При вживанні даного продукту виділяється велика кількість легкозасвоюваних вуглеводів, з якими організм людини з цукровим діабетом не може впоратись. В першу чергу це відноситься до виробів з білих сортів борошна, таке як пшеничне борошно вищого сорту. Вміст вуглеводів у цих здобних виробів перевищує норму навіть для цілком здорової людини, якщо не контролювати кількість споживання даного продукту. Отже, для даної групи людей треба шукати 45 альтернативні варіанти хлібобулочних виробів. Одним із способів вирішення цієї проблеми – використання нетрадиційних сортів борошна з низьким глікемічним індексом, такі, як вівсяне (45 одиниць), лляне (35 одиниць), соєве (50 одиниць), кокосове (40 одиниць) і т.д. [3].

Поглиблення знань людства про роль продуктів харчування у стані здоров'я в умовах екологічного неблагополуччя призвело до появи концепції функціональних продуктів. На споживчому ринку зростає попит на ці продукти. На жаль, в Україні не дуже великий асортимент безглютенових продуктів, але попит на такі продукти зростає з кожним роком, тому існує постійна потреба у спеціалізованих продуктах харчування для цієї групи людей. На ринку безглютенових продуктів в Україні переважно переважають імпорتنі продукти. [4].

Аналіз ринку хлібобулочних виробів України у 2019-2021 рр. (табл. 1.1) свідчить, що питомий обсяг виробництва хліб у дієтичного (у т.ч.

безглютенового) складає 0,1% та залишається незмінним в останні роки, тобто цей сегмент ринку є вкрай ненасиченим [5].

Таблиця 1.1 – Обсяги виробництва хліба та хлібобулочних виробів в Україні протягом 2019-2021рр

№	Показник	2019		2020		2021	
		Тис. т	%	Тис. т	%	Тис. т	%
1	Хліб житній	9,3	0,9	6,5	0,7	6,6	0,8
2	Хліб пшеничний	449,1	41,9	408,1	41,9	351,2	41,1
3	Хліб житньо-пшеничний і пшенично-житній	342,3	31,9	305,9	31,4	262,7	30,8
4	Вироби булочні	265,2	24,7	245,3	25,2	225,2	26,4
5	Хліб дієтичний	1,6	0,1	1,5	0,2	1,2	0,2
6	Хліб інший	5,2	0,5	7,7	0,8	7,2	0,8

За кордоном і в нашій країні випускають доволі широкий асортимент безглютенових продуктів, які заміняють хліб, борошно, печиво, макаронні вироби. Безглютенові продукти маркуються символом «перекреслений колосок» та написом *gluten-free*. Асортимент безглютенових борошняних та кондитерських виробів на українському ринку формується в основному за рахунок імпортової продукції, яка є дорогою. Тому використання безглютенової борошняної сировини, розроблення і впровадження на вітчизняному ринку безглютенових борошняних кондитерських виробів, особливо у готельно-ресторанному бізнесі, є актуальним і своєчасним завданням [6].

1.2. Огляд існуючих методів і технологій виробництва безглютенового хліба

Хліб і хлібобулочні вироби є невід’ємною складовою раціону людини адже є важливим джерелом поживних речовин для людей в усьому світі. Надзвичайно вагоме значення мають проблеми поліпшення якості і зберігання

цих виробів. Традиційний хліб із пшеничного борошна містить глютен, що робить його непридатним для тих, хто підтримується безглютеновою дієти.

Рецептурою називають певний перелік та співвідношення окремих видів сировини, які використовуються для виробництва хліба (вода, борошно, сіль, цукор, дріжджі, жири та ін.). В рецептурі хліба і хлібобулочних виробів кількість сировини виражають у кілограмах на 100 кг борошна. Виробництво стандартного хліба(рис. 1.1) пшеничного складається з п'яти етапів: підготовки сировини, приготування і обробки тіста, випікання, охолодження і зберігання хліба [7].

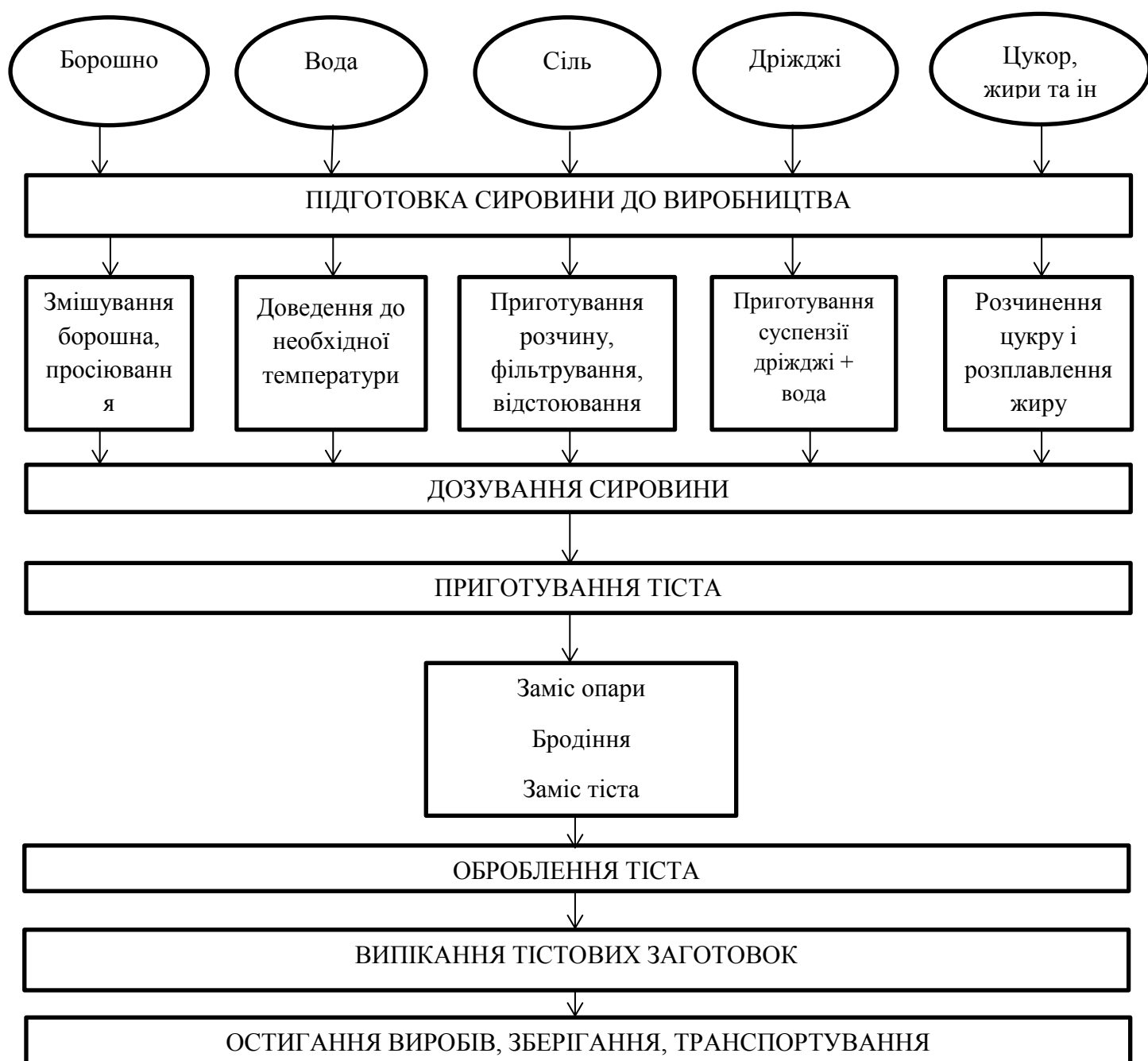


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва хліба

Для початку всі інгредієнти потрібно зважити і розподілити. Змішування тіста проводять у тістомісильній машині або вручну і перемішують 2-3 хвилини до утворення однорідної маси. Після змішування тісто поміщають в термостат в середньому на 190 хвилин. Далі дістають тісто і починають його обробляти, ділити і кладуть у форми змащені олією і поміщають в термостат на вистоювання. Наступним етапом є випікання, яке проводять у печі при температурі 200-230°C

Існує потреба у розробці спеціалізованих продуктів, у тому числі для людей з целиакією. Традиційні злаки (рис, гречка, просо, кукурудза) і нетрадиційні злаки (амарант, сорго, льон, кіноаїт.д.) можуть бути використані як повноцінні заміни глютенівмісних продуктів. Для виробництва безглютенових продуктів, використовують альтернативні види сировини, такі як:

- борошно безглютенове зі злакових (соргове, просяне, вівсяне);
- борошно безглютенове з псевдозернових (амарантове, гречане, кіноа);
- борошно з коренеплодів (маніоки, батату);
- борошно з бобових культур (соє, нут, сочевиця, боби, горох);
- борошно луб'яних культур (льняне, конопляне, тефі) [21].

Для прикладу можна розглянути деякі види борошна, щоб оцінити їх користь для безглютенового хліба.

Амарантове борошно є побічним продуктом зерна амаранту. Амарант це перспективна культура, яка, незважаючи на довгу історію культивування, досі не використовується належним чином як харчовий інгредієнт у світі [23]. В основному це пов'язано з недостатньою поінформованістю населення про його поживну цінність та обмеженістю досліджень та розробок з ефективного використання продуктів з амаранту в харчовій промисловості. Гранули амаранту є одним із найбільш перспективних нетрадиційних інгредієнтів для виробництва різних харчових продуктів. Амарант використовується у виробництві зернових культур, алкоголю, напоїв та харчових добавок. Насіння амаранту унікальне серед інших злаків і псевдозлаків завдяки своєму майже

ідеальному складу, вмісту сквалену (4-8%), білку (13-18%), високому вмісту лізину та харчових волокон (8-18%), схожому швидше з овочами та фруктами, ніж зі злаками. Залежно від виду насіння амаранту, загальний вміст ліпідів у них варіюється в межах 5-11% в еквіваленті сухої речовини [26]. Сквален багате киснем з'єднання, тритерпеноїди попередник стероїдів, що володіє протираковими, імуномодулюючими та антиоксидантними властивостями. В природі сквален існує в печінці глибоководних акул, а зерна амаранту є рослинним аналогом для видобутку сирого сквалену або його введення в раціон людини через споживання продуктів з амаранту. [24, 25].

Банан – корисний, поживний продукт, який містить 74 %, 23 % вуглеводів, 1 % білка та 0,5 % жиру. Без шкірки він є хорошим джерелом вітаміну В6, калію та клітковини. Більше того, він не містить натрію та холестерину та є чудовим джерелом вітаміну С та магнію, а також містить три природних цукру – сахарозу, фруктозу та глюкозу, що забезпечує миттєвий, тривалий та значний заряд енергії [30, 31, 32]. Потенційно його можна переробити та зберегти, щоб збільшити його ринкову вартість, наприклад, поре зі стиглих фруктів для використання в морозиві, йогурті, тортах, дитячому харчуванні та нектарі; нарізані і консервовані в сиропі для використання у фруктових салатах і як начинки; в'ялені бананові хрусткі; і, ферментований для виробництва оцту та алкогольних напоїв. Новим продуктом комерційної цінності є бананове борошно, яке можна використовувати як суміш для різноманітних тістечок і хліба. Бананове борошно готують зі зрілих зелених бананів, які мають високий вміст крохмалю (рис. 1.2). У прохолодних і сухих умовах таке 19 борошно може зберігатися до одного року без будь-яких негативних змін у їхньому складі [33].

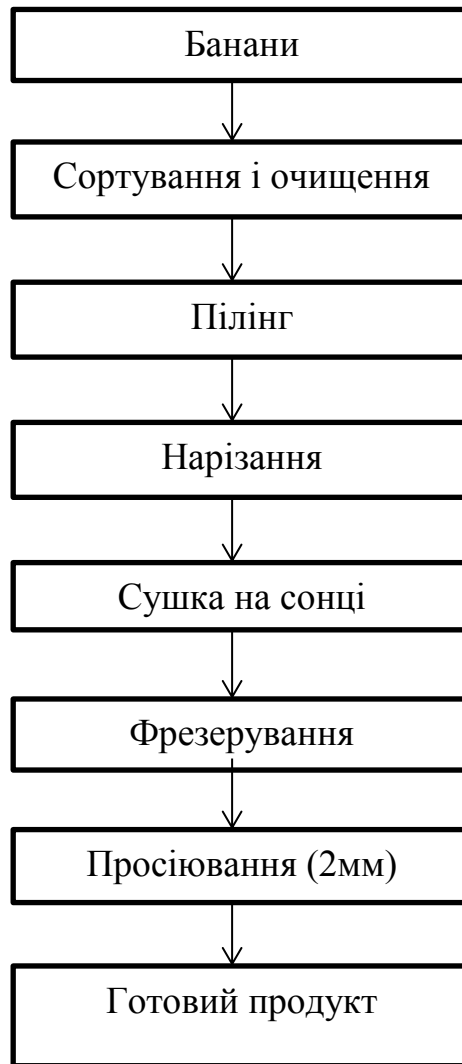


Рисунок 1.2 – Технологія виробництва борошна із зелених бананів

Як і пшеничне тісто, безглютенове тісто традиційно замішують, відставляють на бродіння, ділять, формують, витримують і остаточно випікають. Усі інгредієнти зважують відповідно до визначеного стандарту або рецептури (включаючи другорядні інгредієнти). Інгредієнти змішуються та звожуються водою для формування тіста та утворення бульбашок повітря. Проте кілька досліджень показують, що безглютенове тісто має тенденцію містити більш високий рівень води та мати більш рідку структуру. Тому вони вимагають меншого часу змішування, розстоювання та випікання, ніж їхні пшеничні аналоги (табл. 1.2) [15, 16, 17, 18, 19].

Таблиця 1.2 – Процеси виробництва безглютенового хліба

Види борошна	Виробництво
З вівса цілнозернового	Розчинення пекарських дріжджів і цукру в розчині води (30 С, 10 хв); помістіть залишки сухих інгредієнтів і активовані пекарські дріжджі в чашу для змішування; змішування всіх інгредієнтів (рівень 2 протягом 30 с і рівень 4 протягом 1,5 хв); закачування тіста (450 г) і розкачування; розстойка (30 С, відн. вологість 85%, 30 хв) у розстойній шафі; запікання (190 С, 45 хв); депанування; охолодження (2 год, кімнатна температура).
Сорго та маніока	Змішування всіх інгредієнтів (низька передача, 10 хв); зважування тіста (1200 г) і розкачування; розстойка (33 С, відносна вологість 85%, 55 хв); запікання (210 С, 35 хв); депанування; охолодження (2 год, 25 С); упаковка в поліетиленовий пакет
Рисове	Розведення дріжджів у теплій воді (35 С); додавання дріжджів до сухих інгредієнтів і соняшникової олії; змішування всіх інгредієнтів (2 хв, швидкість 3); розстойка (25–30, 20 хв); запікання (215 С, 20 хв); охолодження (1 год, кімнатна температура); упаковка в поліпропіленовий пакет
Гречане + рисове + кукурудзяне + вівсяна + з сорго	Розчинення сухих дріжджів і цукру в розчині води (22–26 С); попереднє бродіння суміші в розстойному апараті (30 С, відносна вологість 85%, 10 хв); змішування всіх інгредієнтів (2 хв, швидкість 2 з 6); закачування тіста (400 г) і розкачування; розстойка (30 С, відносна вологість 85%, 30 хв); запікання (190 С, 35 хв); депанування. Охолодження (90 хв, кімнатна температура).
Рисове + гречане	Змішування борошна та солі (швидкість 1,5 хв, 30 °С); розчинення дріжджів у частині води (30 °С); змішування всіх інгредієнтів (швидкість 2, 5 хв); закачування тіста (250 г) і розкачування; розстойка (30 °С, відносна вологість 85%, 45 хв); запікання (200 °С, 50 хв).

Під час цього раннього етапу замішування всі інгредієнти тіста змішуються для отримання однорідної маси тіста. Ліпіди рівномірно розподіляються та вступають у контакт з білковими волокнами, а розчинні матеріали повністю розчиняються та розподіляються у водній матриці. Перед остаточним процесом розстоювання тісту формують циліндричну форму та поміщають у форми для випічки. Для остаточного розстоювання дріжджі виробляють CO₂, що дозволяє тісту піднятися в хлібних формах. Вплив тепла під час випікання закріплює структуру буханки та покращує випіканий смак і колір хліба. Остаточний випечений продукт виймається з форм під час етапу розпакування. Охолодження дозволяє нарізати хліб і запобігає будь-якій міграції вологи на обгортку чи упаковку (охолоджується при температурі 27 С на холодному повітрі, з часом перебування приблизно 2 години). Для гігієнічного, естетичного і зручного представлення споживачеві батони хліба

нарізають і загортають (зворотно-поступальна рама лопатей з подальшим автоматичним загортанням).

1.3. Аналіз сучасних рецептур виробництва безглютенового хліба

Сьогодні розширення асортименту сировини за рахунок використання нетрадиційних видів борошна, що здатні повністю замінити пшеничне борошно з метою створення безглютенових видів борошняних виробів та різноманітних рослинних добавок функціонального призначення. В хлібопекарській промисловості є актуальним використання непекарських мук при виробництві хлібобулочних виробів не тільки урізноманітнює смак, додає харчову цінність і розширює асортимент борошняних виробів, а й знижує вміст крохмалю в таких виробках і збільшує термін їх зберігання завдяки специфіці їх хімічного складу та наявності розчинних і нерозчинних некрохмальних полісахаридів. [20].

За технологічними стадіями виробництво безглютенового хліба суттєво не відрізняється від традиційної технології хлібобулочних виробів. Проте, виготовлена продукція має низку відмінностей за показниками якості.

У технології виготовлення безглютенових борошняних виробів застосовується сировина, що не містить структуроутворюючих білків, що приводить до утворення тіста з незадовільними структурно-механічними властивостями, а також виробів із зниженими показниками якості. Тому така технологія часто потребує використання в якості покращувачів структури гідроколоїдів. Ці інгредієнти, використовуються в якості заміника глютену через їх здатність до загущення, високі вологозв'язуючі і гелеутворюючі характеристики. Гідроколоїди мають прямий вплив на властивості водної фази тіста, стабілізувати структуру багатофазних систем. Використання гідроколоїдів дозволяє збільшити об'єм тіста, стабілізуючи його структуру за рахунок збільшення в'язкості [22].

Дослідники з кафедри технології переробних та харчових виробництв Харківського державного університету харчування і торгівлі розробили та науково обґрунтували нову технологію безглютенових хлібобулочних виробів.

Ця технологія базується на використанні борошняних сумішей, а також структуроутворювачів, які містять колагенові білки та фермент трансглютамінази [9]. Дослідниками і вченими з Іспанії та Аргентини було доведено актуальність розробок безглютенових виробів, зокрема застосування процесу спонтанного бродіння [10; 11]. В Туреччині було вивчено вплив рисової закваски спонтанного бродіння на фізико-хімічні властивості тіста та технологію випікання хліба з рисового борошна [12]. Нігерійські вчені використали кукурудзяне борошно і розробили закваску спонтанного бродіння, паралельно з цим була досліджена мікрофлора за різних значень рН [13]. В університеті Гоенгаймському, що в Німеччині, було проведено ізоляцію універсальних та мікробіологічно стійких штамів молочнокислих бактерій за допомогою спонтанного бродіння тіста з амарантового борошна [14].

Новий метод виробництва високоякісного хліба без глютену був розроблений Муром та ін. [27], який складається із змішування, розстойки та запікання. Цей метод був успішно застосований у подальших дослідженнях безглютенового хліба [27, 28]. Хліб був виготовленим із комерційної суміші на основі пшеничного крохмалю. Немолочний безглютеновий хліб містив кукурудзяний крохмаль, борошно з коричневого рису, сою, гречане борошно та ксантанову камедь. Молочний безглютеновий хліб виготовлявся на основі коричневого рисового борошна, сухого знежиреного молока, цільних яєць, картопляного та кукурудзяного крохмалю, соєвого борошна, ксантану та конжакової камеді.

1.4. Мета і задачі дослідження

Мета досліджень – розробка рецептури безглютенового хліба з використанням бананового борошна. Для досягнення поставленої мети потребують вирішення наступні завдання:

- виготовити дослідні зразки хліба з використанням бананового і амарантового борошна у різних співвідношеннях;

- провести органолептичну оцінку отриманих зразків безглютенового хліба;
- визначити питомий об'єм дослідних зразків;
- провести фізико-хімічний аналіз отриманих готових виробів;
- провести розрахунок харчової цінності безглютенових зразків хліба.

Висновки до розділу

Найпопулярнішим продуктом харчування у всьому світі являється хліб, тому удосконалення його складу шляхом додавання біологічно активних речовин є актуальним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів. Амарант є досить перспективною сировиною завдяки своєму цінному біологічному складу та високій врожайності. Амарант має природні корисні властивості і містить цінні речовини, які не зустрічаються в інших сільськогосподарських культурах. В порівнянні з традиційними культурами, амарант має більш високий вміст харчових речовин, зокрема білків та жирів. В порівнянні з пшеницею амарант містить у 3-3,5 рази більше лізину.

Банан — корисний, поживний продукт, який містить 74 %, 23 % вуглеводів, 1 % білка та 0,5 % жиру. Без шкірки він є хорошим джерелом вітаміну В6, калію та клітковини. Більше того, він не містить натрію та холестерину та є чудовим джерелом вітаміну С та магнію, а також містить три природних цукру – сахарозу, фруктозу та глюкозу, що забезпечує миттєвий, тривалий та значний заряд енергії.

Розробка безглютенової випічки все ще триває. Необхідні подальші дослідження та дослідження, щоб підвищити якість і пропонувати пацієнтам з целиакією високоякісні випічки. Із збільшенням попиту на безглютенову випічку з боку пацієнтів, які не страждають целиакією, швидкість розвитку зростатиме, а ціни на кінцеву продукцію на ринку знижуватимуться.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єктів досліджень

Для досліджень було обрано наступні види борошна:

– борошно кукурудзяне тонкого помелу ТМ «Своя лінія» (рис. 2.2).

Адреса виробника та потужностей виробництва: 49080, Україна, м. Дніпро, вул. Берегова, 145.



Рисунок 2.1 – Кукурудзяне борошно

– амарантове борошно ТМ «АНІМСА» (рис. 2.3). Адреса виробника: Україна, Дніпропетровська область, Магдалинівський район, с. Чернеччина. Виробник: ТОВ «ДВПА». Продукція відповідає вимогам ТУ У 10.6-39481629-002:2015



Рисунок 2.2 – Амарантове борошно

– лляне борошно білкове, безглютенове ТМ «Дар землі» (рис. 2.3). Адреса виробника: Україна, Хмельницький, мікрорайон Ружична.



Рисунок 2.3 – Лляне борошно

– бананове борошно ТМ «Екород» (рис. 2.4). Країна походження: Шрі-Ланка. Виготовлено для ТОВ «ОРГАНІК ОРІГІНАЛ», 04074, Україна, Київ, вул. Новозабарська, 21-А. Сертифіковано відповідно до Органічного Стандарту ЄС, що еквівалентний Постановам ЄС №834/2007, 889/2008.



Рисунок 2.4 – Бананове борошно

2.2 Методика виготовлення дослідних зразків безглютенового хліба

Для випічки пробних зразків хліба проводять такі кроки: сировину в тому числі і воду, розподіляють за вагою. Дріжджі та сіль зважують на технічних вагах з точністю до 0,1 г, борошно і воду – з точністю до 1,0 г. Воду допускається вимірювати об'ємом. Замішування тіста може виконуватися на лабораторному тістомісі або вручну. Якщо тісто замішується в машині, то в чашу наливають підготовлену необхідну кількість води і розведених дріжджів, потім всипають зважену сіль і борошно. Діжу закріплюють і починають замішування, тривалість якого становить 1–3 хв. в залежності від модифікації тістомісильної машини.

Ручне замішування тіста також допускається. У цьому випадку в ємність для підйому тіста відважують необхідну кількість води, додають в цю ємність дріжджі, сіль і, добре перемішавши, всипають борошно. Вимішують тісто спочатку лопаткою (ложкою), а потім руками до отримання однорідної консистенції.

Після замішування тісто розміщують у місткості, в якій воно замішувалось, або в іншій посудині і ставлять у термостат з температурою 31 ± 1 °C для тіста із сортового борошна або 28 ± 1 °C – з оббивного.

Загальна тривалість бродіння тіста залежить від типу борошна і варіюється від 170 хв до 210 хв.

Після бродіння тісто зважують і ділять на три рівні шматки за масою. Кожен шматок тіста проминають і надають форму перепічки, далі перепічку складають навпіл, ретельно проминають. Цей процес повторюють кілька разів, щоб видалити CO₂. Два шматки тіста роблять прямокутними, третій – кулястим. Якщо тісто липке, його поверхню можна змастити олією або посипати борошном.

Вистоювання тістових заготовок в термостаті відбувається при температурі 32–35 °C і відносній вологості повітря 80–85 %. Тривалість вистоювання залежить від багатьох факторів і не регламентована. Кінець вистоювання визначають органолептично спираючись на стан і вигляд тістових заготовок, не допускаючи їх опадання.

Після завершення вистоювання тістові заготовки ставлять у піч. Якщо через декілька хвилин на поверхні скоринки розривів не спостерігається, ставлять у піч другу заготовку. Якщо розриви все ж таки присутні то тривалість вистоювання другої заготовки збільшують.

Випікання хліба проводять у печі із зволоженою пекарною камерою при температурі 220–230 °C – із сортового і при 200–210 °C – з оббивного борошна.

Для дослідних зразків проводили вистоювання в термостаті при температурі 32–35 °C і відносній вологості повітря 80–85 % згідно з технологією виробництва. При приготуванні дослідних зразків для контрольного – вистоювання проводилось 100–110 хвилин. Для дослідних 110–150 хвилин. Після вистоювання зразки направляли у духову шафу для випікання при температурі 220 °C протягом 20 хв.

2.3 Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків безглютенового хліба

Сенсорні показники(табл 2.1) оцінюють за допомогою органів чуття (зір, нюх, дотик). Ця оцінка суб'єктивна. Для зменшення впливу суб'єктивних факторів використовують сенсорний аналіз. Сенсорний аналіз повинен проводитися дегустатором, який заздалегідь перевірів сенсорну чутливість, що робить сенсорну оцінку більш об'єктивною. Послідовність оцінки окремих показників якості повинна бути такою. Спочатку оцінюють такі показники якості: колір, форму, стан скоринки тощо; потім – запах; далі – консистенцію (пропеченість, м'якість, пружність тощо), наприкінці – смак.

Таблиця 2.1 – Органолептичні показники хлібобулочних виробів для спеціального споживання

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд: форма: хліба та булочних: формових подових	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів Відповідає виду виробу
поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення. Дозволено відбиток сітки на одному боці бубличних виробів, наявність невеликих тріщин довжиною не більше 1 /3 поверхні кільця. Для упакованих виробів (булочних) дозволено незначну зморшкуватість
Колір	Від світло-жовтого до коричневого, без підгорілості
Стан м'якушки	Відповідає виду виробу. Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу
Смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку
Запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

До фізико–хімічних показників включають наступні параметри: пористість, вологість, кислотність, вміст цукру і жиру у продуктах, які можуть містити цукор і жир за рецептурою.

Для визначення фізико–хімічних показників необхідно здійснювати вимірювання не раніше, ніж через 3 год. після випікання, але не пізніше ніж через 48 год. для хліба, виготовленого з обойних сортів борошна, або через 24 год. для хліба з сортового борошна.

При оцінці зовнішнього вигляду звертають увагу на те, що форми виробів повинні бути симетричні і правильні. Вироби повинні мати правильну форму, що відповідає даному виду.

При оцінюванні стану пористості м'якушки слід звернути увагу на розмір пор, їх рівномірність та товщину стінок. М'якушка має бути свіжою, добре пропеченою та еластичною.

Також проводять вимірювання маси хліба, об'єму, формостійкість (відношення висоти H до діаметра D), об'ємний вихід хліба із 100 г борошна чи питомий об'єм. Органолептичні показники, такі як форма хліба, колір і стан скоринки, пористість і еластичність м'якушки, смак, аромат хліба, наявність хрускоту під час розжовування, також оцінюються.

Масу хліба визначають зважуванням з точністю до 1,0 г.

Об'єм хліба можна визначити декількома способами, залежності від обладнання, що є під рукою. Метод з використанням форми для хліба, для цього форму наповнюють водою до верхнього краю. Потім вимірюють об'єм води, використовуючи мірний склянку або лінійку. Цей метод не є точним, оскільки хліб може трохи розпухнути під час приготування.

Ще один метод визначення об'єму є більш точним і відомий як метод Архімеда. Ось як його використовують: Для початку брали ємність в яку має поміститися хліб наприклад, прямокутний пластиковий контейнер. Насипають в контейнер сипучий матеріал, наприклад, пшеничними крихтами або рисом, до самого краю. Цей метод працює за принципом витиснення хлібом сипкого заповнювача зерна. Об'єм витисненого зерна відповідає об'єму хліба.. Відміривши скільки потрібно сипучого матеріалу, беруть іншу ємність або

миску і відсипають частину зерна. Далі в контейнер обережно кладуть хліб і засипають його зерном до утворення гірки над місткістю. Залишок зерна згрібають в миску лінійкою або іншим плоским предметом. Об'єм (в кубічних сантиметрах) зерна, що залишилося в мірному циліндрі, дорівнює об'єму хліба.

Для оцінки якості хліба в балах розроблено методику, яка комплексно (в балах) відображає найважливіші показники хліба, одержаного під час пробного лабораторного випікання. Ця методика враховує органолептичні й фізико-хімічні показники хліба, а також коефіцієнт вагомості кожного показника, встановлені на підставі оброблення експертних оцінок.

Кожен показник оцінюється за п'ятибальною шкалою. Кожен бал характеризує певний рівень якості: «5» – відмінно. «4» – добре, «3» – задовільно, «2» – не достатньо задовільно: «1» – незадовільно.

Важливим технологічним показником якості та споживчої цінності здобних борошняних виробів є пористість. Після випікання зразків визначили пористість за ГОСТ 5669-96 за допомогою приладу Журавльова(рис.2.5).



Рис 2.5 – Прилад Журавльова

За допомогою приладу із центра виробу вирізали шматок хліба товщиною близько 7–8 см. Потім на місці, де в середині шматка, що найбільш відповідає для визначення пористості тобто на відстані не менше ніж 1 см від скоринки зробили виїмки циліндром приладу. Цей циліндр, заповнений м'якушкою, був поміщений на лоток так, щоб його обідок щільно входив у прорізь лотка. Потім

дерев'яною втулкою або пальцем виштовхнули стовпчик м'якушки із металевого циліндра так, щоб з обох боків циліндра були виступи приблизно на 1 см. За допомогою гострого ножа зрізали його по краю циліндра.

Віймки, отримані таким чином, зважують із точністю до 0,01 г. Пористість (P , %) визначають за формулою(2.1):

$$P = \left(1 - \frac{G}{\rho V}\right) * 100\% \quad (2.1)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм віймок (81 см³ для пшеничного хліба і 108 см³ для житнього); G – маса віймок, г; ρ – густина безпористої маси м'якушки г/см³.

Для енергетичної цінності продукції визначають вологість хліба і його рецептури. Вологість хліба також має велике значення для розрахунку виходу продукції. При збільшенні вологості хліба на 1% його вихід збільшується на 2–3%.

Для вимірювання вологості борошна використовували шафу СЕШ-3М (рис. 2.6) яку нагрівають до 130°C перед початком аналізу.



Рис 2.6 – Сушильна шафа СЕШ-3М

Для виробів масою менше 0,2 кг із вибирали шматок товщиною 1–3 см із середини зразка, а якщо маса більше 0,2 кг товщина шматка повинна бути 3–5 см. М'якушку відокремлюють від скоринки на відстані близько 1 см і видаляють всі домішки.

Маса зразка має бути не меншою 20 г. М'якушку ретельно розмелюють і зважують на дві наважки масою 5 г, які перед цим просушують при температурі 130 °С не менше 20 хв. Варто зазначити що бюкси повинні бути відкриті, а кришки підкладенні на дно. Наважки у відкритих бюксах поміщають у нагріту до температури 130 °С сушильну шафу СЗШ–3М на 45 хв. [34] із моменту завантаження. Сушать за умови повного завантаження шафи бюксами із наважками. Після зважування бюкси закривають кришками, охолоджують в ексикаторі (не менше ніж 20 хв. і не більше ніж 2 год.) і зважують [33, 34].

Масову частку вологи в хлібобулочних виробах (W , %), обчислюють за формулою(2.2):

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_1} * 100 \quad (2.2)$$

де G_1 , G_2 – маса наважки до і після висушування, г.

Кислотність хліба відображає його смакові якості і вказує на хід технологічного процесу приготування. Рівень кислотності хліба залежить від кислотності використаної сировини та продуктва, що утворюються під час ферментації тіста. Кислотність вимірюється в градусах кислотності.

Кислотність м'якушки визначали за допомогою арбітражного методу[34]. Кислотність борошна визначали за бовтанкою, зважуючи 25,0 г крихти і поміщаючи її в суху пляшку або у суху конічну колбу місткістю 0,5 дм³. Мірну колбу місткістю 250 см наповнюють до мітки дистильованою водою температурою 18-25°С. Потім близько 1/4 її кількості влили у пляшку і почали швидко розтирати дерев'яною лопаткою або скляною паличкою з гумовим наконечником до отримання однорідної маси, без помітних грудочок перестертої крихти. До отриманої суміші приливають з мірної колби всю дистильовану воду, що залишилася. Пляшку закривають пробкою, суміш енергійно струшують протягом 2 хв і залишають у спокої при кімнатної

температури протягом 10 хв. Потім суміш знову енергійно струшують протягом 2 хв. залишають у спокої протягом 8 хв. Після закінчення 8 хв рідину, що відстоялася, обережно зливають через чисту і суху сито або марлю. Із стакана відбирають піпеткою по 50 см розчину в дві конічні колби місткістю по 100-150 см³ ретельно перемішують, після чого титрують гідроксидом натрію з 2-3 краплями фенолфталеїну до отримання слабо-рожевого фарбування яке не зникає на протягом 30 с.

$$K = \frac{V * 250 * 100}{25 * 50 * 10} = 2V \quad (2.3)$$

де V – об'єм моль/дм³ розчину NaOH, витраченого на титрування, см³; 250 – об'єм води, взятої на визначення, см³; 100 – коефіцієнт перерахунку кислотності на 100 г м'якушки; 50 – кількість витяжки, взятої на титрування, см³; 25 – наважка м'якушки, г; 10 – коефіцієнт перерахунку 0,1 моль/дм³ на 1 моль/дм³ розчину лугу.

Харчова цінність продукту виявляється у комплексі корисних характеристик, які включають його здатність задовольняти фізичні потреби організму в енергії та основних поживних речовинах, таких як: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, мінеральні речовини. Харчова цінність визначається інтегральним скором – це відношення вмісту білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин у 100 г продукту до добової потреби в цих речовинах організмом людини.

Для розрахунку калорійності продукту розраховуємо необхідний коефіцієнт K за формулою:

$$K = \frac{m}{B} \quad (2.4)$$

де m – маса продукту в рецептурі, г;

B – загальна маса продуктів в рецептурі, г.

Калорійність білка визначають за формулою:

$$B = K_1 \cdot B_1 + K_2 \cdot B_2 + \dots + K_n \cdot B_n \quad (2.5)$$

де B – калорійність білка в продукті, г/100 г;

B_n – маса білка конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

Калорійність жиру визначають за формулою:

$$Ж = K_1 \cdot Ж_1 + K_2 \cdot Ж_2 + \dots + K_n \cdot Ж_n \quad (2.6)$$

де $Ж$ – калорійність жиру в продукті, г/100 г;

$Ж_n$ – маса жиру конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

Калорійність вуглеводів визначають за формулою:

$$B = K_1 \cdot B_1 + K_2 \cdot B_2 + \dots + K_n \cdot B_n \quad (2.4)$$

де B – калорійність вуглеводів в продукті, г/100 г;

B_n – маса вуглеводів конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

Загальну калорійність визначають за формулою:

$$K_3 = B + Ж + B, \text{ ккал} \quad (2.5)$$

де B – калорійність білка в продукті, ккал;

$Ж$ – калорійність жиру в продукті, ккал;

B – калорійність вуглеводів в продукті, ккал.

Висновки до розділу

Для проведення дослідження по визначенню смакових і фізико-хімічних властивостей безглютенового хліба було використано чотири види борошна, а саме: амарантове борошно ТМ «АНИМСА», кукурудзяне борошно ТМ «Своя лінія», лляне борошно ТМ «Дар землі» та бананове борошно ТМ «Екород». Всі ці види борошна являються безглютеновими і мають багато поживних і смакових властивостей, особливо амарантове і бананове борошна.

У процесі дослідження була розроблена методика виготовлення дослідних зразків безглютенового хліба. Ця методика має в собі певні етапи,

такі як відбір компонентів, їх перемішування, формування тіста, вистоювання, процес випікання та охолодження. Використання амарантового та бананового борошна з іншими додатками дозволяє отримати хліб з високими якісними показниками.

Для оцінки якості безглютенового хліба була розроблена методика визначення фізико-хімічних показників. Органолептичні показники включають в собі зовнішній вигляд, текстуру поверхні, смак і запах хліба, що оцінювалися по стандарту. Фізико-хімічні показники включають в себе вологість, пористість, кислотність, хімічний склад та інші фізико-хімічні властивості, що вимірюються за допомогою аналітичних методів. Ця методика дозволяє об'єктивно оцінити якість безглютенового хліба і визначити його відповідність вимогам і стандартам.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини

В сучасному світі здоров'я та харчування стають все більш актуальними питаннями. Люди все більше звертають увагу на якість та склад продуктів, які вони споживають. Тому, при розробці рецептів, важливо враховувати не лише смакові переваги, але й корисні властивості складових.

Один з головних компонентів рецептування – це вибір сировини. Серед великого асортименту борошна, кукурудзяне, лляне, амарантове та бананове борошно заслуговують на особливу увагу.

Технологія виробництва борошна відрізняється між собою в залежності від сировини. Борошно зазвичай виготовляється з пшеничних, житніх зерен. У певних країнах налагоджено виробництво борошна з кукурудзяних качанів. До нетрадиційних видів борошняної продукції можна зарахувати рисову, гречану, просяну, вівсяну.

В Україні поширеною круп'яною культурою є кукурудза. Кукурудзяне борошно має приємний смак і додає ароматну нотку до страв. Порівняно з пшеницею, вона містить більше клітковини, поліненасичених жирних кислот групи ω -3 і ω -6, таких важливих для організму речовин, як залізо, селен, фолієва кислота, біотин, токоферол, β -каротин тощо. Проте, воно може бути алергеном для деяких людей, а також має високий глікемічний індекс. Тому, при заміні кукурудзяного борошна на інші варіанти, можна отримати додаткові корисні властивості. Це свідчить про доцільність використання продуктів її перероблення, і зокрема борошна, у виробництві хлібобулочних виробів з метою розширення асортименту функціональних хлібобулочних продуктів [35].

Амарантове борошно містить білок близький до складу ідеального [36], а також сквален, який володіє імуностимулюючими, антиокислювальними властивостями, багато токоферолів і незначну кількість антипоживних речовин [37]. Борошно амаранту містить в 2...3 рази більше лізину, ніж пшеничне. Головним вуглеводним компонентом насіння амаранту, подібно зерновим

культурам, є крохмаль, що складається, головним чином, з амілопектину (93...55%). Температурний діапазон клейстеризації крохмалю становить 62...68о С, що трохи більше, ніж у пшениці. Амарантове борошно отримують шляхом перемелювання на жорнах насіння білого амаранту – псевдозлаку, який фактично не є зерном, але має подібний профіль поживних речовин і використовується в аналогічних областях. Борошно з амаранту має приємний горіхово-солодкуватий смак, багате білком і крохмалем. Воно низькокалорійне і не містить глютен.

Заміна кукурудзяного борошна на амарантове в рецептурі додасть нові смакові нотки та розширить смаковий спектр продукту. Через те що амарантове борошно містить велику кількість білка, який є важливим будівельним матеріалом для нашого організму, є особливо корисно для вегетаріанців, веганів або тих, хто шукає альтернативні джерела білка.

Бананове борошно – це чудова альтернатива кукурудзяному. Воно виготовляється зі спечених та зсушених зелених бананів. Нині часто використовується як безглютенова заміна сортам пшеничного борошна або як джерело резистентного крохмалю, підтримуваного деякими дієтичними напрямками, такими як палеодієти та деякими нещодавніми дієтологічними дослідженнями. Воно надає продуктам приємний смак та аромат, а також забезпечує їх хорошу структуру та соковитість.

Додавання бананового борошна до рецептури може мати кілька позитивних наслідків. По-перше, це підвищить харчову цінність продукту, оскільки бананове борошно забезпечує додаткові вітаміни, мінерали та клітковину. По-друге, воно покращить текстуру та структуру випічки, роблячи її більш соковитою та м'якшою. Крім того, бананове борошно додає приємний аромат та смак, що робить страви більш привабливими для споживачів.

Основними різницями між перерахованими видами борошна є кількість та якість білка, характеристика крохмалю (співвідношенням амілози і амілопектину), дисперсність, текстура і характер впливу на якість готового виробу [38]. Кожен вид борошна має свої особливості хімічного складу і функціональних властивостей.

Оновлення рецептури з використанням бананового та амарантового борошна приносить багато переваг. Воно покращує якість продукту, забезпечує додаткову харчову цінність, підвищує корисні властивості, змінює текстуру та структуру, а також розширює смаковий спектр. Це дає можливість задовольнити вимоги споживачів, які бажають отримувати не лише смачні, але й корисні продукти.

Загалом, заміна кукурудзяного борошна на бананове та амарантове в рецептурі додає якісні зміни, що забезпечують більш збалансовану харчову цінність, різноманітність смаків та покращену структуру продуктів. Це створює можливість задовольнити потреби та очікування споживачів, які дбають про своє здоров'я та харчування.

Хімічний склад даних видів борошна наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад борошна

Показник	Вміст у борошні, %			
	Кукурудзяне	Амарантове	Ляне	Бананове
Білки	7,2	15,8	33,9	4,3
Жири	1,5	7,7	9,4	0,6
Вуглеводи	72,1	58,2	8,6	77
Клітковина	4,4	5,4	30	15,5

3.2 Варіації замісу дослідних зразків тіста

Дослідження хлібопекарських властивостей безглютенових видів борошна проводили у відповідності до рецептури прототипу [39] шляхом заміни кукурудзяного борошна на амарантове, льняне і бананове борошно в різних відсоткових співвідношеннях, наведених в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Рецептури досліджень

Найменування	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
Борошно кукурудзяне	90	80	70	60	50
Борошно льняне	10	10	10	10	10
Борошно амарантове	-	5	10	15	20
Борошно бананове	-	5	10	15	20
Цукор	2	2	2	2	2
Сіль	2	2	2	2	2
Дріжджі хлібопекарські пресовані	9	9	9	9	9
Меланж	8	8	8	8	8
Вода	90	90	90	90	90

Вже під час замісу тістові зразки почали показувати відмінність в своїх властивостях. Так, наприклад, колір в порівнянні з контрольним зразком почав тускніти і ставати більш сіруватим. Починаючи з другого зразка зростає липкість, через збільшення вмісту амарантового і бананового борошна.

Під час випікання було зафіксовано появу розривів, через що останні два зразка вистоювались довше. Під час вистоювання був зафіксований підвищення об'єму і покращення стану поверхні.

3.3 Опис технологічної схеми виробництва безглютенового хліба

Перед тим як почати робити пробні зразки безглютенового хліба, на лабораторних електронних вагах GERTUS Base CBCp-3-0,2 були зважені інгредієнти у відповідності до рецептури. Воду дозували за масою, але допускається зваження і об'ємом, дріжджі та сіль зважили з точністю до 0,1 г, борошно і воду – з точністю до 1,0 г.

Перед початком замішування в діжу налили підготовлену кількість води з розведеними в ній дріжджами, сіллю та цукром, потім добавили меланж добре

перемішали до однорідної консистенції і під кінець додали борошно. Діжу закріпили в тістомісильній машині і починають замішування, тривалість якого становить 1–3 хв. в залежності від модифікації тістомісильної машини. Після цього шматок тіста проминали таким чином: шматкам надали форму перепічки. У разі липкості тіста, допускається змастити поверхню столу олією чи підсипати борошном, але не в цьому випадку.

Після замішування, сформовані шматки тіста негайно помістили у змащені маслом форми для випікання і поставили у термостат з температурою 31 ± 1 °C і вологістю не нижче 80%. Тісто вистоювалось близько двох годин.

Після закінчення вистоювання тістову заготовку ставлять у піч. Якщо після 5 хв. не спостерігалось розривів поверхні скоринки першої заготовки для формового хліба, ставили у піч другу заготовку. При наявності розривів тривалість вистоювання другої заготовки збільшують.

Випікання дослідних зразків проводили при температурі 220°C протягом 20 хв.

Опис технологічної схеми виробництва безглютенового хліба зображено на рис. 3.1



Рисунок 3.1 – Технологія виробництва безглютенового хліба

3.4 Результати експериментальних досліджень

Використання амарантового і бананового борошна зумовлено тим, що вони не містять такої групи білкових речовин, як глютен, тому можуть використовуватися в харчуванні людей, хворих на целиаклію. Через це вирішила замінити частку кукурудзяного борошна і провести дослідження для виявлення зміни показників якості безглютенового хліба.

Результати здійсненої порівняльної характеристики хімічного складу пшеничного та кокосового борошна наведено на рис. 3.2.

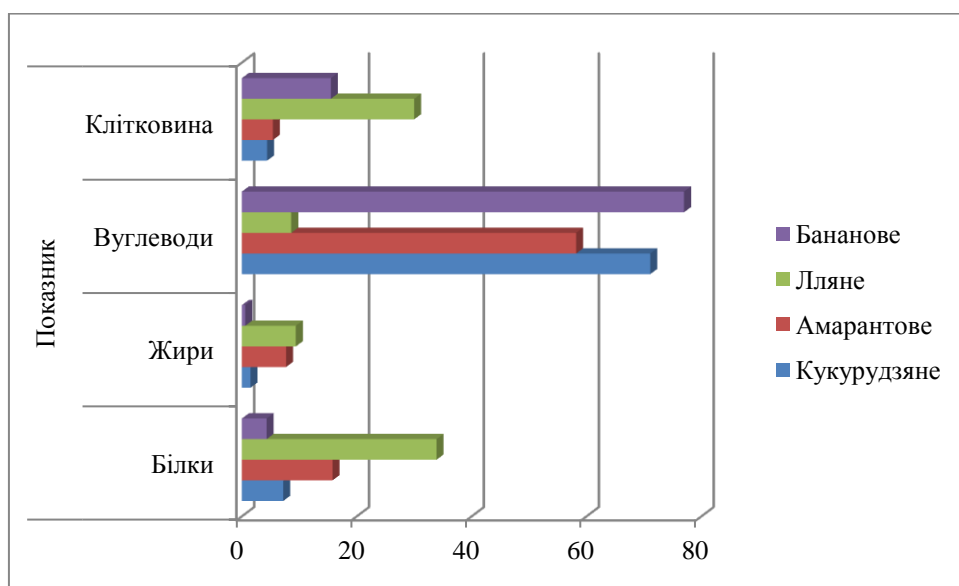


Рисунок 3.2 – Порівняльна характеристика хімічного складу та показників безглютенових видів борошна

На рис. 3.2 проілюстровано переваги хімічного складу амарантового, лляного та бананового борошна над кукурудзяним борошном. По-перше явною перевагою використання цих видів борошна є відсутність глютену, що робить цей продукт безпечним для людей з целиакією. По-друге у лляного та бананового борошна високий вміст клітковини, а в амарантового та також у лляного – білка, що в останній час дуже необхідний в харчуванні.

Бальну оцінку, визначення фізико-хімічних показників досліджуваних зразків проводили згідно стандартної методики. Результати наведені в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Вплив відсоткової зміни сировини в рецептурі на якість хліба

Показники	Дослідний зразок				
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Об'єм виробів					
Маса	116,59	119,12	114,43	115,29	115,16
Об'єм	128	145	170	163	162
Питом. об.	1,1	1,22	1,49	1,41	1,41
Балова оцінка якості					
	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Об'єм	4	5	5	4,6	4,6
Форма	4,1	5	4,7	4,4	4,3
Колір скоринки	4	4,5	4,3	4,7	5
Стан поверхні	3,8	4,8	4,6	4,4	4,4
Колір м'якушки	4,1	4,3	4,5	5	4,7
Структура пористості	3,5	3,8	4,3	4,7	5
Реологічні властивості	4	4,4	4,5	4,8	5
Аромат	4,1	4,4	4,7	5	4,7
Смак	3,5	3,8	4,5	4,8	4
Розжовуваність	5	5	5	5	5
Якість хліба за сукупністю показників	71,35	80,1	83,3	85,85	83,65

Як видно з таблиці, для дослідних зразків 2-4 питомий об'єм (рис. 3.3) збільшувався у 1,2-1,4 рази порівняно з контролем. Щодо органолептичної оцінки, комплексна якість усіх дослідних зразків була вища від контрольного і збільшувалась на 10-15 балів. Найбільшу комплексну якість мали зразки 2-3. Враховуючи показник питомого об'єму і якість готових виробів за сукупністю показників доцільним є заміна кукурудзяного борошна на амарантове і бананове в кількості 15 і 15 % відповідно.



а)

б)

в)



г)

д)

Рисунок 3.3 – Вплив відсоткової зміни сировини в рецептурі на якість хліба: а – контроль; б – вміст кукурудзяного борошна 80%, льняного борошна 10%, амарантове борошно 5%, бананове борошно 5%; в – вміст кукурудзяного борошна 70%, льняного борошна 10%, амарантове борошно 10%, бананове борошно 10%; г – вміст кукурудзяного борошна 60%, льняного борошна 10%, амарантове борошно 15%, бананове борошно 15%; д – вміст кукурудзяного борошна 50%, льняного борошна 10%, амарантове борошно 20%, бананове борошно 20%.

Результати фізико-хімічних показників якості готових виробів наведені в табл. 3.4 та рис. 3.4–3.6

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники готових зразків

Показники	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Пористість, %	74,1	74	76,5	78	75,8
Вологість, %	17,8	17,5	17,3	17,2	17,4
Кислотність, град	3,1	3,1	2,9	3,0	2,9

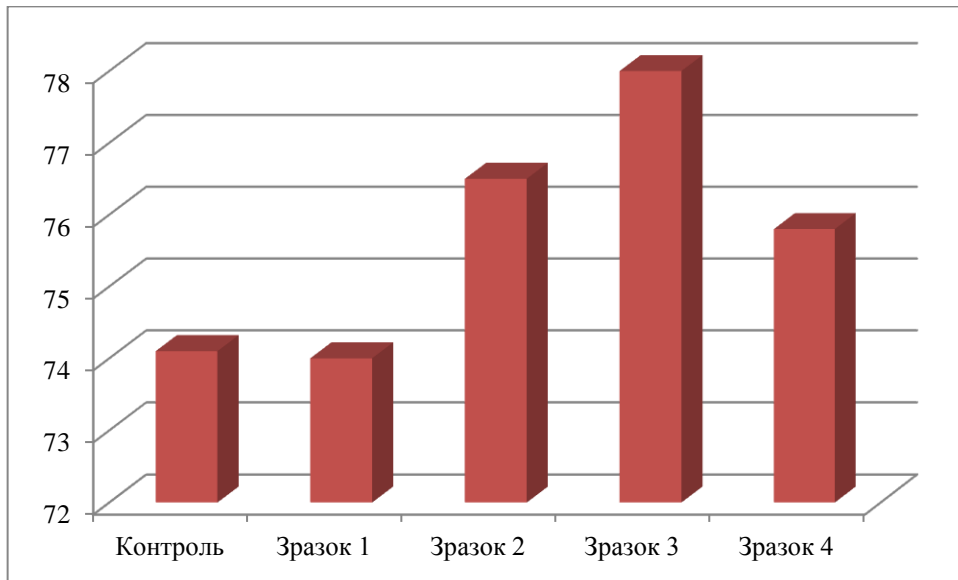


Рисунок 3.3 – Пористість готових виробів

Як видно з рис. 3.3 найбільшим значенням пористості характеризувався зразок №3, для якого вона становила 78%. Для дослідних зразків №2 і №4 відсоток пористості збільшувався на 1,6 і 2,4 % відповідно порівнюючи з контролем, тоді як для зразку №1 пористість майже не змінювалась

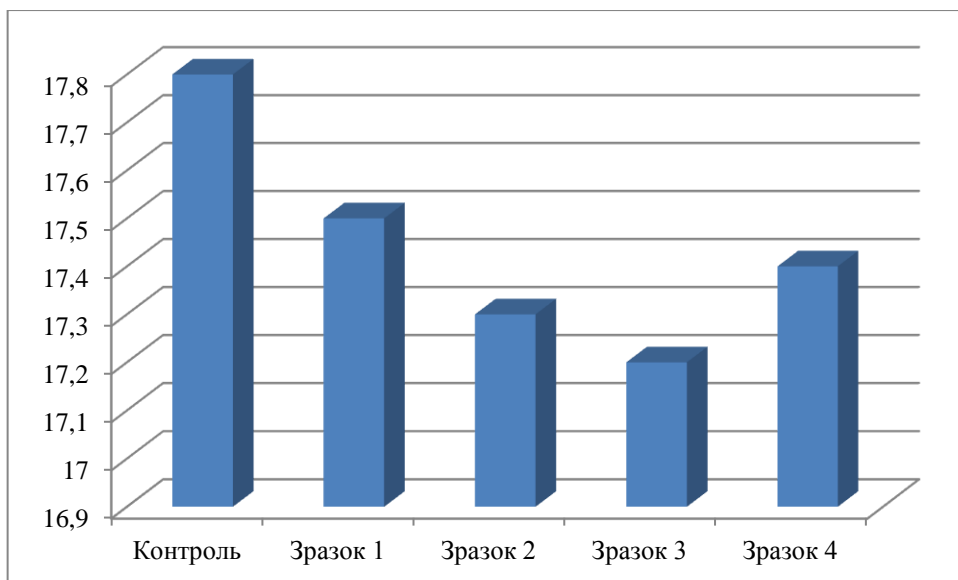


Рисунок 3.4 – Вологість готових зразків безглютенового хліба

З рис. 2 видно, що вологість для дослідних зразків №1–4 майже не змінювалась, проте контрольний зразок мав дещо більший її вміст. Це може бути пояснено, з перерозподілом вільної і зв'язаної води.



Рисунок 3.5 – Кислотності хліба

Кислотність для готових зразків безглютенового хліба майже не змінювалась і знаходилась в діапазоні 3,0-3,2 градуси.

Біологічна цінність харчових продуктів є загальним поняттям і включає біологічну цінністю білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин.

Проведено розрахунок калорійності контрольного та зразка №3, так як він мав найкращі бали при оцінці комплексної якості.

Для розрахунку калорійності продукту розраховували необхідний коефіцієнт К для контрольного зразка:

$$K = \frac{90}{211} = 0,426$$

Інші коефіцієнти розраховали аналогічно.

Визначаємо калорійність білка:

$$B = 0,42654 * 7,2 + 0,047393 * 33,9 + 0,009479 * 0 + 0,009479 * 0 + 0,042654 * 12,5 + 0,037915 * 12,38 + 0,42654 * 0 = 4,04 * 4,0 = 16,16 \text{ ккал}$$

Визначаємо калорійність жирів:

$$J = 0,42654 * 1,5 + 0,047393 * 9,4 + 0,009479 * 0 + 0,009479 * 0 + 0,042654 * 0,4 + 0,037915 * 10,87 + 0,42654 * 0 = 1,51 * 9,3 = 14,04 \text{ ккал}$$

Таблиця 3.4 – Харчова цінність інгредієнтів контрольного готового продукту

№	Найменування	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				білки	жири	Вуглеводи
1	Борошно кукурудзяне	90	0,42654	7,2	1,5	72,1
2	Борошно льняне	10	0,047393	33,9	9,4	8,6
3	Цукор	2	0,009479	0	0	99,8
4	Сіль	2	0,009479	0	0	0
5	Дріжджі хлібопекарські пресовані	9	0,042654	12,5	0,4	8,3
6	Меланж	8	0,037915	12,38	10,87	0,94
7	Вода	90	0,42654	0	0	0
Всього		211				

Визначаємо калорійність вуглеводів:

$$B = 0,42654 * 72,1 + 0,047393 * 8,6 + 0,009479 * 99,8 + 0,009479 * 0 + 0,042654 * 8,3 + 0,037915 * 0,94 + 0,42654 * 0 = 32,49 * 4,0 = 129,96 \text{ ккал}$$

Загальна калорійність:

$$K_z = 16,16 + 14,04 + 129,96 = 160,16 \text{ ккал}$$

Таблиця 3.5 – Харчова цінність інгредієнтів зразка №3

№	Найменування	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Харчова цінність, г/100 г		
				Білки	жири	Вуглеводи
1	Борошно кукурудзяне	60	0,28436019	7,2	1,5	72,1
2	Борошно льняне	10	0,04739336	33,9	9,4	8,6
3	Борошно амарантове	15	0,07109005	15,8	7,7	58,2
4	Борошно бананове	15	0,07109005	4,3	0,6	77
5	Цукор	2	0,00947867	0	0	99,8
6	Сіль	2	0,00947867	0	0	0
7	Дріжджі хлібопекарські пресовані	9	0,04265403	12,5	0,4	8,3
8	Меланж	8	0,03791469	12,38	10,87	0,94
9	Вода	90	0,42654028	0	0	0
Всього		211				

Визначаємо калорійність білка:

$$B = 0,28436019 * 7,2 + 0,04739336 * 33,9 + 0,07109005 * 15,8 + 0,07109005 * 4,3 \\ + 0,00947867 * 0 + 0,00947867 * 0 + 0,04265403 * 12,5 + 0,03791469 \\ * 12,38 + 0,42654028 * 0 = 6,08 * 4,0 = 24,34 \text{ ккал}$$

Визначаємо калорійність жирів:

$$Ж = 0,28436019 * 1,5 + 0,04739336 * 9,4 + 0,07109005 * 7,7 + 0,07109005 * 0,6 \\ + 0,00947867 * 0 + 0,00947867 * 0 + 0,04265403 * 0,4 + 0,03791469 \\ * 10,87 + 0,42654028 * 0 = 1,89 * 9,3 = 17,58 \text{ ккал}$$

Визначаємо калорійність вуглеводів:

$$В = 0,28436019 * 72,1 + 0,04739336 * 8,6 + 0,07109005 * 58,2 + 0,07109005 * 77 \\ + 0,00947867 * 99,8 + 0,00947867 * 0 + 0,04265403 * 8,3 \\ + 0,03791469 * 0,94 + 0,42654028 * 0 = 31,85 * 4,0 = 127,42 \text{ ккал}$$

Загальна калорійність:

$$K_s = 24,34 + 17,58 + 127,42 = 169,34 \text{ ккал}$$

За результатами визначення калорійності видно, що для дослідного зразку в порівнянні з контрольним зріс вміст білку в 1,5 рази, також в 1,2 рази збільшився вміст жирів, тоді як за вмістом вуглеводів змін майже не біло.

Висновок до розділу 3

Дослідження показали, що збільшення кількості амарантового борошна може призводити до збільшення вмісту білка та мінералів у хлібі. Також спостерігається збільшення поживної цінності. З іншого боку, додавання бананового борошна впливає на вологість та текстуру хліба та збільшуючи м'якість. Завдяки підвищеній вологопоглинальній здатності амарантове та бананове борошно впливають на консистенцію безглютенового тіста, підвищуючи його газотримувальну здатність, чим покращують здатність тістових заготовок утримувати форму у процесі вистоювання і випікання.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Проведення техніко-економічних розрахунків має на меті оцінку отриманих результатів і доцільності проекту в цілому, з метою обґрунтування ефективності проведених досліджень.

У сучасному світі актуальною темою є здорове харчування, і суспільство висловлює попит на продукцію з високим вмістом корисних речовин. Глобальні тенденції дотримання здорового харчування зіткнуваються з високими очікуваннями споживачів щодо якості харчових продуктів та їх споживчих властивостей [35]. Проаналізувавши дану проблему нами було розроблено рецептуру нового хлібобулочного виробу, в якому порівняно із хлібом, який виготовлений з пшеничного борошна вищого сорту буде міститися більша кількість білків, яких не вистачає організму людини в сучасному темпі життя, вітамінів, мінеральних речовин та клітковини. Підвищення харчової та біологічної цінності готового хліба буде досягатися за рахунок додавання в рецептуру хліба з кукурудзяним і лляним борошном частку борошна з нетрадиційної сировини, а саме амарантового борошна та борошна зелених бананів.

Для визначення хлібопекарських властивостей амарантового і бананового борошна в лабораторних умовах були проведені наукові дослідження.

4.1 Витрати на проведення досліджень

Всі витрати, пов'язані із проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. Витрати на проведення дослідження включають:

- витрати на матеріал для проведення дослідження;
- витрати на оплату праці з нарахуванням;
- витрати на утримання і експлуатації устаткування;
- вартість обладнання та амортизаційні відрахування.

4.1.1 Витрати на матеріали для проведення досліджень

Для проведення дослідів, визначаються витрати на матеріали за формулою:

$$M = m_i C_i \quad (4.1)$$

де m_i – кількість витраченого матеріалу;

C_i – ціна одиниці матеріалу, грн.

Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них приводяться в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них

Найм-ня матеріалу	Од. Вим іру	К-ть дослідів	Кількість повторно-стей	Витрати матеріалу, кг (л)	Загальна кількість, кг (л)	Ціна за одиницю, грн./кг (л)	Витрати, грн.
Кукурудзяне борошно	кг	5	1	0,35	1,75	22,60	7,91
Ляне борошно	кг	5	1	0,05	0,25	116,6	5,83
Амарантове борошно	кг	5	1	0,05	0,25	112	5,6
Бананове борошно	кг	5	1	0,05	0,25	1040	52
Дріжджі хлібопекарські	кг	5	1	0,045	0,225	114	5,13
Сіль кухонна	кг	5	1	0,01	0,05	26,90	0,269
Цукор	кг	5	1	0,01	0,05	32,80	0,328
Вода	л	5	1	0,45	2,25	7,85	15,70
Всього							92,76

4.1.2 Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці працівників бюджетних організацій визначають виходячи із чисельності робітників, їх класифікації та місячного окладу.

Розрахунок заробітної плати керівника:

$$ВЗП = Сз \cdot К, \text{ грн.} \quad (4.2)$$

де $Сз$ – середньочасовий заробіток, грн.;

$К$ – кількість людино-годин, год;

$$ВЗП = 54,73 \cdot 10 = 547,38 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.2 – Витрати на оплату праці робітників

Посада	Місячний оклад Грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино- годин	Сума, грн
Керівник	9633,69	54,73	10	547,38

Нарахування на соціальне страхування (22%) розраховують за формулою:

$$СЦ = \frac{ВЗП \cdot 22}{100}, \text{ грн.} \quad (4.3)$$

де $ВЗП$ – фонд заробітної плати, грн.

$$СЦ = \frac{547,38 \cdot 22}{100} = 120,42 \text{ грн.}$$

4.1.3 Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховують за формулою:

$$E = M \cdot T \cdot a \quad (4.4)$$

де M – потужність устаткування, кВт;

T – роботи на даній установці в процесі дослідження, год.;

a – чинний тариф за 1 кВт ($a = 1,68$ грн.).

Сумарна потужність уживаного устаткування розраховується виходячи з кількості використовуваних приладів і споживаної потужності. Загальна вартість електроенергії наведена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Загальна вартість електроенергії

Найменування устаткування	Тривалість роботи, год.	Споживана потужність, кВт	Витрати ел. енергії, кВт	Загальна вартість ел. енергії, грн..
Шафа вистоювальна	12	7,3	87,6	147,17
Духова шафа	2	45	90	151,2
СЕС-3М	1	0,2	0,2	0,33
Ноутбук	145	0,033	4,785	8,04
Ваги лабораторні	0,75	5,5	4,125	6,93
Світло у лабораторії	7	0,1	0,7	1,17
Разом			187,41	308,84

4.1.4 Витрати на амортизацію устаткування

Втрати на амортизацію устаткування знаходимо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (4.5)$$

де A – амортизацію відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – нічна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, днів;

365 – кількість днів в році;

Витрати на амортизацію устаткування, використовуваного в процесі проведення досліджень приведені в таблиці 4.4

Накладні витрати складають 80% заробітної плати і розраховуються за формулою:

$$НВ = \frac{\Phi ЗП \cdot 80}{100}, \text{ грн.} \quad (4.5)$$

де $\PhiЗП$ – фонд заробітної плати, грн.

Таблиця 4.4 – Витрати на амортизацію устаткування

Найменування	Кількість	Тривалість роботи, днів	Первинна вартість, грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, грн.
Шафа вистоювальна	1	0,5	80000	5	5,48
Духова шафа	1	0,08	25000	15	0,82
СЕС-3М	1	0,04	3000	5	0,016
Ноутбук	1	6	6000	25	24,65
Ваги лабораторні	1	0,03	6500	10	0,05
Всього					31,016

$$NB = \frac{547,38 \cdot 80}{100} = 437,9 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків по всіх статтях наведені в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Кошторис витрат		Сума, грн.
1	Витрати на сировину	92,76
2	Витрати на оплату праці	547,38
3	Нарахування	120,42
5	Електроенергія	308,84
6	Амортизація	31,016
7	Накладні витрати	437,9
8	Усього витрат	1538,32

4.2 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \text{ грн.} \quad (4.6)$$

де C – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність (30%).

$$Ц = 1538,32 + \frac{30 \cdot 1538,32}{100} = 1999,81 \text{ грн.}$$

Висновки до розділу

Для визначення доцільності проведених досліджень та затрат на його виконання було розраховано: витрати на сировину та оплату праці, нарахування на соціальне страхування, витрати на електроенергію, витрати на амортизацію устаткування, накладні витрати. Ціна проведеного дослідження склала 1999,81 грн.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці в лабораторії освітнього закладу

Лабораторна безпека має першочергове значення в навчальному закладі. Організація охорони праці в лабораторії передбачає системний підхід до забезпечення благополуччя та безпеки студентів, наукових працівників і співробітників. Це включає впровадження різноманітних заходів і протоколів для запобігання нещасним випадкам, зниження ризиків і підтримки здорового робочого середовища.

Відповідальність за організацію та керівництво охороною праці в лабораторії покладається на завідувача кафедри. Разом із керівником лабораторії вони співпрацюють у розробці та забезпеченні дотримання правил техніки безпеки, стандартів гігієни та інструкцій для лабораторії. Вони також працюють над удосконаленням існуючих заходів безпеки та визначенням областей для покращення.

Завідувач кафедри і завідувач лабораторії безпосередньо підпорядковуються ректору навчального закладу, який здійснює вищий контроль і контроль з питань охорони праці. Для сприяння виконанню протоколів безпеки в університеті завідувачем відділу охорони праці призначається інженер з охорони праці. Ця особа здійснює організаційно-методичне керівництво охороною праці, активно працює над зниженням виробничого травматизму та професійної захворюваності. Забезпечують дотримання нормативно-правових актів, інструкцій та наказів з охорони праці у закладі. Викладацький склад відповідає за проведення первинного інструктажу з техніки безпеки зі студентами кафедри. Завідувач відділу забезпечує дотримання всіма працівниками лабораторії правил, стандартів, норм, положень, інструкцій та інших нормативно-правових актів. Крім того, вони відповідають за розслідування та документування нещасних випадків, професійних захворювань і надзвичайних ситуацій, які відбуваються в лабораторії. Початковий інструктаж з техніки безпеки проводиться

індивідуально або з групою осіб однієї спеціальності перед початком роботи. Цей брифінг охоплює важливу інформацію про безпеку, процедури в надзвичайних ситуаціях і протоколи, характерні для лабораторного середовища. Крім того, періодичні інструктажі з техніки безпеки проводяться на індивідуальній основі зі студентами або групами студентів, які беруть участь у подібних типах експериментів. Ці інструктажі служать нагадуванням і оновленням знань і навичок, необхідних для правильного і безпечного проведення дослідів. Позачергові інструктажі з техніки безпеки проводяться щоразу, коли набувають чинності нові або змінені положення, інструкції чи нормативно-правові акти з охорони праці. Вони також проводяться у разі зміни технологічних процесів, заміни або модернізації обладнання, зміни сировини, матеріалів, інших факторів, які можуть вплинути на стан охорони праці.

Цільові інструктажі з техніки безпеки проводяться для одноразових завдань, які безпосередньо не пов'язані з проведенням первинних дослідів учнів. Вони також проводяться для дослідницької діяльності, яка вимагає спеціальних дозволів, письмових повноважень або інших відповідних документів. Студенти, які працюють у навчальній лабораторії, забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту відповідно до конкретних експериментів, які вони проводять. У лабораторії проводяться регулярні кампанії з безпеки для пропаганди безпечних експериментальних практик. Ці кампанії мають на меті підвищити обізнаність учнів щодо важливості дотримання інструкцій та правил безпеки. Вони досягаються за допомогою використання наочних засобів, таких як плакати, листівки, каталоги та інші засоби візуальної комунікації. Застосовуючи ці прості, але ефективні заходи, керівник відділу значно підвищує безпеку всього персоналу та студентів у лабораторії.

5.2 Аналіз стану охорони праці в харчовій лабораторії

Перед початком роботи або виробничої практики в лабораторії ДДАЕУ, начальником відділу з охорони праці проводиться вступний інструктаж щодо

техніки безпеки. Після цього студенти реєструються в "Журналі проведення вступного інструктажу з техніки безпеки" шляхом підписання. Далі, на робочому місці, новим працівникам проводиться первинний інструктаж керівником робіт, і ця інформація також записується в "Журналі проведення первинного інструктажу на робочому місці з питань охорони праці".

Для кожного робочого місця у лабораторії складається карта умов праці. Два примірники цієї картки складаються та зберігаються у керівництва лабораторії.

Умови виробничої санітарії у лабораторії середні. Мікроклімат у лабораторії становить 18-20 °С. У приміщенні є природне та штучне освітлення. Кімнати особистої гігієни, душові чи роздягальні для співробітників та студентів кафедри не передбачені.

Умови охорони праці та техніки безпеки в лабораторії є достатніми, але є деякі недоліки: Відсутній медичний контроль.

Не забезпечується медична допомога перед роботою працівникам та студентам для зниження захворюваності та нещасних випадків з вини працівників лабораторії. Незадовільна організація та стан робочого місця, відсутність додаткових інструментів та обладнання, що може призвести до нещасних випадків. Пожежні щити не відповідають вимогам.

Найвагомішою загрозою при роботі в лабораторії є професійна інфекція. Також суттєво впливає мікроклімат в приміщеннях, рівень шуму від різноманітних приладів.

5.3 Аналіз виробничого травматизму

Аналіз виробничого травматизму в університетських лабораторіях має вирішальне значення для виявлення потенційних ризиків, покращення заходів безпеки та реалізації профілактичних стратегій. Вивчаючи та розуміючи причини та закономірності цих травм, навчальні заклади можуть вживати активних заходів для захисту студентів, дослідників та співробітників.

Зібрані статистичні дані допомагають визначити поширені причини виробничих травм в університетських лабораторіях. Це може включати недостатню підготовку, недостатню обізнаність або дотримання протоколів безпеки, недостатню кількість засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), несправність обладнання, неправильне поводження з небезпечними речовинами або неналежний нагляд. Виявлення цих причин допомагає впроваджувати цілеспрямовані заходи для усунення та пом'якшення виявлених ризиків.

Треба зазначити що у період 2018-2020 років у лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції випадків травматизму не відбувалися. Данні визначеного аналізу наведені у табл 5.1 [34].

Таблиця 5.2 – Основні показники виробничого травматизму в лабораторії за 2018 – 2020 роках

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
Кількість працюючих, чол.	14	13	12
Кількість травм, од.	0	0	0
Кількість днів непрацездатності від травматизму	0	0	0
Коефіцієнт частоти травматизму	0	0	0
Коефіцієнт важкості травматизму	0	0	0
Коефіцієнт втрат робочого часу	0	0	0

Провівши аналіз виробничого травматизму можна з сказати що рівень охорони праці у науково-дослідній лабораторії ДДАЕУ заходиться на дуже високому рівні.

На основі різних результатів аналізу університети можуть впроваджувати превентивні заходи для зменшення випадків виробничого травматизму. Це може включати покращення програм навчання з безпеки, проведення регулярних курсів підвищення кваліфікації, покращення наявності та належного використання засобів індивідуального захисту та впровадження суворіших протоколів безпеки. Крім того, для мінімізації потенційних ризиків може знадобитися модифікація макетів лабораторії, обладнання та процесів.

Постійний моніторинг та оцінка: після введення профілактичних заходів надзвичайно важливо постійно контролювати та оцінювати їх ефективність. Це включає регулярний перегляд даних про травми, проведення перевірок безпеки та пошук відгуків від персоналу лабораторії. Постійний моніторинг допомагає виявити будь-які нові ризики або виклики, що виникають, і дає змогу швидко коригувати заходи безпеки.

5.4 Заходи з поліпшення охорони праці у господарстві

Охорона праці є невід'ємною складовою функціонування будь-якого господарства. Вона спрямована на запобігання та зменшення ризиків травматизму та професійних захворювань серед працівників. Для досягнення цієї мети необхідно розробити та впровадити комплекс заходів з поліпшення охорони праці. У даному розділі розглянуті такі заходи: контроль атмосферного тиску, вимірювання температури повітря, вимірювання вологості повітря та аналіз метеорологічних показників.

5.4.1 Атмосферний тиск

Вимірювання тиску в приміщенні має велике значення для здоров'я людини, для якості процесів, а також є супроводжувальною величиною при визначенні кількості кисню в приміщенні. Атмосферний тиск впливає на комфорт та безпеку працівників. Надмірно низький або високий тиск може спричинити незадовільні умови праці, викликати головний біль, запаморочення, зниження концентрації, погіршення здоров'я та інші негативні наслідки.

Для контролю атмосферного тиску необхідно використовувати спеціальні прилади, такі як барометри. Найбільше розповсюджені ртутні барометри та металеві барометри. Нормальний тиск прийнято рахувати 760 мм рт. ст. або одиницю Бар. Один Бар відповідає тиску 750,06 мм рт. ст. Бар ділиться на 1000 мілібар (мбар). Звідси 1 мбар дорівнює 0,7501 мм рт. ст., а тиск в 1 мм рт. ст. відповідає 1,33 мбар. Останнім часом тиск вимірюється в одиницях Паскаля

(Па). По цій системі нормальний тиск дорівнює 1013 гПа. Барометри вимірюють тиск у господарстві та надають інформацію про його значення. Результати вимірювання повинні регулярно записуватись та аналізуватись, щоб виявити будь-які відхилення від норми. У разі виявлення аномалій необхідно вжити відповідних заходів для нормалізації атмосферного тиску.

5.4.2 Вимірювання температури повітря

Температура повітря є важливим показником комфорту та безпеки працівників. Згідно санітарних норм температура приміщень, де працівники виконують свої обов'язки сидячи і не потребують фізичного напруження має становити 22-24 °С. В приміщеннях, де робота виконується сидячи, стоячи та супроводжується деяким фізичним напруженням, температура має бути 21-23 °С. Екстремально низька або висока температура може призводити до переохолодження або перегріву організму, що може спричинити серйозні проблеми зі здоров'ям.

Для вимірювання температури повітря необхідно використовувати термометри. Термометри повинні бути розташовані в різних зонах господарства та регулярно перевірятись на точність. Вимірювання температури повітря рекомендується проводити на відстані, що становить 0,5 м від внутрішньої поверхні зовнішніх стін, в трьох точках по висоті приміщення: 0,25 м, 1,5 м від рівня підлоги та на відстані 0,25 м від стелі. Допускається виконувати вимірювання температури повітря в двох точках по висоті житлового приміщення на рівні 0,25 м та 1,5 м від підлоги. Результати вимірювань повинні фіксуватись та аналізуватись для виявлення будь-яких аномалій. Якщо температура повітря перевищує або знижується норму, необхідно вжити заходів для покращення умов праці, наприклад, установлення систем опалення або кондиціонування повітря.

5.4.3 Вимірювання вологості повітря

Вологість повітря грає важливу роль у забезпеченні безпеки праці. Для ряду галузей, таких як текстильне виробництво, кондитерське виробництво, фармацевтична промисловість, а також для музеїв і бібліотек, збереження стабільної вологості є обов'язковою умовою.

Надмірна або недостатня вологість може призводити до дискомфорту та негативного впливу на здоров'я працівників. Занадто сухе повітря може спричинити сухість шкіри, подразнення дихальних шляхів, а також збільшення ризику електростатичного розряду. Занадто вологе повітря може призвести до погіршення дихання, появи плісняви та грибкових захворювань.

Для характеристики вологості ввели ще й такі поняття, як абсолютна і відносна вологість.

Абсолютна вологість визначається як маса водяної пари, яка міститься в одному кубічному сантиметрі повітря при певній температурі. Іншими словами, абсолютна вологість представляє собою густину водяної пари при певній температурі. Для визначення рівня вологості повітря потрібно з'ясувати, наскільки водяна пара наближена до насиченості. Для цього використовується поняття відносної вологості, яка визначається як відношення абсолютної вологості повітря при певній температурі до густини насиченої водяної пари при тій же температурі.

Для контролю рівня вологості повітря використовують гігрометри. Гігрометри повинні бути розташовані в різних зонах господарства та періодично перевірятись на правильність вимірювання. Результати вимірювань вологості повітря також фіксуються та аналізуються. У разі виявлення невідповідностей нормам необхідно вжити заходів для збалансування рівня вологості повітря, наприклад, встановлення вологовідвідних систем або зволожувачів.

5.4.4 Аналіз метрологічних показників

Метрологія – наука про вимірювання, а вимірювання - один з найважливіших шляхів пізнання. Практично немає жодної сфери діяльності

людини, де б інтенсивно не використовувалися результати вимірювань, випробувань і контролю. Метрологія ґрунтується на досягненнях майже усіх наук про природу. Розвиток метрології підвищує науковий і технічний рівень вимірювань, що сприяє подальшому розвитку наукового і технічного прогресу. Майже усі форми людської діяльності вимагають метрологічного забезпечення.

Аналіз метрологічних показників є важливою складовою процесу поліпшення охорони праці. Метрологічні показники включають різноманітні параметри, такі як рівень шуму, освітленість, радіаційний фон та інші. Відхилення від нормативних значень цих показників можуть негативно впливати на здоров'я працівників та якість виконуваної роботи.

Аналіз метрологічних показників передбачає вимірювання та контроль параметрів, що впливають на охорону праці. Наприклад, для контролю рівня шуму використовують шумоміри, а для вимірювання освітленості - люксометри. Результати вимірювань порівнюються з нормативними значеннями та аналізуються. У разі виявлення невідповідностей необхідно вжити заходів для зниження впливу цих факторів на працівників, наприклад, шумоізоляції приміщень або встановлення додаткових джерел освітлення.

5.5 Розробка інструкції з охорони праці і безпеки праці з вистоювальною шафою

Шафа вистоювальна дводверна призначена для вистоювання тістових заготовок самого широкого асортименту хлібобулочних та кондитерських виробів рис. 5.1



Рисунок 5.6 – Вистоювальна шафа SMEG

Конструктивно теплові вистоювальні шафи містять такі частини, як корпус з дверима, ванночку з теном для утворення водяної пари, блок управління. При нагріванні тена, вода з ванни починає випаруватися, в шафі утворюється перезволожений газова середовище. Часто для утворення пари використовується нижній губчастий піддон для води, в якому розташований електричний нагрівач. Таким шляхом у внутрішньому просторі шафи утворюється теплий і вологий мікроклімат, що сприяє швидкому протіканню процесу розстойки.

Під час роботи з вистоювальною шафою потрібно дотримуватися певних правил.

Предмети або зразки повинні бути розташовані у шафі таким чином, щоб уникнути перевантаження полиць або нерівномірного розподілу ваги. Важкі предмети слід розташовувати на нижніх полицях, а легкі – на верхніх. Необхідно дотримуватись правил організації простору, щоб уникнути затруднень при вийманні або розташуванні предметів. Кожен предмет повинен мати чітке позначення або маркування, що вказує на його призначення та характеристики.

Також обов'язковим є маркування предметів або зразків. Позначки повинні бути зрозумілим для всіх працівників, що працюють з вистоявальною шафою.

Під час роботи працівники повинні використовувати відповідне захисне спорядження, таке як рукавиці, захисні окуляри, маски, при необхідності. Захисне спорядження повинно бути правильно вибране та належно підтримуватись.

Обов'язково перед роботою проводиться інструктаж з техніки безпеки(особливо новачкам) так як працівники повинні мати достатні знання та навички щодо процесу розстіновки шафи, а також знати про можливі небезпеки та заходи безпеки.

Висновки до розділу

У розділі охорона праці було проаналізовано стан охорони праці в науково-дослідній лабораторії . Можемо зробити висновок що охорона праці в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. знаходиться на достатньо високому рівні. Також були розглянуті важливі метрологічні показники, що визначаються на кожному підприємстві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробка безглютенової випічки не полишає своєї актуальності. На сьогодні проводяться дослідження по підвищенню якості готової продукції, щоб задовольнити потреби населення, яке не переносить глютен. Із збільшенням попиту на безглютенову випічку з боку населення, які не страждають целіакією, швидкість розвитку зростатиме, а ціни на кінцеву продукцію на ринку поступово знижуватимуться.

Для проведення дослідження по визначенню смакових і фізико-хімічних властивостей безглютенового хліба було використано чотири види борошна, а саме: амарантове борошно ТМ «АНІМСА», кукурудзяне борошно ТМ «Своя лінія», лляне борошно ТМ «Дар землі» та бананове борошно ТМ «Екород». Всі ці види борошна являються безглютеновими і мають багато поживних і смакових властивостей, особливо амарантове і бананове борошно. У процесі дослідження була розроблена методика виготовлення дослідних зразків безглютенового хліба. Ця методика має в собі певні етапи, такі як відбір компонентів, їх перемішування, формування тіста, вистоювання, процес випікання та охолодження. Використання амарантового та бананового борошна з іншими рецептурними інгредієнтами дозволяє отримати хліб з високими якісними показниками.

Дослідження показали, що збільшення кількості амарантового борошна може призводити до збільшення вмісту білка та мінералів у хлібі. Також спостерігається збільшення поживної цінності. З іншого боку, додавання бананового борошна впливає на текстуру хліба та збільшує його м'якість. Завдяки підвищеній вологопоглинальній здатності амарантове та бананове борошно впливають на консистенцію безглютенового тіста, підвищуючи його газоутримувальну здатність, чим покращують здатність тістових заготовок утримувати форму у процесі вистоювання і випікання. Загалом проведені дослідження показують доцільність застосування цих видів борошна в технології безглютенових виробів для дієтичного харчування, але потребує

більш ретельного вивчення варіанти внесення до рецептури нетрадиційних видів борошна.

Було визначено такі показники якості як, хімічний склад, об'єм, масу, питомий об'єм, пористість, вологість, кислотність та харчову цінність. Хімічний склад показав що, по-перше явною перевагою використання цих видів борошна є відсутність глютену, що робить цей продукт безпечним для людей з целиакією. По-друге у лляного та бананового борошна високий вміст клітковини, а в амарантового та також у лляного – білка, що в останній час дуже необхідний в харчуванні. При визначенні маси найкращий результат був у зразка 2 і становив 119,12 г, а при визначенні об'єму і питомий об'єму найкращі результати були у зразка 3 і становили відповідно 170 і 1,49. При визначенні пористості були отримані такі результати: контроль – 74,1; Зразок 1 – 74; Зразок 2 – 76,5; Зразок 3 – 78; Зразок 4 – 75,8. Визначення вологості показало такі результати: контроль – 17,8; Зразок 1 – 17,5; Зразок 2 – 17,3; Зразок 3 – 17,2; Зразок 4 – 17,5. Визначення кислотності показало такі результати: контроль – 3,1; Зразок 1 – 3,1; Зразок 2 – 2,9; Зразок 3 – 3,0; Зразок 4 – 2,9.

Для визначення доцільності проведених досліджень та затрат на його виконання було розраховано: витрати на сировину та оплату праці, нарахування на соціальне страхування, витрати на електроенергію, витрати на амортизацію устаткування, накладні витрати. Ціна проведеного дослідження склала 1999,81 грн.

У розділі охорона праці було проаналізовано стан охорони праці в науково-дослідній лабораторії. Можемо зробити висновок що охорона праці в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції знаходиться на достатньо високому рівні. Також були розглянуті важливі метрологічні показники, що визначаються на кожному підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Department of Food Science and Technology, BOKU - University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Muthgasse 18, 1190, Vienna, Austria
2. Дробот, В. І. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба / В. І. Дробот, А. М. Грищенко // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2013. – Вип. 30. – С. 52-58.
3. Троян К. М. Розробка технології здоби діабетичної із застосуванням борошна безглютенового. : дипломна робота магістра за спеціальністю „181 — харчові технології“ / К. М. Троян. — Тернопіль : ТНТУ, 2021. — 107 с.
4. Сафонова, О. М. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01. НУХТ. Київ, 2007. 39 с.
5. Slashcheva, A., Fedorova, D., & Lanska, V. (2022). PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BAKERY PRODUCTS IN UKRAINE. *SWorldJournal*, 1(15-01), 8–13. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-15-01-018>
6. Горобець А.О. Особливості харчування дітей при целиакії. *Медицина транспорту України*. 2015. № 3–4. С. 45–50.
7. Ванукевич А. С., Дорохіна М. А., Карпенко В. Д. Організація виробництва та обслуговування на підприємствах громадського харчування. М: Економіка, 1989. 321 с.
8. Організація роботи підприємств комунального харчування. М: Економіка / Шаповалов Н. Н. та ін. 2001. 289 с.
9. Шаніна О. М., Галясний І. В., Лобачова Н. Л. Обґрунтування складу борошняної сировини в технології безглютенового бездріжджового хліба. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*. 2015. Vol. 4, N 2. P. 56-60.

10. Rossana Coda Raffaella, DiCagno Marco Gobbetti, Carlo Giuseppe Rizzello. Sourdough lactic acid bacteria: Exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*. 2014. N 2. P. 51-58.
11. Stefan Weckx, Roel Van der Meulen, Dominique Maes, Ilse Scheirlinck, Geert Huys, Peter Vandamme, Luc De Vuyst. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. *Food Microbiology*. 2010. Vol. 8, N 12. P. 1000-1008.
12. Ilkem Demirkesen Mert, Osvaldo H. Campanella, Gulum Sumnu, Serpil Sahin. Gluten - free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. *Foodbalt*. 2014. Vol. 26, N 1. P. 239-242.
13. Moroni Alice, Zannini Emanuele, Arendt Elke K., Sensidoni Gloria. Exploitation of buckwheat sourdough for the production of wheat bread. *European Food Research and Technology*. 2012. N 10. P. 23-27.
14. Arzu Sterr Y. Isolierung universell einsetzbarer und mikrobiologisch stabiler Sauerteigstarterkulturen durch spontane Fermentationen mit Amaranth: dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften Fakultät Naturwissenschaften. Leonberg.: Universität Hohenheim, 2009. 131 p.
15. Jideani VA, Alamu R and Jideani IA. (2007). Preliminary study into the production of non-wheat bread from acha (*Digitaria exilis*). *Nutrition and Food Science* 37: 434–441.
16. Lazaridou A and Biliaderis CG. (2009). *Gluten-Free Doughs: Rheological Properties, Testing Procedures Methods and Potential Problems*. London: John Wiley & Sons
17. Peressini D, Pin M and Sensidoni A. (2011). Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids. *Food Hydrocolloids* 25: 340–349.
18. Renzetti S, Dal Bello F and Arendt EK. (2008b). Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science* 48: 33–45.

19. Onyango C, Mutungi C, Unbehend G and Lindhauer MG. (2010). Rheological and baking characteristics of batter and bread prepared from pregelatinised cassava starch and sorghum and modified using microbial transglutaminase. *Journal of Food Engineering* 97: 465–470

20. Карпик, Г. В., Вічко, О. І., Копчак, Н. Г., Швед, О. В. Особливості виробництва булочних виробів з Rheum L. / Хімія, технологія речовин та їх застосування. Розділ: Технологія бродіння, біотехнологія, – Львів: Львівська політехніка, Том 5, № 2, 2022. – С.112-118

21. Дорохович, А. М. Створення харчових продуктів спеціального призначення – актуальна проблема сучасності, вклад кондитерів НУХТ в її рішення. «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»: Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій. Київ : НУХТ, 2016. С. 56-60.

22. R. Moreira, F. Chenlo, M. D. Torres, "Rheology of gluten-free doughs from blends of chestnut and rice flours", *Food and Bioprocess Technology*, 6, pp.1476– 1485, 2013

23. Mazzoncin M., Belloni P., Risaliti R., Antich D. Improving sustainability in organic and low input food production systems. Organic vs conventional winter wheat quality and organoleptic bread test. Germany, 2007. P 20–23

24. Суха Н.А., Дробот В.І. Використання гарбузового порошку при виробництві хлібобулочних виробів. Наукові праці НУХТ. 2008. № 25. С. 96–98.

25. Nyonje WA, Schafleitner R, Abukutsa-Onyango M, Yang RY, Makokha A, Owino W (2021) Precision phenotyping and association between morphological traits and nutritional content in Vegetable Amaranth (*Amaranthus* spp.). *Journal of Agriculture and Food Research* 5:1–8. DOI:10.1016/j.jafr.2021.100165

26. Capitani, M. I. Physicochemical and functional characterization of byproducts from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina / M. I. Capitani, V.

Spotorno, S. M., Nolasco, M. C., Tomás // LWT – Food Science and Technology. – 2012. – Vol. 45. – № 1. – P. 94–102. – doi:10.1016/j.lwt.2011.07.012.

27. Moore, M. M., Schober, T. J., Dockery, P., and Arendt, E. K. (2004). Textural comparison of gluten-free and wheat based doughs, batters and breads. *Cereal Chem.* 81, 567-575.

28. Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M. M., & Bello, F. D. (2008). Gluten-free breads. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, 289–VII. doi:10.1016/b978-012373739-7.50015-0

29. Schober, J. T., Messerschmidt, M., Bean, S. R., Park, S. H., and Arendt, E. K. (2005). Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chem.* 82, 394-404.

30. Chandler, S. 1995. The nutritional value of banana. Pp. 77–89 in S. R. Gowen, ed. *Banan and plantain*. Chapman and Hall, London.

31. Honfo, F. G., A. P. P. Kayode, O. Coulibaly, and A. Tenkouano. 2007a. Relative contribution of banana and plantain products to the nutritional requirement for iron, zinc and vitamin A of infants and mothers in Cameroon. *Fruits* 62:267–277.

32. Honfo, F. G., K. Hell, O. Coulibaly, and A. Tenkouano. 2007b. Micronutrient value and contribution of plantain-derived foods to daily intakes of iron, zinc and β - carotene in Southern Nigeria. *Info- Musa* 16:2–6.

33. Ніколенко М. Р. Методи визначення поживної цінності бананів різного походження в умовах науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів агропромислового комплексу Дніпровського державного аграрно-економічного університету : магістер. дипломна робота : 212, Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза / Ніколенко М. Р. ; наук. керівник Єфімов В. Г. ; Дніпровський держ. аграр.-економ. ун-т , Ф-т ветеринарної медицини , Каф. фізіології та біохімії с.-г. тварин. – Дніпро, 2022. – 66 с.

34. Череута Д. В. Валоризація побічних продуктів переробки зерна амаранту : магістр. дипломна робота : 181 Харчові технології / Череута Дмитро Володимирович ; наук. керівник Миколенко Світлана Юріївна ; Дніпровський

держ. аграр.-екон. ун-т, Інженерно-техн. ф-т, Каф. техн. зберігання і переробки с.-г. продукції. – Дніпро, 2021. – 82 с.

35. Писарець О.П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна : автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Київ, 2015. 1 С.

36. Миколенко С., Захаренко А. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. Технічні науки та технології. 2020. № 1 (19). С. 228–240.

37. Ружи́ло Н.С. Использование семян амаранта в хлебобулочных изделиях. Пищевая промышленность. 2015. № 12. С. 56–58.

38. Лобачова Н.Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів : монографія. Суми : Сумський національний аграрний університет, 2015. 214 с.

39. Спосіб виробництва парового безглютенового хліба : пат.106215 Україна : МПК А21D 8/02. № и 2015 08625 ; заявл. 07.09.2015 ; опубл. 25.04.2016, Бюл.№ 8.

40. David C., Abecassis J., Carcea M., Celette F., Friedel J. K., Hellou G., Hiltbrunner J., Messmer M., Narducci V., Peigne J., Samson M. F., Schweinzer A., Thomsen I. K., Thommen A. Sustainable agriculture reviews. Organic bread wheat production and market in Europe. Switzerland, 2012. Vol 11. P 43–62. DOI: 10.1007/978-94-007-5449-2_3.

ДОДАТКИ