

**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
пісочного печива з використанням біологічно
активованого зерна амаранту**

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

_____ Анастасія ПЛАСТОВА

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.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Пластовій Анастасії Іванівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва пісочного печива з використанням біологічно активованого зерна амаранту».

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 _____ Анастасія ПЛАСТОВА
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра містить: сторінку друкованого тексту, 14 рисунків, 14 таблиць та використано 42 літературних джерела.

Метою роботи є розробка рецептури печива використанням біологічно активованого зерна амаранту.

Об'єкт дослідження є технологія виробництва пісочного печива з використанням біологічно активованого зерна амаранту

Предмет дослідження – органолептичні і фізичні показники якості печива.

Виробництво борошняних кондитерських виробів на сьогоднішній день достатньо розвинене проте залишається невирішеним питання покращення біологічної цінності виробів. Основною сировиною для борошняних кондитерських виробів є пшеничне борошно вищих сортів, яке в свою чергу збіднене на білок, вітаміни, мінеральні речовини і клітковину. Вирішення даної проблеми можливе за рахунок використання нетрадиційних видів сировини, таких амарантове борошно, дисперговане зерно амаранту, насіння кунжуту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІСОЧНЕ ПЕЧИВО, ЗЕРНО АМАРАНТУ, БІОАКТИВОВАНЕ ЗЕРНО АМАРАНТУ, ДИСПЕРГОВАНЕ ЗЕРНО АМАРАНТУ, КУНЖУТ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1 Актуальність проблеми виробництва борошняних кондитерських виробів	9
1.2 Огляд існуючих методів і технологій виробництва печива	10
1.3 Аналіз сучасних рецептур виробництва пісочного печива	15
1.4 Мета і задачі дослідження	16
Висновки до розділу 1	16
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Характеристика об'єктів досліджень	18
2.2 Методи дослідження	27
2.3 Методика виготовлення дослідних зразків печива	30
Висновки до розділу 2	35
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	36
3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини	36
3.2 Варіації замісу дослідних зразків тіста	36
3.3 Опис технологічної схеми виробництва пісочного печива з використанням біологічно активованого зерна амаранту	38
3.4 Результати експериментальних досліджень	39
Висновки до розділу 3	43
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	44
4.1 Витрати на проведення досліджень	45
4.1.1 Витрати на матеріали для проведення дослідження	45
4.1.2 Витрати на оплату праці	46
4.1.3 Витрати на електроенергію	47

4.1.4 Витрати на амортизацію устаткування	48
Висновки до розділу 4	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51
5.1 Організація охорони праці в лабораторії освітнього закладу	51
5.2 Аналіз стану охорони праці в харчовій лабораторії	53
5.3 Аналіз виробничого травматизму	55
5.4 Заходи з поліпшення охорони праці у господарстві	56
5.4.1 Атмосферний тиск	56
5.4.2 Вимірювання температури повітря	57
5.4.3 Вимірювання вологості повітря	58
5.4.4 Аналіз метеорологічних показників	59
5.5 Розробка інструкції з охорони праці і безпеки праці при роботі з духовою шафою	59
Висновки до розділу 5	61
ЗАГАЛНІ ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

ВСТУП

Важливою складовою державної політики України є спрямування на суспільне здоров'я та забезпечення населення здоровим харчуванням. Це включає розробку та впровадження новітніх технологій, додавання до харчового раціону продуктів, які позитивно впливають на організм людини, сприяють профілактиці аліментарно-залежних станів та захворювань, а також допомагають уникнути дефіциту вітамінів, мікро- і макроелементів та інших необхідних речовин.

Висновок, отриманий після аналізу хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів, свідчить про те, що більшість з них не відповідає вимогам нутріціології. Неправильний баланс складу таких виробів пояснюється високим вмістом жирів та вуглеводів, а водночас низьким вмістом білків, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та інших поживних речовин [1].

Мінеральні речовини є необхідними мікроелементами, які обов'язково потрібно отримувати організму людини через харчові продукти. Недостатнє забезпечення харчовими раціонами мінеральними речовинами може спричинити специфічні порушення фізіологічних функцій та біохімічних процесів в організмі людини, що може призводити до різноманітних захворювань.

Мінеральні елементи виконують надзвичайно важливу фізіологічну роль в організмі. Вони є складовими елементами клітинної структури, забезпечують сталість осмотичного тиску рідинних середовищ, входять до складу біологічно активних сполук (таких як ферменти, гормони, гемоглобін) і регулюють обмінні процеси. Мінеральні елементи також допомагають підтримувати кислотно-лужний баланс, є важливими будівельним матеріалом для формування кісткової і зубної тканини, беруть участь у передачі нервових імпульсів, сприяють згортанню крові та запобігають захворюванням [2].

Збагачення білками харчових продуктів на основі пшениці рослинним білком протягом багатьох років приділялася значна увага.

Велика частина інтересу була спрямована на збагачення основних продуктів харчування, зокрема хліб. Хоча таким продуктам, як печиво та крекери, приділяють менше уваги, але тим не менш є велика кількість наукових досліджень які пропонують альтернативні види сировини для покращення якості борошняних кондитерських виробів та виробництво і споживання їх в широкому обсязі. Основний уклін роблять на збагачення продуктів білком. Збагачене білком печиво, особливо привабливе для цільових регіонів програми харчування дітей, людей похилого віку та малозабезпечених груп [3].

Печиво – це маленькі, плоскі, солодкі борошняні кондитерські вироби, які зазвичай містять у своєму складі борошно, яйця, цукор і вершкове масло, олію або жир. Додатково воно може містити інші інгредієнти, такі як родзинки, овес, шоколадну стружку або горіхи. У більшості англомовних країн, за винятком США та Канади, хрустке печиво називають бісквітами [4].

Амарант – є однією з нетрадиційних але перспективних культур, які можна використовувати для створення композиційних сумішей борошна, що сприятиме підвищенню якості борошняних кондитерських виробів – харчову та біологічну цінність.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Актуальність проблеми виробництва борошняних кондитерських виробів

В наші дні організм людини майже кожен день стикається з багатьма несприятливими факторами – забруднене навколишнє середовище, малорухливий спосіб життя, відсутність у продуктах харчування корисних речовин. Всі вищезазначені проблеми є причиною для погіршення стану організму людини або навіть виникненню різноманітних хвороб. Тому в світі все активніше почали приділяти увагу розробленню нових продуктів харчування, головна роль яких вирішити дану проблему або хоча б зменшити вплив негативних факторів.

Для злагодженої роботи організму людини раціон харчування має містити в собі продукти, котрі є багатими на вітаміни, мінеральні та інші корисні речовини. Ці продукти здійснюватимуть оздоровчу дію на організм, будуть сприяти зменшенню дефіциту мікро- та макроелементів, вітамінів і інших есенціальних речовин. Дані вимоги можуть задовольнити продукти з підвищеною біологічною цінністю, біологічно активні добавки та ін.

Різноманітність асортименту виробництва кондитерських виробів, який можна зустріти на прилавках магазинів і масмаркетів є достатньо широким, але, на жаль, більшість представленої продукції не має в своєму складі корисних і важливих речовин для людського організму.

Печиво – це борошняний кондитерський виріб, за своєю рецептурою характеризується високим вмістом жирів і вуглеводів. Це є причиною відсутності в ньому вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон. Тому додавання харчових волокон при виробництві пісочного печива з метою підвищення його біологічної цінності та розширення асортименту, збільшення кількості корисних речовин, є актуальним і доцільним.

Борошняні кондитерські вироби можуть бути поліпшені за допомогою додавання функціональних інгредієнтів, які мають корисний вплив на здоров'я.

Зниження енергетичної цінності може бути досягнуто за рахунок заміни частини вуглеводів на білки та харчові волокна.

1.2 Огляд існуючих методів і технологій виробництва печива

Хлібобулочна промисловість є однією з найбільших організованих галузей харчової промисловості в усьому світі, зокрема печива є одним з найпопулярніших продуктів.

У наукових дослідженнях А. Sindhuja, М. L. Sudha, А. Rahim [5], печиво готували із сумішей, що містять амарантове борошно в кількостях – 10, 20, 25, 30 і 35 %. Рецепт і рецептура використовувалися, що використовувались для експерименту випікання печива відбувалося за стандартною методикою [6]. Тісто розкатували до бажаної товщини 7,5 мм, а потім фрезою діаметром 75 мм вирізали кола. Ці напівфабрикати випікалися при 205 °С протягом 13 хв. Результати хімічних властивостей дослідного пшеничного борошна показали низький вміст клейковини (сухої) 8,17 %, значення седиментації 23 мл, вміст білка 9,75 % і жирності 0,4 %. Тоді як борошно з насіння амаранту мало вміст білку 17 % і вміст жиру 4,9 %, як показано в табл. 1.1.

Цільне амарантове борошно здається хорошим джерелом білка, яке підходить для приготування цукрового печива. Амарантове борошно вплинуло і на властивості тіста, а саме, такої характеристики як склеювання. Дослідження печива з композиту амаранту та пшеничного борошна показало, що введення амарантового борошна покращує якість печива навіть при 25–30% заміні пшеничного борошна. Печиво стало менш твердим зі збільшенням рівня амарантового борошна. Розтріскування поверхні печива також покращилося. Включення емульгаторів, таких як лецитин і гліцерин моностеарат кожного на рівні 0,25% ще більше покращило якість печива. На основі наведених вище результатів можна сказати, що печиво, яке містить 25% амарантового борошна було визнано найбільш прийнятним.

Таблиця 1.1 – Хімічна характеристика пшеничного борошна та борошна з зерна амаранту [5]

Параметри	Пшеничне борошно	Амарантове борошно
Вологість, %	11,73	6,21
Зола, %	0,49	2,53
Білок, %	9,75	17,00
Жир, %	0,40	4,90
Клейковина волога, %	25,62	-
Клейковина суха, %	8,17	-
Седиментаційне значення, мл	23,00	-

Дослідження показало доцільне використання амарантового борошна при приготуванні кондитерських виробів таких як цукрове печиво.

М'якоть гарбуза (*Cucurbita maxima*) з органічного землеробства є надзвичайно універсальним продуктом, який може бути основним інгредієнтом для отримання безглютенового печива. У статті [7] було отримано печиво з амарантового борошна та гарбуза м'якоті двох видів: свіжа і печена. Після проведення аналізів метою було отримати відповідний продукт з задовільними характеристиками. Тісто з амарантового борошна і м'якоті гарбуза характеризується хорошою здатністю зв'язуватися і зберігати форму при заливці. У результаті сенсорного аналізу отримане безглютенове печиво з органічним печеним гарбузом на етапі тестування продукту смак був оцінений добре. З аналізу середніх значень видно що продукти, отримані із заздалегідь підготовленим основним інгредієнтом (запечений гарбуз), показали більш інтенсивний характер сприйняття ознак запаху, смаку та присмаку.

Фізико-хімічні характеристики і сенсорні властивості печива потребують пошуку інноваційного інгредієнта тіста, яке легко знайти, є доступним; з високою харчовою цінністю і потенційною оздоровчою функцією, які можуть бути використані харчовою промисловістю. Гарбуз – місцева сировина і не тільки економічно вигідний інгредієнт. Це дозволить використовувати його у виробництві для забезпечення харчової безпеки споживачів, що хворіють на

целіацію, використання дешевої і доступної місцевої сировини, скорочення вартості безглютенових виробів і розширення асортименту безглютенової випічки.

Після аналізу хімічного складу, було виявлено, що вміст білка і жиру змінювався дуже мало. Варіація походить від інгредієнтів, які використовуються в рецепті (рис.1.1).

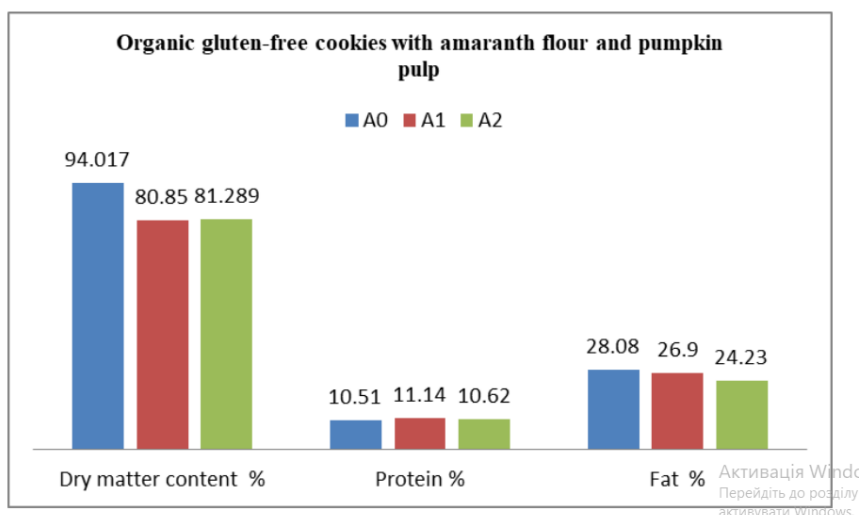


Рисунок. 1.1 Хімічний склад органічного безглютенового печива з амарантовим борошном і м'якоттю гарбуза

Отримані результати показали, що розроблене печиво було покращено не лише з точки зору харчової цінності та користі для здоров'я, але також мало високий потенціал бути прийнятим споживачів.

На завершення кожен вид продукції, що сформували, виділявся хімічним показником складу і сенсорною оцінкою зразків безглютенового печива з органічною м'якоттю гарбуза, які використовуються для остаточного отримання органолептичної характеристики, бажаної для споживачів.

З огляду на харчові та агротехнічні переваги насіння амаранту, Simona Man, Adriana Răusean, готували печиво з композитного борошна, що містить різні пропорції амарантової муки. Метою даного дослідження було визначення фізико-хімічних і сенсорних властивостей дослідного печива [8]. Дослідні зразки готували у наступних співвідношеннях пшеничного борошна до

амарантового V1 – 70:30, V2 – 50:50, V3 – 30:70, V4 – 0:100. Розроблена технологія виробництва даного печива показана на рис. 1.2

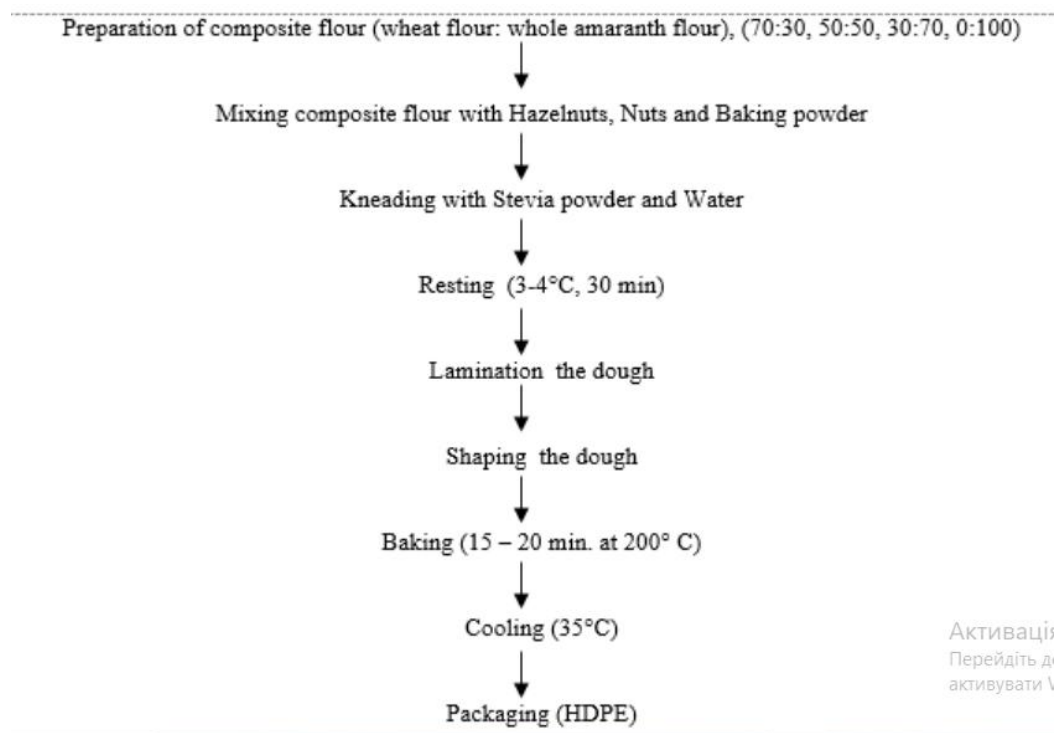


Рисунок. 1.2 Схема виробництва печива з додаванням амарантового борошна

Дослідження показали, що амарантове борошно можна використовувати як заміну пшеничного борошна для приготування печива, збільшення вмісту білка, загальної кількості харчових волокон, жиру, золи, маючи оптимальну пропорцію 50г/50г, яка зберігає не тільки споживчі властивості, а й якість продукції.

Загальний вміст вуглеводів зменшився, оскільки амарантове борошно має більшу харчову цінність, за рахунок високого вмісту білків, жирів, загальної клітковини, ліпідів, вологості амарантового борошна. В результаті був отриманий кінцевий продукт, збагачений всіма вищезазначеними біоактивними сполуками [9].

Через відсутність глютену вироби мали насиченіший колір і горіховий смак, гіркуватий присмак, амарантове борошно, що використовується в суміш з пшеничним борошном понад 50% має негативний вплив на консистенцію, колір, смак кінцевого продукту. Це означає, що необхідно використовувати

амарантове борошно в певних пропорціях, щоб зберегти однакову якість продукції.

Однією з цінних видів сировини для збагачення пісочного печива можна вважати насіння льону. Льон містить у своєму складі 40% жирів (у перерахунку на суху речовину), 22% вуглеводів, 8% клітковини, а також водорозчинні вітаміни – В1, В2, В3, РР і В6. Вміст поліненасичених жирних кислот в жирах лляного насіння до 70%.

У роботі О.Г. Шидакова-Каменюка та Г.М. Лисюка [10] було запропоновано додавати подрібнене та ціле насіння льону до стандартної рецептури пісочного печива. Льон додавали наприкінці приготування емульсії в кількостях 2,5; 5; 10; 12,5 та 15% від загальної кількості сировини для цілого та від загальної кількості сировини з зниженням на відповідну кількість жиру для подрібненого насіння. Після проведення ряду дослідів було встановлено що найбільш доцільно використовувати ціле насіння льону в кількості 10% від загальної кількості сировини а подрібнене в кількості 7,5%. Вироби саме з таким вмістом добавки володіють такими органолептичними та фізико-хімічними властивостями, що задовольняють вимоги відповідних нормативних документів.

Целіакія (непереносимість глютену), хвороба яка на сьогоднішній день зустрічається у 0,5%-1% усього населення планети. На жаль, зараз немає лікарських препаратів для лікування целіакії. Головним способом лікування цього захворювання є строга безглютенова дієта на все життя, що передбачає повне виключення з раціону всіх продуктів, які містять пшеницю, жито, ячмінь та овес [11].

У своїх працях вчені Бабіч О.В., Шейна І.О. запропонували замінити повністю пшеничне борошно на вівсяне, таким чином позбавивши печиво від вмісту глютену у своєму складі. Також було виявлено, що печиво на основі вівсяного борошна містить більше білка та більш різноманітний склад жирних кислот, що може бути корисним для здоров'я. Крім того, це печиво має низький глікемічний індекс, що означає, що воно повільно віддає енергію, що може бути корисним для людей з діабетом. У загальному, пісочне безглютенове печиво на

основі вівсяного борошна може бути корисним додатком до здорового харчування. [12].

1.3 Аналіз сучасних рецептур виробництва пісочного печива

За словами Вознюка Є. В. та співробітників, додавання амарантового борошна до 8-10 % замість пшеничного може призвести до отримання нового виду пісочного печива. Це печиво має сприятливі органолептичні показники та більш збалансований амінокислотний склад порівняно зі стандартним пісочним печивом. Використовувати 100% амарантове борошно для виробництва печива недоцільно через відсутність у ньому глютену. Проте амарантове борошно рекомендується використовувати в рецептурах борошняних кондитерських виробів як засіб для збагачення та часткової заміни пшеничного борошна. [13].

Також, у результатах своїх досліджень Ісаєнко О.І. та Бородай А.Б. стверджують, що введення до рецептурного складу пісочного печива харчових волокон амаранту позитивно впливає на якість готового продукту та дозволяє розширити існуючий асортимент борошняних кондитерських виробів [14].

Каротиновмісна сировина є ще одним перспективним видом нетрадиційної сировини у кондитерській галузі. Вченими О.С. Задорожня, А.В. Гавриш, та В.Ф. Доценко [15], було проведено дослідження вплив каротиновмісної сировини на кількість і якість клейковини, структурно-механічні та фізико-хімічні властивості тіста й готових виробів. В якості каротиновмісної сировини використовували морквяне пюре та наповнювач «Морквяний мед» [16]. Пюре з вареної моркви додавали у 9, 13,17 і 19% до маси тіста, а каротиновмісний наповнювач – 6, 8, 11 та 13% відповідно. Дослідження показали, що кращий результат досягається при заміні тіста на каротиновмісний збагачувач «Морквяний мед» у кількості 11 %, дещо гірші результати при заміні тіста на пюре і сирі моркви у кількості 19 %, пюре з вареної моркви у кількості 19 %.

Отже, каротиновмісну сировину цілком можна використовувати в технології пісочного печива, адже вона покращує фізико-хімічні властивості

тіста й печива, сприяє утворенню короткорваної клейковини, підвищує питомий об'єм готових виробів. Крім цього, каротиновмісна сировина багата на БАР, такі як β -каротин, вітамін С та пектини, що є передумовою до ефективного використання каротиновмісної сировини як збагачувача борошняних кондитерських виробів.

1.4 Мета і задачі дослідження

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка рецептури печива з використанням біологічно активованого зерна амаранту.

До завдань на дослідження відносять наступні:

- виготовити дослідні зразки печива з використанням біологічно активованого зерна амаранту і кунжутного борошна;
- розробити блок-схему виробництва пісочного печива на основі;
- провести органолептичну оцінку отриманих зразків пісочного печива;
- визначити та порівняти фізичні показники якості дослідних зразків печива
- провести розрахунок харчової цінності дослідних зразків.

Висновки до розділу 1

Печиво є кондитерським виробом, приготованим з борошна, і воно відрізняється високим вмістом жирів і вуглеводів за своєю рецептурою. Це призводить до відсутності в ньому вітамінів, мінералів та харчових волокон. Тому, щоб підвищити біологічну цінність та розширити асортимент, а також збільшити кількість корисних речовин, додавання харчових волокон під час виготовлення пісочного печива є актуальним і доцільним.

Збагачувати борошняні кондитерські вироби, в тому числі і пісочне печиво, можна за допомогою таких видів сировини як амарантове борошно, біологічно активоване зерно амаранту, кунжутне борошно, морквяне пюре, м'якоть гарбуза та ін.

Під час розробки та створення нових видів борошняних кондитерських виробів з покращеною біологічною цінністю, основним пріоритетом є збільшення вмісту функціональних інгредієнтів в них. Крім того, важливим аспектом є потенціал зниження енергетичної цінності цих виробів.

Отже, додавання вищезазначених нетрадиційних видів сировини до існуючої технології виробництва пісочного печива дозволить не тільки зробити його біологічно ціннішим, а і розширити існуючий асортимент борошняних кондитерських виробів.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єктів досліджень

Експерти продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) назвали амарант культурою XXI століття з огляду на той факт, що у світі існує дуже мало рослин, які мають настільки широкий комплексний спектр використання. Серед них і вирізняється культура амаранту, сировина яка може використовуватися майже у двох десятках галузей промисловості, а також у виробництві ліків. Насамперед, це використання амаранту в харчовій промисловості – нові сорти хліба з домішкою борошна насіння амаранту, кондитерські вироби, кулінарія, дитяче та дієтичне харчування, пивоваріння та ін. [17].

Амарант відзначається своєю унікальністю серед інших злакових культур, оскільки він є концентрованим функціональним продуктом. Високий вміст білків (до 18-20%), ліпідів (7-10%), харчових волокон (9-11%), вітамінів і мінеральних компонентів робить насіння амаранту цінним з точки зору харчової цінності. Амарантове борошно містить незамінні амінокислоти, потужні антиоксиданти і мінеральні речовини, що робить його унікальним з біохімічного складу. Вітаміни E, A, B1, B2, B4 (холін), C, D та макро- і мікроелементи є надзвичайно важливими для людського організму.



Рисунок 2.1. Амарант

Справді, насіння амаранту відрізняються високою якістю білка порівняно з іншими зерновими культурами. Харчова цінність білка амаранту є дуже високою, оскільки містить у собі близько 97% незамінних амінокислот в порівнянні з ідеальним білком за встановленими стандартами ФАО/ВООЗ.

Зокрема, білок амаранту багатий на такі незамінні амінокислоти, як лізин і метіонін. Ці амінокислоти є дуже важливими для організму людини, оскільки вони не синтезуються самостійно і повинні надходити з їжею. [18].



Рисунок 2.2. Зерно амаранту

Дійсно, насіння амаранту має високу біологічну цінність білка згідно з міжнародною шкалою якості білків. За цією шкалою білок насіння амаранту має найвищий ступінь біологічної цінності, оцінений у 75 балів, що є значно вище, ніж у пшениці (56,9 балів), соєвих бобів (68 балів) та молока (72,2 бали).

У порівнянні з іншими зерновими культурами, насіння амаранту також має вищий вміст білка. Воно містить приблизно 15-18% білка, що перевищує вміст білка в пшениці (12-14%), рисі (7-10%), кукурудзі (9-10%) та інших зернових культурах.

Особливо важливою особливістю білка амаранту є його багатство на лізин. У лізопротеїновому комплексі амаранту кількість лізину становить 11,7 г на 100 г білка, що значно перевищує вміст лізину в пшеничному білку (2,0 г), рисовому білку (3,5 г), соєвому борошні (5,0 г) і молоці (7,8 г). Це робить білок амаранту цінним джерелом лізину, який є незамінним амінокислотою для організму людини. [19].

Сьогодні державний реєстр сортів рослин, придатних до вирощування в Україні включає 17 сортів амаранту кормового напряму використання (табл. 2.1) [20].

Таблиця 2.1 – Перелік сортів амаранту

Назва сорту	Рік	Місце винайдення
1	2	3
Ацтек	1998	Інститут кормів НААН України
Галицька	2002	Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону Української академії аграрних наук
Жайвір	2000	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України
Кармін	2000	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України
Кремовий ранній	1998	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України
Лера	2003	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Надія	2000	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Орхідея	1999	Інститут кормів НААН України
Пальміра	2010	Інститут кормів НААН України
Поліщук	1999	Інститут сільського господарства Полісся Української академії аграрних наук

1	2	3
Роганський	2001	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Сем	2003	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Скіф	1998	Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону Української академії аграрних наук
Стерх	1994	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка Національної академії наук України
Студентський	2009	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Ультра	1998	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Харківський 1	2001	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

Гранули крохмалю амаранту мають діаметр в межах 0,5 і 2,5 мкм, схожі на рисові, але менші, ніж у крохмалів інших зернових культур. Порівняння гранул крохмалю амаранту з гранулами пшениці, рису та картоплі показано на рис. 2.3

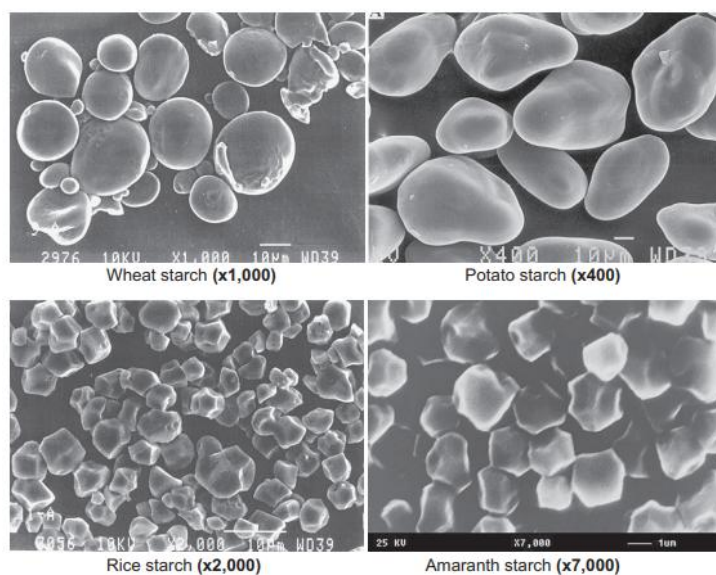


Рисунок 2.3. Порівняння розмірів зерен крохмалю

Процес біоактивації зерна є контрольованим і включає насичення зерна вологою та його проростання. Під час цього процесу високомолекулярні речовини перетворюються на форми, які легко доступні для організму. Це дозволяє зерну стати джерелом біологічно активних речовин, зокрема сприяє збільшенню кількості амінокислот і поліпшенню амінокислотного складу продукту [21].

У дослідженні Horstmann S.W. та ін. [22] було вивчено вплив борошна, отриманого з пророщених зерен амаранту, пшона, люпину, чечевиці, гороху, кукурудзи і кіноа, на якість безглютенового хліба, виготовленого на основі картопляного крохмалю, при додаванні такого борошна у кількості 5%. Виявлено, що додавання амарантового борошна з пророщеного зерна позитивно впливає на питомий об'єм готових виробів, який збільшується у 1,24 рази, а також підвищує м'якість м'якушки хліба.

Також було встановлено, що введення 5-15% амарантового борошна без попередньої біоактивації зерна призводить до поліпшення питомого об'єму і комплексної органолептичної оцінки, але в деяких дослідженнях [23,24] було виявлено зниження споживчої якості виробів.

У дослідженні [25] було проаналізовано вплив суцільнозмеленого амарантового борошна на харчову цінність пшеничного хліба. Відсоток заміни коливався в межах 0-40% від маси пшеничного борошна. Було встановлено, що для отримання оптимальної якості готових виробів максимальний відсоток заміни пшеничного борошна не повинен перевищувати 20%

Збільшення вмісту диспергованого зерна амаранту до 30% [26] не призводило до поліпшення якості пшеничного хліба, виготовленого опарним способом. Тривалість замочування зерна амаранту становила 24-48 години до пом'якшення плодової оболонки, уникнення появи.

У дослідженні [27] були досліджені реологічні властивості тіста з використанням біоактивованого амарантового борошна порівняно з непророщеним борошном. Для цього були використані суміші пшениці і амаранту з різним вмістом амарантового борошна: 0%, 5%, 15% і 25%.

В результаті досліджень було встановлено, що включення амарантового борошна до 25% не суттєво змінює фізико-хімічні та реологічні властивості пшеничного тіста, але при цьому спостерігається підвищення його водопоглинання. Додавання 25% амарантового борошна, незалежно від того, чи було зерно пророщене, чи ні, відповідає прийнятним реологічним властивостям тіста для виробництва хліба.

Це означає, що використання біоактивованого амарантового борошна може бути ефективним способом покращення якості хліба, зберігаючи при цьому його реологічні властивості.

Використовується амарантове борошно як згущувач підлив, супів і рагу. Пророщений амарант використовується в салатах. Приготування їжі амарант покращує його засвоюваність і засвоєння поживних речовин. У амарантовому борошні відсутній глютен білки, присутні в пшениці; тому він не підходить для випікання хліба. Його змішують з пшеничним борошном для приготування бездріжджового плоского хліба, відомого як чапаті в Індії та коржі в Латинській Америці. Амарантове борошно також використовують для приготування бісквітів, мафінів, млинців, макаронних виробів, плоских хлібців, екструдованих продуктів тощо. В Індії зернові найчастіше використовується у вигляді цукерок, відомих як ладду [28,29].

Кунжут - це відома протягом багатьох століть стародавня культура, яка зростає особливо в Азії та Африці і використовується як цінне джерело олії та білка. (рис. 2.4 а) [30].

Виробництво насіння кунжуту є значним і знаходиться в стані зростання, особливо в останнє десятиліття, світове виробництво кунжуту становить від 5 до 6 мільйонів тонн на рік.

Світове виробництво насіння кунжуту (рис.2.4 б), коливається від 5 до 6 мільйонів тонн кожен рік. Виробництво та споживання кунжуту постійно зростають, особливо протягом останнього десятиліття. Головними світовими виробниками насіння кунжуту є Індія та Китай.

Ріст споживання кунжуту пов'язаний зі зростанням популярності цього продукту як харчової добавки і вживання його у різних кулінарних традиціях.

Кунжут використовується в приготуванні хліба, кондитерських виробів, соусів, салатів, смаження, а також у виробництві рослинних олій. [31].



а)



б)

Рисунок 2.4. Кунжут: а) рослина; б) насіння

Цінність кунжутного насіння дійсно обумовлена його складом і поживною цінністю. Основні компоненти насіння кунжуту містять жири – 44-58%, білки – 18-25%, вуглеводи – 13,5% і золу.

Вітамінний склад кунжутного насіння:

- бета-каротин;
- тіамін;
- рибофлавін;
- ніацин;
- піридоксин;
- α - і γ -токофероли;
- холін.

Щодо мінеральних сполук, кунжут містить кальцій, калій, фосфор, магній, манган, залізо, мідь та селен.

Особливо варто зазначити, що кунжут вважають найбагатшим джерелом кальцію. Навіть споживання всього 30 г насіння кунжуту може забезпечити 40% добової потреби в кальції. Це особливо корисно для тих, хто не споживає молочні продукти або шукає альтернативні джерела кальцію.

Білки в насінні кунжуту також мають високу біологічну цінність. Вони багаті на метіонін і, особливо, на триптофан. Це робить білок кунжуту корисним додатком до раціону харчування, особливо для вегетаріанців або тих, хто шукає рослинні джерела високоякісних білків.

Загалом, насіння кунжуту містить багато жирів, білків, вуглеводів, вітамінів і мінералів, що робить його цінним продуктом з поживною цінністю та потенційними користями для здоров'я. [32].

У Державному реєстрі сортів рослин, дозволених для вирощування в Україні, зареєстровано чотири сорти, які були розроблені в Інституті олійних культур і хмелю Національної академії аграрних наук (ІОК НААН): пізньостиглі сорти Боярин і Кадет, середньопізній сорт Гусар, а також сорт Ілона, який характеризується практично нерозтріскуваними коробочками. Усі ці сорти рекомендуються для використання в кондитерській та олієжировій галузях. Крім того, вони мають світлонасінневу структуру та високий вміст олії [33].

Для виготовлення дослідних зразків пісочного печива з використанням диспергованого зерна амаранту було обрано сорт амаранту Харківський 1 (рис.2.5)



Рисунок 2.5 – Насіння амаранту сорту Харківський 1

Виробник ФОП Миргород Н.В., м. Черкаси. Вироблено згідно ДСТУ 2240-93 [34].

Також як додаткове джерело збагачення пісочного печива корисними макро- та мікроелементами було обрано кунжутне борошно виготовлене з кунжутного насіння ТМ «Своя лінія» (рис.2.6).



Рисунок 2.6 – Насіння кунжуту ТМ «Своя лінія»

Зерно амаранту та насіння кунжуту характеризуються високою харчовою цінністю, високим рівнем засвоюваності білка (для амаранту), значним вмістом жирів (кунжут), вмістом вітамінів, незамінних амінокислот та харчових волокон.

Хімічний склад та харчову цінність вищезазначених культур наведено в табл.2.2

Таблиця 2.2 – Хімічний склад амаранту та кунжуту

Показник	Зерно амаранту Харківський 1	Насіння кунжуту ТМ «Своя лінія»
1	2	3
Енергетична цінність, ккал	373	664
Білки, г	14,5	22
Жири, г	6,5	58
Цукор, г	1	1
Вуглеводи, г	66,2	4

Насичені жирні кислоти, г	0	9
---------------------------	---	---

Продовження табл. 2.2

1	2	3
Мононенасичені жирні кислоти, г	0	23
Поліненасичені жирні кислоти	0	23
Вітаміни	Вітамін А, С, К, РР, вітаміни групи В	Вітамін А, вітаміни групи В, вітамін С, Е, К
Кальцій, мг	158	959
Сіль	0	0
Вода	0	3

Справді, насіння амаранту відрізняються високою якістю білка порівняно з іншими зерновими культурами. Білок амаранту містить усі незамінні амінокислоти, необхідні для організму людини. Зокрема, вміст лізину і метіоніну, які є незамінними амінокислотами, вищий в амаранті порівняно з традиційними зерновими культурами.

Лізін є важливою амінокислотою, необхідною для синтезу білків, росту і розвитку організму, а також для утворення колагену і вироблення антитіл. Це незамінна амінокислота, що означає, що організм не може виробляти її самостійно і повинен отримувати її з їжею.

Метіонін також є незамінною амінокислотою, яка виконує кілька важливих функцій в організмі, включаючи синтез білків, метаболізм жирів і утворення гомоцистеїну. Як і лізін, метіонін є незамінною амінокислотою, яку організм не може синтезувати самостійно і потребує її зовнішнього постачання.

Завдяки високому вмісту лізину і метіоніну, білок амаранту є цінним джерелом цих незамінних амінокислот. Це робить амарант привабливим продуктом для тих, хто шукає джерела високоякісного білка у раціоні харчування [35].

2.2 Методи дослідження

Визначення органолептичних властивостей.

Аналіз органолептичних властивостей пісочного печива проводиться за вимогами, що зазначені в ДСТУ 3781-2014 Печиво. Загальні технічні вимоги (табл. 2.3) [36].

Таблиця 2.3 – Органолептичні показники печива здобного (пісочного)

Назва показника	Характеристика та норми для печива
Форма	Відповідна цій назві печива без вм'ятин, краї печива повинні бути рівними чи фігурними, без пошкоджень. Допускається наявність надломленого печива – не більше 5 % від маси нетто пакувальної одиниці.
Поверхня	Непідгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули, і вкраплень крихт. Оздоблення верхньої поверхні повинне відповідати рецептурі.
Колір	Властивий печиву цієї назви, різних відтінків, рівномірний. Допускається темніше забарвлення частин рель'єфного малюнку, що виступають, і країв печива, а також низу печива і темнозабарвлені сліди від сітки печі та трафаретів.
Смак та запах	Властиві печиву цієї назви, без сторонніх запахів та присмаків.
Вигляд у розломі	Рівномірно-пористий без порожнин. Печиво повинне бути пропечене.

Результатом проведення аналізу є висновок чи відповідає зразок вимогам представленим у відповідній нормативній документації чи ні.

Визначення вологості.

Другий дослід, який необхідно провести для оцінки пісочного тіста, це вологість. Для визначення вологості використовується метод сушіння в електросушильній шафі типу СЕШ-3М (рис.2.3). Перед початком аналізу з бюкс знімають кришки, підкладають їх під дно і в такому вигляді ставлять у сушильну шафу, розігріту до температури 130°C. При цій температурі бюкси залишають в шафі на 20 хвилин, виймають, охолоджують в ексікаторі та зважують (з точністю до 0,05 г).

Підготовка проби проводиться безпосередньо перед початком аналізу. Для цього використовують тільки середню частину продукту (без країв), подрібнюють її на лабораторному млинку



Рисунок 2.3. Шафа сушильна типу СЕШ-3М

З готового зразка беруть дві наважки по 5 г у підготовлені бюкси . Бюкси з наважками та кришкою (розташованою під дном) розміщують у розігріту сушильну шафу на 40 хвилин. Потім виймають їх, і швидко накривають та поміщають для охолодження в ексікатор на 20 хвилин. Після охолодження бюкси з висушеними і охолодженими наважками зважують і записують вагу з точністю до 0,01.

Вологість продукту (W) у відсотках розраховують за формулою:

$$W = (m_1 - m_2) \cdot 20, \% \quad (2.1)$$

де m_1 – маса бюкси з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкси з наважкою після висушування, г.

Розрахунки проводяться з точністю до другого знаку після коми, а результати вимірювання вологості округлюються до першого знаку після коми. Допустиме відхилення між результатами двох однакових вимірювань не повинно перевищувати 0,2%. Якщо розбіжність між результатами перевищує 0,2, необхідно повторити вимірювання вологості зразків. Остаточним результатом аналізу є середнє арифметичне двох однакових результатів вимірювання. Максимальний допустимий вміст вологості у пісочному печиві не повинен перевищувати 15,5%.

Визначення намоочуваності.

Намоочуваність (набухання) – це відсоток маси вологого продукту до маси сухого продукту за певний час. Для визначення набухання продукт ділять навпіл, половинки разом зважують на технічних вагах з точністю до 0,01 г і занурюють у ємність з водою кімнатної температури. Через 5 хвилин виймають половинки, для видалення залишків вологи з поверхні використовують фільтрувальний папір або гігроскопічну вату, і зважують. Якщо маса продукту до змоочування становить g , а після змоочування – g_1 , відсоток змоочування можна розрахувати за допомогою формули

$$P = \frac{g_1}{g} \cdot 100, \% \quad (2.2)$$

За ДСТУ 3781-2014, намоочуваність пісочного печива повинна бути не менше 110%.

2.3 Методика виготовлення дослідних зразків печива

Одним з видів борошняних кондитерських виробів є пісочне печиво. Для пісочного тіста характерне наступне співвідношення борошна, жиру і цукру – 3:2:1. Основною характеристикою даного тіста є його крихкість після випікання готових виробів. Крихкість забезпечує велика кількість жиру (вершкове масло чи маргарин) і повна відсутність рідини (олія, вода, молоко і т.д.), окрім яєць. При розламуванні печиво розсипається на дрібні крихти, так звані «піщинки».

Для забезпечення належної якості виробів, потрібно дотримуватись установлених правил приготування пісочного тіста.

Технологія приготування печива пісочного за традиційною рецептурою зображена на рис. 2.4

Процес виробництва печива відбувається наступним чином. В бак збивальної машини завантажують масло нарізане на шматочки, цукор і починають процес збивання, до отримання однорідної консистенції. Яйця після обробки з'єднують з сіллю, содою, амонієм та ванільною есенцією і перемішують до розчинення сипучих компонентів. Отриману суміш поступово

вливають у збите масло. Перемішування продовжують до повного розчинення кристалів цукру. Далі в отриману масу додають заздалегідь просіяне борошно, та продовжують замішувати тісто ще 1-2 хв. В результаті замішування тісто має мати м'яку та пластичну консистенцію.

Отримане тісто розкочують за допомогою дерев'яної качалки в пласт товщиною від 3 до 10 мм, однаковою за всією площею. Далі з отриманого пласта видавлюють тістові заготовки довільної форми та поміщають на лист для випікання, попередньо застелений пергаментним папером.

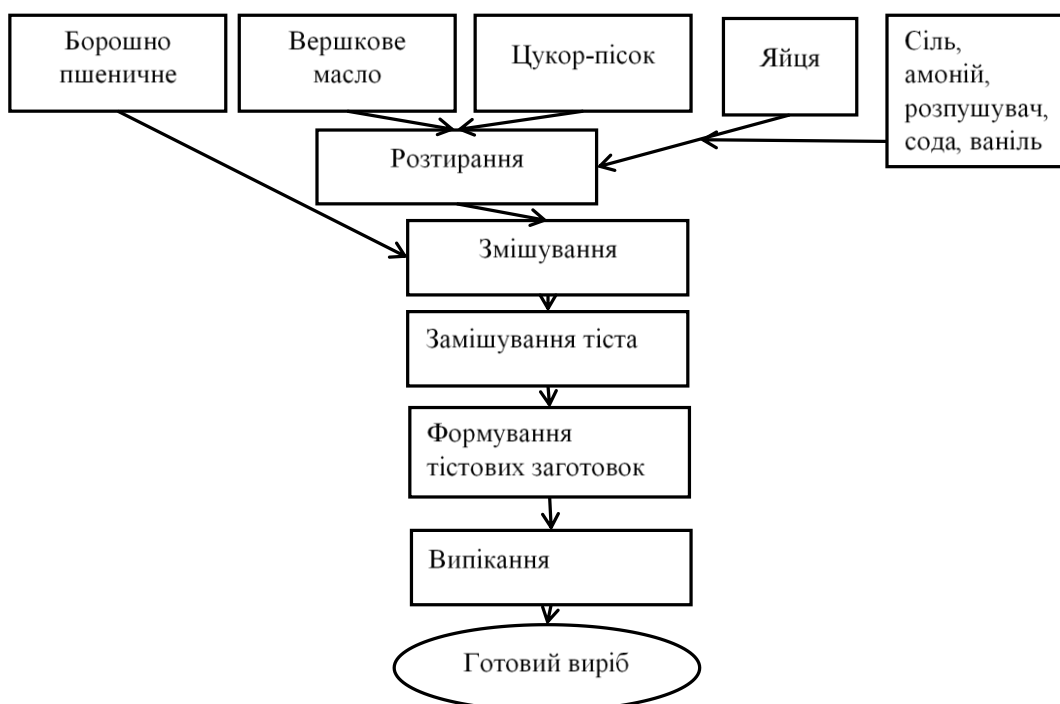


Рисунок 2.4. Технологія виробництва пісочного печива

Випікають тістові напівфабрикати протягом 10-15 хв., при температурі від 230 до 240°C. Готовність виробів визначається візуально.

Біологічна цінність харчового продукту – загальне поняття і обумовлюється біологічною цінністю таких нутрієнтів, як: білки, жири, вуглеводи, вітаміни і мінеральні речовини.

Розрахувати калорійність пісочного печива з додаванням біологічно активованого зерна амаранту можна відповідно до рецептури наведеної нижче (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Рецептūra дослідних зразків

Сировина	Маса в рецептурі, г	
	Контрольний зразок	Зразок 1
Борошно пшеничне в/г	100	92
Біологічно активоване дисперговане зерно амаранту	-	5
Кунжутне борошно	-	3
Масло вершкове	55,5	55,5
Цукор	37	37
Яйця	13	13
Амоній	0,1	0,1
Сода	0,1	0,1
Сіль	0,35	0,35
Ваніль	(0,1)	0,1
Разом	206,15	

Для розрахунку калорійності продукту розраховуємо необхідний коефіцієнт K за формулою:

$$K = \frac{m}{B} \quad (2.1)$$

де, m – маса продукту в рецептурі, г;

B – загальна маса продуктів в рецептурі, г.

Проводимо розрахунок коефіцієнту для першого інгредієнту за формулою 2.1. Інші коефіцієнти розраховуємо аналогічно і заносимо в табл 2.5.

$$K = \frac{100}{206,15} = 0,485$$

Таблиця 2.5 – Харчова цінність інгредієнтів аналізованого продукту

Сировина	Маса в рецептурі, г		Коефіцієнт K	Харчова цінність, г/100 г		
	Контрольний зразок	Зразок 1		білки	жири	вуглеводи
1	2	3	4	5	6	7

1	2	3	4	5	6	7
Борошно пшеничне в/г	100	92	0,485	10	0,9	74
Біологічно активоване дисперговане зерно амаранту	-	5	0,0242	14,5	6,5	66,2
Кунжутне борошно	-	3	0,0146	28	9	46
Масло вершкове	55,5	55,5	0,2692	0,8	73	1,3
Цукор	37	37	0,1794	0	0	100
Яйця	13	13	0,063	12	10	0,8
Амоній	0,1	0,1	0,0005	0,2	0	20
Сода	0,1	0,1	0,0005	0	0	0
Сіль	0,35	0,35	0,0017	0	0	0
Ваніль	0,1	0,1	0,0005	0	0	100
Всього	206,15	-	-	-	-	-

Розрахунок харчової цінності для контрольного зразка.

Калорійність білка визначають за формулою:

$$B = K_1 \cdot B_1 + K_2 \cdot B_2 + \dots + K_n \cdot B_n \quad (2.2)$$

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

B_n – маса білка конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

$$B = 0,485 \cdot 10 + 0,2692 \cdot 0,8 + 0,063 \cdot 12 + 0,0005 \cdot 0,2 = 4,85 + 0,22 + 0,76 + 0,00001 = 5,83 \text{ ккал}$$

Калорійність жиру визначають за формулою:

$$Ж = K_1 \cdot Ж_1 + K_2 \cdot Ж_2 + \dots + K_n \cdot Ж_n \quad (2.3)$$

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

J_n – маса жиру конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

$$Ж = 0,485 \cdot 0,9 + 0,2692 \cdot 73 + 0,063 \cdot 10 = 0,4 + 19,6 + 0,63 = 20,63 \text{ ккал}$$

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 В – калорійність вуглеводів в продукті, г/100 г;

B_n – маса вуглеводів конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

$$B = 0,485 \cdot 74 + 0,2692 \cdot 1,3 + 0,1794 \cdot 100 + 0,063 \cdot 0,8 + 0,0005 \cdot 20 + 0,0005 \cdot 100 = 35,89 + 0,35 + 17,94 + 0,05 + 0,01 + 0,05 = 54,3 \text{ ккал}$$

Загальну калорійність визначають за формулою:

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

де Б – калорійність білка в продукті, ккал;

Ж – калорійність жиру в продукті, ккал;

В – калорійність вуглеводів в продукті, ккал

$$K_3 = 5,83 + 20,63 + 54,3 = 80,76 \text{ ккал}$$

Розрахунок харчової цінності для дослідного зразка 1.

Калорійність білків:

$$B = 0,485 \cdot 10 + 0,0242 \cdot 14,5 + 0,0146 \cdot 28 + 0,2692 \cdot 0,8 + 0,063 \cdot 12 + 0,0005 \cdot 0,2 = 4,85 + 0,35 + 0,4 + 0,22 + 0,76 + 0,00001 = 6,58 \text{ ккал}$$

Калорійність жирів:

$$\begin{aligned} \mathcal{J} &= 0,485 \cdot 0,9 + 0,0242 \cdot 6,5 + 0,0146 \cdot 9 + 0,2692 \cdot 73 + 0,063 \cdot 10 = \\ &0,4 + 0,16 + 0,13 + 19,6 + 0,63 = 20,92 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Калорійність вуглеводів:

$$\begin{aligned} B &= 0,485 \cdot 74 + 0,0242 \cdot 66,2 + 0,0146 \cdot 42 + 0,2692 \cdot 1,3 + 0,1794 \cdot 100 + 0,063 \cdot 0,8 + 0,0005 \cdot 20 + 0,0005 \cdot 100 = \\ &35,89 + 1,6 + 0,61 + 0,35 + 17,94 + 0,05 + 0,01 + 0,05 = 56,51 \text{ ккал} \end{aligned}$$

Загальна калорійність:

$$K_3 = 6,58 + 20,92 + 56,51 = 84,01 \text{ ккал}$$

Висновки до розділу 2

Експерти Організації Об'єднаних Націй з продовольства та сільського господарства (ФАО) визнали амарант культурою XXI століття, оскільки дуже мало рослин мають такий широкий комплексний спектр використання. Перш за все, амарант широко можна використовувати у харчовій промисловості, включаючи нові сорти хліба з додаванням амарантового борошна, кондитерські вироби, кулінарію, дитяче та дієтичне харчування, пивоваріння та інші галузі.

Кунжутне знежирене борошно можна було б використовувати для доповнення харчових продуктів і покращення їх антиоксидантних властивостей. Однак, щоб проявляти цю активність в організмі та вважати функціональним інгредієнтом, поліфенольні сполуки повинні бути здатні протистояти обробці та шлунково-кишковому травленню, а потім засвоюватися.

Отже, цілком перспективним вважається розробка пісочного печива в якому певний відсоток пшеничного борошна буде замінений на біологічно активоване зерно амаранту та кунжутне борошно. [37].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини

У рецептурі пісочних напівфабрикатів є ряд основних інгредієнтів.

Необхідними компонентами для цієї рецептури є борошно пшеничне, цукровий пісок, меланж, вершкове масло, сода, вуглекислий амоній, есенція, сіль. Наша пропозиція щодо покращення тіста для печива ґрунтується як на наших власних дослідженнях, так і на дослідженнях інших експертів. Наші результати свідчать про використання біоактивованого зерна амаранту, яке згодом перемелено в борошно та заміна 3 % пшеничного борошна на кунжутне. Ці інгредієнти допомагають у виробництві печива, надаючи зміцнюючий ефект тісту. Амарант багатий фітиновою кислотою, яка є потужним антиоксидантом, який, як було показано, активує імунітет Т-клітин і забезпечує протипухлинний захист. Доведено, що ця суміш харчових волокон запобігає дисбактеріозу, а також відновлює концентрацію як лактобактерій, так і біфідобактерій. Крім того, особливий хімічний склад амаранту сприяє посиленню трофіки і регенерації тканин.

Амарант є нішевою культурою, основна перевага якої полягає у високому вмісті білка. На 100 грам амаранту припадає 14 грамів білка, 65 грамів вуглеводів і 7 грамів клітковини. Насіння амаранту також багате мінералами, такими як кальцій, залізо, магній, фосфор і інші. Крім того, амарант містить ряд корисних і необхідних вітамінів групи В, зокрема фолієву кислоту, тіамін, вітамін В6, пантотенову кислоту. Разом з тим, в амаранті присутні вітаміни А, С, Е, К. Крім того, амарант містить значну кількість амінокислоти лізину і ненасичених жирних кислот, таких як олеїнова, лінолева і ліноленова.

3.2 Варіації замісу дослідних зразків тіста

Для створення рецепту безглютенового печива потрібно оцінити якісний та кількісний склад компонентів рецептури. Ми провели аналіз класичних

рецептур печива з пшеничного борошна, які містяться в нормативній документації, включаючи рецептури вітчизняних та закордонних виробників.

Для реалізації технологічних підходів і розробки регламентів виготовлення безглютенового печива, ми розглянули основні відмінності у функціональній ролі рецептурних інгредієнтів, що виникають внаслідок застосування різних способів розпушення тіста (закваска, взбивання або комбінований) і різних складових рецептури тіста (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Варіації замісу тіста з безглютенової борошняної сировини з додаванням біологічно активованого зерна амаранту та додаткових компонентів

Найменування	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5
Борошно пшеничне вищого гатунку, г	100	92	87	82	77	72
Біоактивоване дисперговане зерно амаранту, г	-	5	10	15	20	25
Борошно кунжутове, г	-	3	3	3	3	3
Масло вершкове, г	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5
Цукор, г	37	37	37	37	37	37
Яйця, г	13	13	13	13	13	13
Амоній, г	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Сода, г	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Сіль, г	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Ваніль, г	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Для дослідного зразку 1 було вирішено замінити 8 % пшеничного борошна диспергованим зерном амаранту (5%) і кунжутним борошном (3%). В наступному дослідному зразку 2 заміна пшеничного борошна становила 13% - 10% диспергованого зерна амаранту і 3% кунжутного борошна. В 3 зразку було замінено 18% пшеничного борошна (біоактивоване зерно амаранту 15%;

борошно кунжутне 3%). Для 4 і 5 зразків було обрано 20 і 25% заміни пшеничного борошна диспергованим зерном амаранту і 3% кунжутного борошна.

3.3 Опис технологічної схеми виробництва пісочного печива з використанням біологічно активованого зерна амаранту

Технологія виробництва печива пісочного з додаванням диспергованого зерна амаранту представлена на рис.3.1

Спочатку всі сипучі інгредієнти зважили та просіяли, рідкі та тверді – зважили. Попередньо для біоактивації зерен амарант замочили у воді кімнатної температури у співвідношенні 1:1 і залишили у холодильнику на 36 год, після чого зерна промили та перемололи на борошно. Кунжутне насіння також перемололи у борошно.

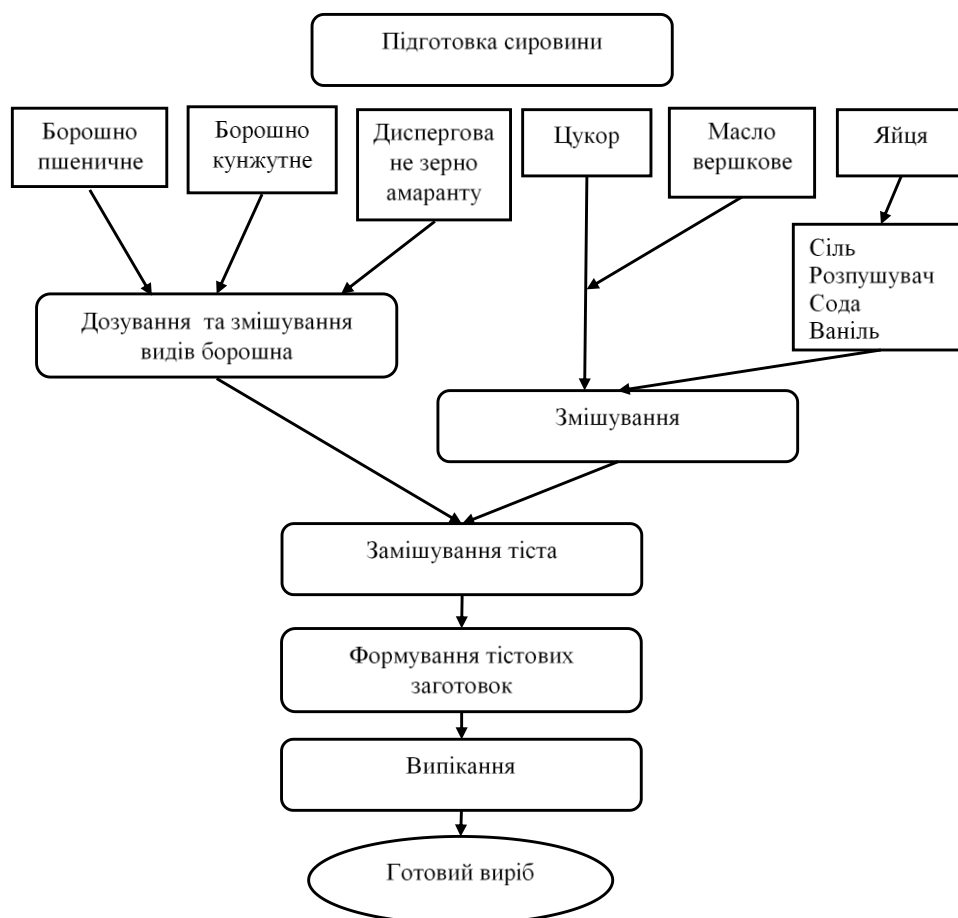


Рисунок 3.1 Технологічна схема виробництва печива з диспергованим зерном амаранту та кунжутним борошном

У бачок збивальної машини заклали порізане на шматочки вершкове масло та цукор і почали розтирання до розчинення його кристалів. До отриманої маси додали яйця, в яких попередньо розчинили соду, сіль, розпушувач та ваніль. Продовжували перемішування до отримання однорідної маси. Наступним етапом було додавання борошна до отриманої суміші, тісто замішували протягом 1-2 хв.

Пісочне тісто розкочували шаром з однаковою товщиною по всій площі, оскільки при випіканні тонкі місця будуть швидше пропікатись і мати темніший колір. З розкоченого пласту тіста за допомогою металевих виїмок видушили заготовки круглої форми, виклали на лист попередньо застелений пергаментним папером та заклали в піч для випікання. Вироби випікали при температурі 230°C, протягом 5-10 хв.

3.4 Результати експериментальних досліджень

Визначення органолептичних властивостей.

Органолептичну оцінку готовим дослідним виробам було надано у відповідності з вимогами наведеними у ДСТУ 3781-2014. Результати зазначені в табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Органолептична оцінка

№ з/п	Назва показника				
	Форма	Поверхня	Колір	Смак і запах	Вигляд у розломі
1	2	3	4	5	6
Контрольний	Правильна	Відповідає	Властивий даному виду виробу, рівномірний	Маслянистий	Відповідає
Зразок 1	Правильна	Відповідає	Властивий даному виду виробу, рівномірний	Властивий даному виду виробу, солодкий	Відповідає
Зразок 2	Правильна	Відповідає	Властивий даному виду виробу, рівномірний	Властивий даному виду виробу, солодкий	Відповідає

1	2	3	4	5	6
Зразок 3	Правильна	Присутня рельєфна поверхня	Властивий даному виду виробу, рівномірний	Властивий даному виду виробу, солодкий	Відповідає
Зразок 4	Правильна	Присутня рельєфна поверхня	Властивий даному виду виробу, рівномірний	Властивий даному виду виробу, солодкий	Злегка забите
Зразок 5	Правильна	Присутня рельєфна поверхня	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу, солодкий	Забите

Разом з проведенням органолептичного аналізу, було надано бальну оцінку дослідним зразкам за кожним показником. Бальну оцінку зображено у вигляді профілограм наведених на рис.3.2.

На рис.2.9 можна побачити, як змінюється якість пісочного печива при заміні пшеничного борошна диспергованим зерном амаранту.



Рисунок 3.3. Вплив диспергованого зерна амаранту на якість пісочного печива
 К- контрольний зразок; 1 – вміст диспергованого зерна амаранту 5%; 2 – вміст диспергованого зерна амаранту 10%; 3 – вміст диспергованого зерна амаранту 15%; 4 – вміст диспергованого зерна амаранту 20%; 5 – вміст диспергованого зерна амаранту 25%



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рисунок.3.2. Органолептична оцінка дослідних зразків

Як видно з профілограм найкращим за органолептичними показниками якості був зразок 1 з 5%-им вмістом біологічно активованого зерна амаранту.

Вологість дослідних зразків печива визначали стандартним методом зазначеним у розділі 2, пункт 2.2. Розрахунок вологості здійснювали по формулі. Результати визначень наведені у табл.3.3.

Таблиця 3.3 – Вологість дослідних зразків

№ з/п	Вологість, %
Контрольний зразок	3,9
Зразок 1	2,6
Зразок 2	2,6
Зразок 3	2,4
Зразок 4	2,3
Зразок 5	2,2

Як видно з результатів розрахунків, вологість печива зі збільшенням відсотку біологічно активованого амаранту у рецептурі, зменшувалась (рис.3.4).

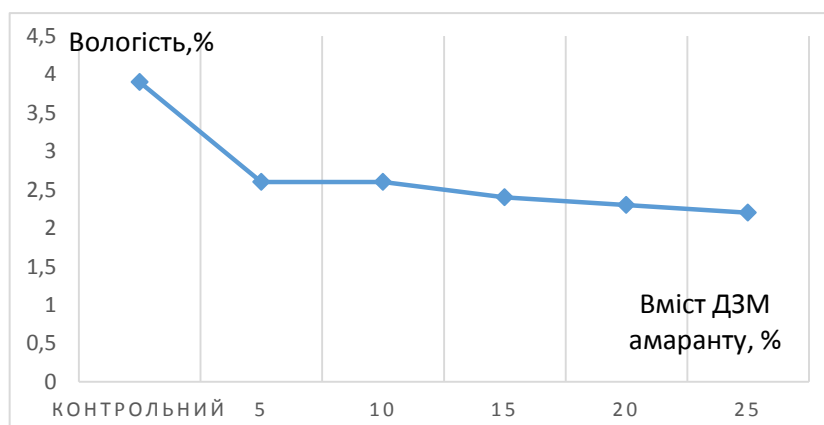


Рисунок 3.4. Графік залежності вологості печива від кількості амаранту у рецептурі

Зменшення показника вологості може бути пов'язане з тим, що дисперговане зерно амаранту має більше невисокий вміст вологи, за рахунок чого воно адсорбує частину вологи з пшеничного борошна, відсоток якого зі збільшенням внесення диспергованого зерна амаранту також зменшується, що призводить до зниження вологості борошняної суміші і чим більше дозування ДЗМ, тим нижча вологість [38].

Намочуваність виробів визначали за методикою наведеною в розділі 2, пункті 2.2. Відповідні розрахунки здійснювали за формулою 2.2. Результати зазначені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 Намочуваність дослідних зразків

№ з/п	Намочуваність, %
Контрольний	155
Зразок 1	139
Зразок 2	138
Зразок 3	167
Зразок 4	187
Зразок 5	177

Зростання відсотку намочуваності пов'язано з вологістю дослідних зразків. Спостерігається наступна залежність: чим менша вологість тим більша намочуваність печива.

Висновки до розділу 3

В результаті проведених досліджень над лабораторними зразками пісочного печива з додаванням біологічно активованого диспергованого зерна амаранту, було визначено що найбільш вдалим і відповідним до органолептичних та фізико-хімічних показників був зразок 1, що містив у свої рецептурі 5% диспергованого зерна амаранту та 3% кунжуту.

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

Розробка рецептури нового виду пісочного печива, який був би багатшим на білки, вітаміни, мінеральні речовини та клітковину, є важливим кроком у покращенні якості борошняних кондитерських виробів, що доступні споживачам у супермаркетах. Їх збагачення поживними речовинами може мати позитивний вплив на здоров'я та харчування людей, особливо в умовах сучасного активного способу життя.

Основні компоненти, які можна врахувати при розробці рецептури нового виду пісочного печива:

1. Білки: додавання інгредієнтів, що містять високу концентрацію білка, таких як пророщені зерна або додаткові джерела білка (наприклад, соєвий протеїн, горіхи, насіння), може значно збільшити вміст білка у печиві.

2. Вітаміни та мінеральні речовини: додавання багатовітамінних і мінеральних преміксів або використання інгредієнтів, які є природнім джерелом вітамінів і мінералів (наприклад, фрукти, ягоди, зелень), допоможе збільшити їх кількість у борошняних виробах.

3. Клітковина: додавання висококліткових інгредієнтів, таких як цільозернове борошно, висівки, насіння чи крупи, допоможе підвищити вміст клітковини у печиві. Клітковина має важливе значення для здоров'я шлунково-кишкового тракту та регуляції глюкози в крові.

При розробці рецептури нового кондитерського борошняного виробу варто враховувати смакові вподобання споживачів, консистенцію та текстуру хліба, а також його тривалість зберігання. Налагодження співвідношення інгредієнтів та оптимізація технологічних процесів допоможуть отримати якісний виріб, багатий поживними речовинами.

Проте важливо також забезпечити ефективну комунікацію зі споживачами, щоб вони мали інформацію про переваги нового кондитерського виробу, його харчову цінність та спосіб виготовлення. Це сприятиме

підвищенню свідомості та зацікавленості споживачів у здоровому харчуванні і сприятиме популяризації таких нових продуктів на ринку.

4.1 Витрати на проведення досліджень

При плануванні та проведенні дослідження витрати визначаються за допомогою кошторису витрат. Основні складові витрат на проведення дослідження можуть включати:

- Витрати на матеріали: Це включає витрати на придбання необхідних інгредієнтів, реагентів, засобів контролю, устаткування та інших матеріалів, необхідних для проведення дослідження.

- Витрати на оплату праці: Це включає витрати на оплату праці дослідників, лаборантів, асистентів, які безпосередньо беруть участь у проведенні дослідження. Витрати на оплату праці можуть бути розраховані з урахуванням кількості годин роботи, тарифних ставок інших факторів.

- Витрати на утримання та експлуатацію устаткування: Якщо для проведення дослідження необхідне спеціальне устаткування, витрати на його утримання, обслуговування та ремонт також включаються до кошторису. Це можуть бути витрати на електроенергію, водопостачання, обслуговування інструментів, калібрування та інше.

- Вартість обладнання та амортизаційні відрахування: Якщо для проведення дослідження необхідне спеціальне обладнання, вартість його придбання або оренди включається до витрат. Також можуть враховуватися амортизаційні відрахування, які відображають ступінь зношеності та старіння обладнання.

Важливо врахувати всі витрати, що пов'язані з проведенням дослідження, для точного оцінювання його вартості і ресурсів, необхідних для його реалізації.

4.1.1 Витрати на матеріали для проведення дослідження

Витрати на матеріали, для проведення дослідів, визначаються 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. виміру	К-ть дослідів	Кількість повторностей	Витрати матеріалу, кг (л)	Загальна кількість, кг (л)	Ціна за одиницю, грн./кг (л)	Витрати, грн.
Борошно пшеничне в/г	кг	6	1	0,085	0,51	15,65	7,98
Біоактивоване дисперговане зерно амаранту	кг	5	1	0,015	0,075	590	44,25
Борошно кунжутове	кг	5	1	0,015	0,075	260	19,5
Масло вершкове	кг	6	1	0,056	0,333	386	128,5
Цукор	кг	6	1	0,037	0,222	34,40	7,64
Яйця	кг	6	1	0,013	0,078	0	0
Амоній	кг	6	1	0,0001	0,0006	180	0,10
Сода	кг	6	1	0,0001	0,0006	65,6	0,04
Сіль	кг	6	1	0,0035	0,021	18,70	0,4
Ваніль	кг	6	1	0,0001	0,0006	150	0,09
Всього							208,5

4.1.2 Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці працівників бюджетних організацій визначають виходячи із чисельності робітників, їх класифікації та місячного окладу. Результати розрахунку наведені в табл. 4.2.

Розрахунок заробітної плати керівника:

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

де C_3 – середньочасовий заробіток, грн.;

K – кількість людино-годин, год;

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

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:

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

де $\Phi З П$ – фонд заробітної плати, грн.

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

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 споживаної електроенергії

Найменування устаткування	Тривалість роботи, год.	Споживана потужність, кВт	Витрати ел. енергії, кВт	Загальна вартість ел. енергії, грн..
Духова шафа	0,2	45	9	15,12
СЕШ-3М	1,6	0,2	0,32	0,54
Ноутбук	30	0,056	1,68	0,094
Ваги лабораторні	1	5,5	5,5	30,25
Всього				46,04

4.1.4 Витрати на амортизацію устаткування

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

Таблиця 4.4 – Витрати на амортизацію устаткування

Найменування	Кількість	Тривалість роботи, днів	Первинна вартість, грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, грн.
СЕШ-3М	1	0,5	3000	5	0,2
Ноутбук	1	1,5	11000	25	11,3
Духова шафа	1	1	25000	15	10,3
Ваги лабораторії	1	0,3	6500	10	0,5
Всього					22,3

Витрати на амортизацію устаткування знаходять за формулою:

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

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Ф – вартість устаткування, яке використовувалось при дослідженнях, грн;

Н – норма амортизації, що припадає на рік, %;

t – час витрачений на проведення дослідження на даному устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

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

$$НВ = \frac{ВЗП \cdot 80}{100}, \text{ грн.}$$

(4.5)

де *ВЗП* – заробітна плата керівника роботи, грн.

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

Результати розрахунків по всіх параметрах наведені в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Кошторис витрат	Сума, грн.
Витрати на сировину	208,5
Витрати на оплату праці	547,38
Нарахування	120,42
Електроенергія	46,04
Амортизація	22,3
Накладні витрати	437,9
Усього витрат	1382,54

Вартість науково-дослідної роботи, що відноситься до фундаментальних досліджень, була обчислена на основі витрат, пов'язаних з проведенням

дослідження, а також з урахуванням його потенційної рентабельності, згідно з встановленою формулою:

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

(4.6)

де C – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність (30%).

$$Ц = 1383,54 + \frac{30 \cdot 1382,54}{100} = 1798,3 \text{ грн}$$

Висновки до розділу 4

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 становила 1798,3 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці в лабораторії освітнього закладу

Лабораторія, яка є частиною кафедри Харчових технологій Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, спеціалізується на оцінці якості зерна, зернопродуктів і харчових продуктів загалом. Її основна мета полягає у наданні якісних характеристик цих продуктів відповідно до замовлень науковців-співробітників університету, фермерських господарств, підприємств, хлібоприймальних підприємств, комбикормових заводів та інших клієнтів. Крім того, лабораторія також проводить лабораторні роботи зі студентами університету під керівництвом завідувача лабораторії або викладача.

Ефективна система управління охороною праці встановлюється та контролюється завідувачем кафедри. Завідуючий лабораторією відповідає за розроблення запобіжних заходів, спрямованих на забезпечення норм безпеки, гігієни праці та лабораторних умов. Лабораторія та кафедра підпорядковуються ректору ДДАЕУ.

Університет також має спеціаліста з охорони праці, яким є інженер. Інженер проводить вступний інструктаж та організує заходи з питань охорони праці разом зі співробітниками. Він інформує працівників про правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші нормативні акти. Також він займається розслідуванням.

Завідуючий лабораторією з охорони праці несе відповідальність за проведення початкового інструктажу з охорони праці для працівників та студентів. Він забезпечує та контролює процес ознайомлення студентів або працівників з правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами, що стосуються охорони праці.

Отже, однією з основних задач завідувачого лабораторією є відповідальність за забезпечення безпеки в науково-виробничій лабораторії під час проведення лабораторних занять або наукових експериментів.

У лабораторії обов'язково має бути облаштований куточок з охороною праці, який міститиме інформацію для студентів та працівників про заходи з охорони праці, завдяки якій рівень травматизму та професійних захворювань та причин їх виникнення буде зведений до мінімуму.

Перед початком роботи, вже на самому робочому місці з працівником індивідуально або з групою осіб однієї спеціальності проводиться первинний інструктаж .

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально з окремим студентом або групою студентів, які проводять досліди, з метою інформування та контролю безпечного виконання дослідів.

У випадках проведення позапланового інструктажу його основною метою є вивчення:

- нових інструкцій або стандартів, введених на підприємстві;
- особливостей зміни технології процесу та нового обладнання;
- наслідків небезпечної поведінки на виробництві та способи їх запобігання;
- нових документів органів державного нагляду за охороною праці та інших документів.

Індивідуальний або колективний позаплановий інструктаж з охорони праці проводить керівник підрозділу безпосередньо на робочому місці в залежності від конкретних обставин.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні окремих робіт, які не пов'язані напряму з основними дослідями студентів і вимагають допуску або письмового дозволу.

Студенти, які займаються дослідженнями в науково-виробничій лабораторії, отримують необхідні засоби індивідуального захисту, враховуючи специфіку їхніх робіт. В лабораторії, на кожному робочому місці, присутня карта умов праці (два примірники) і зберігається вона у завідуючого лабораторією та завідуючого кафедрою.

5.2 Аналіз стану охорони праці в харчовій лабораторії

Науково-виробнича лабораторія харчових підприємств займається розробкою нових продуктів, напівфабрикатів та вивченням їхнього стану після змін у рецептурі. Лабораторія також здійснює хімічний аналіз готових продуктів і сировини, а також контролює якість виробництва. Завідувач лабораторії спільно з інженером з охорони праці розробляють систему управління безпекою праці, і завідувач відповідає за її дотримання, забезпечуючи додержання санітарних і безпечних умов у лабораторії.

До роботи в лабораторії допускаються лише особи, які мають професійну підготовку і відповідне кваліфікаційне посвідчення, а також пройшли медичний огляд. Крім того, вони повинні пройти вступний інструктаж з охорони праці, пожежної безпеки, першої допомоги та електробезпеки, а також навчання безпечним методам праці. Працівникам, які не є електротехнічним персоналом, потрібно пройти перевірку засвоєння інструкцій з електробезпеки та отримати І групу електробезпеки. Молодшим за 18 років особам і особам з медичними протипоказаннями заборонено працювати в лабораторії. Працівникам також потрібно проходити повторний інструктаж з охорони праці на робочому місці не рідше одного разу на три місяці.

Також необхідно пройти навчання з безпечних методів і прийомів праці відповідно до програми, пройти стажування та підтвердити достатній рівень знань вимог щодо охорони праці.

До роботи в лабораторії не приймаються особи віком до 18 років і ті, у кого є медичні протипоказання. Працівник лабораторії повинен пройти повторний інструктаж не рідше одного разу на кожні три місяці.

Крім того, проводяться позапланові інструктажі при зміні правил з охорони праці, заміні або модернізації лабораторного обладнання та пристроїв, зміні умов і організації праці, а також у разі порушень інструкцій з охорони праці, тривалої перерви в роботі більше ніж 30 календарних днів. Крім того, проводиться цільовий інструктаж при виконанні одноразових робіт (крім посадових обов'язків) та перевірки знань вимог щодо охорони праці.

Працівник лабораторії повинен дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку та вимог цієї інструкції, а також інструкцій щодо заходів пожежної безпеки, електробезпеки та надання першої допомоги. Він повинен також дотримуватися вимог щодо експлуатації лабораторного обладнання, використовувати його за призначенням і бережно ставитися до наданих засобів індивідуального захисту.

Працівник лабораторії має володіти навичками надавання першої допомоги постраждалому в разі нещасного випадку. Він має знати місцезнаходження спеціальних засобів надання медичної допомоги, первинних вогнегасних засобів, головних та запасних виходів та шляхів для евакуації. Також, працівник повинен виконувати тільки прямі свої обов'язки, в тому числі недопуск на робоче місце сторонніх осіб, та підтримка чистоти та порядку на робочому місці.

Виробнича лабораторія має необхідне обладнання та матеріали для забезпечення гігієни і безпеки працівників. Це включає рукомийник, каналізацію, диспенсер з рідким милом, паперові серветки, антисептики, санітарний одяг, рукавички та інші одноразові засоби індивідуального захисту. Також важливими елементами є приточна вентиляція, бахіли та аптечка першої допомоги.

Після закінчення робочого дня у лабораторії необхідно проводити вологе прибирання з використанням засобів для дезінфекції, наприклад, хлору або інших дезінфікуючих засобів.

Лабораторія повинна бути оснащена необхідними системами, такими як вентиляція, водопровід, каналізація, холодильне та морозильне обладнання, а також прилади для здійснення аналізу та процесу виготовлення виробів. Поверхня робочого столу і витяжних шаф мають бути виконані з матеріалів, які стійкі до високих температур і хімічних реакцій з продуктами.

Співробітники лабораторії повинні дотримуватися правил особистої гігієни, що включає регулярне миття рук, використання засобів індивідуального захисту та дотримання чистоти під час роботи.

5.3 Аналіз виробничого травматизму

Аналіз та оцінка стану умов та охорони праці є необхідною складовою завдання керівництва адміністративно-територіальних одиниць, галузей та підприємств (підрозділів) для планування відповідних заходів з охорони праці. Щоб ефективно вирішувати питання, пов'язані з обліком, аналізом та оцінкою стану умов та безпеки праці, необхідно спочатку впровадити єдину державну статистичну звітність, що стосується обліку, аналізу та оцінки стану безпеки та умов праці на підприємствах, незалежно від форми власності.

З цією метою, згідно з чинним законодавством у галузі охорони праці, проводиться обов'язкова паспортизація виробництв та атестація робочих місць для об'єктивної оцінки умов праці.

Однією з форм забезпечення найвищої ефективності праці кожному робочому місці є атестація цехів і виробництв. Проводиться для визначення санітарно-технічного стану цехів, виробництв, будівельних майданчиків, а також наявності засобів охорони праці.

Для проведення атестації наказом організації створюється комісія фахівців на чолі з головним інженером, до складу якої входить голова профкому. Результати обстеження умов праці регулярно заносяться до санітарно-технічного паспорта, що дозволяє протягом певного періоду простежити динаміку стану умов праці на кожному робочому місці.

Головний інженер відповідає за проведення атестації та впровадження заходів на всьому підприємстві, зокрема за виконання правильного та своєчасного заповнення паспорта. Однак, за саме заповнення паспорта відповідальність несуть начальник ділянки та начальник цеху. Для організованої роботи з заповнення паспорта розробляється календарний план, в якому визначаються терміни та відповідальні особи за кожен етап робіт.

При проведенні аналізу травматизму в науково-виробничій лабораторії кафедри Харчових технологій разом із використанням актів розслідування нещасних випадків слід зробити висновок, що в даній лабораторії за весь час її існування не зафіксовано жодних випадків травматизму. Це можна пояснити

безпечністю приладів, що використовуються в лабораторії, але за умови дотримання правил їх належної експлуатації, а також низькими концентраціями хімічних речовин або.

5.4 Заходи з поліпшення охорони праці у господарстві

5.4.1 Атмосферний тиск.

Швидкість руху повітря на робочих місцях у виробничих приміщеннях має велике значення для створення комфортних умов праці. Треба відзначити, що людський організм здатний відчувати повітряні потоки вже за швидкості приблизно 0,15 м/с. У зимовий період швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,2-0,5 м/с, а влітку – 0,2-1,0 м/с. У гарячих цехах є допустимим збільшення швидкості обдування робітників до 3,5 м/с.

У виробничій діяльності людей на земній поверхні використовується зазвичай атмосферний тиск, близький до тиску на рівні моря, тобто 1000 ГПа. Проте існують випадки, коли атмосферний тиск виступає як фактор виробничого середовища у двох основних формах: високий і низький тиск. Людський організм зазнає впливу підвищеного тиску газового середовища під час водолазних спусків і кесонних робіт.[39].

Виробничий фактор – знижений тиск, виникає під час виконання різних робіт у гірській місцевості, а також при роботі з літаків і космонавтів під час злітно-посадкових операцій. Барометричний тиск має великий вплив на парціальний тиск кисню і азоту в повітрі, а це, в свою чергу, впливає на дихання. Знаходження на висоті пов'язане зі зменшенням атмосферним тиском, що призводить до зниження парціального тиску газів, зокрема кисню. Зменшення парціального тиску кисню може спричинити фізіологічні порушення в організмі та розвиток "висотної" або "гірської" хвороби. За висоти понад 2-3 км, ці порушення стають відчутними для меншості осіб, а для всіх інших помітні вже на висоті 4,5 км. Найнебезпечнішою є висота 8-8,5 км.

Зниження або підвищення атмосферного тиску під час роботи в гірських умовах або в кесонах призводить до змін у складі крові і обміну речовин в організмі. Швидке зниження тиску, зокрема при виході з кесона, становить

особливу небезпеку. Підвищений атмосферний тиск призводить до насичення крові і тканинних рідин азотом, особливо при тривалому впливі вищого тиску. Раптове зниження тиску викликає виділення азоту з крові і тканинних рідин у вигляді бульбашок, що можуть спричинити газову емболію і розриви кровоносних судин.

У тяжких випадках кесонної хвороби можуть виникати блювота, судоми, розлад мови, зниження серцевої діяльності, глибоке знепритомніння та параліч. Ці ускладнення можуть мати серйозні наслідки, а деякі навіть можуть призвести до смерті.

Таким чином, вирішення проблеми полягає у забезпеченні нормальними метеорологічними умовами у виробничих приміщеннях, і передбачає нормування таких параметрів мікроклімату

- температура;
- відносна вологість;
- швидкість руху повітря, атмосферний тиск.

Різкі зміни кліматичних умов здатні порушити рівновагу організму і впливати на людей з серцево-судинними і респіраторними захворюваннями, а також з психоемоційними розладами. До того ж, варто звернути увагу на зростаючий техногенний вплив на здоров'я людей і екологічну ситуацію загалом. Кліматичні умови можуть мати як негативний, так і позитивний вплив на стан організму людини. Використання знань в галузі кліматотерапії і медичної кліматології може сприяти зміцненню здоров'я та підвищенню його стійкості [40].

5.4.2 Вимірювання температури повітря.

Фізичні, механічні, хімічні та біологічні параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях переробних підприємств мають вплив на сировину, якість та безпеку продукції, а також на самопочуття працівників. Наприклад, висока температура і вологість сприяють швидкому розвитку мікроорганізмів і грибків, утворенню шкідливих газів, що може призводити до псування сировини і продукції, а також перегрівання організму людей. Недостатнє рух

повітря, особливо в разі наявності пилу та мікроорганізмів, може погіршувати ці умови і сприяти забрудненню продукції.

Недотримання вимог до температури, вологості та швидкості руху повітря в холодильниках може негативно позначитись на збереженості продукції. Низька температура та вологість можуть призводити до зниження теплотехнічних характеристик огорожуючих конструкцій та корозії обладнання. Недостатня освітленість робочих місць також негативно впливає на виробничий процес.

Отже, у виробничих цехах переробної промисловості необхідно контролювати показники мікроклімату та, за необхідності, оптимізувати їх відповідно до встановлених нормативів. Дослідження параметрів повітря проводяться для оцінки умов праці, ефективності вентиляції та забору проб повітря для санітарно-промислового аналізу. Заміри проводяться на різних висотах від підлоги та в робочій зоні в різні моменти часу.

При вимірюванні температури і вологості необхідно уникати прямого сонячного проміння, впливу тепла від систем опалення або обладнання, холодного повітря з вікон, дверей або вентиляції [41].

5.4.3 Вимірювання вологості повітря.

Атмосферне повітря та повітря в закритих виробничих приміщеннях завжди містять водяну пару, кількість якої залежить від періоду року, доби та погодних умов. У закритому приміщенні водяної пари більше, ніж у повітрі на відкритому просторі, тому що в процесі терморегуляції людського організму вона виділяється в навколишню середовище. Разом з тим волога виділяється з огорожувальних конструкцій та обладнання приміщень. Підвищена вологість сприяє простудним захворюванням, оскільки більшості бактерій для розвитку підходить холодне та вологе середовище. Перегрів організму та зниження апетиту через припинення процесу терморегуляції (потіння) є наслідком впливу вологого повітря при високих температурах.

Для виміру вологості повітря використовуються гігрометричні показники, які включають:

- абсолютна вологість;
- максимальна вологість;
- відносна вологість;
- дефіцит насичення;
- точка роси: температура за якої водяна пара повністю насичується і переходить з газоподібного у рідкий стан.

Для вимірювання вологості повітря в закритих виробничих приміщеннях застосовують психрометри (такі як статичний Августа і аспіраційний Ассмана), гігрометри та гігрографи [42].

5.4.4 Аналіз метеорологічних показників.

Метеорологічні умови лабораторії характеризують такі показники які: атмосферний тиск, температура повітря, вологість, швидкість руху повітря. Після проведення визначення метеорологічних показників у лабораторії ДДАЕУ та Технологічного коледжу ДДАЕУ, було зроблено висновок, що всі вищезазначені показники знаходяться в нормі і забезпечують належне, безпечну і комфортну роботу працівників лабораторії та лаборантів.

5.5 Розробка інструкції з охорони праці і безпеки праці при роботі з духовою шафою

Згідно з законом Про охорону праці в Україні, студенти мають виконувати такі обов'язки:

- Ознайомитися з вимогами нормативних актів про охорону праці та правилами поведіння з машинами, устаткуванням та іншими засобами виробництва.

- Використовувати засоби колективного та індивідуального захисту.

- Проходити попередні та періодичні медичні огляди згідно з встановленими правилами.

- Бути старше 18 років та пройти інструктаж з охорони праці для самостійної роботи з духовою шафою та лабораторним устаткуванням.

- Проходити різні інструктажі з охорони праці, включаючи вступний, первинний, повторний і позаплановий, залежно від ситуацій.
- Бути забезпеченим засобами індивідуального захисту.
- Забезпечувати достатній рівень освітлення на робочих місцях та проходах до них.

Додатково, перед початком роботи студенти повинні:

- Одягати санітарний одяг та закривати волосся під головним убором.
- Не тримати гострі предмети у кишенях санітарного одягу.
- Перевіряти наявність та справність захисного заземлення у духовій шафі.
- Повідомляти безпосереднього керівника про будь-які порушення вимог охорони праці, несправності устаткування, приладів, інструментів та засобів індивідуального захисту та не приступати до роботи, поки не будуть усунуті проблеми.

По закінченню проведення робіт необхідно вимкнути використане обладнання від електромережі. Також потрібно виконати вологе прибирання робочих поверхонь, витираючи їх тампоном, змоченим 3% розчином перекису водню з додаванням 0,5% мийного засобу. При виявленні будь-яких дефектів або несправностей під час роботи повідомити керівника, викладача або завідуючого лабораторією.

У разі аварійної ситуації слід вимкнути обладнання, попередити людей про небезпеку, повідомити безпосередньо керівнику про становище і діяти згідно з його інструкціями. Якщо термометри зламалися і ртуть розсипалася, треба збирати її мідною лопаткою, яку попередньо обробили в азотній кислоті. Щоб уникнути випаровування ртуті, слід зберігати її під шаром води у щільно закритому посудині і здавати згідно встановленого порядку. У разі пожежі треба негайно повідомити пожежну службу за номером 101, почати гасіння вогню за допомогою первинних засобів пожежогасіння, повідомити про пожежу керівника, викладача або завідуючого лабораторією. Якщо сталася травма, отруєння або раптове захворювання, слід надати першу допомогу, якщо потрібно, зателефонувати за номером 103 для швидкої медичної допомоги.

Висновки до розділу 5.

У даному розділі проведено аналіз норм і витягів зі статей, які встановлюють вимоги щодо дотримання охорони праці в науково-виробничій лабораторії ДДАЕУ та Технологічного коледжу ДДАЕУ.

Завідувач лабораторії має обов'язок створити для студентів умови роботи відповідно до вимог нормативно-правових актів на кожному робочому місці. Він також зобов'язаний забезпечити дотримання прав студентів, які гарантовані законодавством про охорону праці.

Отже, в результаті проведеного аналізу можна сказати, що стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри Харчових технологій ДДАЕУ є задовільним.

Особи, які порушують закони та інші нормативно-правові акти про охорону праці, а також представники профспілок, їх організацій та об'єднань, підлягають дисциплінарній, адміністративній, матеріальній або кримінальній відповідальності згідно із законом.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Додавання харчових волокон та інших нетрадиційних видів сировини до виробництва пісочного печива може підвищити його біологічну цінність та збагатити його харчовими речовинами. Амарантове борошно, біологічно активоване зерно амаранту, кунжутне борошно, морквяне пюре, м'якоть гарбуза та інші інгредієнти можуть бути використані для цього.

Включення амарантового борошна та біологічно активованого зерна амаранту у рецептуру печива дозволить збільшити його біологічну цінність завдяки високому вмісту білка, амінокислот, вітамінів та мінералів у цих інгредієнтах. Кунжутне борошно також може додати цінних жирів та мінералів до печива. Додавання морквяного пюре та м'якоті гарбуза може збагатити печиво вітамінами та антиоксидантами.

Зазначені інгредієнти можуть підвищити харчову цінність печива, розширити його асортимент та збільшити наявність корисних речовин. Проте, важливо враховувати, що додавання цих інгредієнтів може вплинути на текстуру, смак та якість печива, тому необхідно провести відповідні дослідження та адаптувати рецептуру для досягнення бажаного результату.

При проведенні лабораторних досліджень пісочного печива з додаванням біологічно активованого диспергованого зерна амаранту виявлено, що зразок 1, який складався з 5% диспергованого зерна амаранту в рецептурі та 3% кунжуту, дав найбільш сприятливі результати за показниками фізичні та хімічні властивості, а також сенсорні характеристики.

Для оцінки доцільності дослідження та вартості його виконання розраховано витрати на сировину, матеріали, оплату праці, внески на соціальне страхування, електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати. Загальна вартість дослідження – 11859,05 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сірохман, І. В.; Завгородня, В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. посіб. Київ. Центр учбової літератури, 2009. С. 544.
2. Зубар Н. М. Біохімія та фізіологія харчування. Київ. 2016. С. 11.
3. Cloughton, Susan M., and Robert John Pearce. "Protein enrichment of sugar- snap cookies with sunflower protein isolate." *Journal of Food Science* 54.2. 1989. P.354-356.
4. Adeyeye, S. A., A. O. Adebayo-Oyetero, and S. A. Omoniyi. "Quality and sensory properties of maize flour cookies enriched with soy protein isolate." *Cogent Food & Agriculture* 3.1. 2017. 1278827. P.11. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1278827>.
5. A. Sindhuja, M. L. Sudha & A. Rahim. Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies. *European Food Research and Technology*. 2005. P.14
6. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. Approved methods of the American association of cereal chemists. Vol. 1. Amer Assn of Cereal Chemists. 2000.
7. N. Dragomir, V. Bahaciu. Research on obtaining organic gluten-free cookies with amaranth flour and pumpkin pulp. *University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LXV, No. 2. 2022. P. 9*
8. Man, S., Păucean, A., Muste, S., Chiș , M. S., Pop, A., & Călian, I. D.. Assessment of amaranth flour utilization in cookies production and quality. *J. Agroaliment. Process. Technol*, 23(2), 2017. P. 97-103.
9. Segura AE, Rosell CM, Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads, *Plant Foods Human Nutrition*. 2011. P. 224–230
10. Шидакова-Каменюка, О. Г., Лисюк, Г. М.. Визначення раціонального дозування насіння льону до пісочного печива. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2009 С. 347-353.

11. Ганджа Ш.М., Коваленко В.М., Шуба Н.М. та ін. Внутрішні хвороби. Київ. Здоров'я. 2002. С.992
12. Бабіч, О. В., Шейна, І. О. Обґрунтування використання безглютенового вівсяного борошна у приготуванні пісочного печива для людей хворих на целиацію. Молодий вчений. 2017. № 3. НУХТ. Київ. С. 711-713
13. Овсієнко С.М. Амарант та продукти його переробки в хлібопеченні. Продовольчі ресурси. Т.10. №18. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця. 2022. С.109-120
14. Ісаєнко О. І., Бородай А. Б. Удосконалення технології печива пісочного за рахунок використання нетрадиційної рослинної сировини. Наука і молодь у ХХІ сторіччі. Полтава. 2020. С.494-496.
15. Задорожня О.С., Гавриш А.В., Доценко В.Ф. Удосконалення технології пісочного печива, збагаченого каротиновмісною сировиною. Наукові праці НУХТ. 2014. Т. 20 № 2. Харків. С.244
16. ТУ У 15.8 — 33901190-00262010 Концентрований каротиновмісний наповнювач «Морквяний мед» пат. 88654 Україна. МПК А21D 2/00. № u 2013 12350; заявл. 21.10.2013; опубл. 25.03.2014, Бюл. № 6.
17. Грюнвальд Н. Вирощування амаранту в Україні: історія, стан і перспективи. Věda a perspektívy. № 5. Київ. 2022. С.18
18. Матияшук, О. В., Фурманова Ю. П., П'яних С. К.. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. Науковий погляд в майбутнє. № 6. 2017. С. 52-58.
19. Soriano-García M. Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. Journal of Analitical & Pharmaceutical Research. 2018. Vol. 7, Iss. 5. P. 596–600.
20. Янюк, Т., Грюнвальд, Н.. Виробництво амаранту в Україні: стан і перспективи. Продовольчі ресурси, 10(18). 2022. С. 179-192.
21. Wojnanska T., The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications, Rostlinna Vyroba, 48, 2002. P. 141–147. [https://doi: 10.17221 / 4212-pse](https://doi.org/10.17221/4212-pse).

22. Horstmann S.W., Atzler J.J., Heitmann M., Zannini E., Lynch K.M., Arendt E.K., A comparative study of gluten-free sprouts in the gluten-free bread-making process, *European Food Research and Technology*. 245(8). 2019. P. 617–629. <https://doi:10.1007/s00217-018-3185-2>
23. R. Ziobro, T. Witczak, L. Juszcak, and J. Korus Supplementation of glutenfree bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic, *Food Hydrocoll.*,2012. Vol. 32, P. 213–220.
24. Ayo J.A. (2001), The effect of amaranth grain flour on the quality of bread, *International journal of food properties*, 4(2). P. 341–351. <https://doi.org/10.1081/JFP-100105198>.
25. Gallagher, E. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *J. Food Eng.* 2004. Vol. 56. P. 153–162.
26. Sanz-Penella J.M., Wronkowska M.,Soral-Smietana M., Haros M., Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value, *LWT – Food Science and Technology*, 50(2), 2013. P. 679–685.
27. Shmal'ko N.A.), Ispol'zovanie dispergirovannyh semjan amaranta v hlebopechenii, *Hlebopek*, 2004. P. 24–26
28. Guardianelli L.M., Salinas M.V., Puppo M.C., Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds, *Food Hydrocolloids*, 97. 2019. P. 1–7
29. Singh, N., Singh, P., Shevkani, K., Viridi, A. S.. Amaranth: Potential source for flour enrichment. In *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*. 2019. P. 123-135.
30. Breene, W. M.Food uses of grain amaranth. *Cereal Foods World*, 36. 1991. P. 426-430.
31. Моргун, В. "Висока харчова цінність композиційних сумішей з борошна різних зернових." *Зерно і хліб* 3 2010. С.39.
32. Поляков, О. І. Агротехнічні і біокліматичні особливості формування урожайності і якості насіння соняшнику, сої, льону, кунжуту, рижю, молочаю в Південному Степу України. 2011. Запоріжжя. С.40

33. Євчук, Я. В., Кононенко, Л. М., Войтовська, В. І., Третякова, С. О. Амінокислотний склад незнежиреного борошна кунжутного та перспективи його використання у виробництві органічних продуктів спеціального призначення. *Агробіологія* 2021. №1. С. 41-48
34. Шевченко І. А., Поляков О. І., Ведмедєва К. В., Комарова І. Б. Рижій, сафлор, кунжут. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя . СТАТУС. 2017. С. 40
35. ДСТУ 2240-93 Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Чинний від 01.07.2004. Київ. 1994. С. 12
36. Любич В. В., Манзій О. П., Войтовська В. І., Климович Н. М. Фізико-хімічні властивості зерна амаранту залежно від сорту та вологості. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 1. <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.275736>
37. ДСТУ 3781-98 Печиво. Загальні технічні вимоги. Чинний від 01.07.2015. Київ. 2015. С. 15
38. Mas, A. L., Brigante, F. I., Salvucci, E., Ribotta, P., Martinez, M. L., Wunderlin, D. A., & Baroni, M. V. Novel cookie formulation with defatted sesame flour: Evaluation of its technological and sensory properties. Changes in phenolic profile, antioxidant activity, and gut microbiota after simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*. 2022. P. 389
39. Овсієнко С.М. Амарант та продукти його переробки в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. Т.10. №18. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця. 2022. С.109-120
40. Коробка, В. М. Вплив атмосферного тиску на працездатність людини ВНТУ. 2016. С. 50
41. Вороняк, В. В. Гігієна та санітарія харчових виробництв. 2013. Миколаїв. С.75
42. Пашков В.І., Захаров В.Ф., Крикун І.В. Основи охорони праці. Харків. ХНАМГ. 2008. С.40