

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"
на тему:

«Обґрунтування технології борошняних кондитерських виробів,збагачених
насінням чіа».

Виконав: студент 2 курсу, групи МгХТ-1-19 за
спеціальністю 181 "Харчові технології"

_____ Свеженцев В.О.

Керівник:_____Миколенко С.Ю.

Рецензент:_____

(прізвище та ініціали)

Дніпро 2020

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
технології зберігання і
переробки с.-г. продукції
(назва кафедри)

професор

(вчене звання)

Чурсінов Ю.О.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«___» _____ 2020р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Свєженцеву Владиславу Олександровичу

1. Тема роботи **«Обґрунтування технології борошняних кондитерських виробів, збагачених насінням чіа»**

керівник роботи Миколенко Світлана Юріївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» вересня 2020 року №2397

2. Строк подання студентом роботи 03 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-технічна документація щодо методик та інструкції до лабораторного устаткування; попередні відомості щодо фізико-хімічних властивостей насіння чіа, його впливу на якість борошняних кондитерських виробів; рецептури кондитерських виробів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. Розділ 1. Літературний огляд, визначення мети, об'єкту, предмету і завдань дослідження. Розділ 2. Матеріали і методи досліджень. Розділ 3. Експериментальна частина. Розділ 4. Організаційно-економічна частина. Розділ 5. Охорона праці та цивільний захист. Загальні висновки.

Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу
 Постановка проблеми. Мета, об'єкт і предмет досліджень. Завдання досліджень.
 Показники якості сировини. Результати експериментальних досліджень. Техніко-
 економічне обґрунтування. Наукові результати роботи. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 | Миколенко С.Ю., доцент | 21.09.20 | 01.10.20 |
| 2 | Миколенко С.Ю., доцент | 01.10.20 | 08.10.20 |
| 3 | Миколенко С.Ю., доцент | 08.10.20 | 16.11.20 |
| 4 | Кравець В.В., доцент | 16.11.20 | 20.11.20 |
| 5 | Павленко О.С., доцент | 23.11.20 | 30.11.20 |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 21 вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|----------|--|-------------------------------|-----------------|
| 1 | Вступ | 24.09.20 | виконано |
| 2 | Розділ 1. Літературний огляд | 01.10.20 | виконано |
| 3 | Розділ 2. Матеріали методи досліджень | 08.10.20 | виконано |
| 4 | Розділ 3. Експериментальна частина | 16.11.20 | виконано |
| 5 | Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 20.11.20 | виконано |
| 6 | Розділ 4. Організаційно-економічна частина | 30.11.20 | виконано |
| 6 | Загальні висновки | 02.12.20 | виконано |
| 7 | Список використаних джерел. Додатки | 03.11.20 | виконано |

Студент

_____ (підпис)

Свєженцев В.О.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Миколенко С.Ю.
 (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології борошняних кондитерських виробів, збагачених насінням чіа»

Дипломна робота магістра: 90 с., 28 рис., 41 табл., 2 додатки, 57 літературних джерел.

Об'єкт дослідження насіння чіа, тістові напівфабрикати з його додаванням.

Метою роботи є вивчення функціональних властивостей печива.

Методи дослідження: Показник вологості печива визначали за ГОСТ 5900-73. Вироби кондитерські. Методи визначення вологості і сухих речовин. Визначення намочуваності печива проводили за ГОСТ 10114-80. Вироби кондитерські. Метод визначення намочуваності. Лужність визначали за ГОСТ 5898-87. Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності і лужності.

Досліджено вплив додавання різного відсоткового вмісту насіння чіа та псиліуму на органолептичні показники печива, проаналізовано зміну намочуваності печива в залежності від цих факторів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Насіння чіа; клітковина псиліуму; збагачення борошняних кондитерських виробів; намочуваність печива; органолептичні показники

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 7 |
| 1.1 Загальна характеристика насіння чіа та застосування в харчовій промисловості..... | 7 |
| 1.2 Морфологічні та фізичні характеристики насіння чіа..... | 10 |
| 1.3 Хімічний склад та поживна цінність насіння чіа | 14 |
| 1.3.1 Вміст та характеристика харчових волокон насіння чіа..... | 15 |
| 1.3.2 Жирнокислотний склад насіння чіа..... | 16 |
| 1.3.3 Білковий та амінокислотний склад насіння чіа..... | 19 |
| 1.3.4 Мінеральні речовини та вітаміни насіння чіа..... | 22 |
| 1.3.5 Поліфенольний склад насіння чіа..... | 22 |
| 1.3.6 Антиоксидантні властивості насіння чіа..... | 24 |
| 1.3.7 Застосування насіння чіа в рецептурах борошняних кондитерських виробів..... | 27 |
| 1.4 Загальна характеристика зерна амаранту..... | 31 |
| 1.4.1 Характеристика хімічного складу зерна амаранту..... | 32 |
| 1.4.2 Залежність властивостей печива від вмісту амарантового борошна..... | 36 |
| 1.5 Загальна характеристика псиліуму..... | 37 |
| 1.6 Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження..... | 40 |
| 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 41 |
| 2.1 Характеристика сировини | 41 |
| 2.2 Характеристика обладнання..... | 48 |
| 2.3 Методики визначення фізико-хімічних показників якості здобного печива..... | 49 |
| 2.3.1 Визначення вологості печива методом висушування..... | 49 |
| 2.3.2 Визначення показника намочуваності печива..... | 50 |
| 2.3.3 Визначення лужності печива методом титрування..... | 50 |
| 2.4 Визначення органолептичних показників печива..... | 51 |

| | |
|--|----|
| 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА..... | 52 |
| 3.1 Оцінка якості сировини, що використовується для збагачення печива..... | 52 |
| 3.2 Визначення оптимального співвідношення води та насіння чіа для гідратації..... | 53 |
| 3.3. Технологія отримання печива, збагаченого насінням чіа та клітковиною псиліуму..... | 56 |
| 3.4. Оцінка фізико-хімічних показників якості зразків печива..... | 59 |
| 3.4.1. Визначення вологості печива..... | 59 |
| 3.4.2. Визначення намоочуваності зразків печива..... | 60 |
| 3.4.3. Визначення лужності печива..... | 62 |
| 3.5. Органолептична оцінка якості отриманого печива..... | 63 |
| 3.6. Поживна цінність печива..... | 66 |
| 3.7. Висновок до розділу..... | 66 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 68 |
| 4.1 Поняття охорони праці на робочому місці..... | 68 |
| 4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при роботі в цеху випікання борошняних кондитерських виробів..... | 70 |
| 4.3 Організаційні та технічні заходи щодо захисту пекаря від дії небезпечних та шкідливих факторів при роботі з електричними печами..... | 72 |
| 4.4 Правила безпеки при роботі з електричними печами для випікання борошняних кондитерських виробів..... | 76 |
| 4.5 Правила безпеки при загорянні електричних печей для випікання БКВ..... | 78 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... | 79 |
| 5.1 Організація проведення дослідження..... | 79 |
| 5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження..... | 82 |
| 5.3 Розрахунок вартості дослідження..... | 86 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 87 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 88 |

ВСТУП

Брошняні кондитерські вироби – це перспективна для експорту категорія української продукції. За даними Державної митної служби України, за перші місяці 2020 року Україною було експортовано борошняних кондитерських виробів на суму 61 млн дол США.

Щоб забезпечити зростання експорту та збільшення його об'ємів необхідно слідкувати за новими досягненнями в галузі виробництва борошняних кондитерських виробів, вивчати ринок споживачів та впроваджувати нову сировину, що дозволить покращити споживчі якості продукції, підвищити користь від її споживання.

Перспективним є збагачення борошняних кондитерських виробів сировиною, що має в своєму складі необхідні для здоров'я людини компоненти. Сировиною для збагачення можуть виступати: різні види насіння (насіння чіа, льону, амаранту та інші), клітковини (наприклад, клітковина псиліуму).

Дослідження які стосуються властивостей, особливостей хімічного складу та впливу нетрадиційних видів сировини проводяться вітчизняними та іноземними дослідниками. Дослідження стосуються зв'язку між хімічним складом, фізико-хімічними властивостями сировини та якісними, хімічними, споживчими властивостями отриманої продукції.

Вивчається також місце походження сировини на її характеристики, як приклад можна навести залежність жирнокислотного складу від регіону вирощування насіння чіа, дослідження властивостей насіння чіа різних генотипів та кольору.

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив добавок на основі насіння чіа на підвищення мінеральної цінності печива. З мікроелементів в печиві зростає вміст магнію, кальцію, фосфору. З мікроелементів-міді та заліза. Клітковина псиліуму має велику кількість розчинних харчових волокон та володіє виключними оздоровчими властивостями, тому також являється перспективною сировиною для додавання в рецептури печива.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Загальна характеристика насіння чіа та застосування в харчовій промисловості

Salvia hispanica L., загальна назва якої - чіа, - однорічна трав'яниста рослина, що належить до родини *Lamiaceae*, яка родом з півдня Мексики та північної Гватемали. Їого культивували від тропічних до субтропічних регіонів. Хоча рослини мало морозостійкі, їх можна вирощувати в теплицях в деяких частинах Європи. Сьогодні чіа вирощується в Мексиці, Болівії, Аргентині, Еквадорі та Гватемалі. В Аргентині це літньо-осіння культури, які можна вирощувати економічно замість некомерційних традиційних культур у північно-західному регіоні.

Насіння чіа здавна використовують племена ацтеків. Воно важливе не тільки як їжа, але також як сировина для лікарських препаратів та виробництва фарб. Їого традиційно вживають у Мексиці та південному заході США, в незначній мірі - у Південній Америці, широко розповсюджене також в Європі. Їого досліджують та рекомендують завдяки вмісту жирів, білків, антиоксидантів та харчових волокон. Насіння містить близько 25–38% жирів за масою, містить найбільшу частку - ліноленової кислоти (~60%) порівняно з іншими відомими на сьогодні природними джерелами, а також більш високий рівень білка, ніж у традиційних злакових культур, таких як пшениця (*Triticum aestivum* L.).

Ця рослина має насіння різного кольору від білого до більш темного. Їого форма овальна, розміри 2,0 мм × 1,5 мм. Більшість видів чіа, що вирощуються сьогодні, містять низький відсоток білого насіння. Цей тип насіння походить від рослин, які дають лише біле насіння, кодоване одним рецесивним геном. Загалом, між насінням кунжуту та чіа є невелика різниця в розмірах, біле насіння дещо більше, ніж чорне. Також є деякі відмінності у

вмісті білка та жирних кислот між насінням темного та білого чіа. На рис 1.1 наведено зовнішній вигляд рослини та насіння чіа



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд рослини та насіння чіа

Чіа являється здоровим харчовим продуктом і використовується як добавка у різних пропорціях. Харчова цінність є основною причиною споживання насіння чіа [1]. На ринку існують різні види упакованого насіння чіа для споживання, рекомендована норма споживання насіння чіа становить близько 15-25 г / день. Перевагами щоденного споживання є зниження рівня холестерину та зниження артеріального тиску, втрата ваги, зменшення болю в суглобах, підвищення витривалості та антиоксидантна дія. Існують різні експериментальні випробування, в результаті яких було виявлено сприятливий вплив щоденного споживання 35-37 г меленого чіа, це може призвести до зниження артеріального тиску [2,3]. Для спортсменів, яким потрібна витривалість, споживання насіння чіа забезпечує необхідне насичення організму ω -3 жирними кислотами [4]. Існує гіпотеза, що харчові волокна та ω -

З жирні кислоти беруть участь у процесі схуднення; слиз чіа може поглинати велику кількість води, утворюючи великий згусток, який, потрапляючи у шлунок, викликає почуття насичення, що може зменшити об'єми споживання їжі. Однак, хоча він вважається безпечним у короткостроковій перспективі, є обмежені дані, що дозволяють припустити безпечне використання у довгостроковій перспективі [5,6]. Дієтичне споживання меленого чіа, олії та білків має довгострокові переваги для здоров'я завдяки його антиоксидантним властивостям та захисту клітин від вільних радикалів, які можуть спричинити різні дегенеративні захворювання [7,8].

Чіа є важливою сировиною для отримання функціональної їжі завдяки своїм особливим характеристикам. Завдяки гідрофільним властивостям насіння чіа, вони використовуються як замітники яєць та жиру [9, 10, 11]. Насіння чіа можуть поглинати воду у кількості, яка в 12 разів перевищує їх власну масу [12]. Насіння забезпечує їжу характерною консистенцією. В даний час насіння чіа використовують в цілому, перемеленому вигляді, у формі гелю та олії. Гель насіння чіа може бути використаний як замітник олії або яєць у випічці. Таке застосування сприяє зниженню калорійності та жирності продуктів. Крім того, у випадку з хлібобулочними виробами кінцевий продукт має більший вміст кислот омега-3, які є основними біологічними сполуками, що мають велике значення для здоров'я людини. Гель з насіння чіа може замінити до 25% олії або яєць у тортах. Було підтверджено, що рівень цієї заміни сприятливо впливає на сенсорні властивості продукту, такі як колір, смак, текстура та загальне прийняття. Однак у разі заміни 50–75% олії в тісті спостерігалася несприятлива зміна щільності та загальної якості випіканого продукту [13]. Як показали дослідження, борошно з насіння чіа також може використовуватися для виробництва макаронних виробів як замітник пшеничного борошна [14].

Таким чином, зважаючи на його значний потенціал у харчовій та хімічній промисловості, важливо визначити фізичні, хімічні властивості насіння *S. hispanica* L, безпечність та шляхи використання в харчовій промисловості, поживну цінність та інші.

1.2 Морфологічні та фізичні характеристики насіння чіа

Вченими проводяться дослідження властивостей насіння чіа та інших видів насіння. Морфологію насіння оцінювали за допомогою стереомікроскопії, оптичної мікроскопії та скануючої електронної мікроскопії. Дослідження було проведено для гідратованого насіння чіа. Результати досліджень наведено на рисунку 1.1.

Як показано на рис. 1.1b та c, слиз у повністю гідратованому насінні утворює суцільну та прозору капсулу із середньою товщиною близько 414 ± 35 nm. Цей прозорий слизовий гель досяг максимальної товщини через 2 години гідратації, і при фарбуванні сафраніном спостерігали два шари; внутрішній шар, утворений розгалуженими структурами (рис.1.1g), і зовнішній шар, який був темним і однорідним. Слиз міцно зв'язаний із насінням і важко відокремлюється.

Передбачається, що слиз знаходиться у зовнішніх клітинах, що утворюють насіннєву оболонку, які називаються слизовими клітинами. Насіннєва оболонка має товщину $13 \pm 0,41$ мкм (рис. 1.1d) і складається з трьох шарів: зовнішнього шару, утвореного прямокутними тонкостінними клітинками розмірами $4,2 \pm 0,26$ мкм, де локалізований слиз; склероїдний шар довгих і тонких клітин, схожих на волокна, і ендокарп, тонкий і внутрішній шар.

Після контакту насіння з водою, на поверхні з'являлись дрібні нитки, які почали повільно розтягуватися, поки не стали повністю витягнутими (рис. 1g). Коли насіння було повністю гідратованим, ці нитки (слизові волокна) були повністю розвинені (рис. 1.1f та g), які рівномірно розподілялись на поверхні навколо насіння. В основі цієї структури було невелике скупчення сфер діаметром $11,6 \pm 1,4$ мкм (рис. 1.1g), які можна було легко побачити за допомогою реактиву сафраніну. Слиз знаходиться всередині епідермальної клітини зрілого насіння чіа, і коли воно контактує з водою, він негайно розширюється, розриваючи первинний клітинний шар, який виступає з цих

клітин епідерми, оточуючи насіння. Після занурення у воду та висушування теплим повітрям насіння покривається тонкою плівкою, залишками слизу.

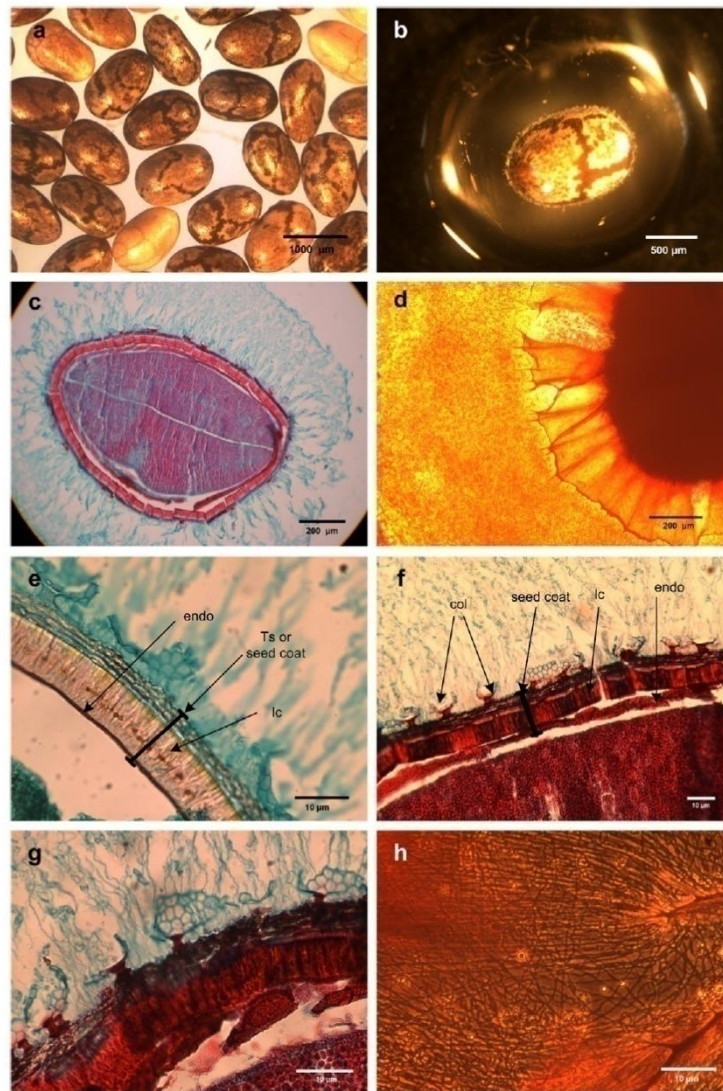


Рисунок 1.1 – Мікроструктура насіння чіа.

На рис. 1.2 представлені СЕМ-зображення цілого насіння чіа. Рис. 1.2a підтверджує основні відмінності в довжині та ширині між групами насіння з різним кольором та між партіями обох кольорів. Рисунок 1.2b показує поздовжній розріз насіння чіа, де М являє собою сухий слиз, що оточує насіння; Ts відповідає оболонці насіння. Коли насіння гідратували та висушили, спостерігали гексагональні клітини епідермісу з потовщеними променевими клітинними стінками (рис. 1.3).

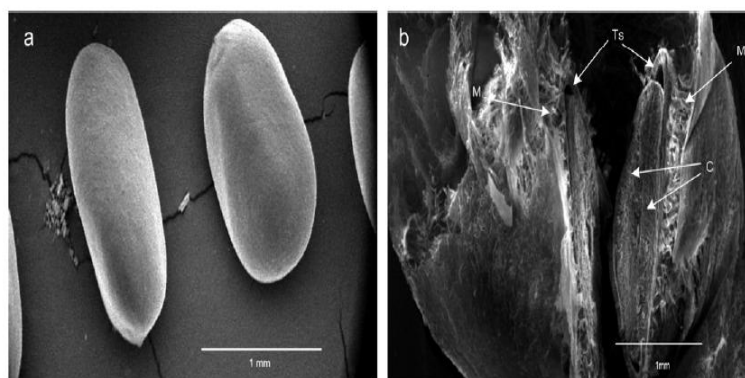


Рисунок 1.2 – Зображення цілого насіння чіа та поздовжнього розрізу насіння.

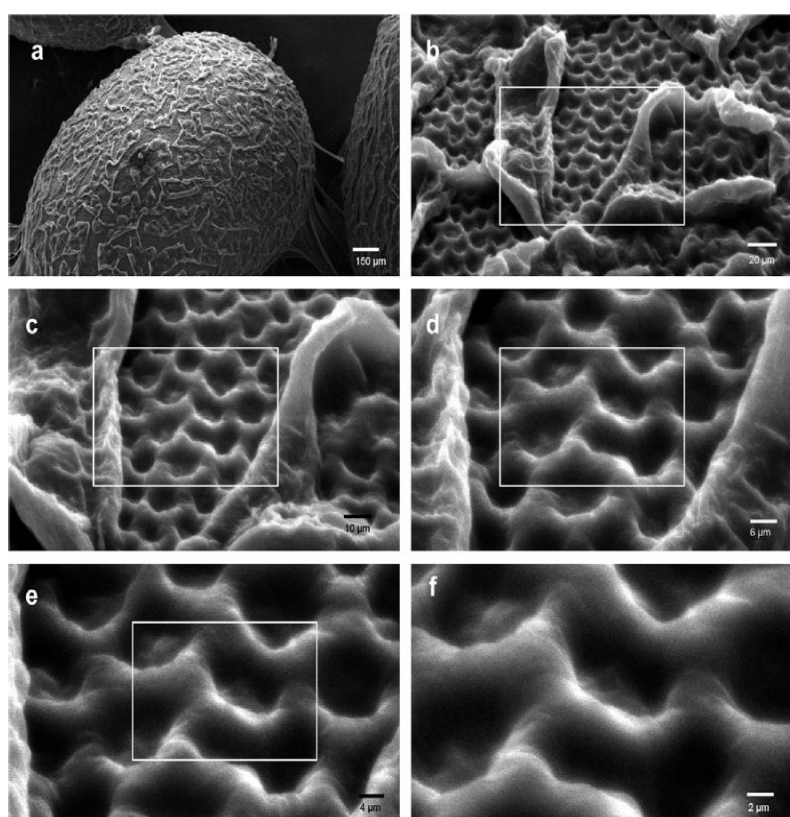


Рисунок 1.3 –Зображення клітин епідермісу насіння чіа.

Розміри насіння чіа лежать в тому ж діапазоні, що і у насіння лебеди та ріпаку, вище, ніж у насіння амаранту, і нижче, ніж у кмину, перлового проса, кунжуту, сафлору, льону та коріандру.

Справжня густина насіння чіа вища, ніж у соняшнику, сафлору та коріандру, нижча, ніж у сої, проса, амаранту та кунжуту, але вона знаходиться в тому ж діапазоні, що і для лебеди, кмину та лляного насіння.

Було виявлено, що пористість насіння чіа знаходиться в тому ж діапазоні, що і кіноа та коріандр. Слід зазначити, що пористість насіння визначає параметри повітряного потоку під час процесів аерації та сушіння.

Не було виявлено суттєвих відмінностей між темним та білим насінням чіа за параметрами еквівалентного діаметра та сферичності. Експериментальна сферичність чіа нижча, ніж у сої, проса, кіноа, амаранту, ріпаку та коріандру, і вища, ніж у соняшнику, кунжуту та сафлору.

Довжина насіння позитивно пов'язана з його шириною, товщиною та середнім геометричним діаметром (табл. 1.1).

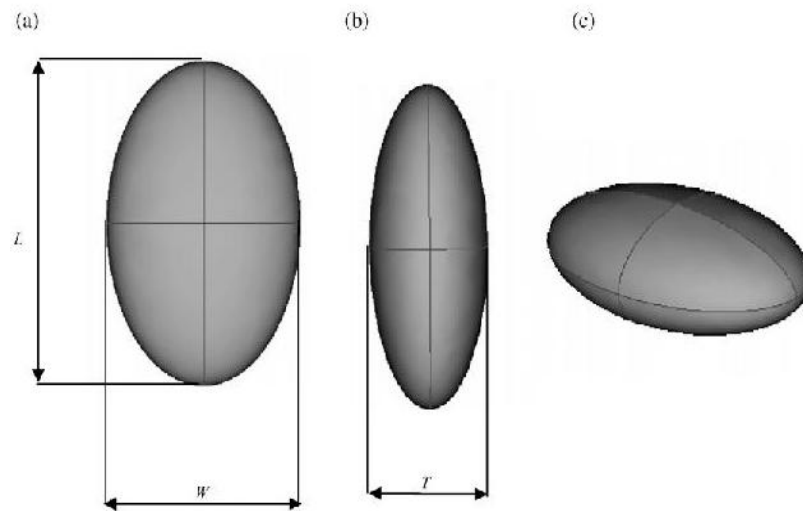


Рисунок 1.4 – Геометричні параметри насіння чіа.

Враховуючи низьке співвідношення сторін (яке пов'язує ширину насіння з довжиною) та сферичність, можна зробити висновок, що насіння чіа буде ковзати на плоских поверхнях, а не котитися. Ця схильність до перекочування або ковзання дуже важлива при проектуванні бункерів, оскільки більшість плоских насінин ковзають легше, ніж кулясті насінини, які котяться.

Таблиця 1.1 – Розподілення геометричних розмірів насіння чіа

| Вид насіння | Довжина, мм | Ширина, мм | Товщина, мм | Середній геометричний діаметр, мм |
|-----------------|-------------|------------|-------------|-----------------------------------|
| Темне насіння | | | | |
| Некласифіковане | 2,11 | 1,32 | 0,81 | 1,31 |
| Крупне | 2,33 | 1,36 | 0,84 | 1,38 |
| Середнє | 2,13 | 1,35 | 0,82 | 1,33 |
| Дрібне | 1,90 | 1,22 | 0,77 | 1,21 |
| Світле насіння | | | | |
| Некласифіковане | 2,15 | 1,40 | 0,83 | 1,36 |
| Крупне | 2,37 | 1,45 | 0,85 | 1,43 |
| Середнє | 2,14 | 1,40 | 0,83 | 1,36 |
| Дрібне | 1,93 | 1,34 | 0,81 | 1,27 |

При середній вологості 7,0% значення тисячі насінин для темного насіння ($1,332 \pm 0,010$ г) були значно більшими ($p \leq 0,05$), ніж для білого насіння ($1,301 \pm 0,010$ г). Ці значення нижчі за показники кмину, проса, кіноа, кунжуту, ріпаку та насіння льону, але вище, ніж у насіння амаранту.

Значення статичного коефіцієнта тертя становило $0,28 \pm 0,01$ для оцинкованого листа та $0,31 \pm 0,01$ для м'якого сталевого листа, це пов'язано з більш гладкою поверхнею оцинкованого заліза порівняно з м'якою сталлю. Статичний коефіцієнт тертя насіння чіа на поверхні оцинкованого заліза був нижчим, ніж у кмину, соняшнику, кунжуту, яблуні африканської зірки, насіння льону та коріандру, але вищий, ніж у насіння проса та лебеди.

1.3 Хімічний склад та поживна цінність насіння чіа

Насінню чіа присвоюють високу поживну цінність, особливо завдяки високому вмісту харчових волокон та жиру (табл.1.2). У насінні та олії чіа міститься велика кількість природних антиоксидантів, таких як токофероли, фітостероли, каротиноїди [15], поліфенольні сполуки, які в основному будуються з кофеїнової кислоти та флавоноїдів, включаючи міріцитин, кверцетин та кемпферол. Цей клас сполук відповідає за антиоксидантну активність насіння чіа завдяки здатності виводити вільні радикали.

Антиоксидантні сполуки знижують ризик виникнення хронічних захворювань, включаючи рак та захворювання серця, вони забезпечують захист від деяких порушень, таких як атеросклероз, інсульт, діабет та нейродегенеративні захворювання, такі як Альцгеймер та Паркінсон

Таблиця 1.2 – Хімічний склад насіння чіа

| Хімічний склад та поживна цінність | Значення | Джерела |
|------------------------------------|-------------|-----------|
| Калорійність, ккал. | 486,0 - 562 | [16] [17] |
| Білок, г / 100 г. | 16.5 - 24.2 | [16] [17] |
| Ліпіди, г / 100 г. | 30.7 - 40.2 | [16] [17] |
| Зола, г / 100 г. | 4.8 - 4.77 | [16] [17] |
| Вуглеводи, г / 100 г. | 42.1 - 26.9 | [16] [17] |
| Харчові волокна, г / 100 г. | 34.4 - 30.2 | [16] [17] |
| Кальцій, мг / 100 г. | 631,0 - 456 | [16] [17] |
| Залізо, мг / 100 г. | 7.7 - 9.18 | [16] [17] |
| Магній, мг / 100 г. | 335,0 – 449 | [16] [17] |
| Фосфор, мг / 100 г. | 860,0 – 919 | [16] [17] |
| Калій, мг / 100 г. | 407,0 – 726 | [16] [17] |
| Натрій, мг / 100 г. | 16,0 - 0,26 | [16] [17] |
| Цинк, мг / 100 г. | 4.6 - 6,47 | [16] [17] |
| Мідь, мг / 100 г. | 0,9 - 1,86 | [16] [17] |
| Марганець, мг / 100 г. | 2.7 - 3.79 | [16] [17] |
| Вітамін С, мг / 100 г. | 1.6 | [16] |
| Тіамін, мг / 100 г. | 0,6 | [16] |
| Рибофлавін, мг / 100 г. | 0,2 | [16] |
| Ніацин, мг / 100 г. | 8.8 | [16] |
| Вітамін Е, мг / 100 г. | 0,5 | [16] |
| Фолат, мкг / 100 г. | 49,0 | [16] |

1.3.1 Вміст та характеристика харчових волокон насіння чіа

Насіння чіа містять приблизно 30–40 г харчових волокон, з яких на нерозчинні фракції припадає приблизно 85–93%, тоді як розчинні харчові волокна становлять приблизно 7–15%. Що стосується вмісту харчових волокон, насіння чіа значно переважає над сухофруктами, крупами та горіхами (рис.1.5). Харчові волокна є важливим компонентом щоденного раціону завдяки своєму сприятливому впливу на здоров'я. Одним з основних компонентів нерозчинних харчових волокон являється лігнін, який відіграє важливу роль у захисті ненасичених жирів і відповідає за гіпохолестеринемічну активність, пов'язану зі споживанням клітковини [18].

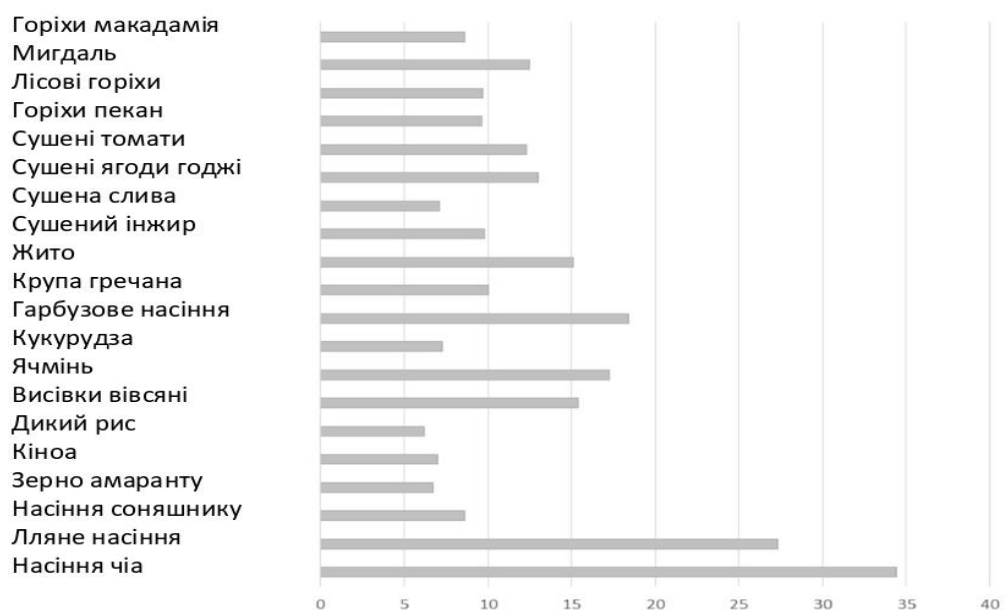


Рисунок 1.5 – Порівняння вмісту харчових волокон насіння чіа з іншими продуктами

Користь споживання харчових волокон полягає в зниженні рівня холестерину, модифікація глікемічної та інсулінової реакцій, нормалізації функцій кишківника, зниження ризику розвитку ішемічної хвороби серця, цукрового діабету II типу та ряду видів раку [19,20]. Харчові волокна насіння чіа є полісахаридом з високою молекулярною масою, а його основною структурою є тетрасахарид із залишками 4-О-метил- α -D-глюкоронопіранозилу, що розгалуджують β -D-ксилопіранозил на основній ланцюговій структурі. Склад моносахаридів становить 16% D-ксилози і D-маннози, 2% D-арабінози, 6% D-глюкози, 3% галактуранової кислоти та 12% глюкуронової кислоти.

1.3.2 Жирнокислотний склад насіння чіа

Профіль жирних кислот насіння чіа представляє особливий інтерес. Жирнокислотний склад чіа представлений майже 55-60% ліноленою кислотою (ω -3), 18-20% ліолевою кислотою (ω -6), 6% мононенасичених ω -9 та 10% насичених жирів. Він також характеризується високим вмістом поліненасичених жирних кислот, переважно α -ліноленою кислотою, на частку

якої припадає приблизно 60% усіх жирних кислот. Лінолева, олеїнова та пальмітинова кислоти містяться в менших кількостях (табл. 1.3). Насіння чіа має більший вміст омега-3 кислот, ніж лляне насіння. Також чіа має вигідне співвідношення омега-6 до омега-3 кислот, які становить приблизно 0,3:0,35 [21-26]. Олія, отримана з насіння чіа, застосовується в традиційній медицині проти очних інфекцій і для лікування розладів шлунка.

Таблиця 1.3 – Порівняння жирноислотного складу насіння чіа та льону

| Жирні кислоти | Чіа | | Льон | |
|------------------------------|-------|-------|------|-------|
| | [21] | [22] | [21] | [22] |
| Насичені жирні кислоти | | | | |
| Лауринова кислота | - | 0,03 | - | 0,03 |
| Міристинова кислота | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,04 |
| Пентадеканова кислота | 0,04 | - | 0,05 | - |
| Пальмітинова кислота | 7.1 | 7.04 | 5.1 | 5.39 |
| Маргарінова кислота | 0,06 | - | 0,08 | - |
| Стеаринова кислота | 3.24 | 2.84 | 3.3 | 3.17 |
| Арахідова кислота | 0,24 | 0,02 | 0,18 | 0,15 |
| Бегенова кислота | 0,08 | - | 0,14 | - |
| Лігноцетанова кислота | 0,1 | - | 0,09 | - |
| Мононенасичені жирні кислоти | | | | |
| Пальмітосва кислота | 0,2 | 0,03 | 0,09 | 0,02 |
| Маргарінова кислота | 0,06 | - | 0,08 | - |
| Олеїнова кислота (ω-9) | 10.53 | 7.3 | 18.1 | 18.7 |
| Ейкозенова кислота | 0,16 | - | 0,2 | - |
| Поліненасичені жирні кислоти | | | | |
| Лінолева кислота (ω-6) | 20.37 | 18,89 | 15.3 | 16.13 |
| Ліноленова кислота(ω3) | 59,76 | 63,79 | 58.2 | 56,37 |
| Ейкозадієнова кислота | 0,08 | - | - | - |

Олія насіння чіа містить високі концентрації поліненасичених жирних кислот. Олія, видобута з насіння чіа, також містить декілька фенольних сполук, таких як токофероли, фітостероли та каротиноїди, пов'язані з ними антиоксидантною активністю, які відіграють дуже важливу роль у розкладі олії через окислення ліпідів.

Аргентинські вчені провели дослідження вмісту жирнокислотного складу двох генотипів насіння чіа з різних районів вирощування. Вміст жирів в цьому дослідженні відрізнявся не значно ($P < 0,05$) між білим і темним насінням, концентрація жирів складала 34,5%. Спостерігались значні відмінності в жирно кислотному складі насіння чіа, вирощеного в різних районах. Не було виявлено

істотних відмінностей між жирними кислотами та кількістю омега-6: омега-3. Виявлено значні відмінності пальмітинової, олеїнової, лінолевої та а-лінолевої жирних кислот між оліями з насіння, вирощених у різних районах. (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Порівняння жирно кислотного складу чіа з різних регіонів

| Регіон | Генотип | Жири, % | Відсотковий вміст жирних кислот | | | | | Співвідношення ω -6 / ω -3 | Вміст лінолевої кислоти (г/кг насіння) |
|---------------|---------|------------|---------------------------------|------------|----------|----------|------------|---|--|
| | | | Пальмітинова | Стеаринова | Олеїнова | Лінолева | Ліноленова | | |
| Santa Elena | Білий | 25.8 | 7.53 | 3.33 | 7.56 | 19.23 | 61.73 | 0.31 | 159.27 |
| | Темний | 26.15 | 7.94 | 3.51 | 8.19 | 19.7 | 60.05 | 0.33 | 156.88 |
| Salinas | Білий | 32,07 | 6.33 | 4.78 | 6.35 | 15.7 | 66.17 | 0.24 | 212.06 |
| | Темний | 33.23 | 6.3 | 3.4 | 5.78 | 15.6 | 67.33 | 0.23 | 223.77 |
| San Pablo | Білий | 34.43 | 5.9 | 3.1 | 8.23 | 18.18 | 63.63 | 0.29 | 219.13 |
| | Темний | 35 | 6 | 3.5 | 9.4 | 19.3 | 60.85 | 0.32 | 212.99 |
| Palate | Білий | 32.77 | 4.43 | 3.5 | 6.83 | 17.43 | 64.53 | 0.27 | 211.41 |
| | Темний | 31.17 | 6.48 | 3.86 | 7.92 | 17.3 | 63.33 | 0.27 | 196.96 |
| Guaylla bamba | Білий | 29.33 | 6.47 | 3.55 | 6.8 | 17.93 | 63.67 | 0.28 | 186.64 |
| | Темний | 30.23 | 6.38 | 3.36 | 6.73 | 18 | 63.47 | 0.28 | 191.99 |
| Загал. вміст | Білий | 31.05 | 6.56 | 3.61 | 7.16 | 17.63 | 64.03 | 0.28 | 199.08 |
| | Темний | 31.25 | 6.56 | 3.53 | 7.21 | 17.75 | 63.4 | 0.28 | 198.28 |

Результати аналізу на вміст олії та жирних кислот виявили великі зміни в складі олії, на які, ймовірно, впливали умови росту, а не кольори насінневої оболонки.

Повідомляється також про вплив температури на мінливість вмісту жирів в процесі вирощування насіння як для чіа, так і для інших культур [31]. Як правило, зі зменшенням висоти зростає температура, вміст жирів в ряді культур, таких як сорго, соя, чіа та інші, як правило, зменшується [32].

Цим дослідженням було показано, що більші відмінності у вмісті олії та складі жирних кислот виникали не за генотипами темного та світлого насіння чіа, а в залежності від районів його вирощування.

1.3.3 Білковий та амінокислотний склад насіння чіа

Вміст білка в насінні чіа становить близько 15-24%, чіа є важливим джерелом високоякісних білків, що складаються з незамінних амінокислот. У насінні чіа виявлено кілька важливих фракцій білка. Глобуліни є основною білковою фракцією і складають близько 52-54% від загальної кількості білків, 17,3-18,6% альбумінів, 13,6% глютеліну та 17,9% проламіну (табл 1.5).

Таблиця 1.5 – Вміст основних білкових фракцій в насінні чіа

| Білкова фракція, % | [33] | [34] | [8] |
|--------------------|------|------|------|
| Альбумін | 3.9 | 17.3 | 18.6 |
| Глобулін | 7.0 | 52.0 | 54.0 |
| Проламін | 53.8 | 12.7 | 7.2 |
| Глютелін | 23.0 | 14.5 | 6.4 |

Дослідження показують молекулярну біохімію білкових фракцій насіння. Денатуруючі електрофоретичні структури показують, що білки складаються з різних поліпептидів (рис. 1.6).

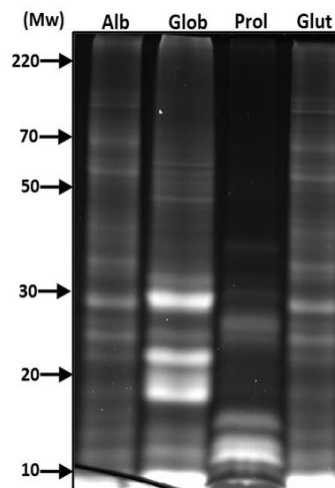


Рисунок 1.6 – Електрофоретична структура білків насіння чіа

Фракція альбуміну являє собою смуги низької інтенсивності з молекулярними масами від 10 до 250 кДа, з очевидно інтенсивними смугами, які мають діапазон приблизно 12, 25, 28, 35, 60 і 68 кДа; глобуліни демонструють вісім інтенсивних білкових смуг з молекулярною масою

приблизно 10, 15, 18, 24, 28, 33, 50 та 60 кДа. Проламіни показали інший електрофоретичний малюнок лише з трьома гострими смугами між 12-25 кДа; глютеліни чіа показують основні смуги з молекулярними масами 25, 28, 35, 60 та 68 кДа, подібні до основних смуг альбумінів. Білковий склад борошна з насіння чіа показує наявність амінокислот (цистеїну та метіоніну), аргініну, аспарагінової та глютамінової амінокислот (табл. 1.6).

Глобулін містить значну кількість ароматичних та амінокислот, що мають в своєму складі сірку, глютамінової та аспарагінової кислот, а також треоніну та гістидину. Отже, борошно та виділені глобуліни з насіння чіа містять необхідні для харчування людини амінокислоти - гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан та валін (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Порівняння амінокислотного складу глобуліну та насіння чіа

| Амінокислота, г / 100 г білка | [33] | | [34] | | [35] | |
|-------------------------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| | Мелене насіння | Глобулін | Мелене насіння | Глобулін | Мелене насіння | Глобулін |
| Аланін | 4.3 | 3.9 | 5.1 | 5.0 | 2.6 | 3.9 |
| Аргінін | 8.9 | 11.1 | 10.2 | 10.6 | 4.2 | 9.4 |
| Аспарагінова кислота | 7.6 | 6.0 | 10.2 | 9.3 | 4.7 | 7.2 |
| Цистеїн | 1.4 | 0.1 | 1.9 | 2.4 | - | - |
| Глутамінова кислота | 12.4 | 12.0 | 19.9 | 19.2 | 7.0 | 24.3 |
| Гліцин | 4.2 | 3.2 | 5.9 | 4.9 | 2.2 | 7.3 |
| Гістидін | 2.5 | 2.2 | 2.5 | 2.7 | 1.3 | 4.0 |
| Ізолейцин | 3.2 | 3.6 | 3.3 | 3.2 | 2.4 | 3.0 |
| Лейцин | 5.8 | 5.5 | 7.2 | 6.9 | 4.1 | 4.4 |
| Лізин | 4.4 | 3.7 | 5.0 | 5.0 | 2.9 | 1.5 |
| Метіонін | 0.3 | 2.5 | 1.3 | 3.1 | - | - |
| Фенілаланін | 4.7 | 4.0 | 5.1 | 5.0 | - | - |
| Пролін | 4.4 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 1.9 | 10.6 |
| Серин | 4.8 | 3.6 | 6.4 | 6.3 | 2.6 | 6.9 |
| Тирозин | 2.7 | 2.7 | 2.3 | 2.9 | - | - |
| Треонін | 3.4 | 2.9 | 3.9 | 3.9 | 1.8 | 6.2 |
| Триптофан | - | - | 0.9 | 0.8 | - | - |
| Валін | 5.1 | 4.8 | 4.6 | 4.6 | 2.8 | 3.5 |
| Метіонін+цистеїн | - | - | - | - | 2.7 | 5.7 |
| Фенілаланін+Тирозин | - | - | - | - | 3.8 | 10.9 |

Аналізи амінокислотного складу насіння чіа (табл.1,6) підтверджують наявність десяти екзогенних амінокислот, серед яких найбільший вміст має аргінін, лейцин, фенілаланін, валін та лізин. Білки в насінні чіа також багаті

ендогенними амінокислотами, головним чином глютаміною та аспарагіною кислотами, аланіном, серином та гліцином. Амінокислоти в насінні чіа важливі для метаболічної діяльності людини, глютамінова кислота має потенціал стимулювати центральну нервову систему, підвищує її імунологічні показники та підвищує спортивну витривалість, аспарагінова кислота стимулює гормональну регуляцію, забезпечує належне функціонування нервової системи, тоді як інші амінокислоти, такі як аргінін захищають від серцево-судинних захворювань, а сірчані амінокислоти можуть брати участь у функціонуванні третинних, а також четвертинних структур білків. Ці результати дозволяють припустити, що якість білків та амінокислотного складу насіння чіа є вищою, ніж в інших важливих зернових та олійних культурах. Наявність цих біомолекул у насінні чіа є важливим нутрицевтичним внеском у щоденний раціон. Насіння чіа не містять глютену і може вживатися хворими на целиакію.

Таблиця 1.7 – Амінокислотний склад насіння чіа

| Амінокислота | Вміст (г /100 г) | Джерела |
|------------------------|------------------|-----------|
| Незамінні амінокислоти | | |
| Аргінін | 2.14 - 2,00 | [16] [22] |
| Гістидин | 0,53 - 0,61 | [16] [22] |
| Ізолейцин | 0,80 - 0,74 | [16] [22] |
| Лейцин | 1,37 - 1.42 | [16] [22] |
| Лізін | 0,97 - 0,93 | [16] [22] |
| Метіонін | 0,59 - 0,67 | [16] [22] |
| Фенілаланін | 1.02 - 1.6 | [16] [22] |
| Треонін | 0,71 - 0,54 | [16] [22] |
| Триптофан | 0,44 | [16] [22] |
| Валін | 0,95 - 0,79 | [16] [22] |
| Цистин | 0,41 - 0,42 | [16] [22] |
| Тирозин | 0,56 - 0,61 | [16] [22] |
| Аланін | 1.04 - 0,94 | [16] [22] |
| Аспарагінова кислота | 1,69 - 1.28 | [16] [22] |
| Глутамінова кислота | 3.50 - 2,87 | [16] [22] |
| Гліцин | 0,94 - 0,91 | [16] [22] |
| Пролін | 0,78 - 1.28 | [16] [22] |
| Серин | 1.05 - 0,94 | [16] [22] |

1.3.4 Мінеральні речовини та вітаміни насіння чіа

Насіння чіа містить багато мінеральних речовин та фосфором (860–919 мг / 100 г), кальцієм (456–631 мг / 100 г), калієм (407–726 мг / 100 г) та магнієм (335–449 мг / 100 г). Дослідження також підтвердили наявність деяких вітамінів, головним чином вітаміну В1 (0,6 мг / 100 г), вітаміну В2 (0,2 мг / 100 г) та ніацину (8,8 мг / 100 г). Чіа містить у 6 разів більше кальцію, в 11 разів більше фосфору і в 4 рази більше калію, ніж 100 г молока, крім того, також містить магній, залізо, цинк та мідь.

1.3.5 Поліфенольний склад насіння чіа

Насіння чіа також є багатим джерелом фітосполук, що характеризуються високою біологічною активністю [36, 37]. Це особливо поліфеноли. Поліфеноли, що відповідають за антиоксидантну активність, найчастіше є флавоноїдами та похідними коричної кислоти. Кількість фенольних сполук в насінні чіа становить близько 0,88-1,6 мг / г (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Поліфенольний склад насіння чіа

| Сполука | Вміст (мкг / г насіння) | Джерела |
|------------------------|-------------------------|-----------|
| Поліфеноли | | |
| Галлова кислота | 0,05; 11 | [17] [37] |
| Кофеїнова кислота | 27; 30,89 | [36] [37] |
| Хлорогенова кислота | 4.68 | [37] |
| Ферулова кислота | - | |
| Кверцетин | 0,17 | [17] |
| Кемпферол | 0,013 | |
| Кемпферол 3-О-глюкозид | 0,029 | |
| Епікатехін | 0,029 | |
| Рутін | 0,22 | |
| p-Кумарова кислота | 0,24 | |
| Апігенін | 0,005 | |
| Ізофлаволи | | |
| Даїдзеїн | 6.6 | [36] |
| Гліцитин | 1.4 | |
| Геністин | 3.4 | |
| Гліцитеїн | 0,5 | |
| Геністеїн | 5.1 | |

Насіння містить значні концентрації галової, кофеїнової, хлорогенної, ферулової та розмаринової кислот. Кофеїнова кислота відіграє важливу роль як з хімічної, так і з біологічної точки зору в екстрактах, виділених з насіння насіння чіа. Ця фенолова кислота, що складається з дигідроксифенільної групи, пов'язаної з акриловою кислотою, являє собою молекулярний скелет декількох метаболітів сімейства Lamiaceae. Кофеїнова кислота, яка також класифікується як гідроксицинамінова кислота, може бути пов'язана з хініновою кислотою. Мономерні похідні, включаючи саму кофеїнову кислоту та ферулову кислоту, були виділені з насіння чіа за допомогою ультрависокої рідинної хроматографії. Авторами виявлено концентрацію кофеїнової кислоти (0,0274 мг / г) вищу, ніж у манго (0,0077 мг / г), папайї (0,0159 мг / г) та чорниці (0,0216 мг / г), але нижче, ніж для персика (0,0371 мг / г).

Найпоширенішою фенольною сполукою являється хлорогенна кислота (0,222 мг / г), другою за поширенням являється кофеїнова кислота (0,144 мг / г). Насіння чіа також містить мірицетин, кверцетин та кемпферол. Найважливішими фенольними сполуками, присутніми в чіа, є токофероли, які містяться в концентрації 238-427 мг / кг.

Флавоноїди, найрозповсюдженіші сполуки, присутні в рослинах, належать до поліфенольного підкласу, що має п'ятнадцятиуглецевий скелет, який складається з двох бензольних кілець (А і В), пов'язаних через гетероциклічне піранове кільце (С). Вони відповідають за колір, смак і запобігання окислення жиру. Насіння чіа містить деякі ізофлавоноїди, такі як даїдзін, гліцитин, геністин, гліцитеїн та геністеїн. Ізофлавоноїди даїдзеїн, гліцитеїн, геністеїн та геністин, містяться в невеликих кількостях. Дослідженнями виявлено наявність кампестеролу (472 мг / кг ліпідів), стигмастеролу (1248 мг / кг ліпідів), β -ситостеролу (2057 мг / кг ліпідів) та Δ^5 -авенастеролу. Було встановлено, що насіння чіа також містять токофероли: α -токоферол (8 мг / кг ліпідів), γ -токоферол (422 мг / кг ліпідів) та δ -токоферол (15 мг / кг ліпідів).

1.3.6 Антиоксидантні властивості насіння чіа

Біомолекули насіння чіа можуть виступати як антиоксидантні сполуки, зокрема вторинні метаболіти є найважливішими компонентами. Споживання природних джерел з високим рівнем антиоксидантних сполук (поліфеноли, токоферолі, каротиноїди, вітаміни, олія та антиоксидантні пептиди) може запобігти пошкодженню ДНК та клітин та розвитку артрити, діабету, раку та серцево-судинних захворювань. Виявлено, що антиоксидантна активність борошна з насіння чіа вища, ніж у зерна пшениці та сорго, і подібна до вина, кави, чаю та апельсинового соку. Ці антиоксидантні ефекти зумовлені наявністю кавової та хлорогенної кислот, а також інших фенольних сполук.

Дослідження дають докази високого антиоксидантного потенціалу насіння чіа. Сполуки, що містяться в насінні чіа здатні дезактивувати катіонні радикали. Однак більш висока активність була зафіксована для насіння коричневого та золотистого льону. Насіння чіа демонструють здатність нейтралізувати синтетичні радикали та зменшувати кількість іонів заліза. Результати вказують на більш високу антиоксидантну активність насіння чіа порівняно з насінням льону пшеничним борошном, ячменем та сорго (8,3, 14,9 та 51,7 ммоль / г) та була подібна до соргових висівок з високим вмістом танінів (512,0 ммоль / г) [38].

Екстракти з насіння чіа здатні нейтралізувати радикали, і вони викликають їх нейтралізацію на понад 70%. Крім того, ці екстракти пригнічують ферментативне окислення гваяколу. Вчені підтверджують, що білкові гідролізати з насіння чіа також здатні зменшувати кількість катіонних радикалів. Вони припустили, що перевірені білкові гідролізати можуть виступати в ролі донорів електронів [39]. Антиоксидантна активність сполук, що містяться в насінні чіа була досліджена в системі жирової емульсії. Вченими було оцінено вплив додавання екстракту з насіння чіа на швидкість розкладу бета-каротину в модельній системі лінолевої кислоти / бета-каротину під час нагрівання при 50 ° С. Вони помітили, що екстракти з насіння чіа виявляють

антиоксидантні властивості в модельній емульсії на рівні 73,5% і 79,3%. Вони також підтвердили здатність насіння чіа інгібувати перекисне окислення ліпідів.

Антиоксидантні властивості насіння чіа, а також інших природних речовин (екстракт розмарину, екстракт чаю, екстракт гінко білоба, фенольні сполуки) можуть використовуватися для захисту ліпідів та біологічно активних речовин в олії під час зберігання та використання теплових процесів та у нових харчових продуктах [40,41,42].

Мексиканськими вченими було досліджено хімічний склад насіння чіа з чотирьох різних регіонів Мексики та порівняно їх з аналогічними показниками для насіння з Аргентини та Еквадору. Результати досліджень хімічного складу наведено в табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Хімічний склад насіння чіа з чотирьох регіонів Мексики

| Хімічний склад (%) | Чіапас | Оаксака | Міхоакан | Пуебло |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Білок | 22.03 ± 0.42 | 20.27 ± 0.51 | 22.32 ± 0.33 | 18.49 ± 0.40 |
| Зола | 4.55 ± 0.29 | 4.50 ± 0.29 | 4.55 ± 0.30 | 4.67 ± 0.09 |
| Жири | 23.66 ± 0.68 | 22.30 ± 0.64 | 21.49 ± 0.62 | 32.68 ± 0.90 |
| Харчові волокна | 33.47 ± 0.21 | 34.61 ± 0.23 | 36.15 ± 0.21 | 20.10 ± 0.01 |
| Вода | 7.27 ± 0.01 | 7.28 ± 0.01 | 7.64 ± 0.01 | 5.28 ± 0.67 |
| Вуглеводи | 9.05 ± 0.21 | 10.59 ± 0.37 | 7.85 ± 0.32 | 18.65 ± 1.90 |

Вміст жиру в мексиканському насінні чіа коливався між 21,5 та 32,7% (від маси насіння), тоді як вміст жиру в насінні чіа з Еквадору становив від 27,5 до 32,8% (від маси).

Насіння мексиканського чіа мало більший вміст білка та клітковини, а також нижчий вміст жиру порівняно з іншим насінням, такими як кунжут (17,73% білка, 49,67% жиру та 11,8% клітковини) та соняшник (20,78% білка, 51,46% жиру та 8,60% клітковина). Також мексиканське насіння чіа мало високий вміст білка (19,5–22,3%, вологої основи) порівняно зі злаками, такими

як овес (15,3%), пшениця (14,0%), кукурудза (14,0%), ячмінь (9,2,%) та рису (8,5%).

Порівнюючи вміст жирних кислот насіння чіа з Мексики та Еквадору, еквадорське насіння мало дещо більший вміст ліноленової кислоти(63,3–67,3%), ніж у насінні з Міхоакана, Оаксаки, Чіапас та Пуебло (59,9–63,4%). Вміст лінолевої та пальмітинової кислот у насінні з Еквадору були меншими (15,6–18,0% та 5,8–7,1% відповідно) порівняно з отриманими для мексиканського насіння (18,9–20,3% та 6,0–7,1% відповідно). Результати наведено в табл. 1.10.

Таблиця 1.10 – Жирнокислотний складу чіа з Мексики та Еквадору

| Жирнокислотний склад | Чіапас | Оксака | Міхоакан | Пуебла | Джаліско | Сіналоа |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|---------|
| Лауринова | - | - | - | 0.01 ± 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Міристинова | - | - | - | 0.04 ± 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Пентадеканова | - | - | - | 0.02 ± 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Пальмітинова | 6.22 ± 0.10 | 6.00 ± 0.08 | 6.08 ± 0.09 | 7.06 ± 0.15 | 6.20 | 6.30 |
| Пальмітоолеїнова | - | - | - | 0.22 ± 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| Гептадеканова | - | - | - | 0.04 ± 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Стеаринова | 2.95 ± 0.08 | 2.79 ± 0.08 | 3.17 ± 0.09 | 5.21 ± 0.11 | 3.00 | 3.00 |
| Олеїнова | 7.05 ± 0.06 | 8.74 ± 0.07 | 7.29 ± 0.08 | 7.70 ± 0.08 | 8.20 | 7.50 |
| Арахідонова | 0.38 ± 0.02 | - | - | 0.24 ± 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Лінолева | 20.12± 0.15 | 19.45±0.14 | 19.75±0.11 | 18.87±0.14 | 19.80 | 19.90 |
| α-Ліноленова | 62.78±0.21 | 62.44±0.23 | 63.24±0.18 | 59.89±0.25 | 63.40 | 61.90 |
| γ-Ліноленова | - | - | - | 0.31 ± 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Ейкозадієнова | - | - | - | 0.21 ± 0.01 | 0.14 | 0.30 |
| Ейкозапентаєнова | - | - | - | 0.13 ± 0.01 | 0.00 | 0.00 |

Концентрація в насінні мексиканського чіа жирних кислот омега-3 становила від 62,8% до 59,9% та від 20,1% до 18,9% жирних кислот омега-6. Таким чином, співвідношення омега-3: омега-6 становило 3: 1 для насіння чіа з чотирьох досліджуваних регіонів. Цей взаємозв'язок між ненасиченими жирними кислотами має велике значення для дієти та балансу жирів в організмі.

Концентрація загальних фенольних сполук в насінні чіа з досліджуваних регіонів була такою: Чіапас (0,697- 0,06 мг); Оаксака (0,712 -0,03 мг); Міхоакан (0,717- 0,04 мг); і Пуебло (0,535-0,02 мг). Таким чином, насіння з Оаксаки та Міхоакана мали більш високий фенольний вміст ($P < 0,05$). Насіння чіа з Джаліско та Синалоа мали концентрацію 0,921 та 0,880 мг фенольних сполук. Ці результати свідчать про те, що походження насіння впливає на концентрацію загальних фенольних сполук ($P < 0,05$). Вміст фенольної сполуки, визначений у насінні чіа, вважається низьким порівняно з деякими фруктами, такими як свіжі ягоди винограду, зі значеннями між 11,2 та 84,5 мг від маси та мандаринами (значення від 47,1 до 78,7 мг). Однак вміст отриманої фенольної сполуки порівнянний із середніми значеннями для інших американських злаків, таких як кіноа (~0,766 мг); лебеда (*Chenopodium quinoa*), 0,876 мг; і амарант (*Amaranthus caudatus*), 0,249 мг.

З дослідження було зроблено висновок, що включення мексиканського насіння чіа з досліджуваних регіонів у нові продукти може збільшити його споживчу цінність та покращити здоров'я споживачів, що забезпечується великою кількістю білка (18,5–22,3%) та клітковини (20,1–36,15%), а також високою кількістю жирних кислот (59,9–63,2% α -ліноленової кислоти та 18,9–20,1% лінолевої кислоти).

1.3.7 Застосування насіння чіа в рецептурах борошняних кондитерських виробів

Російські дослідники провели дослідження впливу добавки з перемеленого насіння чіа на властивості печива [43]. Для проведення дослідження було обрано дозування насіння чіа в кількостях: 3, 5 та 7% на заміну пшеничного борошна. Рецептuru, що була застосована для дослідження, наведено в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Рецептатура дослідних зразків печива

| Сировина | Контроль | З насінням чіа,% | | |
|-----------------------|----------|------------------|--------|--------|
| | | 3 | 5 | 7 |
| Борошно пшеничне, в/с | 179,77 | 174,37 | 170,78 | 167,19 |
| Насіння чіа | - | 5,40 | 8,99 | 12,58 |
| Цукрова пудра | 66,51 | 66,51 | 66,51 | 66,51 |
| Інвертний сироп | 12,04 | 12,04 | 12,04 | 12,04 |
| Вершкове масло | 51,59 | 51,59 | 51,59 | 51,59 |
| Молоко згущене | 14,74 | 14,74 | 14,74 | 14,74 |
| Меланж | 16,36 | 16,36 | 16,36 | 16,36 |
| Ванільна пудра | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 |
| Сіль | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 |
| Сода | 1,37 | 1,37 | 1,37 | 1,37 |
| Амоній | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 |
| Вихід | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 |

В роботі було досліджено органолептичні, фізико-хімічні, хімічні показники якості та поживну цінність печива з добавкою насіння чіа. В табл. 1.12 наведено результати органолептичної оцінки зразків печива.

Таблиця 1.12 – Дані органолептичної оцінки печива з насінням чіа

| Найменування показника | Результати дослідів | | | |
|------------------------|--|---|----------|----------|
| | контроль | дослід 1 | дослід 2 | дослід 3 |
| Форма | Правильна, відповідає даному найменуванню печива, без вм'ятин, краї печива рівні | | | |
| Поверхня | Гладка, не підгоріла | Не підгоріла, з вкрапленнями насіння чіа | | |
| Колір | Світло-коричневий | | | |
| Смак і запах | Властивий даному найменуванню печива, без сторонніх запахів та присмаків | Присмак насіння чіа | | |
| Вигляд у зламі | Пропечене печиво з рівномірною пористістю | Пропечене печиво з вкрапленнями насіння чіа | | |

В табл. 1.13 наведено основні фізико-хімічні показники якості отриманих зразків печива.

Таблиця 1.13 – Результати оцінки фізико-хімічних показників якості

| Показник | Контрольний зразок | Борошно з насіння чіа, 3% до маси борошна | Борошно з насіння чіа, 5% до маси борошна | Борошно з насіння чіа, 7% до маси борошна |
|-----------------------|--------------------|---|---|---|
| Вологість, % | 4,5 | 4,6 | 4,9 | 5,0 |
| Лужність, град | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,9 |
| Намочуваність, % | 152 | 155 | 160 | 169 |
| Вміст білку, г/100г | 7,6 | 7,8 | 8,2 | 8,7 |
| Масова частка золи, % | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,68 |

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив додавання подрібненого насіння чіа на доповнення мінеральної цінності печива (табл. 1.14) З макроелементів в дослідних зразках печива міститься більше магнію (в 1,7 рази), кальцію (на 67%), фосфору (на 31%), з мікроелементів - міді (в 1,4 рази), заліза (на 32%).

Таблиця 1.14 – Мінеральний склад отриманих зразків печива

| Показник | Контроль | | Дослід | |
|------------------------|---------------|-----|---------------|------|
| | Факт. вміст | % | Факт. вміст | % |
| Вміст фосфору, мг/100г | 69.1 ± 1.3 | 8.6 | 90.9 ± 1.5 | 11.3 |
| Вміст міді, мг/100г | 0.084 ± 0.002 | 8.4 | 0.120 ± 0.002 | 12.0 |
| Вміст заліза, мг/100г | 0.548 ± 0.005 | 5.5 | 0.722 ± 0.003 | 7.2 |
| Вміст цинку, мг/100г | 0.349 ± 0.002 | 2.9 | 0.523 ± 0.004 | 4.4 |
| Вміст магнію, мг/100г | 14.79 ± 0.70 | 3.7 | 25.69 ± 0.90 | 6.4 |
| Вміст кальцію, мг/100г | 9.94 ± 0.50 | 1.0 | 16.62 ± 0.50 | 1.6 |
| Масова частка золи, % | 0.58 ± 0.04 | - | 0.68 ± 0.03 | - |

Було проведено дослідження максимально можливого дозування меленого насіння чіа в рецептурі безглютенового печива та властивостей отриманих зразків печива.

В табл. 1.15 наведено результати бальної органолептичної оцінки зразків печива.

Таблиця 1.15 – Органолептична оцінка та загальна прийнятність печива

| Дозування чіа та борошна, % | Колір | Смак | Запах | Текстура | Загальна прийнятність |
|-----------------------------|-------|------|-------|----------|-----------------------|
| 0 : 100 | 8.85 | 9 | 9 | 8.86 | 9 |
| 30 : 70 | 8.54 | 8.91 | 8.93 | 8.79 | 8.77 |
| 50 : 50 | 8.33 | 8.14 | 8.22 | 8.58 | 8.12 |
| 70 : 30 | 6.79 | 7.08 | 7.20 | 8.04 | 7.02 |
| 100 : 0 | 6 | 5.93 | 6 | 7.87 | 5.89 |

З таблиці видно, що зразки печива з дозуванням розмеленого насіння чіа у кількості 30 та 50% до кількості борошна мають найвищу загальну прийнятність серед усіх виготовлених зразків.

Вміст жирів у печиві з додаванням меленого насіння чіа був значно вищим порівняно з контрольним зразком печива, 60% жирів, що містяться в розмеленому насінні чіа, складають полі ненасичені жирні кислоти. Омега-6-жирна кислота, присутня в розмеленому насінні чіа, її вміст знаходиться в діапазоні 17,6-20,4%. Результати аналізу хімічного складу та поживна цінність зразків печива з додаванням розмеленого насіння наведено в табл. 1.16.

Таблиця 1.16 – Хімічний склад та поживна цінність зразків печива

| Поживна речовина, % | Контроль | 30:70,% | 50:50,% |
|---------------------|----------|---------|---------|
| Вологість | 3.08 | 3.10 | 3.12 |
| Зольність | 0.67 | 5.22 | 7.33 |
| Білок | 8.52 | 12.73 | 14.86 |
| Жир | 25.13 | 30.21 | 35.24 |
| Харчові волокна | 0.3 | 13.08 | 18.69 |
| Вуглеводи | 62.3 | 48.74 | 25.46 |
| Калорійність | 509.45 | 487.71 | 478.38 |

Додавання розмеленого насіння чіа до рецептури збільшує вміст харчових волокон в печиві до 18,69%. Включення гелю чіа виконує функцію замітника яєць при приготуванні печива.

1.4 Загальна характеристика зерна амаранту

Амарант - це псевдозернова культура з дуже важливим культурним та історичним минулим. Зерно амаранту може внести свій внесок у поліпшення харчування населення, особливо в країнах, що розвиваються, завдяки своїм унікальним сільськогосподарським, поживним і функціональними властивостями. Амарант має високу поживну цінність та важливі нутрицевтичні властивості.

Зерно амаранту є псевдоцеральним з високим вмістом поживних речовин і чудовим кількістю білків у порівнянні зі справжніми зерновими культурами. Це досить збалансована культура з функціональними властивостями, яка забезпечує лікарські переваги.

Сприятливий хімічний склад та висока харчова цінність, а також великий потенціал для практичного використання змусили експертів по харчуванню ООН / ФАО визнати амарант рослиною двадцять першого сторіччя.

З ботанічної точки зору та точки зору складу поживних речовин, це зерно має загальні характеристики як зернових, так і зернобобових. Оскільки вміст білка і амінокислотний склад знаходяться посередині між зерновими і бобовими культурами, його можна розглядати як природну суміш злакових культур і бобів.

Існує кілька рослин, які використовуються в якості альтернативи зерновим культурам, що містять глютен, наприклад такі як амарант, гречка і лобода. Крім того, ці безглютенові альтернативні рослини дуже схожі за вмістом поживних речовин на зернові, що містять глютен, і називаються псевдозерновими.

В останні роки амарант, гречка і кіноа викликають великий інтерес. Їх винятковий профіль поживних речовин є однією з причин зацікавленості цими культурами.

Існує близько 60 різних видів амаранту, його можна використовувати при виготовленні хліба, тістечок, печива, різних кондитерських виробів.

Використання насіння амаранту також збільшило об'єми виробництва пластівців, борошна, хліба по всьому світу.

1.4.1 Характеристика хімічного складу зерна амаранту

Амарант є хорошим джерелом крохмалю (58-66%), білків (13-19%) з оптимальним балансом вмісту незамінних амінокислот, харчових волокон (14-16%) і ліпідів (5-13%). Приблизний хімічний склад основних видів амаранту наведений в табл.1.17.

Таблиця 1.17 – Хімічний склад основних видів амаранту

| Види | Сирий білок, % | Жир, % | Харчові волокна, % | Мінеральні речовини, % |
|-----------------|----------------|--------|--------------------|------------------------|
| Hypochondriacus | 17.9 | 7.7 | 2.2 | 4.1 |
| Cruentus | 15.7 | 7.2 | 4.0 | 3.3 |
| Caudatus | 18.0 | 7.5 | 4.5 | 3.7 |

Крім виключних поживних якостей за рахунок наявності великого вмісту крохмалю, амарант також містить корисні для здоров'я сполуки, такі як біологічно активні пептиди, фенольні сполуки, бетаціаніди, флавоноїди, фенольні кислоти, сквален, жирні кислоти і жиророзчинні вітаміни, токофероли, антимікробні пептиди та антиоксидантні сполуки тіаміну, ніацину, рибофлавіну, фолієвої кислоти і харчових мінералів, включаючи кальцій, залізо, магній, фосфор, цинк, мідь і марганець.

Амарант містить поживні білки, з кращим балансом незамінних амінокислот, у порівнянні з традиційними культурами та більшості інших рослинних продуктів.

Оптимальний амінокислотний баланс був виявлений в запасних білках зерна амаранту, які володіють антиоксидантними, антигіпертензивними,

антитромботичними, імунорегуляторними властивостями та здатністю до зниження рівня холестерину.

Запасні білки амаранту володіють плівкоутворюючими, гелеутворюючими, піноутворюючими та емульгуючими властивостями, а також здатністю до утримання води. Амарант також містить протипухлинний пептид, який являє собою біологічно активний пептид луназін, раніше виявлений тільки в ячмені, сої та, зовсім недавно, в пшениці, який має досить високу концентрацію аспарагінової кислоти.

Глютелін також має відносно високу концентрацію аспарагінової кислоти, 10,6% від загального білка.

Оскільки велика кількість білків насіння амаранту міститься в глобуліні і глютеліні, амарант може виступати як потенційне джерело антигіпертензивних пептидів.

Антигіпертензивні пептиди найбільш часто зустрічаються у білках амаранту, особливо в глобуліні 11S.

Білки зерна амаранту багаті лізином (4,6-6,1 г / 100 г білка).

Вміст триптофану в амаранті коливається від 0,8 до 1,8 г / 100 г білка. Крім того, амарант містить гістидин який, хоча і не вважається незамінною амінокислотою, але відіграє важливу роль в розвитку організму.

Білки амаранту містять активні пептиди, які виконують наступні основні функції: антитромботичну, антиамнестичну, імуномодулюючу, антиоксидантну, імуностимулюючу та антигіпертензивну.

Амарант містить достатній рівень необхідних мікроелементів, таких як вітаміни і мінерали, і значну кількість різних біоактивних елементів, таких як сквален, фітостероли, поліфеноли і сапоніни.

Амарант має потенціал для використання у якості функціональних і біологічно активних добавок в харчових продуктах через високий вміст харчових волокон і природних антиоксидантів, таких як фенольні сполуки.

Було виявлено антиоксидантну активність, що пов'язана з вмістом поліфенолів, антоціанів, флавоноїдів і токоферолів. Вміст фенолу в зерні

амаранту варіюється у різних видів і може залежати від умов навколишнього середовища. Амарант містить велику кількість вітамінів, таких як рибофлавін, вітамін В₆, вітамін С і фолат.. Також амарант містить високі концентрації незамінних амінокислот і мінеральних речовин (3%), таких як кальцій, магній, залізо, калій, цинк, а також вітаміни групи В. Крім того, було виявлено, але в менших кількостях інші елементи, такі як, марганець, і мідь. [26]

Вміст в зерні амаранту метіоніну становить близько 15,8 мг / г загального білка, тоді як рівень лізину в ньому становить близько 55,8 мг / г загального білка (табл. 1.18). Високі концентрації лізину і метіоніну підтримують високу поживну цінність зерна, особливо в порівнянні з іншими зерновими культурами, в яких ці амінокислоти присутні в обмежених кількостях.

Таблиця 1.18 – Амінокислотний склад амаранту[27]

| Амінокислоти | Кількість на 100г |
|----------------------|-------------------|
| Триптофан | 0,181 |
| Треонін | 0,558 |
| Ізолейцин | 0,582 |
| Лейцин | 0,879 |
| Лізін | 0,747 |
| Метіонін | 0,226 |
| Цистін | 0,191 |
| Фенілаланін | 0,542 |
| Тирозин | 0,329 |
| Валін | 0,679 |
| Аргінін | 1,060 |
| Гістидин | 0,389 |
| Аланін | 0,799 |
| Аспарагінова кислота | 1,2261 |
| Глютамінової кислоти | 2.259 |
| Гліцин | 1.636 |
| Пролін | 0,698 |
| Серин | 1.148 |

Концентрація кальцію і магнію в амаранті становлять від 134 до 370 мг / 100 г і від 230 до 387 мг / 100 г відповідно, тоді як вміст оксалату коливалося від 178 до 278 мг / 100 г.

У насінні амаранту було виявлено кілька фенольних сполук (14,72-14,91 мг / 100 г), таких як кофеїнова кислота, п-гідроксибензойна кислота і ферулова кислота .

Фенольні кислоти, такі як п-гідроксибензойна кислота (1,2-2,2 мкг / г), сірінова кислота (0,7-0,8 мкг / г) і ванілова кислота (1,5-1,8 мкг / г) також виявлені в зерні амаранту.

Фенольні кислоти в амаранті варіюються від 168 до 329 мг / кг, вони знаходяться у вільній, кон'югованій і зв'язаній формах, тоді як частка екстрагованих фенольних кислот варіювалася від 7 до 14% від загальної кількості фенольних кислот. Три найголовніші фенольні кислоти, що містяться в амаранті - це галова, протокатехінова і п-гідроксибензойна кислоти, які знаходяться в кількості 11,0-440, 4,7-136 і 8,5-20,9 мг / кг сухого амаранту відповідно. Після лужного та ферментативного гідролізу в насінні амаранту були виявлені ферулова кислота, в основному транс-ферулова кислота (620 мг / кг) і цис-ферулова кислота (203 мг / кг).

Амарант містить рутин та ізокверцитин. Рутин присутній в більш високих концентраціях (10,1 мкг / г).

Загальний вміст токоферолів в амаранті коливається від 7,28 до 27,9 мкг / г. Загальна кількість вітаміну Е в середньому склала 5,45 мкг / г для амаранту і 17,5 мкг / г для кіноа.

Токофероли і токотрієноли є гомологами вітаміну Е. Повідомляється, що амарант містить всі чотири (α , β , δ і γ) форми токоферолу. Вміст токоферолів в амаранті складає: α -токоферол (1,40-31,4 мг / кг), γ -токоферол (0,01-48,79 мг / кг), δ -токотрієнол (0,06-8,69 мг / кг) і β -токотрієнол (0,51-43,83) мг / кг). Токофероли володіють протизапальними і протипухлинними властивостями і грають важливу роль в регуляції обміну речовин. Недавні дослідження показали, що токотрієноли мають протиракові, нейропротекторні і гіпохолестеричні властивості.

Крім того, амарант має оптимальний вміст лізину і триптофану за стандартами ФАО / ВООЗ. Це робить його цінним доповненням до основних продуктів харчування, таким як кукурудза або сорго, які мають обмежені кількості амінокислот: лізину і триптофану відповідно. Однак в амаранті спостерігається дефіцит амінокислоти лейцину.

Сквален є важливим антиоксидантом, а також дуже активним протираковим і гіперхолестеричним агентом, а також виконує функцію кардіопротектора. Сквален є важливим проміжним компонентом синтезу холестерину. У насінні амаранту концентрація сквалену досягає 620 мг / кг, що значно вище, ніж у кукурудзи, гречки та ячменю.

Вміст ліпідів в амаранті сильно коливається та знаходиться в межах від 1,9% до 9,7% в залежності від виду і генотипу. Жирні кислоти пальмітинова (19%), олеїнова (26%) і лінолева (47%) зустрічаються в більш високих кількостях, а також виявлено вміст ліноленої жирної кислоти. [28]

1.4.2 Залежність властивостей печива від вмісту амарантового борошна

Для проведення дослідження було обрано заміну пшеничного борошна борошном з ціЛЬНОЗМЕЛЕНОГО амаранту в діапазоні 20, 40, 60, 80 та 100% від загальної кількості борошна. Було досліджено залежність властивостей отриманих зразків печива від кількості доданого амарантового борошна шляхом оцінки фізичних, текстурних та органолептичних характеристик.

В табл. 1.19 наведено приблизний хімічний склад пшеничного та амарантового борошна.

Таблиця 1.19 – Хімічний склад пшеничного та амарантового борошна

| Вид борошна | Вологість, % | Зольність, % | Сирий жир, % | Сирий протеїн, % | Сира клітковина, % |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------------|
| Пшеничне борошно | 11,3 ± 0,06 | 1,3 ± 0,04 | 1,6 ± 0,05 | 10,56 ± 0,03 | 1,2 ± 0,04 |
| Амарантове борошно | 8,13 ± 0,15 | 2,93 ± 0,08 | 6,68 ± 0,08 | 15,05 ± 0,05 | 3,0 ± 0,03 |

За даними таблиці можна зробити висновок, що амарантове борошно має вищу поживну цінність порівняно з пшеничним за рахунок вищого вмісту жирів, протеїну та харчових волокон. Також амарантове борошно має вищий відсоток мінеральних речовин.

Фізичні властивості печива, отриманого з суміші пшеничного та амарантового борошна наведено в табл. 1.20.

Таблиця 1.20 – Фізичні властивості отриманих зразків печива

| Зразок | Вага, г | Товщина, мм | Діаметр, мм | Коеф. розширення | Втрати при випіканні (г/100г) |
|---------------|--------------|-------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| Контроль | 13,17 ± 0,11 | 8,78 ± 0,41 | 51,14 ± 0,04 | 5,82 ± 0,08 | 17,79 ± 0,22 |
| 20 % ам. бор. | 13,38 ± 0,21 | 8,49 ± 0,11 | 51,37 ± 0,11 | 6,13 ± 0,05 | 16,36 ± 0,09 |
| 40 % ам. бор. | 13,66 ± 0,15 | 8,30 ± 0,08 | 51,50 ± 0,23 | 6,20 ± 0,06 | 14,25 ± 0,31 |
| 60 % ам.бор. | 14,00 ± 0,19 | 8,24 ± 0,15 | 51,67 ± 0,09 | 6,29 ± 0,04 | 11,40 ± 0,24 |
| 80 % ам.бор. | 14,23 ± 0,22 | 8,16 ± 0,06 | 51,92 ± 0,19 | 6,36 ± 0,05 | 10,64 ± 0,18 |
| 100 % ам.бор. | 14,48 ± 0,19 | 8,07 ± 0,11 | 52,20 ± 0,16 | 6,46 ± 0,07 | 10,13 ± 0,20 |

Результати оцінки фізичних характеристик отриманих зразків печива показали значну різницю між товщиною, діаметром, коефіцієнтом розширення та втратами при випіканні для кожного зі зразків. Діаметр печива демонструє тенденцію до збільшення разом зі збільшенням рівня заміщення пшеничного борошна амарантовим. Це пояснюється нижчою в'язкістю амарантового борошна в порівнянні з пшеничним.

Результати органолептичної оцінки печива наведено в табл. 1.21.

Таблиця 1.21 – Органолептична оцінка печива з амарантовим борошном

| Зразок | Зовнішній вигляд | Аромат | Смак | Текстура | Загальна прийнятність |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| Контроль | 7,00 ± 1,07 | 8,00 ± 1,42 | 7,66 ± 1,07 | 7,00 ± 1,25 | 7,66 ± 0,36 |
| 20 % ам. бор. | 7,66 ± 0,57 | 8,33 ± 1,06 | 8,00 ± 0,48 | 7,33 ± 1,54 | 7,33 ± 0,52 |
| 40 % ам. бор. | 8,00 ± 1,28 | 8,00 ± 1,14 | 8,00 ± 0,56 | 7,66 ± 0,63 | 7,66 ± 1,29 |
| 60 % ам.бор. | 8,00 ± 1,18 | 8,00 ± 2,03 | 8,33 ± 0,43 | 8,00 ± 0,84 | 8,00 ± 1,46 |
| 80 % ам.бор. | 7,66 ± 1,23 | 7,53 ± 1,71 | 7,00 ± 1,23 | 7,66 ± 1,06 | 6,00 ± 0,68 |
| 100 % ам.бор. | 7,66 ± 0,84 | 7,50 ± 0,69 | 6,00 ± 1,67 | 7,66 ± 0,67 | 6,00 ± 0,83 |

З таблиці видно, що печиво на основі борошна амаранту, що було додано в кількостях до 60% мало більш прийнятні органолептичні характеристики.

1.5 Загальна характеристика псиліуму

Псиліум належить до сімейства Plantaginaceae. Це рослина з широким географічним розподілом. Псиліум є важливою лікарською рослиною, яка містить різні сполуки, такі як фенольні сполуки (похідні кофеїнової кислоти),

флавоноїди, алкалоїди, вітамін С, антиоксиданти, протизапальні агенти. Всесвітня організація охорони здоров'я схвалила використання псиліуму як проносного засобу для лікування гіперхолестеринемії та зниження рівня глюкози в крові. Вживання псиліуму також може мати побічні ефекти, включаючи здуття живота та алергічні реакції.

Псиліум має найвищий рівень розчинних харчових волокон (74,45%) в порівнянні з традиційними злаковими культурами. Для порівняння – вівсяні та пшеничні висівки містять приблизно 10-15% клітковини та лише 5% розчинної. Псиліум містить невелику кількість засвоюваних вуглеводів. Хімічний склад та вміст мінеральних речовин в псиліумі наведено в табл. 1.22.

Таблиця 1.22 – Вміст поживних речовин та мінеральний склад псиліуму

| Поживні речовини | Одиниці вимірювання | Вміст |
|---------------------|---------------------|--------------|
| Білки | % | 16.03 ± 1.12 |
| Жири | % | 4.16 ± 0.14 |
| Цукор | % | 3.91 ± 0.48 |
| Харчові волокна | % | 74,45 ± 4.57 |
| Мінеральні речовини | | |
| Калій | мг/кг | 6.540 ± 432 |
| Натрій | мг/кг | 74 ± 3.1 |
| Кальцій | мг/кг | 1.880 ± 110 |
| Магній | мг/кг | 1.330 ± 98 |
| Мідь | мг/кг | 5.27 ± 0.2 |
| Марганець | мг/кг | 28.7 ± 1.2 |
| Залізо | мг/кг | 102 ± 5 |
| Цинк | мг/кг | 51.9 ± 2.6 |

Для проведення дослідження печиво готували з використанням борошна (від 48 до 52%), 15% цукру, 14% маргарину та 1% розпушувача, а клітковина псиліуму була введена в п'яти співвідношеннях - від 3,0 до 9,0% (мас. / мас.). Раніше був випробуваний максимальний рівень вмісту псиліуму, і було встановлено, що вміст псиліуму понад 9% не дає можливості сформувати тісто.

Результати досліджень показали, що коефіцієнт розширення суттєво збільшується ($p < 0,05$) із включенням псиліуму з 3 до 9%.

Збільшення вмісту псиліуму в рецептурі призвело до збільшення зольності печива (2,25%), порівняно зі зразками, що виготовлені з додаванням пшеничного борошна (0,50%).

Також спостерігалось зменшення вмісту білка при включенні псиліуму (від 6,22 до 4,24%), що було результатом найвищого рівня білка в пшеничному борошні (9,0%) порівняно з псиліумом (1,4%).

Значне зниження активності води взразках з високим рівнем псиліуму, що дає можливість до збільшення терміну зберігання печива та зменшення хрусткості.

Із вмістом псиліуму, що складає 6% було виявлено виявляло більший вміст розчинної клітковини. Цей результат можна пояснити вмістом клітковини в пшеничному борошні (9,9% розчинної клітковини та 6,5% нерозчинної клітковини).

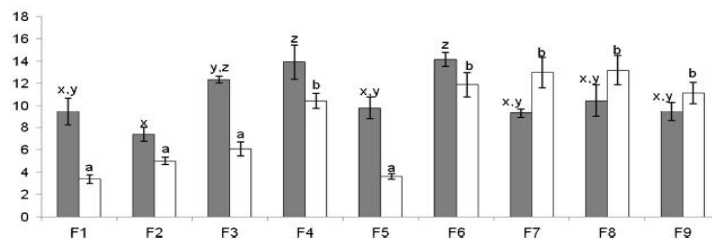


Рисунок 1.17 – Залежність вмісту клітковини від вмісту псиліуму

Печиво з більш високим рівнем псиліуму має зморшкувату поверхню.

При однаковому вмісті борошна спостерігались суттєві відмінності ($p < 0,05$) між твердістю зразків з різним вмістом псиліуму. Для печива з 50% борошна спостерігається, що твердість зростає із включенням псиліуму (3% P - 8,05 N; 9% P - 20,9 N). Це обумовлено наявністю ксилози та арабінози в псиліумі, які сприяють взаємодії між полісахаридами та білками, зміцнюючи структуру бісквіта. Твердість печива зростає також із вмістом білка (наприклад: 8,1% псиліуму - 20,7 N для 48,9% борошна порівняно з 28,2 N для 51,4% борошна).

1.6 Висновки до розділу

Насіння чіа являється здоровим харчовим продуктом і використовується як добавка у різних пропорціях. Харчова цінність є основною причиною споживання насіння чіа. При додаванні насіння чіа в рецептуру борошняних кондитерських виробів кінцевий продукт при цьому має більший вміст кислот омега-3, які є основними біологічними сполуками, що мають велике значення для здоров'я людини. Гель з насіння чіа може замінити до 25% олії або яєць у рецептурах кондитерських виробів. Його досліджують та рекомендують завдяки вмісту жирів, білків, антиоксидантів та харчових волокон. Насіння містить близько 25–38% жирів за масою, містить найбільшу частку ліноленової кислоти (~60%) порівняно з іншими відомими на сьогодні природними джерелами, а також більш високий рівень білка, ніж у традиційних злакових культур, таких як пшениця.

Також для збагачення харчових продуктів застосовується клітковина псиліуму. Клітковина псиліуму являється цінною сировиною завдяки великому вмісту харчових волокон (від 74%), з яких близько 71% припадає на розчинні волокна. Клітковина псиліуму практично не містить засвоюваних вуглеводів. Завдяки цим властивостям виникає необхідність дослідження впливу додавання

Об'єктом даного дослідження є насіння чіа, тістові напівфабрикати з його додаванням. Предметом дослідження являється печиво, органолептичні, фізико-хімічні властивості печива. Метою дослідження являється вивчення функціональних властивостей печива. Завдання дослідження: вивчити особливості використання насіння чіа для виробництва і обґрунтувати переваги його використання; дослідити показники якості чіа різних видів; встановити особливості водопоглинальної здатності чіа різних видів; виявити вплив насіння чіа на якість печива; розробити оптимальну рецептуру печива, збагаченого насінням чіа.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика сировини

Основною складовою для виробництва всіх видів борошняних кондитерських виробів являється пшеничне борошно. Сировиною для виробництва борошна являється зерно пшениці. Борошно вищого сорту має білий колір без сторонніх включень. Борошно, виготовлене з зерна або круп'яних культур, має назву нетрадиційного. Як приклад нетрадиційного борошна може слугувати амарантове борошно.

Для проведення досліджень було використано два види борошна: пшеничне борошно ТМ «Дніпромлин» (рис. 2.1), що виготовлене за ТУ У 00951706-002-97, та амарантове борошно (рис. 2.2).



Рисунок 2.1 – Борошно пшеничне ТМ «Дніпромлин»

Загальна поживна цінність пшеничного борошна приведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Поживна цінність пшеничного борошна

| Поживні речовини, г/100г борошна | Значення |
|----------------------------------|----------|
| Жири | 1,1 |
| Білки | 10,3 |
| Вуглеводи | 70,0 |
| Енергетична цінність, ккал | 334 |

Амарантове борошно являє собою тонкодисперсний порошок кремового кольору.

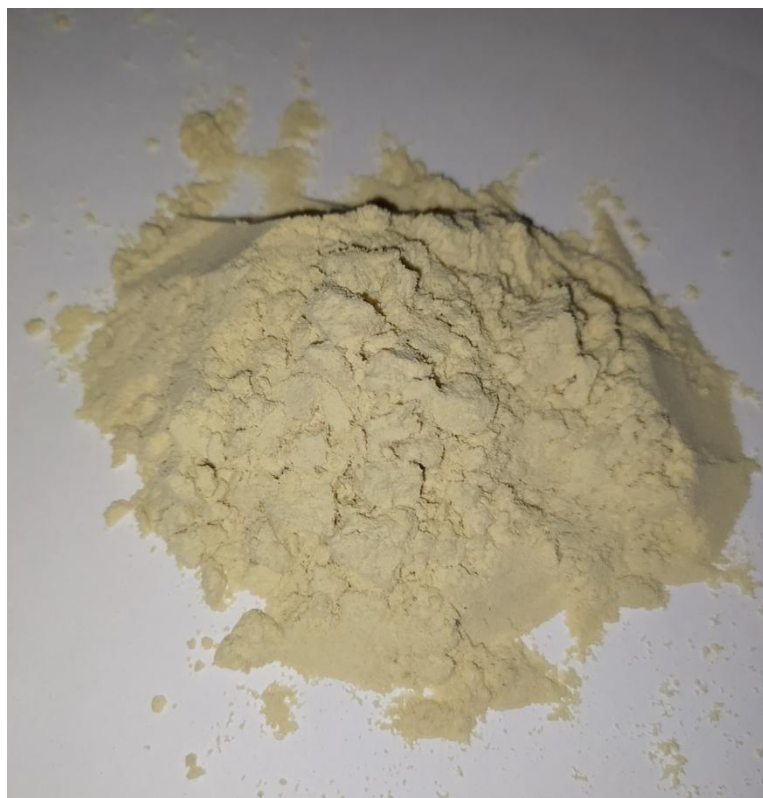


Рисунок 2.2 – Амарантове борошно

Амарантове борошно рекомендується використовувати для виготовлення продукції профілактичного та лікувального призначення, зокрема для виготовлення безглютенових продуктів харчування. Даний вид борошна було застосовано для виготовлення печива.

Вершкове масло використовують у випічці як жирову складову. Залежно від частки жиру вершкове масло поділяється на такі групи: Екстра з часткою жиру 80-85%; селянське з часткою жиру 72,5-79,9%; бутербродне з масовою часткою жиру від 60 до 75% та пряжене з часткою жиру не менше 99%.

При виготовленні печива було застосовано вершкове масло селянське ТМ «Molendam», виготовлене за ДСТУ 4399:2005 (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Масло вершкове селянське ТМ «Molendam»

В табл. 2.2 наведено вміст поживних речовин та калорійність використаного вершкового масла.

Таблиця 2.2 – Поживна цінність вершкового масла

| Поживні речовини, г/100г продукту | Значення |
|-----------------------------------|----------|
| Жири | 72,6 |
| Насичені жири | 46,27 |
| Білки | 0,8 |
| Вуглеводи | 1,3 |
| Енергетична цінність, ккал | 662 |

Меланж – суміш звільненого від шкаралупи та плівок яєчного жовтку та білку. Меланж характеризується значною часткою вологи та великою кількістю легкозасвоюваних речовин. Він широко застосовується для виробництва борошняних кондитерських виробів як в сухому так і в рідкому вигляді (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Меланж рідкий

Таблиця 2.3 – Поживна цінність меланжу

| Поживні речовини, г/100г продукту | Значення |
|-----------------------------------|----------|
| Легкозасвоювані білки | 12,7 |
| Жири | 11,5 |
| Білки | 0,8 |
| Вуглеводи | 0,7 |
| Енергетична цінність, ккал | 157 |

Інвертний сироп – це розчин, що складається з рівних концентрацій глюкози та фруктози, практично не має смаку. Інвертний сироп отримують шляхом кислотного або ферментного гідролізу сахарози. Для виготовлення борошняних кондитерських виробів інвертний сироп набув широкого розповсюдження завдяки своїм антикристалізаційним властивостям, що подовжує збереження початкових якостей продукту, інвертний сироп не передає продукту свого смаку та запаху (рис 2.5). Для виготовлення печива застосовано інвертний сироп, який був приготований власноруч.



Рисунок 2.5 – Інвертний сироп

Згущене молоко – молочний продукт отриманий шляхом згущення та консервування знежиреного молока цукром. Має креманий колір, рідку консистенцію та солодкий смак. Застосовується як емульгуючий агент при приготуванні емульсій для виробництва печива.

Для виготовлення печива використано згущене молоко ТМ «Розумний вибір», виготовлене за ТУ У 15.5-00381152-001:2008 (рис 2.6).



Рисунок 2.6 – Згущене молоко ТМ «Розумний вибір»

Таблиця 2.4 – Поживна цінність згущеного молока

| Поживні речовини, г/100г продукту | Значення |
|-----------------------------------|----------|
| Жири | 8,5 |
| Білки | 2,3 |
| Вуглеводи | 58,3 |
| Енергетична цінність, ккал | 310,5 |

Цукрова пудра являє собою тонкодисперсний кристалічний порошок білого кольору. Цукрову пудру отримують шляхом тонкого подрібнення цукрового піску. В рецептурах печива застосовується для надання солодкого смаку.

Для дослідження було використано цукрову пудру ТМ «Кристал», що виготовлена за ТУ У 15.8-37211300-002:2011 (рис. 2.7)



Рисунок 2.7 – Цукрова пудра ТМ «Кристал»

Таблиця 2.5 – Поживна цінність цукрової пудри

| Поживні речовини, г/100г продукту | Значення |
|-----------------------------------|----------|
| Вуглеводи | 99,7 |
| Енергетична цінність, ккал | 399 |

Для надання печиву приємного аромату, до рецептури було введено ванілін.

Ванілін виробляється шляхом екстракції з бурбонської ванілі, має пряно-солодкий аромат.

При приготуванні печива було використано ванілін ТМ «Мрія», виготовлений за ТУ У 10-8-01553439-008:2016 (рис. 2.8)



Рисунок 2.8 – Ванілін ТМ «Кристал»

Для виготовлення печива також було застосовано сіль, у якості розпушувачів було використано соду та бікарбонат амонію.

Для збагачення печива в рецептуру було введено насіння чіа та клітковину псиліуму (рис 2.9)



Рисунок 2.9 – Клітковина псиліуму

Насіння чіа для проведення дослідження було обрано двох генотипів (темного та світлого). Країною походження насіння чіа темного генотипу являється Перу. Світлий генотип представлений парагвайським насінням чіа.

2.2 Характеристика обладнання

Для випікання печива застосовувалась електрична конвективна настільна піч Scarlett SC-099.



Рисунок 2.10 – Електрична конвективна настільна піч Scarlett SC-099.

Основні технічні характеристики електричної печі наведено в табл. 2.6

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики печі Scarlett SC-099

| Характеристика | Одиниці вимірювання | Значення |
|-------------------------|---------------------|----------|
| Потужність | Вт | 1300 |
| Внутрішній об'єм | л | 18 |
| Мінімальна температура | °С | 100 |
| Максимальна температура | °С | 250 |
| Ширина | см | 45 |
| Висота | см | 28 |
| Глибина | см | 32 |
| Вага | кг | 5.3 |

2.3 Методики визначення фізико-хімічних показників якості здобного печива

До фізико-хімічних показників якості печива відносяться такі показники як: вологість, показник намочуваності та лужність печива [44].

2.3.1 Визначення вологості печива методом висушування

Вологість печива визначали наступним чином, спочатку провели пробопідготовку шляхом розтирання зразків печива до досягнення однорідності крихти. З підготованої проби брали дві паралельні наважки масою по 5 г. кожна. Наважки крихти помістили в попередньо прожарені до постійної маси, зважені на лабораторних вагах та відтарені два металеві бюкси. Бюкси з наважками зважували на лабораторних вагах з точністю до 0,01 г. Бюкси з наважками помістили в сушильну шафу СЕШ-3М, при цьому бюкси були розміщені в сушильній шафі з відкритими та розміщеними знизу бюкс кришками, висушування наважки проводили протягом 40 хвилин за температури 130°С. Після проведення процесу висушування бюкси вийняли з сушильної шафи та помістили для охолодження в лабораторний ексікатор на 10 хвилин, попередньо заклавши бюкси кришками.

Відсотковий вміст вологи визначається різницею між масами бюксів з наважкою до та після висушування віднесеною до маси порожнього бюкса за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} 100.\% \quad (2.1)$$

де m_1 – маса бюкса з наважкою до сушіння, г;

m_2 – маса бюкса з наважкою до сушіння, г;

m_0 – маса порожнього бюкса, г.

2.3.2 Визначення показника намочуваності печива

Намочуваність отриманих зразків печива визначали за наступною методикою. Зразки печива розламували навпіл, обидві половинки зважували разом на лабораторних вагах з точністю до 0,01 г, після чого розмістили зразки на капроновому ситі та занурили у ємність з водою кімнатної температури на 5 хвилин. Після цього обидві половинки вийняли з води, залишок вологи з поверхні зразків видаляли за допомогою вати та зважували кожен зі зразків печива на лабораторних вагах.

Намочуваність визначали відношенням маси зразка після намокання g_1 до початкової маси зразка g . Розрахунок проводили за формулою:

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

2.3.3 Визначення лужності печива методом титрування

Для виробництва печива застосовуються розпушувачі лужного характеру, тому для даного виду продукції регламентується показник лужності, який виражається в градусах.

Для визначення лужності наважку тонкоподрібненого печива в кількості 25 г. помістили в колбу об'ємом 500 см³, за допомогою мірної колби доливали дистильовану воду. Вміст колби збовтували, після збовтування закрили колбу щільною гумовою пробкою, після цього залишили суміш на відстоювання. Тривалість відстоювання 30 хвилин, в процесі відстоювання кожні 10 хвилин

вміст колби збовтували. Вміст колби відфільтровували крізь вату в суху чисту колбу. Після фільтрації 50 см³ фільтрату налили в конічну колбу об'ємом 250 см³, додали 3 краплі індикатора бром тимолового синього, титрування проводили 0,1 моль/дм³ розчином сульфатної кислоти до появи жовтого забарвлення. Визначення лужності проводили у дві повторності, Відхилення між двома паралельними визначеннями знаходились в межах 0,2 град.

Лужність печива обчислювали за формулою:

$$X = \frac{V \cdot V_2 \cdot K \cdot 100}{V_1 \cdot G \cdot 10}, \text{ град} \quad (2.3)$$

де V – кількість 0,1 моль/дм³ розчину сульфатної кислоти, яку витрачено на титрування, см³; V_2 – об'єм води яка взята для приготування витяжки, см³; K – поправочний коефіцієнт до титру кислоти; 100 – перерахунок на 100 г. печива; V_1 - об'єм водної витяжки, що взята для титрування, см³; G – маса наважки печива, г; 1/10 – переведення 0,1 моль/дм³ розчину кислоти до 1 моль/дм³.

2.4 Визначення органолептичних показників печива

Органолептичну оцінку виготовлених зразків печива проводили за такими показниками як зовнішній вигляд, форма, колір, вигляд у зламі, смак та запах. Для проведення органолептичної оцінки печива було залучено трьох експертів та запропоновано їм дев'ять зразків печива, збагаченого насінням чіа та різним відсотковим вмістом амарантового борошна, та клітковини псиліуму. Оцінювання кожного з перерахованих показників проводили за п'ятибальною шкалою, за якою 5 – це найвищий бал, 1 – найнижчий.

Обробку результатів органолептичної оцінки здійснювали шляхом розрахунку середнього балу для кожного зі зразків печива за усіма визначеними показниками. Загальну прийнятність визначали сумуванням

середніх балів для кожного з показників із урахуванням коефіцієнтів вагомості кожного з показників

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінка якості сировини, що використовується для збагачення печива

Основною сировиною, що була використана для збагачення печива виступає насіння чіа двох генотипів (світлий та темний види), клітковина псиліуму та амарантове борошно.

Насіння чіа було оцінено за такими показниками як вологість, запах, маса тисячі зерен.

Для клітковини псиліуму було оцінено вологість та запах та зовнішній вигляд.

Для амарантового борошна визначені показники кислотності, вологості, кольору.

Результати загальної оцінки якості сировини наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Загальна оцінка якості сировини для збагачення печива

| Показник | Результат |
|-------------------------|--|
| Світлий вид насіння чіа | |
| Вологість, % | 7,3 |
| Маса тисячі насінин, г | 1,24 |
| Запах | Без сторонніх запахів, властивий даному виду сировини |
| Темний вид насіння чіа | |
| Вологість, % | 7,7 |
| Маса тисячі насінин, г | 1,10 |
| Запах | Без сторонніх запахів, властивий даному виду сировини |
| Клітковина псиліуму | |
| Вологість, % | 6,9 |
| Запах | Не має власного запаху, без сторонніх запахів |
| Зовнішній вигляд | Суміш яка складається з окремих дрібних лусочок світло-коричневого кольору |
| Амарантове борошно | |
| Вологість, % | 11,12 |
| Кислотність, град | 1,7 |
| Колір | Кремовий, властивий амарантовому борошну |
| Запах | Без різких неприємних запахів |

З таблиці видно, що вся сировина має оптимальні якісні показники та може бути використана в рецептурі для виготовлення здобного печива.

3.2 Визначення оптимального співвідношення води та насіння чіа для гідратації

Для проведення цього дослідження було використано насіння чіа темного та світлого видів. Метою проведення дослідження було виявлення максимальної кількості води, яку може увібрати насіння чіа з утворенням гелю. Результати дослідження дозволили обрати оптимальне співвідношення води та насіння, яке в подальшому було використане при приготуванні печива, збагаченого насінням чіа.

При проведенні дослідження було використано наступні співвідношення води та насіння: 1:1; 1:5 та 1:10. Для кожного із співвідношень наважка насіння чіа складала 10 г.

На рис. 3.1 представлено темний та світлий вид насіння чіа

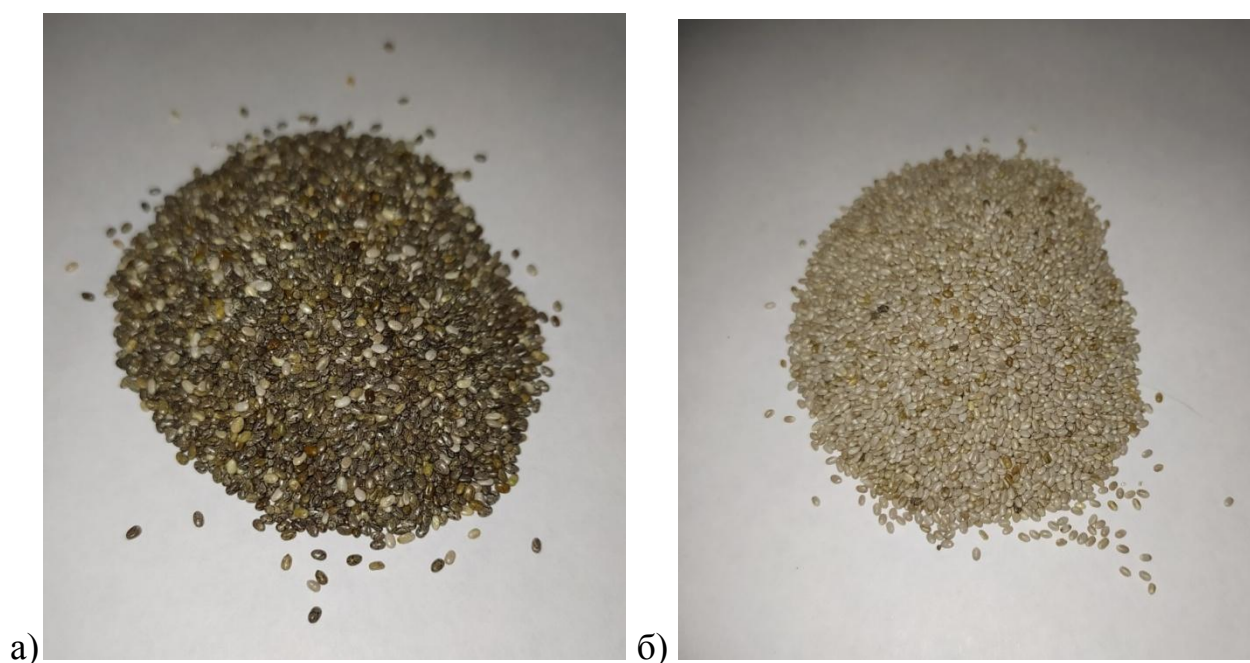


Рисунок 3.1.а) – Темний вид насіння чіа (країна походження:Перу)

б) – Світлий вид насіння чіа (країна походження:Парагвай)

Дослідження проводилось шляхом додавання визначеної кількості води до насіння чіа, перемішування насіння з водою відбувалось в скляній тарі, що дало можливість візуально оцінити ступінь поглинання води насінням чіа. Замочування тривало 15 хвилин.

На рис. 3.2 зображено гель, що утворився в результаті додавання максимальної кількості води (100 мл.) до насіння темного та світлого чіа (у співвідношенні 1:10) .

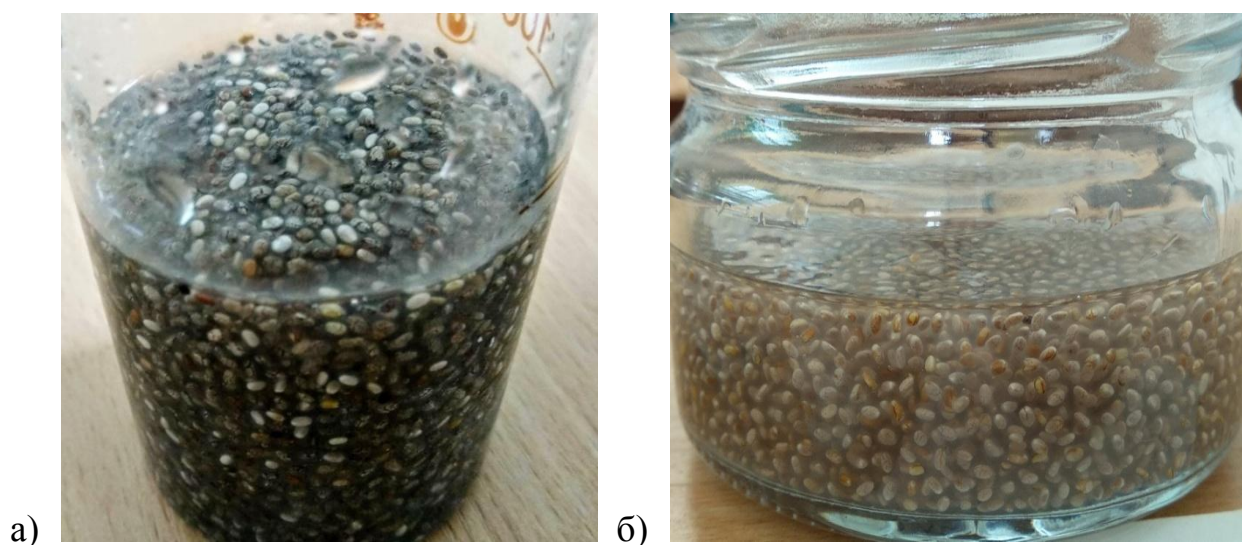


Рисунок 3.2.а) – Гель, утворений з темного чіа

б) – Гель, утворений зі світлого чіа

На рис 3.3 зображено гель, утворений при співвідношенні води та насіння 1:5

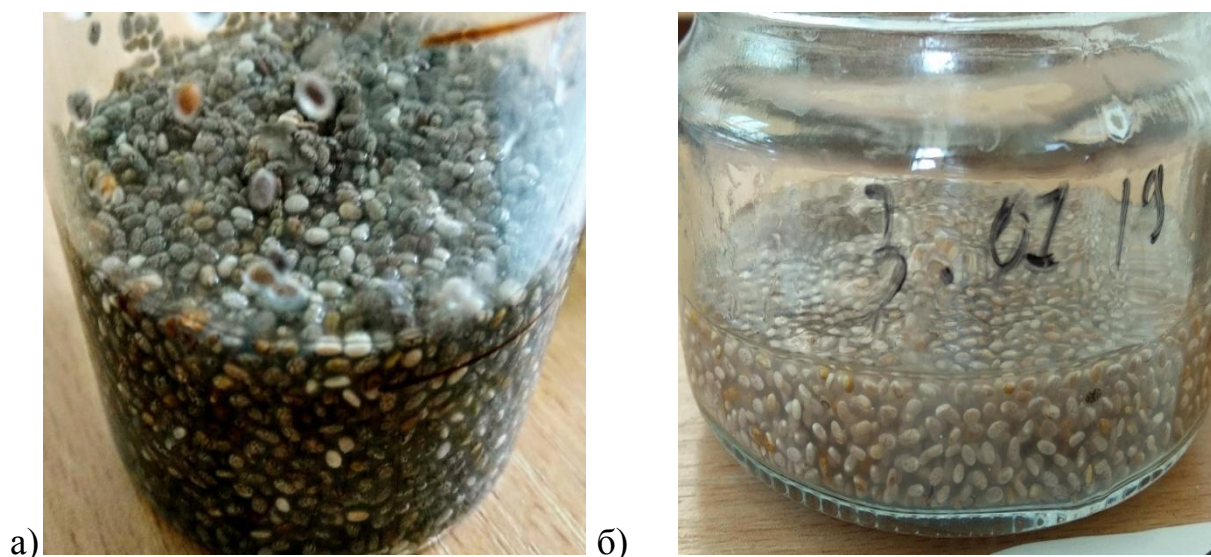
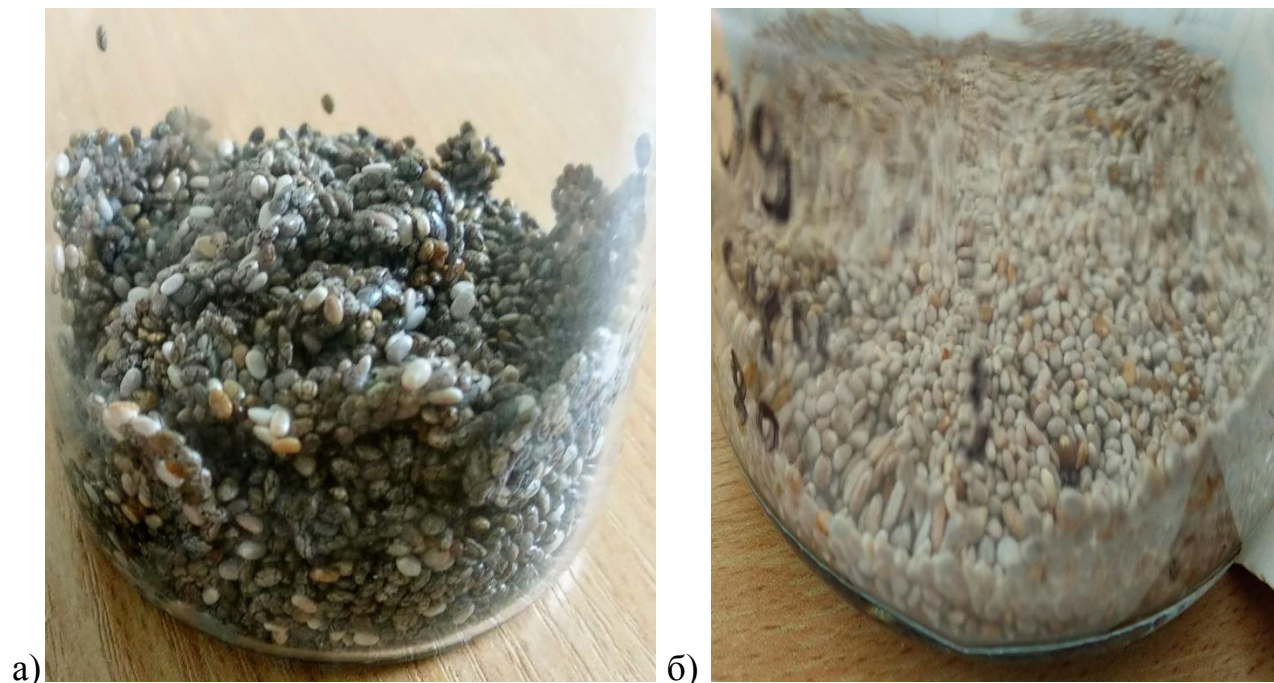


Рисунок 3.3.а) – Гель, утворений з темного чіа

б) – Гель, утворений зі світлого чіа

При співвідношенні насіння чіа та води у кількості 1:1 гель не утворився, як у випадку з темним видом, так і у випадку зі світлим видом насіння чіа.



а)

б)

Рисунок 3.4.а) – для темного чіа; б) – для світлого чіа

Гель з насіння чіа світлого виду було заморожено. Тривалість заморожування складала 1 добу. Після розморожування гель повернув собі початкові властивості.



Рисунок 3.5 – Гель з насіння світлого виду чіа після заморозки та після розмерзання

Аналізуючи отримані данні, можна зробити висновок, що оптимальним співвідношенням води та насіння чіа є співвідношення 1:5. Співвідношення води та насіння чіа у кількості 1:10 являється граничним. При більшому додаванні води гель не утворюється зовсім або має дуже рідку консистенцію.

3.3. Технологія отримання печива, збагаченого насінням чіа та клітковиною псиліуму

Для приготування дослідних зразків печива було використано насіння чіа та клітковина псиліуму. Насіння чіа було попередньо гідратоване водою кімнатної температури у співвідношенні 1:2 та додавалось до рецептури в кількості 3% від загального вмісту борошна. Така кількість насіння чіа була обрана після проведення попереднього дослідження та пробного випікання зразків печива.

Для проведення попереднього дослідження використовувались розмелене насіння чіа світлого та темного генотипів, ціле гідратоване та негідратоване насіння. В дослідженні використовувались співвідношення чіа в кількості 2, 3 та 4% чіа до загальної маси борошна. Було встановлено, що оптимальними показниками якості володіє печиво з додаванням до рецептури гідратованого насіння чіа в кількості 3%. Зразки печива з додаванням такої кількості насіння мали вищу оцінку органолептичних показників та вищу загальну прийнятність, порівняно з іншими зразками.

Після аналізу результатів пробного випікання було розраховано рецептуру для приготування здобного печива. Робоча рецептура наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Рецептúra збагаченого печива

| Сировина | Витрати сировини,г | | |
|-------------------------|--------------------|------------|------------|
| | БЧ 97/3 | БЧП 96/3/1 | БЧП 95/3/2 |
| Борошно пшеничне в/с | 97 | 96 | 95 |
| Насіння чіа гідратоване | 3 | 3 | 3 |
| Клітковина псиліуму | - | 1 | 2 |
| Цукрова пудра | 33,25 | 33,25 | 33,25 |
| Інвертний сироп | 6,02 | 6,02 | 6,02 |
| Вершкове масло | 25,80 | 25,80 | 25,80 |
| Меланж | 8,18 | 8,18 | 8,18 |
| Ванільна пудра | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Сіль кухонна | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| Амоній | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Згущене молоко | 7,37 | 7,37 | 7,37 |
| Сода питна | 0,69 | 0,69 | 0,69 |
| Всього | 182,58 | 182,58 | 182,58 |
| Вихід | 150 | 150 | 150 |

Схему виробництва печива наведено на рисунку 3.6.

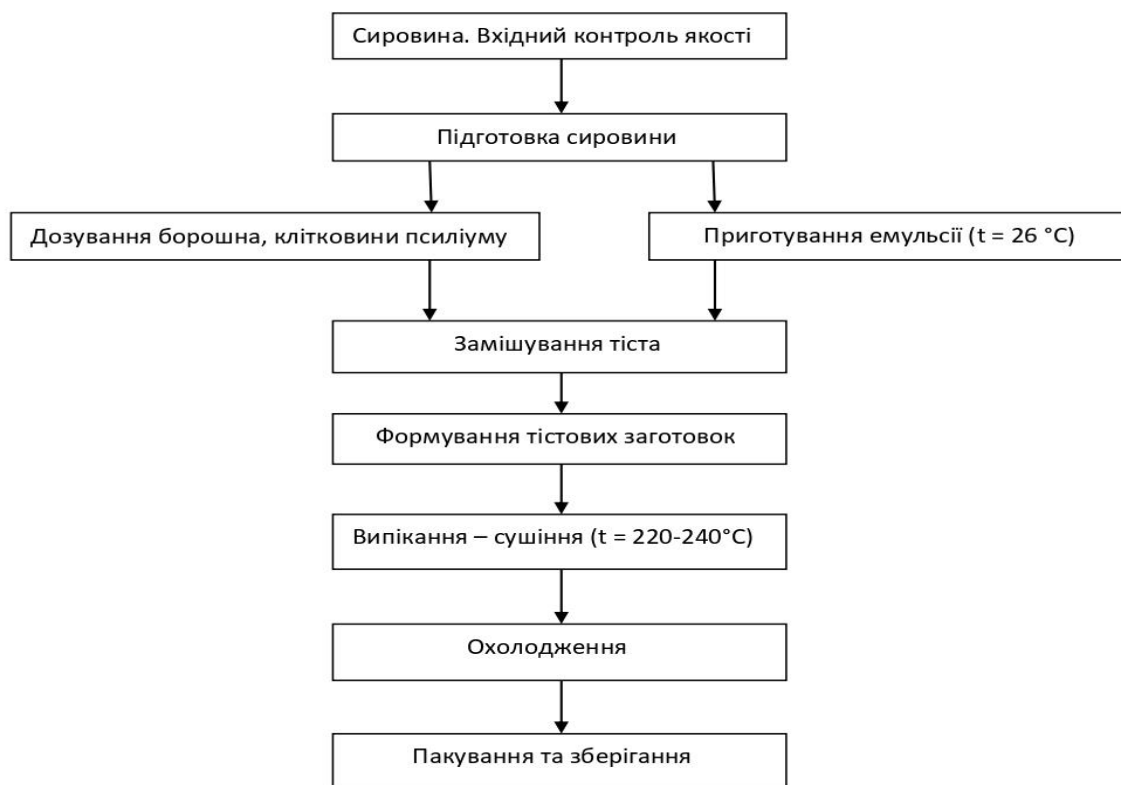


Рисунок 3.6 – Схе́ма виробництва печива

Приготування печива включало такі етапи: підготовка сипкої сировини (дозування пшеничного борошна, амоній та клітковина псиліуму); приготування емульсії; замішування тіста; формування печива; випікання – сушіння; охолодження печива.

Емульсію готували в три стадії:

- Розчинення кристалічної сировини (сіль, цукрова пудра, ванільна пудра);
- Змішування з жиром (розтоплене вершкове масло);
- Кінцеве замішування емульсії (додавання меланжу, інвертного сиропу, гідратованого насіння чіа та згущеного молока).

Емульсію збивали 10 хвилин.

Тісто замішували вручну протягом 5 хвилин з додаванням 5 мл води для отримання пластичної текстури.

Випікання готових зразків печива проводили в електричній печі при температурі 240°C протягом 10 хвилин.

Ті ж самі стадії включав в себе процес приготування печива з заміною пшеничного борошна борошном амаранту в кількості 65%, 66% та 67%.

Зовнішній вигляд зразків печива, виготовлених з додаванням темного та світлого насіння чіа наведено на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд зразків печива збагаченого темним (а) та світлим (б) видами насіння чіа

3.4. Оцінка фізико-хімічних показників якості отриманих зразків печива

В зразках виготовленого печива було досліджено наступні показники: вологість, намоочуваність та лужність.

3.4.1. Визначення вологості печива

Залежність вологості від відсоткового вмісту насіння чіа та клітковини псиліуму наведено на рисунку 3.8.

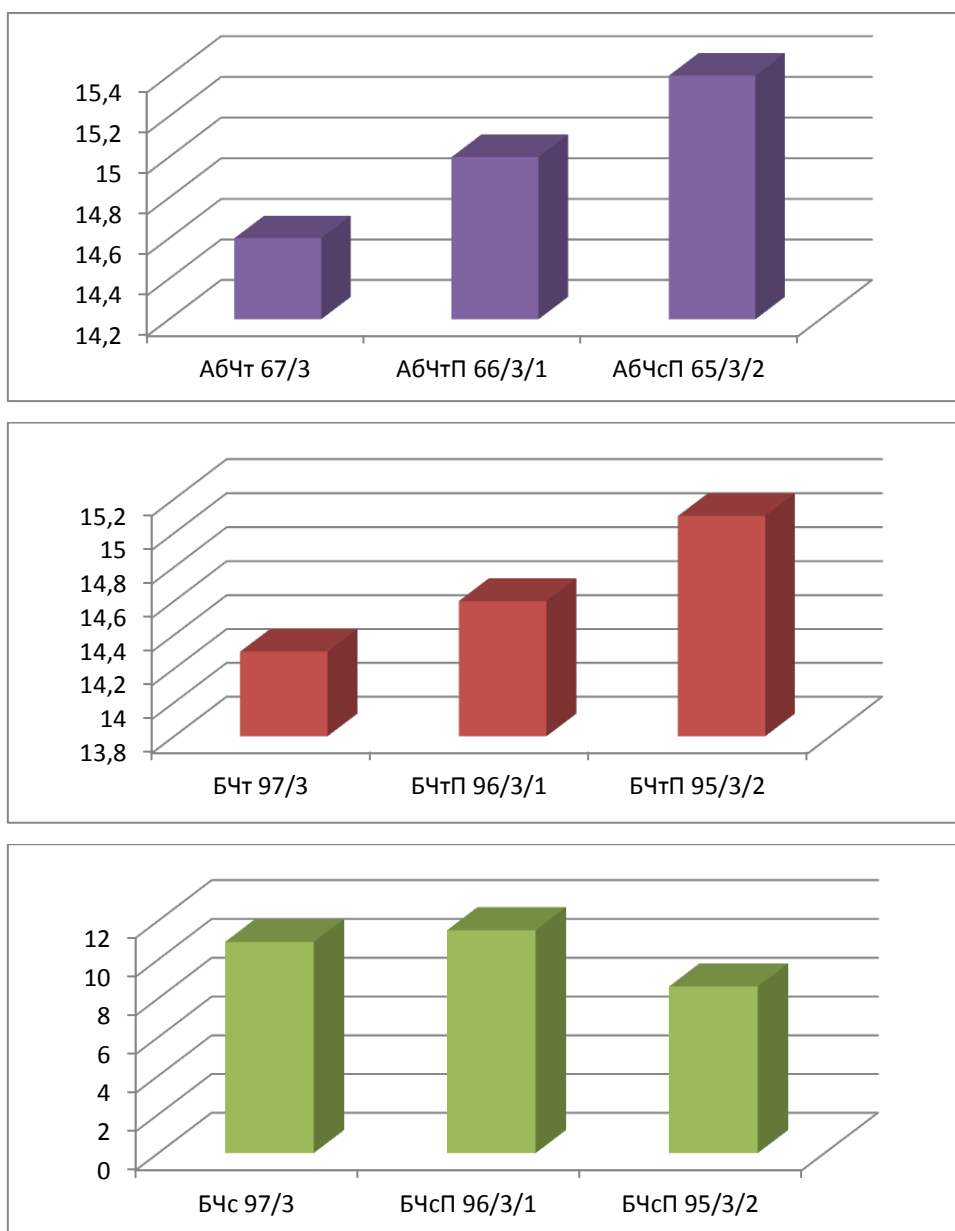


Рисунок 3.8 – Зміна вологості зразків печива, збагаченого насінням чіа та клітковиною псиліуму

Результати визначення вмісту вологи наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вологість зразків печива

| Зразок | Вологість, % |
|--------------|--------------|
| АБЧт 67/3 | 14,6 |
| АБЧтП 66/3/1 | 15 |
| АБЧсП 65/3/2 | 15,4 |
| БЧт 97/3 | 14,3 |
| БЧтП 96/3/1 | 14,6 |
| БЧтП 95/3/2 | 15,1 |
| БЧс 97/3 | 10,9 |
| БЧсП 96/3/1 | 11,5 |
| БЧсП 95/3/2 | 8,6 |

За результатами визначення вологості печива зроблено висновок, що вона відповідає стандартним показникам для даного виду печива.

Не зважаючи на значну розбіжність між показниками вологості зразків печива, збагаченого насінням світлого чіа та клітковиною псиліуму, зразків печива яке було збагачене насінням темного чіа та псиліумом, а також зразків печива, виготовлених з заміною пшеничного борошна борошном амаранту в кількості 65, 66 та 67%, вологість для всіх зразків печива знаходиться в межах норми та відповідає даному виду печива. Різницю у вологості можна пояснити товщиною зразків печива та вмістом в рецептурі печива волого утримуючих компонентів.

3.4.2. Визначення намочуваності зразків печива

Зростання показника намочуваності в зразках печива з додаванням темного насіння чіа та псиліуму у кількості від 1 до 2 % пояснюється здатністю насіння чіа та клітковини псиліуму до активного поглинання вологи за рахунок особливостей їх хімічного складу. Зростання показника намочуваності спостерігається для зразків печива, виготовлених з заміною пшеничного борошна амарантовим та зразків печива, виготовленого з додаванням темного насіння чіа. Для зразків печива, виготовленого з додаванням світлого насіння

чіа, цей показник має зворотню залежність. Це можна пояснити нижчою в порівнянні з темним насінням чіа здатністю до утримання вологи та низькою пористістю отриманих зразків.

Результати визначення намочуваності печива наведено в табл. 3.4.а – 3.4.в

Таблиця 3.4.а – Для темного виду чіа з псиліумом

| Зразок | Початкова вага зразка,г | Вага зразка після намочування,г | Намочуваність,% |
|--------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
| 3% | 21,48 | 45,88 | 214 |
| 3%/1% | 15,61 | 34,22 | 219 |
| 3%/2% | 18,18 | 40,12 | 221 |

На рис. 3.9 а – 3.9 в представлено залежність ступеню намочуваності печива від відсоткового вмісту клітковини псиліуму.

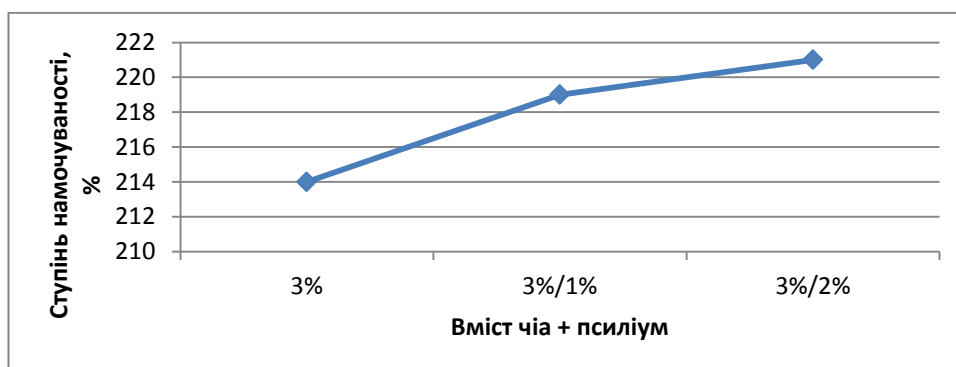


Рисунок 3.9 а– Для темного чіа

Таблиця 3.4 б – для світлого виду чіа

| Зразок | Початкова вага зразка,г | Вага зразка після намочування,г | Намочуваність,% |
|--------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
| 3% | 9,10 | 19,12 | 210 |
| 3%/1% | 9,69 | 17,43 | 180 |
| 3%/2% | 10,09 | 14,91 | 148 |

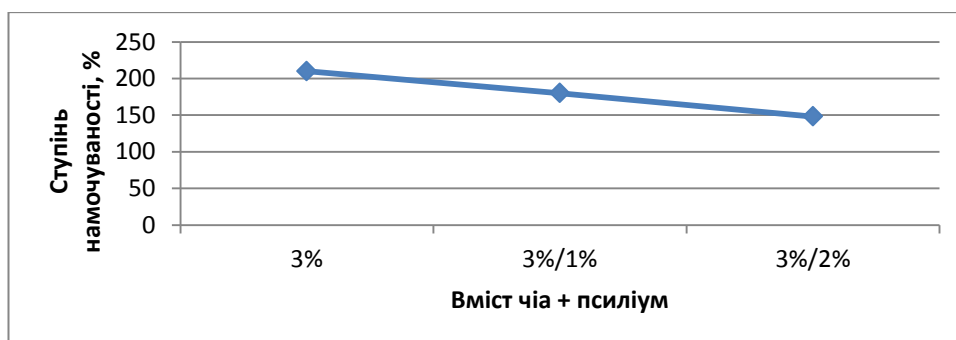


Рисунок 3.9 б – Для світлого чіа

Таблиця 3.4.в – Для темного сорту чіа з амарантовим борошном

| Зразок | Початкова вага зразка,г | Вага зразка після намоочування,г | Намоочуваність,% |
|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 3% | 18,55 | 23,10 | 125 |
| 3%/1% | 21,69 | 27,70 | 128 |
| 3%/2% | 18,10 | 27,02 | 149 |

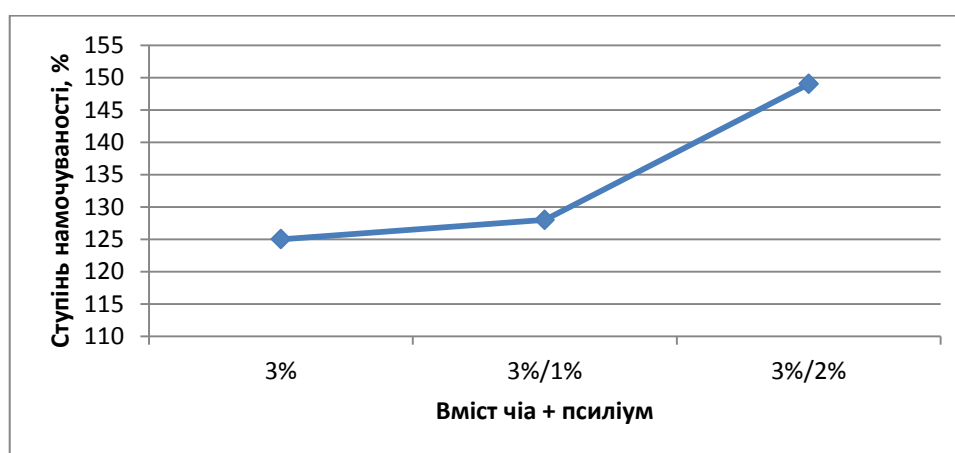


Рисунок 3.9 в – Для печива з темним чіа та амарантовим борошном



Рисунок 3.10 – Вигляд печива з темним та світлим насінням чіа після намоочування

3.4.3. Визначення лужності печива

Результати проведеного дослідження лужності печива приведено в табл.3.5. За результатами видно, що лужність не перевищує допустимих показників. В показниках лужності спостерігається розбіжність між зразками печива, але вона не являється критичною.

Таблиця 3.5 – Лужність печива

| Зразок | Лужність, град |
|--------------|----------------|
| АБЧт 67/3 | 1,6 |
| АБЧтП 66/3/1 | 1,7 |
| АБЧсП 65/3/2 | 1,8 |
| БЧт 97/3 | 1,7 |
| БЧтП 96/3/1 | 1,6 |
| БЧтП 95/3/2 | 1,4 |
| БЧс 97/3 | 1,5 |
| БЧсП 96/3/1 | 1,4 |
| БЧсП 95/3/2 | 1,4 |

3.5. Органолептична оцінка якості отриманого печива

Одним з основних показників якості, що дає можливість оцінити загальну прийнятність продукту, являється органолептична оцінка. На органолептичні показники якості печива впливають багато факторів таких, як сировина та добавки, які вносять до рецептури печива.

Результати комплексної органолептичної оцінки приведено в табл. 3.6 а - 3.6 в.

Таблиця 3.6а – Балова оцінка органолептичних показників печива з амарантовим борошном

| Показник | Зразки | | |
|-----------------|-----------|--------------|--------------|
| | АБЧт 67/3 | АБЧтП 66/3/1 | АБЧсП 65/3/2 |
| Зовн. вигляд | 3,1 | 2,7 | 3,1 |
| Поверхня | 3,1 | 3,1 | 3 |
| Форма | 3,7 | 3,6 | 3,6 |
| Колір | 3,3 | 3,1 | 2,8 |
| Вигл. у зламі | 2,9 | 2,7 | 2,7 |
| Запах | 3 | 3 | 2,8 |
| Смак | 2,5 | 2,7 | 2,8 |
| Загальна оцінка | 32,59 | 32,26 | 31,8 |

Результати оцінки органолептичних показників якості печива, що було виготовлене з амарантового борошна, та збагачене насінням чіа та псиліумом, вказує на незначне зниження загальної прийнятності зразків печива. Загальна оцінка прийнятності незначно знижується зі збільшенням відсотку додавання псиліуму. Спостерігається незначне погіршення стану поверхні та форми печива. Але зі збільшенням відсотку додавання псиліуму було відмічено покращення смакових якостей отриманих зразків. Колір та вигляд у зламі мають свої характерні особливості, що спричиняються властивостями амарантового борошна.

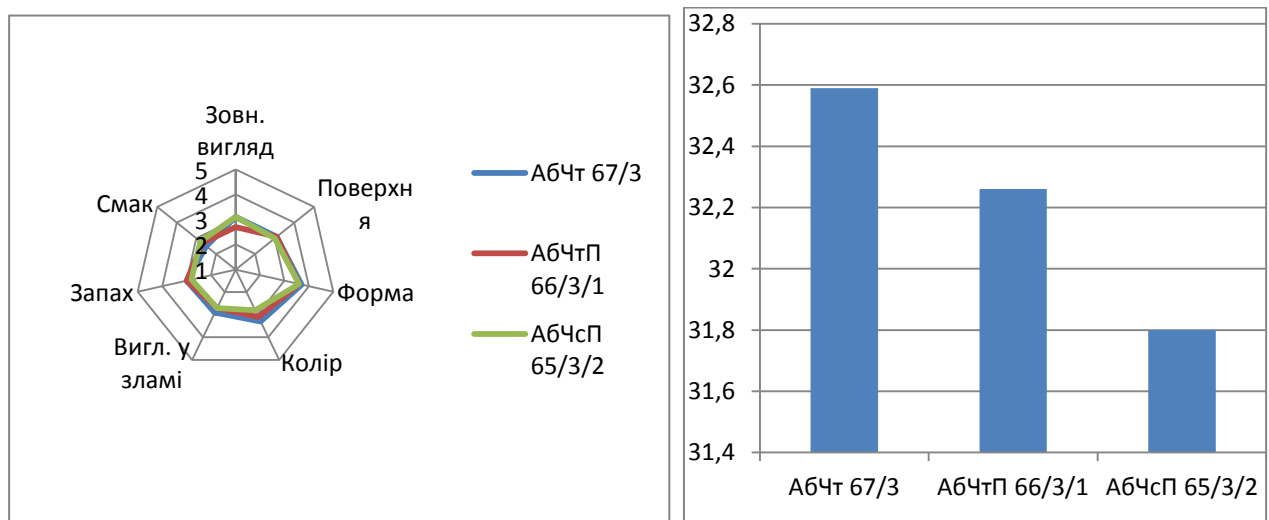


Рисунок 3.11а – Результати органолептичної оцінки якості печива з амарантовим борошном, насінням темного чіа та псиліумом

Таблиця 3.6б – Середня балова оцінка органолептичних показників печива з додаванням темного насіння чіа

| Показник | Зразки | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | БЧт 97/3 | БЧтП 96/3/1 | БЧтП 95/3/2 |
| Зовн. вигляд | 3,6 | 3 | 3,6 |
| Поверхня | 3,6 | 2,9 | 3,8 |
| Форма | 3,8 | 3 | 3,8 |
| Колір | 3,8 | 3,3 | 3,6 |
| Вигл. у зламі | 3,2 | 2,8 | 3,6 |
| Запах | 3,7 | 3,3 | 3,5 |
| Смак | 3,6 | 3,3 | 3,7 |
| Загальна оцінка | 39,55 | 34,67 | 39,85 |

Для печива, виробленого з додаванням насіння темного чіа та клітковини псиліуму характерне зниження органолептичних показників у зразках з додаванням клітковини псиліуму у кількості 1% від загальної маси борошна. Цей зразок має значно нижчу балову оцінку ніж зразки без додавання псиліуму та зразки з додаванням псиліуму у кількості 2%.

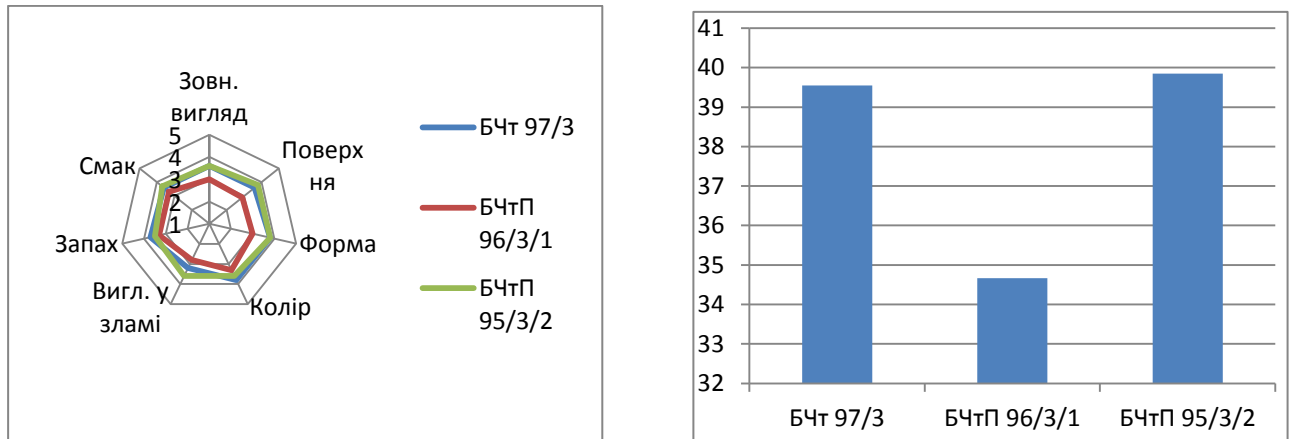


Рисунок 3.11б – Результати органолептичної оцінки якості печива з насінням темного чіа та псиліумом

Таблиця 3.6в – Балова оцінка органолептичних показників печива з додаванням світлого насіння чіа

| Показник | Зразки | | |
|-----------------|----------|-------------|-------------|
| | БЧс 97/3 | БЧсП 96/3/1 | БЧсП 95/3/2 |
| Зовн. вигляд | 3,6 | 3,3 | 2,5 |
| Поверхня | 3,6 | 3,4 | 3 |
| Форма | 3,7 | 3,6 | 3,2 |
| Колір | 3,3 | 3,6 | 2,8 |
| Вигл. у зламі | 3,8 | 3,5 | 2,4 |
| Запах | 3,5 | 3,8 | 3,4 |
| Смак | 3,3 | 3,7 | 2,4 |
| Загальна оцінка | 38 | 40 | 31 |

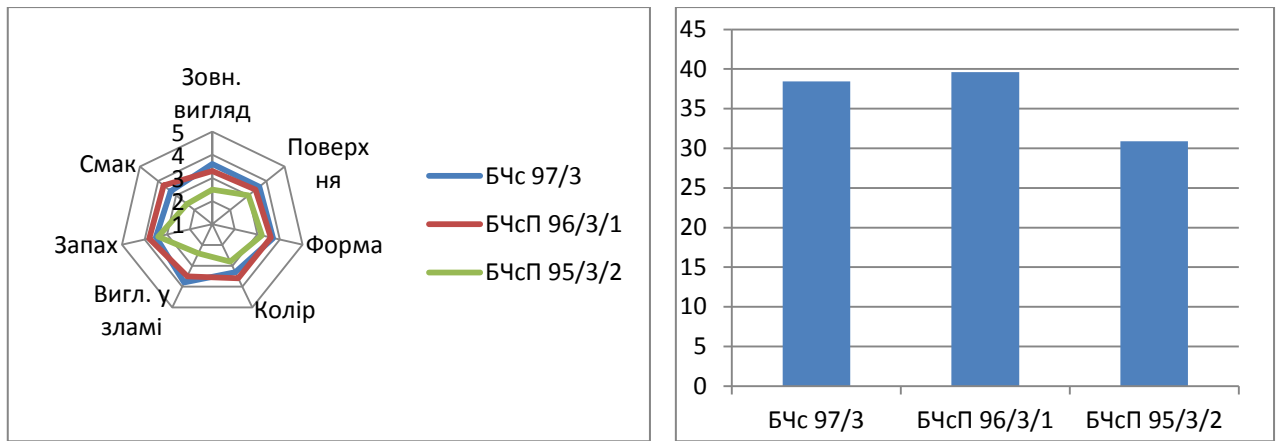


Рисунок 3.11в – Результати органолептичної оцінки якості печива з насінням світлого чіа та псиліумом

Оцінка органолептичних показників зразків печива збагачених світлим насінням чіа показала, що найменше з усіх експертам сподобались зразки печива з додаванням клітковини псиліуму к кількості 2%.

Дослідженням виявлено, що найбільшу перевагу експерти віддали печиву, збагаченому насінням темного та світлого чіа. Серед печива з насінням темного чіа найбільшу перевагу було віддано печиву без псиліуму та печиву з додаванням 2% псиліуму. Серед печива зі світлим насінням чіа найкращими зразками являються зразки без псиліуму та з додаванням 1% псиліуму.

3.6 Визначення поживної цінності виробленого печива

В табл. 3.7 наведено вміст поживних речовин, харчових волокон на 100 г. продукту та енергетичну цінність зразків печива.

Таблиця 3.7 Енергетична цінність виготовленого печива

| Зразок | Білок, г/100 | Жири, г/100 г | Вуглеводи, г/100 г | Харчові волокна, г/100г | Енергетична цінність, ккал |
|-------------|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|
| БЧт 97/3 | 8,46 | 14,50 | 71 | 0,18 | 447,46 |
| БЧтП 96/3/1 | 8,38 | 14,43 | 70,33 | 0,63 | 456 |
| БЧтП 95/3/2 | 8,29 | 14,42 | 70 | 1,14 | 455,63 |
| БЧс 97/3 | 8,32 | 14,50 | 71 | 0,16 | 465,5 |
| БЧсП 96/3/1 | 8,33 | 14,50 | 70,3 | 0,61 | 445 |
| БЧсП 95/3/2 | 8,27 | 14,50 | 70 | 1,15 | 444 |
| АБЧт 67/3 | 11,14 | 16 | 83,16 | 0,16 | 505,42 |

| | | | | | |
|--------------|-------|----|-------|------|--------|
| АБЧтП 66/3/1 | 11,1 | 16 | 83 | 0,6 | 504,55 |
| АБЧсП 65/3/2 | 11,03 | 16 | 82,32 | 1,15 | 503,24 |

З таблиці видно, що додавання клітковини псиліуму та насіння чіа до рецептури печива призводить до підвищення вмісту харчових волокон в печиві та підвищують його енергетичну цінність.

3.7 Висновки до розділу

Насіння чіа для виробництва печива може використовуватись в розмеленому, цілому, гідратованому вигляді. При проведенні попередніх досліджень було виявлено, що додавання цілого негідратованого насіння чіа призводить до зниження вологості готових виробів. Це явище можна пояснити високою водопоглинальною здатністю насіння чіа та здатністю поглинати воду з тіста. Зниження вологості готового печива спостерігається також при додаванні розмеленого не гідратованого насіння чіа як світлого, так і темного видів.

Вологість насіння була в межах від 7% до 7,3%. Насіння не мало ознак псування та вираженого запаху. Як додаткову сировину, було використано клітковину псиліуму, частину пшеничного борошна для трьох зразків печива було замінено на амарантове борошно. Амарантове борошно мало стандартну вологість (11,12%) та кислотність 1,7 град.

Дослідженням було встановлено водопоглинальну здатність чіа різних видів при співвідношенні води та насіння: 1:1; 1:5 та 1:10. Було виявлено, що насіння чіа має здатність до поглинання об'єму води, що в 10 разів перевищує його масу. Було виявлено найоптимальніше співвідношення води та насіння (1:5). При збільшенні кількості води (при співвідношенні 1:10) гель мав рідку консистенцію, як для темного так і для світлого видів чіа. При змішуванні насіння чіа та води у співвідношенні 1:1 утворення гелю не спостерігалось.

Вплив додавання насіння чіа, клітковини псиліуму, амарантового борошна оцінили шляхом проведення органолептичної оцінки дев'яти зразків

печива з різним відсотковим додаванням клітковини псиліуму. Було оцінено поживну цінність отриманих зразків та основні фізико-хімічні показники якості. Органолептична оцінка печива показала, що найкращими в плані зовнішнього вигляду, смаку та форми являються зразки печива з додаванням 3% насіння чіа та клітковини псиліуму в кількості 2%. Більш низькі показники спостерігались для зразків печива з заміною пшеничного борошна амарантовим. Додавання насіння чіа, амарантового борошна та клітковини псиліуму збільшує поживну цінність печива, в печиві зростає кількість розчинних харчових волокон. Результатом досліджень було розроблено оптимальну рецептуру здобного печива з додаванням насіння чіа та псиліуму.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Поняття охорони праці на робочому місці

Згідно України «Про охорону праці» охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Охорона праці включає комплекс заходів із забезпечення безпечності праці, виробничої санітарії, гігієни та протипожежної безпеки. У галузі безпеки праці вивчають технологічні процеси та обладнання, що застосовуються на виробництві, аналізують причини, що провокують виникнення нещасних випадків та професійних захворювань, і розробляють конкретні заходи для їх попередження та усунення. Протипожежна безпека вивчає шляхи попередження і ліквідації пожеж. Виробнича санітарія вивчає вплив зовнішнього середовища та умов праці на організм людини і його працездатність [45].

Нагляд за станом охорони праці в цехах з виробництва борошняних кондитерських виробів необхідний для нормального їх функціонування,

запобігання виникнення надзвичайних ситуацій, попередження нещасних випадків та виробничого травматизму.

На підприємствах нагляд за станом охорони праці покладається на керівника підприємства, або на уповноважену їм особу (якщо є посада головного інженера з охорони праці, - то на нього). У цехах керівництво з охорони праці покладається, крім керівника підприємства, також на начальника цеху.

Роботодавець - власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Керівництво підприємства зобов'язане організувати контроль за виконанням трудового законодавства, наказів та інструкцій організацій з охорони праці. Воно розробляє план заходів щодо створення нормальних і безпечних умов праці, організує проведення інструктажів з охорони праці та протипожежної техніки. Начальник цеху випікання борошняних кондитерських виробів здійснює нагляд за справним станом обладнання, що експлуатується, за своєчасним виконанням планово-попереджувального ремонту обладнання. Керівник має право припинити роботу на окремих ділянках у тих випадках, коли вона небезпечна для здоров'я, і притягнути винних до відповідальності. При нещасному випадку проводять розслідування і вживають заходів до усунення причин, що викликають ці випадки, складають акти за формою Н-1, якщо нещасний випадок викликав втрату працездатності не менше одного дня. В акті об'єктивно викладаються причини (прямі і непрямі) нещасного випадку та вказуються заходи щодо їх усунення.

Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Працівник повинен виконувати наступні вимоги в процесі своєї трудової діяльності:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди. [46]

Законом України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» наведено таке поняття об'єкта підвищеної небезпеки.

Об'єкт підвищеної небезпеки - об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. [47]

4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при роботі в цеху випікання борошняних кондитерських виробів

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності.[48]

Випікання борошняних кондитерських виробів пов'язане із роботою з електрообладнанням (електричні печі,), а також з роботою при підвищених температурах.

Шкідливим виробничим фактором являється підвищення температури в робочому приміщенні, де відбувається процес випікання.

Серед небезпечних виробничих факторів можна виділити вплив електричного струму та наявність розжарених поверхонь (поверхня корпусу електричної печі та поверхня листів для випікання)

Дію електричного струму на працівника за характером можна розділити на такі основні типи:

- термічна (опіки, нагрів тканин, крові, нервів, вигорання тканин);
- електролітична (електроліз рідин організму);
- біологічна (подразнення клітин організму, скорочення м'язів, розрив м'язів, тощо.).

Важкість ураження пекаря електричним струмом залежать від таких важливих факторів як сила струму, величина напруги в електричній мережі, та стан повітря виробничої зони (вологість повітря).

Випікання борошняних кондитерських виробів в умовах малих цехів проводиться в електричних печах різної потужності (від 1,3 кВт і вище). Ці печі можуть бути під'єднані до стандартних електромереж з напругою 220В. Сила струму в мережі, необхідна для роботи таких електропечей складає від 5А. Струм такої величини при раптовому разовому ураженні, внаслідок виникнення несправностей в електричній мережі, може викликати зупинку серця працівника.

На тяжкість ураження працівника електричним струмом впливає також значення величини напруги, яка може бути прикладена до тіла під час виникнення короткого замкнення в електричній мережі. Це пояснюється тим, що величина напруги визначає силу струму який проходить через тіло працівника.

Стан повітря робочої зони та особливості виконання самого приміщення можуть значно вплинути на тяжкість ураження електричним струмом. Зі збільшенням вологості повітря знижується опір ізоляції проводів живлення електричного обладнання (електричних печей), що являє собою велику небезпеку. [49]

Випікання борошняних кондитерських виробів проводять за температури від 220 до 250°C, тому існує ризик зниження працездатності пекаря внаслідок необережної роботи з відповідним обладнанням. При порушенні правил безпечної роботи з пекарним обладнанням підвищується ризик отримання пекарями опіків внаслідок доторкання до розжарених металевих поверхонь електропечей, витягання розпечених листів з печі без застосування захисних засобів.

Негативний вплив тривалої роботи при підвищених температурах заключається в інтенсивному потовиділенні, що збільшує ризик ураження працівника електричним струмом. Тривала робота в приміщеннях з високими температурами може призводити до теплових ударів.

4.3 Організаційні та технічні заходи щодо захисту пекаря від дії небезпечних та шкідливих факторів при роботі з електричними печами для випікання борошняних кондитерських виробів

Організаційні заходи – це своєчасне проведення навчання та перевірки знань з охорони праці, проведення інструктажів, нагляд за дотриманням вимог нормативних актів в галузі охорони праці, нагляд за технічним станом обладнання та за дотриманням технологічного процесу.

Технічні заходи – це використання індивідуальних та колективних засобів захисту.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці підрозділяють на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з питань охорони праці проводиться з усіма працівниками, які щойно прийняті для виконання робіт (постійно або тимчасово) незалежно від їх освіти, стажу роботи або посади.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку покладено ці обов'язки. На великих підприємствах окремі питання вступного інструктажу можуть висвітлювати відповідні фахівці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього призначене, з використанням сучасних технічних засобів навчання та наочних посібників (плакатів, натурних експонатів, макетів, моделей, кінофільмів, відеофільмів тощо).

Вступний інструктаж проводиться за програмою, що розроблена службою охорони праці з урахуванням особливостей роботи. Програма та тривалість інструктажу затверджується керівником виробництва.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться у спеціальному журналі.

Первинний інструктаж проводиться безпосередньо на робочому місці до початку роботи з працівником, новоприйнятим (постійно чи тимчасово) для виконання робіт (випікання борошняних кондитерських виробів); працівником, який буде виконувати нову для нього роботу.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально з кожним працівником або з групою осіб спільного фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для працівників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації і орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху або дільниці, де працівником буде виконуватись робота та узгоджується із службою охорони праці і затверджується керівником виробництва, або відповідного структурного підрозділу.

Усі робітники після первинного інструктажу на робочому місці мають пройти стажування під керівництвом досвідчених, кваліфікованих робітників.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз у квартал, на інших роботах - 1 раз на півріччя.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці: при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування (електричних печей), вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці; при порушенні працівником нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травми чи надзвичайної ситуації; на вимогу працівників органу державного нагляду за охороною праці або державної виконавчої влади у випадку, якщо виявлено незнання працівником безпечних методів, прийомів праці чи нормативних актів про охорону праці; при перерві в роботі більше ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - більше 60 днів.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників спільного фаху. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили необхідність його проведення.

Первинний, повторний і позаплановий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. [50]

Основними технічними заходами захисту від дії електричного струму є застосування сигнальних, попереджувальних табличок які мають бути закріплені на всьому електрообладнанні, застосування засобів заземлення та занулення, застосування індивідуальних засобів захисту від дії електричного струму.

До основних вимог, що висуваються до приміщень, в яких встановлюються електричні печі можна віднести такі як наявність заземлення; забезпечення оптимальної відстані між обладнанням в приміщенні (відстань між електричними печами та іншим встановленим обладнанням); належна освітленість робочої зони та наявність системи вентиляції.

Заземлення - це комплекс пристроїв, який захищає людину від ураження електричним струмом. В аварійній ситуації небезпечна напруга «стікає» на землю. Робота заземлення полягає в підключенні додаткового, третього заземлюючого провідника в проводку, який з'єднаний з електричним обладнанням, як заземлювач. Він, в свою чергу, має контакт із землею.

Заземлення за призначенням буває робочим і захисним. Робоче потрібно для нормального функціонування електричного обладнання, захисне потрібно для забезпечення електробезпеки (запобігання ураження електричним струмом).

Заземлення в приміщенні встановлюється у вигляді заземлюючого контуру який складається з закріплених до стін або підлоги металевих смуг чи заземлюючого дроту. Заземлюючий контур приміщення під'єднується до загального заземлення будівлі.

Для зниження негативного впливу підвищення температури в робочій зоні, для підтримки сприятливого мікроклімату та оптимальної вологості повітря в приміщеннях, в яких встановлюються електричні печі необхідно передбачати встановлення вентиляції. Вентиляція робочого приміщення розділяється на припливну та витяжну.

Припливна вентиляція слугує для подачі свіжого повітря в робоче приміщення.

Для відведення надлишкової теплоти, пилу та підтримки оптимального рівня вологості повітря в робочому приміщенні необхідне встановлення витяжної вентиляції.

Вентиляція встановлюється з врахуванням зонування приміщення, зонування потребує монтажу системи повітропроводів.

При встановленні вентиляції особлива увага приділяється зонам, в яких розміщене електропекарне обладнання (електричні печі). Для відведення гарячого повітря та охолодження поверхонь в зоні роботи такого обладнання необхідне встановлення системи місцевої вентиляції (припливної та витяжної).

Основною вимогою до виконання внутрішнього простору приміщення, де передбачається встановлення електропечей є заборона використання легкозаймистих матеріалів.

Відстані між пекарним обладнанням та іншими видами обладнання, що розташоване в приміщенні повинні відповідати встановленим нормам та забезпечувати комфортні умови роботи.

Освітлення приміщень, в яких розміщуються електричні печі повинно відповідати Державним будівельним нормам України «Природне та штучне освітлення» [51,52]

4.4 Правила безпеки при роботі з електричними печами для випікання борошняних кондитерських виробів

Перед початком роботи працівнику необхідно: ознайомитись із зауваженнями та пропозиціями попередньої зміни щодо технічного стану печі, перевірити справність контрольно-вимірювальних приладів, терморегуляторів та справність дії вентиляційних пристроїв; перевірити наявність і справність захисного заземлення, освітлення; перевірити відсутність сторонніх предметів усередині електропекарної шафи; підготувати необхідні для роботи матеріали,

інструмент, інвентар; прибрати сторонні предмети з робочого місця і шляхів переміщення, переконатися у відсутності речовин, що викликають ковзання; перевірити наявність та справність первинних засобів пожежогасіння; при виявленні несправностей і відмов устаткування повідомити свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу, забороняється виконувати самостійно ремонт, наладку устаткування; перед запуском у роботу устаткування переконатись, що при його пуску не виникне небезпека для інших працівників,, що можуть виявитися в небезпечних зонах.

Щоб запобігти травмуванню та виникненню небезпечних ситуацій під час виконання роботи працівнику необхідно дотримуватись таких правил: неможна залишати працююче устаткування без нагляду і допускати до роботи на ньому сторонніх осіб; працювати на справному устаткуванні, при виявленні несправностей повідомляти безпосереднього керівника робіт або ліквідувати їх самостійно, якщо це входить у ваші обов'язки; неможна працювати на устаткуванні з відсутніми захисними пристроями; забороняється відчиняти дверцята електропечей, ремонтувати електрообладнання, наступати на електропроводи; забороняється виконувати роботи, які не входять в обов'язки працівника; регулювання температури терморегулятором необхідно проводити поступово і плавно; необхідно дотримуватись обережності при посадці і витяганні пекарських форм; необхідно стежити за показаннями приладів температурного режиму; внутрішній огляд, очистку устаткування необхідно проводити тільки при знеструмлених електродвигунах, на пусковому пристрої повинен бути вивішений попереджувальний плакат: "Не вмикати - працюють люди!"; при огляді обладнання необхідно користуватись переносною електролампю напругою не вище 12В з арматурою в захищеному виконанні; про всі недоліки у роботі устаткування, нещасні випадки, що трапилися. факти порушення технологічного процесу необхідно повідомити безпосереднього керівника робіт або іншу посадову особу, зробити відповідний запис у змінному журналі.

Після закінчення роботи необхідно: вимкнути устаткування, на пусковий пристрій повісити попереджувальний плакат "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ", зробити очистку устаткування і робочого місця; при очищенні електropечі забороняється користуватись водою; по закінченню роботи необхідно здати зміну згідно встановленого порядку, повідомити зміннику та керівнику про всі помічені недоліки в роботі устаткування.

На території цеху забороняється знаходитись стороннім особам, забороняється паління та вживання їжі на території цеху, забороняється приступати до виконання роботи в стані алкогольного сп'яніння. [53].

4.5 Правила безпеки при загорянні електричних печей для випікання БКВ

Аварійною ситуацією є обставини, розвиток яких може призвести до серйозних поломок устаткування, руйнації будівельних конструкцій, пожежам, травмуванню або загибелі людей. Найголовнішою аварійною ситуацією на робочому місці пекаря є загоряння електричного обладнання внаслідок короткого замикання або інших несправностей в електричній мережі. [54]

Заходи безпеки при ліквідації загоряння електричної печі:

- При виявленні проблем в роботі необхідно знезструмити устаткування і повідомити свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.
- При загорянні електроустаткування необхідно використовувати тільки вуглекислотні або порошкові вогнегасники, що знаходяться (зазначити місце).
- Для гасіння інших осередків пожежі необхідно користуватися пінними вогнегасниками, що знаходяться на спеціальному пожежному щитку в цеху.
- При ситуаціях які безпосередньо загрожують життю і здоров'ю - неконтрольоване горіння, покинути цех через евакуаційний вихід і знаходитися біля центрального входу в будівлю.
- Якщо є потерпілі, надавати їм першу медичну допомогу; при необхідності, викликати "швидку допомогу".

- При пожежі викликати пожежну частину і приступити до її гасіння наявними засобами пожежогасіння.

- При виникненні пожежі необхідно чітко дотримуватись інструкцій, які встановлені нормативними актами з протипожежної безпеки [52,55]

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Борошняні кондитерські вироби являються однією з перспективних для експорту категорій української продукції. Для збереження позитивної динаміки експорту та збільшення його об'ємів необхідно стежити за новими досягненнями в галузі виробництва борошняних кондитерських виробів, вивчати ринок споживачів та впроваджувати нову сировину, що дозволить покращити споживчі якості продукції, підвищити користь від її споживання [56, 57].

Перспективним є збагачення борошняних кондитерських виробів сировиною, що має в своєму складі необхідні для здоров'я людини компоненти. Сировиною для збагачення можуть виступати: різні види насіння (насіння чіа, льону, амаранту та інші), клітковини (наприклад, клітковина псилуму). Застосування нових видів сировини викликають необхідність дослідження споживчих якостей удосконаленої продукції.

Організація досліджень включає наступні основні етапи, такі як: складання переліку необхідних для проведення дослідження робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування технології борошняних кондитерських виробів, збагачених насінням чіа наведено у табл. 5.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічне зображення яке відображає хід майбутньої роботи або процесу у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 5.1).

Таблиця 5.1 – План проведення досліджень

| Шифр робіт $i-j$ | Найменування робіт | Тривалість робіт t_{ij} , днів |
|------------------|--|----------------------------------|
| 1-2 | Вибір напрямку наукових досліджень | 1 |
| 2-3 | Робота з літературними джерелами та написання аналітичного огляду | 25 |
| 3-4 | Розробка плану проведення дослідної роботи | 3 |
| 4-5 | Вибір оптимальних методик наукових досліджень | 5 |
| 5-6 | Підготовка необхідної для роботи сировини | 4 |
| 6-7 | Виготовлення необхідної для проведення досліджень кількості зразків печива | 10 |
| 6-8 | Аналіз органолептичних показників виготовлених зразків печива | 2 |
| 6-9 | Аналіз фізико-хімічних показників якості виготовлених зразків печива | 3 |
| 7-10 | Обробка отриманих даних експериментальних дослідження | 1 |
| 8-10 | | 1 |
| 9-10 | | 1 |
| 10-11 | Підготовка демонстраційного матеріалу та робота над публікацією | 5 |

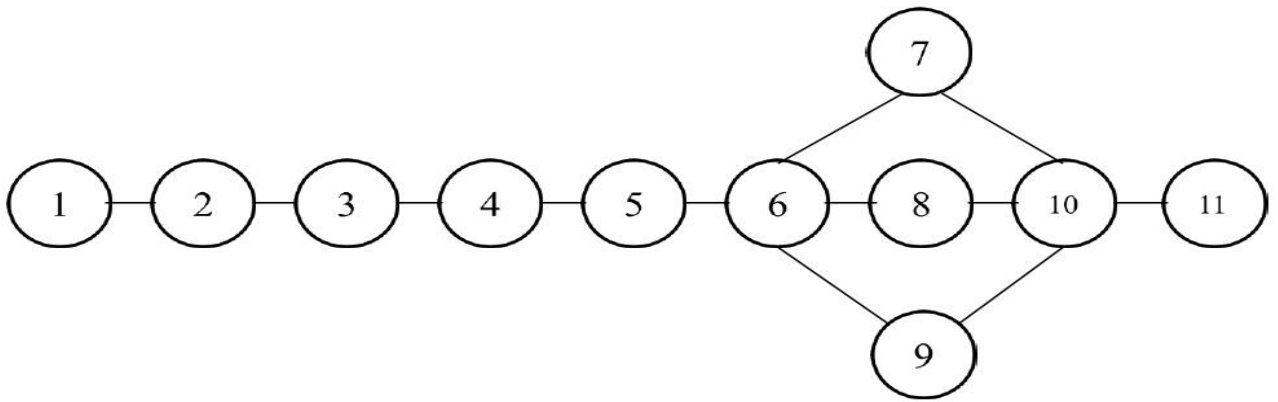


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-11}^1 = 1 + 25 + 3 + 5 + 4 + 10 + 1 + 5 = 54 \text{ дні};$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-8-10-11}^2 = 1 + 25 + 3 + 5 + 4 + 2 + 1 + 5 = 46 \text{ днів};$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-9-10-11}^3 = 1 + 25 + 3 + 5 + 4 + 3 + 1 + 5 = 47 \text{ днів}.$$

Шлях, який має максирисьну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є другий шлях з тривалістю в 54 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події T_i^n – різниця між критичним шляхом та максирисьним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{кр} = 54$ дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_i = T_i^n - T_i^p, \quad (5.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максирисьна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

| Номер події | Ранній термін здійснення події T_1^p , дні | Пізній термін здійснення події T_1^n , дні | Резерв шляху R_1 , дні |
|-------------|---|---|-----------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 26 | 26 | 0 |
| 4 | 29 | 29 | 0 |
| 5 | 34 | 34 | 0 |
| 6 | 38 | 38 | 0 |
| 7 | 48 | 48 | 0 |
| 8 | 40 | 48 | 8 |
| 9 | 41 | 48 | 7 |
| 10 | 49 | 49 | 1 |
| 11 | 50 | 53 | 3 |

Використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні

сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 54 дні. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.3)$$

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

| Найменування одиниці | Фасування | Ціна, грн | Кількість витраченої сировини | Сума, грн |
|--------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|
| Борошно пшеничне, в/с, г | 1800 | 26,80 | 900 | 13,40 |
| Насіння чіа, г | 100 | 50 | 27 | 13,50 |
| Клітковина псиліуму, г | 100 | 100 | 18 | 18,00 |
| Цукрова пудра, г | 200 | 39,50 | 299,2 | 59,10 |
| Інвертний сироп, г | 500 | 62,00 | 54,2 | 6,70 |
| Вершкове масло, г | 200 | 25,00 | 232,2 | 29,00 |

| | | | | |
|----------------------|------|-------|------|--------|
| Меланж, г | 500 | 40,00 | 73,6 | 5,90 |
| Пудра ванільна, г | 2 | 10,80 | 6,5 | 35,10 |
| Сіль кухонна, г | 1000 | 10,00 | 6,5 | 0,10 |
| Бікарбонат амонію, г | 7 | 3,50 | 2,2 | 1,10 |
| Згущене молоко, г | 300 | 16,60 | 66,3 | 3,70 |
| Сода питна, г | 500 | 8,50 | 6,2 | 0,10 |
| Всього | | | | 185,70 |

Заробітна плата людей які прийняли участь у проведенні дослідження визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на заробітну плату

| Посада | Середньомісячний заробіток, грн | Середньочасовий заробіток, грн | Кількість людино-годин | Сума, грн |
|------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|
| Виконавець | 8000.00 | 50.00 | 108 | 21600,00 |
| Всього | | | | 21600,00 |

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22% від заробітної плати працівника та становлять:

$$H = \frac{21600,00 \cdot 22}{100} = 4752,00 \text{ грн.}$$

(5.4)

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.5)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу електричної печі:

$$E_1 = 1,3 \times 0,9 \times 10 \times 1,68 = 19,66 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_2 = 0,9 \times 0,9 \times 264 \times 1,68 = 359,25 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_1 + E_2 = 19,66 + 359,25 = 378,91 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховується за формулою:

$$A = \frac{\Phi \times H \times t}{100 \times 12},$$

(5.6)

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

| Устаткування | Вартість, грн | Річна норма амортизації, % | Тривалість роботи, днів | Витрати на амортизацію, грн |
|------------------------|---------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Електрична піч | 3299,00 | 24 | 10 | 21,63 |
| Персональний комп'ютер | 15000,00 | 20 | 33 | 270,49 |

| | |
|--------|--------|
| Всього | 292,12 |
|--------|--------|

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати | Сума, грн. |
|--------------------------------|------------|
| Основні матеріали | 185.70 |
| Заробітна плата | 21600.00 |
| Нарахування на заробітну плату | 4752.00 |
| Електроенергія | 378.91 |
| Амортизація | 292.12 |
| Всього | 27208.73 |

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \square C}{100}, \quad (5.8)$$

де C – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 27208,73 + \frac{30 \square 27208.73}{100} = 35371,33 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 35371,33 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 54 дні. Така тривалість

критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над проведенням дослідження. Це означає, що складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат за весь час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та нарахування на заробітну плату, які складають 21600.00 грн та 4752.00 грн. відповідно. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 35371,33 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Об'єктом даного дослідження є насіння чіа, тістові напівфабрикати з його додаванням. Предметом дослідження являється печиво, органолептичні, фізико-хімічні властивості печива. Метою дослідження являється вивчення функціональних властивостей печива. Завдання дослідження: вивчити особливості використання насіння чіа для виробництва печива і обґрунтувати переваги його використання; дослідити показники якості чіа різних видів; встановити особливості водопоглинальної здатності чіа різних видів; виявити вплив насіння чіа на якість печива; розробити оптимальну рецептуру печива, збагаченого насінням чіа.

Дослідженням було вивчено особливості використання насіння чіа різних видів для виробництва і обґрунтовано загальні переваги його використання.

Було досліджено показники якості насіння чіа різних видів.

Було виявлено та описано особливості водо поглинальної здатності двох видів насіння чіа. Встановлено оптимальне співвідношення води та насіння чіа, воно складає 1:5. Гель, утворений при такому співвідношенні, має достатню густину.

Встановлено вплив насіння чіа, клітковини псиліуму та амарантового борошна на якість виробленого печива. Досліджено залежність між намочуваністю печива та вмістом клітковини псиліуму. Проведено оцінку органолептичних показників якості печива. Після проведення оцінки встановлено, що додавання насіння чіа та клітковини псиліуму здатне покращувати органолептику печива. Найвищу оцінку мають зразки печива з додаванням клітковини псиліуму в кількості 2% в рецептуру печива з темним насінням чіа. Для печива, виробленого з додаванням світлого чіа найоптимальніша кількість клітковини псиліуму становить 1% до маси борошна.

Після проведення досліджень та аналізу результатів, розроблено рецептуру здобного печива, збагаченого насінням чіа та псиліумом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. E.Reyes-Caudillo E. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds / E. E.Reyes-Caudillo, A. Tecante, M. A. Valdivia-López. – 2008. – С. 656–663.;
2. Chia Flour Supplementation Reduces Blood Pressure in Hypertensive Subjects / Luciana Tavares Toscano, Cássia Surama Oliveira da Silva, Lydiane Tavares Toscano – 2014. – С. 392–398;
3. Supplementation of Conventional Therapy With the Novel Grain Salba (*Salvia hispanica* L.) Improves Major and Emerging Cardiovascular Risk Factors in

Type 2 Diabetes / [V. Vuksan, D. Whitham, J. Sievenpiper та ін.]. – 2007. – С. 2804–2810;

4. Illian, T. G. Omega 3 chia seed loading as a means of carbohydrate loading / T. G. Illian, J. C. Casey, P. A. Bishop. – 2011. – С. 61–65%;

5. An Evidence-Based Review of Fat Modifying Supplemental Weight Loss Products [Електронний ресурс] / Amy M. Egras, William R. Hamilton, Thomas L. Lenz, Michael S. Monaghan. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hindawi.com/journals/job/2011/297315>;

6. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults / Author links open overlay panel David C. Nieman, Erin J. Cayea, Melanie D. Austin та ін.]. – 2009. – С. 414–418;

7. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats / Rafaela da Silva Marineli, Sabrina Alves Lenquiste, Érica Aguiar Moraes, Mário Roberto Maróstica Jr.. – 2015. – №3. – С. 666–674;

8. Inhibitory activity of chia (*Salvia hispanica* L.) protein fractions against angiotensin I-converting enzyme and antioxidant capacity / Domancar Orona-Tamayo, María Elena Valverde, Blanca Nieto-Rendón, Octavio Paredes-López. – 2015. – С. 236–242;

9. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products / Author links open overlay panel Yi Ding, Hui-Wen Lin, Yi-Ling Lin та ін.]. – 2018. – С. 124–134;

10. Chia (*Salvia hispanica* L.) Gel as Egg Replacer in Chocolate Cakes: Applicability and Microbial and Sensory Qualities After Storage / Lorenza Rodrigues dos Reis Gallo, Lorenza Rodrigues dos Reis Gallo, Raquel Braz Assunção Botelho, Verônica Cortez Ginani та ін.]. – 2018. – С. 29–39;

11. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes / Mária Herminia Ferrari Felisberto, Adriana Lucia Wahanik, Cristiane Rodrigues Gomes-Ruffi та ін.]. – 2015. – С. 1049–1055;

12. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration / Author links open overlay panel L.A. Muñoz, A. Cobos, O. Diaz, M. Aguilera. – 2012. – С. 216–224.
13. Rafael Borneo. Chia (*Salvia hispanica* L) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations / Rafael Borneo, Alicia Aguirre, Alberto E. León. – 2010. – С. 946–949;
14. Evaluation of replacing wheat Àour with chia Àour (*Salvia hispanica* L.) in pasta [Електронний ресурс] / Matheus Rodrigues Oliveira, Mariana Ercolani Novack, Carina Pires Santos та ін.]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.redalyc.org/pdf;>
15. Chemical Characterization of the Lipid Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) / Luz Magali Álvarez-Chávez, María de los Angeles Valdivia-López, María de Lourdes Aburto-Juárez, Alberto Tecante. – 2008. – С. 687–697;
16. The Global Nutrient Database: availability of macronutrients and micronutrients in 195 countries from 1980 to 2013 / Josef Schmidhuber, Patrick Sur, Kairsten Fay та ін.]. – 2018. – С. 353–368;
17. Supplementation of Milled Chia Seeds Increases Plasma ALA and EPA in Postmenopausal Women [Електронний ресурс] / Fuxia Jin, David C. Nieman, Wei Sha та ін.]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com;>
18. Rasha Tolba. Adsorption of dietary oils onto lignin for promising pharmaceutical and nutritional applications [Електронний ресурс] / Rasha Tolba, Guosheng Wu, Aicheng Chen. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://ojs.cnr.ncsu.edu;>
19. A.J. Borderías. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products / A.J. Borderías, I. Sánchez-Alonso, M. Pérez-Mateos. – 2005. – С. 458–465.
20. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products / [Fabrizio Esposito, Guido Arlotti, Angela Maria Bonifati та ін.]. – 2005. – С. 1167–1173.

21. Ozan Nazim Ciftci. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds [Електронний ресурс] / Ozan Nazim Ciftci, Roman Przybylski, Magdalena Rudzińska. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: [https://onlinelibrary.wiley.com.](https://onlinelibrary.wiley.com;);
22. Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed [Електронний ресурс] / Soňa Nitrayová, Matej Brestenský, Jaroslav Heger та ін.]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.potravinarstvo.com.](https://www.potravinarstvo.com;);
23. Ricardo Ayerza. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.) / Ricardo Ayerza, Wayne Coates. – 2011. – С. 1366–1371;
24. P.G.Peiretti. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth / P.G.Peiretti, F.Gai. – 2009. – С. 267–275;
25. Production of omega 3-rich oils from underutilized chia seeds. Comparison between supercritical fluid and pressurized liquid extraction methods / DavidVillanueva-Bermejo, María V.Calvo, PilarCastro-Gómez та ін.]. – 2019. – С. 400–407;
26. Mariana Grancieri. Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review [Електронний ресурс] / Mariana Grancieri, Hercia Stampini Duarte Martino, Elvira Gonzalez de Mejia. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://onlinelibrary.wiley.com>.
27. Esther Iglesias-Puig. Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (*Salvia hispanica* L.) / Esther Iglesias-Puig, Monika Haros. – 2013. – С. 865–874;
28. George E Inglett. Physical properties of sugar cookies containing chia–oat composites / George E Inglett, Diejun Chen, Sean Liu. – 2014;
29. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake / PatriciaLuna Pizarro, Eveline LopesAlmeida, Norma Cristina Sammán, Yoon Kil Chang. – 2013. – С. 73–79;

30. Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads / Author links open overlay panel Eugenia Steffolani, Mario M. Martinez, Alberto E. León, Manuel Gómez. – 2015. – С. 401–406;
31. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. [Электронный ресурс] / Norlaily Mohd Ali, Swee Keong Yeap, Wan Yong Ho та ін.]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2012/171956/>;
32. Genovevo Ramírez-Jaramillo. Potential for Growing *Salvia hispanica* L., Areas under Rainfed Conditions in Mexico / Genovevo Ramírez-Jaramillo, Mónica Guadalupe Lozano-Contreras. – 2015. – №9. – С. 1048–1057;
33. Olivos-Lugo, B.L. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.) / Olivos-Lugo, B.L., Tecante, A. – 2010. – С. 1–8;
34. María R. Sandoval-Oliveros. Isolation and Characterization of Proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.) / María R. Sandoval-Oliveros, Octavio Paredes-López. – 2013. – С. 193–201;
35. Procesamiento en seco de harina de chíá (*Salvia hispanica* L.): caracterización química de fibra y proteína Dry processing of chíá (*Salvia hispanica* L.) flour: chemical characterization of fiber and protein / Vazquez-Ovando, A, Rosado-Rubio, G, Chel-Guerrero, L., Betancur-Ancona, D.. – 2010. – С. 117–127.
36. Olivieri Martínez-Cruz. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography / Olivieri Martínez-Cruz, Octavio Paredes-López. – 2014. – С. 43–48;
37. Michele Silveira Coelho. Chemical Characterization of CHIA (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products / Michele Silveira Coelho, Myriam de las Mercedes Salas-Mellado. – 2014. – С. 263–269;
38. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla / Sheisa Cyléia Sargi, Beatriz Costa Silva, Hevelyse Munise Celestino Santos та ін.]. – 2013. – №3.
39. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods / Author links open overlay panel Maira

R.Segura-Campos, Ine M.Salazar-Vega, Luis A.Chel-Guerrero, David A.Betancur-Ancona. – 2013. – С. 723–731.

40. The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds—Current State of Knowledge / Bartosz Kulczyński, Joanna Kobus-Cisowska, Maciej Taczanowski та ін.]. – 2019.

41. Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*) / AnnaGramza-Michałowska, JoannaKobus-Cisowska, Dominik Kmieciк та ін.]. – 2016. – С. 448–454;

42. Stabilisation of phytosterols by natural and synthetic antioxidants in high temperature conditions / Author links open overlay panelDominikKmieciк, Józef Korczak, MagdalenaRudzińska та ін.]. – 2015. – С. 966–971;

43 Отмахова А.Ю. Научное обоснование производства мучных кондитерских изделий с применением перемолотых семян чиа [Электронный ресурс] / А.Ю. Отмахова. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.dspace.susu.ru.pdf>.

44. ДСТУ 3781:2014 Печиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.07.2015].

45. Про охорону праці : Закон України від 16 жовтня 2020 р. № 2694. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 21.11.2020);

46. Кодекс законів про працю України від 25 жовтня 2020 р. № 328. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08> (дата звернення: 21.11.2020);

47. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 26 квітня 2014 р. № 2245. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14> (дата звернення: 21.11.2020);

48. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять [На заміну ДСТУ 2293-99; чинний від 2015-05-01];

49. ДСТУ Б В.2,5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [На заміну ДБН В.2.5-27-2006; чинний від 2017-04-01];

50. Про затвердження Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці : Наказ Держнагляддохоронпраці від 12 травня 1994 р. № 95 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0095-94> (дата звернення: 23.11.2020);

51. ДБН В.2.5-28:2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. – К., 2006;

52. ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення. – К., 2018;

53. ПІ 1.8.11-124-2001. Примірна інструкція з охорони праці для пекаря (33204). URL: <https://dnaop.com/html/33204/doc-ПІ.8.11-124-2001> (дата звернення: 22.11.2020);

54. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К., 2016;

55. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення [Чинний від 2020-01-01].

56. Шилякова-Каменюка О.Г. Аналіз хімічного складу насіння чіа, як перспективної сировини для кондитерських виробів [Електронний ресурс] / О.Г. Шилякова-Каменюка, О.М. Шкляєв, А.Л. Рогова. – 2017. – Режим доступу ресурсу: <http://www.elib.hduht.edu.ua.pdf>;

57. De Falco B. Chia seeds products: an overview [Електронний ресурс] / B. De Falco, M. Amato, V. Lanzotti. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.link.springer.com.pdf>.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання
переробних і харчових
виробництв імені
професора
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових
технологій та готельно-
ресторанної справи

НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Матеріали
міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
24 листопада 2020 року

Мелітополь
2020

ПОЛІПШЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ НАСІННЯМ ЧІА

Свєженцев В.О., магістрант.
Миколенко С.Ю., канд.. техн. наук, доц.

Дніпровський державний аграрно – економічний університет

Брошняні кондитерські вироби являються однією з перспективних для експорту категорій української продукції. За даними Державної митної служби України, за перші чотири місяці 2020 року Україною було експортовано борошняних кондитерських виробів на суму 61 млн дол США.

Для збереження позитивної динаміки експорту та збільшення його об'ємів необхідно спостерігати за новими досягненнями в галузі виробництва борошняних кондитерських виробів, вивчати ринок споживачів та впроваджувати нову сировину, що дозволить покращити споживчі якості продукції, підвищити користь від її споживання.

Перспективним є збагачення борошняних кондитерських виробів сировиною, що має в своєму складі необхідні для здоров'я людини компоненти. Сировиною для збагачення можуть виступати: різні види насіння (насіння чіа, льону, амаранту та інші), клітковини (наприклад, клітковина псиліуму).

Насіння чіа являється цінним за рахунок свого жирнокислотного складу. Насіння містить 32-39% рослинних жирів, 64% з яких – поліненасичені жирні кислоти (омега-3), що необхідні для організму. За вмістом амінокислот, вітамінів групи В, К, РР, С, мікроелементів насіння чіа перевищує усі інші злакові та олійні культури.

Багато цінних мікроелементів насіння чіа беруть участь у синтезі ферментів і гормонів, позитивно впливають на роботу ендокринної системи. Насіння чіа являється джерелом рослинного кальцію: в 100 г насіння міститься 631 мг кальцію, чіа містить також фосфор.

Споживання насіння чіа стабілізує роботу нервової системи, при цьому значно покращується пам'ять. Нормалізується робота імунної, репродуктивної систем, покращується стан м'язової тканини, що зумовлюється наявністю у складі насіння цинку. Дослідження показали, що насіння чіа є джерелом калію, містить мультівітамінний склад, що сприяє уникненню появи судом в м'язах, перепадів тиску. Також при цьому нормалізується обмін речовин та покращується робота серця. Насіння чіа не містить холестерину, що позитивно впливає на кровоносні судини (знижується рівень холестерину в крові, знижується ризик виникнення хвороб серцево-судинної системи). Чіа має високу антиоксидантну здатність [1,2].

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив добавок на основі насіння чіа на підвищення мінеральної цінності печива. З мікроелементів в печиві зростає вміст магнію, кальцію, фосфору. З мікроелементів-міді та заліза [3].

Метою проведеного дослідження було дослідження впливу насіння чіа різних видів (темного і світлого) на якість здобного печива. Для насіння чіа, що було використано в дослідженні, було застосовано два види обробки: подрібнення на лабораторному млинку; гідратація при гідромодулі 1:2, також застосовувалось насіння світлого і темного чіа без попередньої обробки.

Насіння чіа вводили до рецептури у кількості від 2 до 4 % до маси пшеничного борошна. Найкращими властивостями володіли зразки печива з гідратованим насінням чіа, яке додавалось в кількості 3% та зразок з темним здрібненим насінням чіа в кількості 4% від загальної маси борошна. Ці зразки мали правильну форму без пошкоджень краю, рівну поверхню без значних вм'ятин. Колір зразків був рівномірним з невеликою кількістю вкраплень насіння. Пористість обох зразків була рівномірною без порожнин. Смак та запах можна охарактеризувати як солодкуватий, приємний легким присмаком насіння чіа. Вплив на органолептичні та споживчі якості печива чинить переважно не вид використаного чіа, а спосіб його попередньої обробки.

Література:

1. Шилякова-Каменюка О.Г. Аналіз хімічного складу насіння чіа, як перспективної сировини для кондитерських виробів [Електронний ресурс] / О.Г. Шилякова-Каменюка, О.М. Шкляєв, А.Л. Рогова. – 2017. – Режим доступу ресурсу: [http:// www.elib.hduht.edu.ua.pdf](http://www.elib.hduht.edu.ua.pdf);

2. De Falco V. Chia seeds products: an overview [Електронний ресурс] / V. De Falco, M. Amato, V. Lanzotti. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.link.springer.com.pdf>

3. Отмахова А.Ю. Научное обоснование производства мучных кондитерских изделий с применением перемолотых семян чиа [Електронний ресурс] / А.Ю. Отмахова. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: [http:// www.dspace.susu.ru.pdf](http://www.dspace.susu.ru.pdf).

Обґрунтування технології борошняних кондитерських виробів, збагачених насінням чіа

Виконав :
магістрант Свеженцев В.О.
Керівник :
к.т.н., доц. Миколенко С.Ю.

Актуальність роботи

Перспективним є збагачення борошняних кондитерських виробів сировиною, що має в своєму складі необхідні для здоров'я людини компоненти. Сировиною для збагачення можуть виступати: різні види насіння (насіння чіа, льону, амаранту та інші), клітковини (наприклад, клітковина псиліуму).

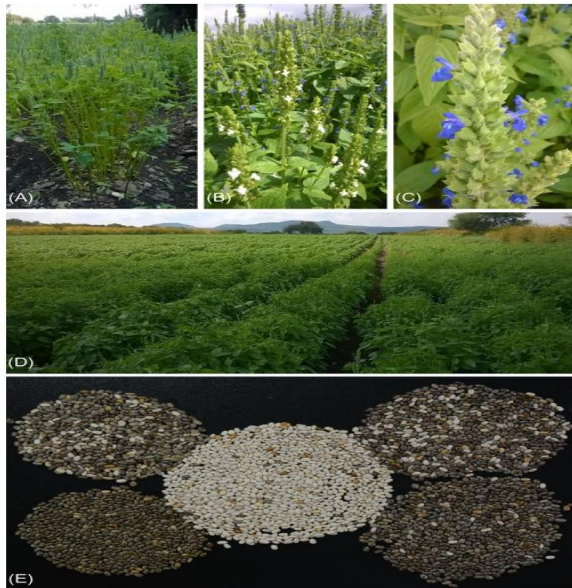
Результати досліджень свідчать про позитивний вплив добавок на основі насіння чіа на підвищення мінеральної цінності печива. З мікроелементів в печиві зростає вміст магнію, кальцію, фосфору. З мікроелементів-міді та заліза. Клітковина псиліуму має велику кількість розчинних харчових волокон та володіє виключними оздоровчими властивостями, тому також являється перспективною сировиною для додавання в рецептуру печива.

Об'єкт, предмет та мета дослідження

Мета дослідження: вивчення функціональних властивостей печива.

Об'єкт дослідження: насіння чіа, тістові напівфабрикати з його додаванням.

Предмет дослідження: печиво, органолептичні, фізико-хімічні властивості печива.



Завдання дослідження

- вивчити особливості використання насіння чіа для виробництва і обґрунтувати переваги його використання;
- дослідити показники якості чіа різних видів;
- встановити особливості водопоглинальної здатності чіа різних видів;
- виявити вплив насіння чіа на якість печива;
- розробити оптимальну рецептуру печива, збагаченого насінням чіа.

Біологічна та функціональна цінність чіа

Ця рослина має насіння різного кольору від білого до більш темного. Його форма овальна, розміри 2,0 мм × 1,5 мм.

Його досліджують та рекомендують завдяки вмісту жирів, білків, антиоксидантів та харчових волокон. Насіння містить близько 25–38% жирів за масою, містить найбільшу частку - ліноленової кислоти (~60%) порівняно з іншими відомими на сьогодні природними джерелами, а також більш високий рівень білка, ніж у традиційних злакових культур, таких як пшениця (*Triticum aestivum* L.).

Насіння чіа можуть поглинати воду у кількості, яка в 12 разів перевищує їх власну масу .

Біомолекули насіння чіа можуть виступати як антиоксидантні сполуки. Споживання їх може запобігти пошкодженню ДНК та клітин та розвитку артриту, діабету, раку та серцево-судинних захворювань.

Сировина для збагачення печива

| Показник | Результат |
|-------------------------|---|
| Світлий вид насіння чіа | |
| Вологість, % | 7,3 |
| Маса тисячі насінин, г | 1,24 |
| Запах | Без сторонніх запахів, властивий даному виду сировини |
| Темний вид насіння чіа | |
| Вологість, % | 7,7 |
| Маса тисячі насінин, г | 1,10 |
| Запах | Без сторонніх запахів, властивий даному виду сировини |



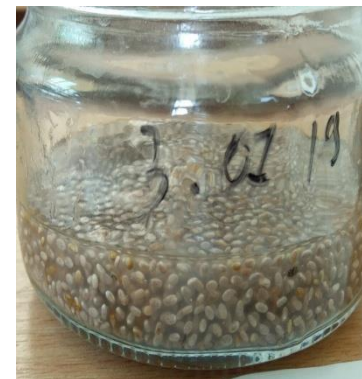
Водопоглинальна здатність чіа різних видів



Співвідношення 1:10



Співвідношення 1:5

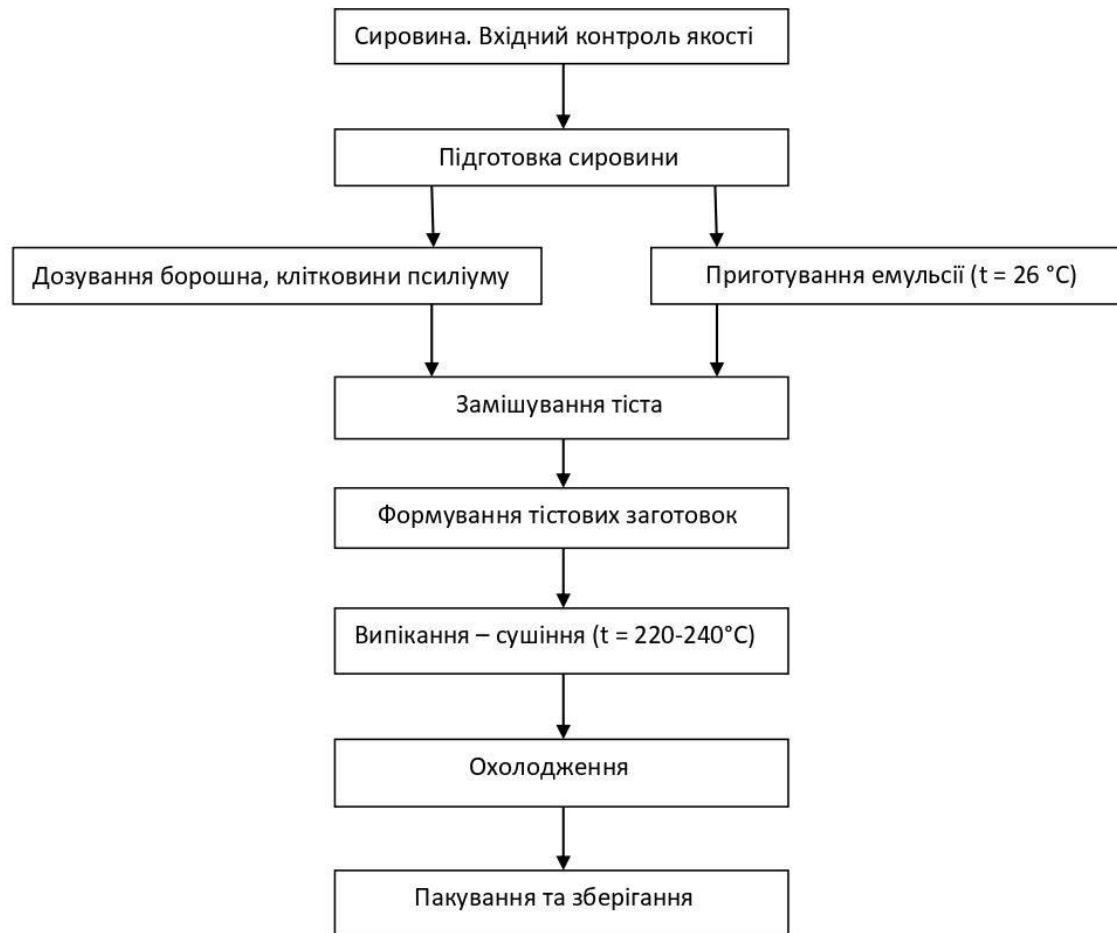


Співвідношення 1:1

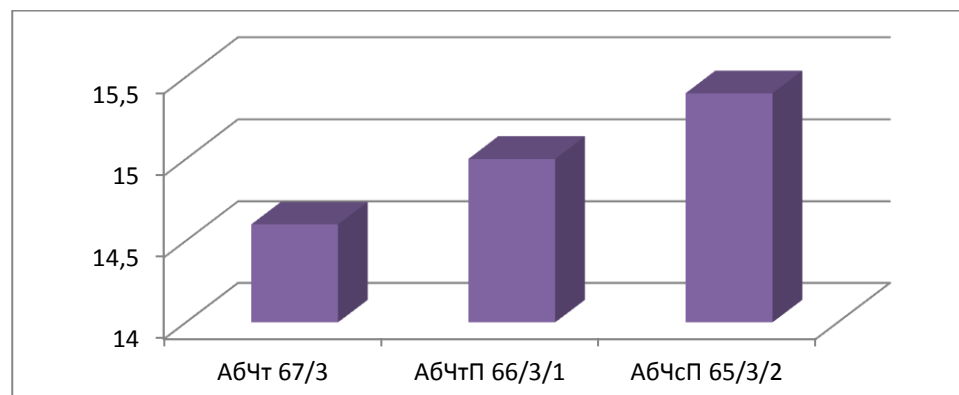
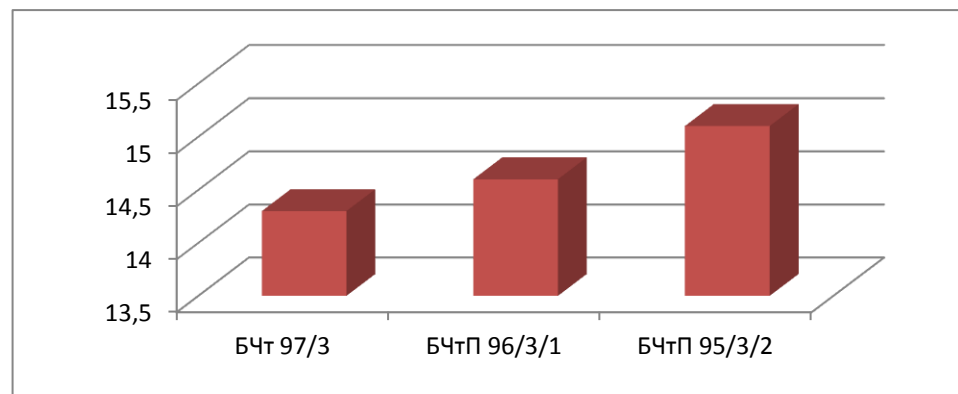
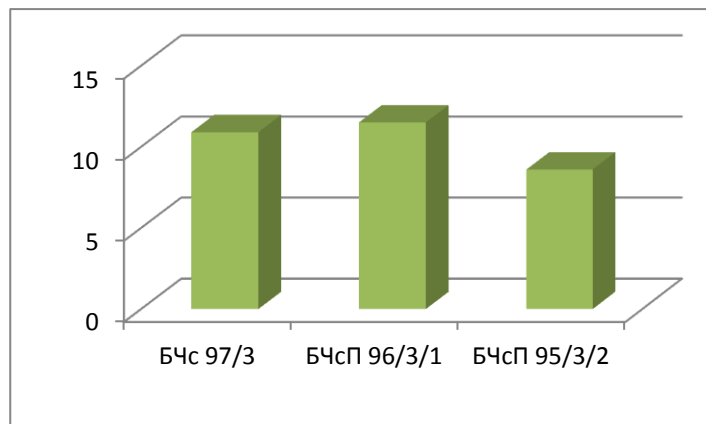
Рецептура печива, збагаченого чіа

| Сировина | Витрати сировини,г | | |
|-------------------------|--------------------|------------|------------|
| | БЧ 97/3 | БЧП 96/3/1 | БЧП 95/3/2 |
| Борошно пшеничне в/с | 97 | 96 | 95 |
| Насіння чіа гідратоване | 3 | 3 | 3 |
| Клітковина псиліуму | - | 1 | 2 |
| Цукрова пудра | 33,25 | 33,25 | 33,25 |
| Інвертний сироп | 6,02 | 6,02 | 6,02 |
| Вершкове масло | 25,80 | 25,80 | 25,80 |
| Меланж | 8,18 | 8,18 | 8,18 |
| Ванільна пудра | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Сіль кухонна | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| Амоній | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Згущене молоко | 7,37 | 7,37 | 7,37 |
| Сода питна | 0,69 | 0,69 | 0,69 |
| Всього | 182,58 | 182,58 | 182,58 |
| Вихід | 150 | 150 | 150 |

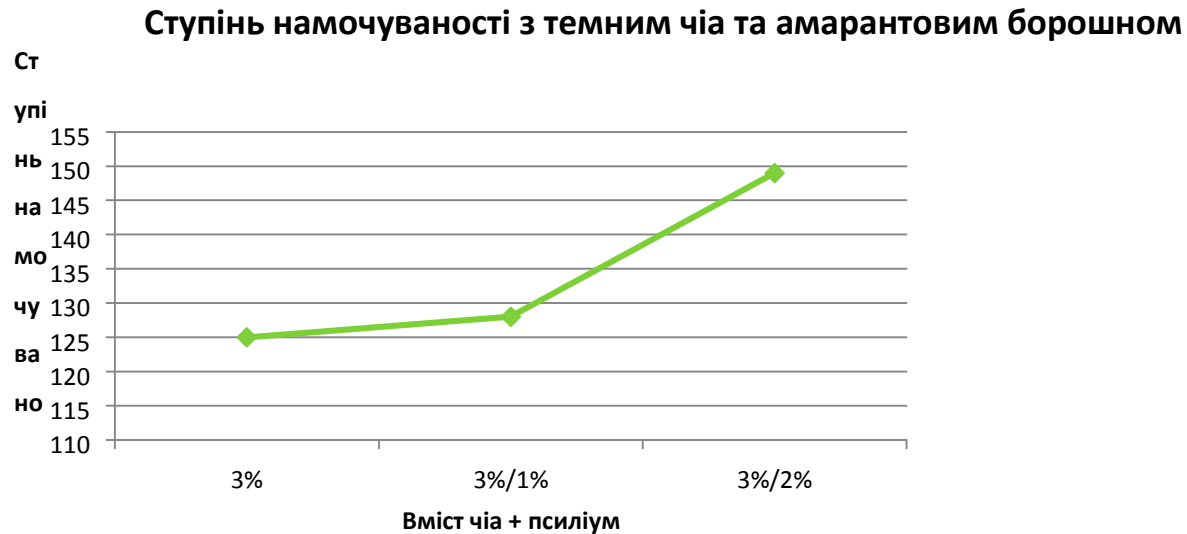
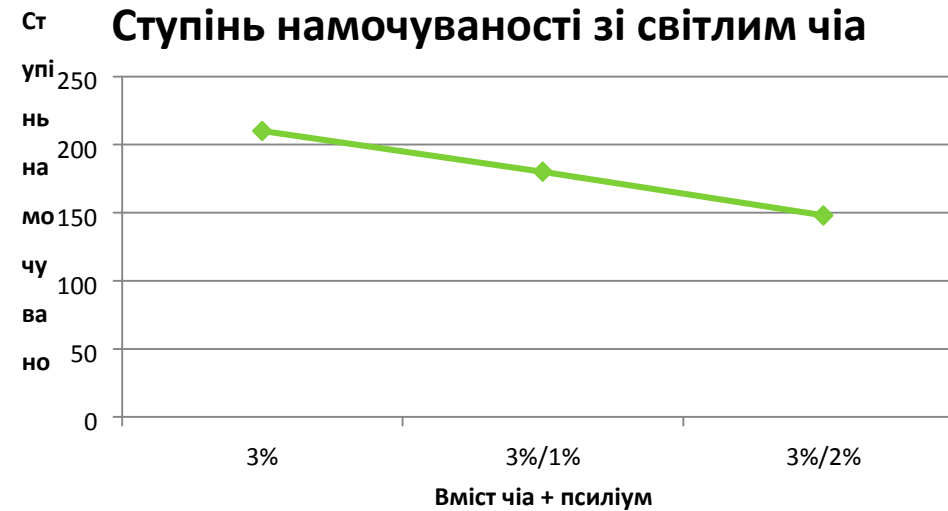
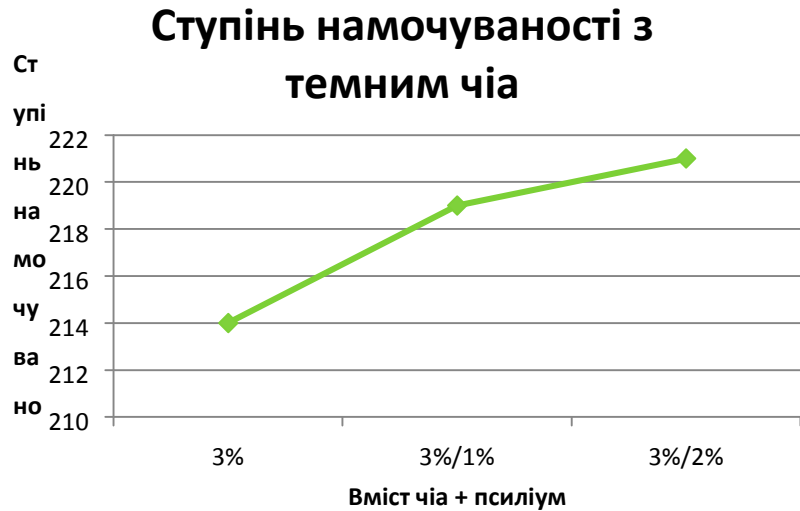
Функціональна схема виробництва печива



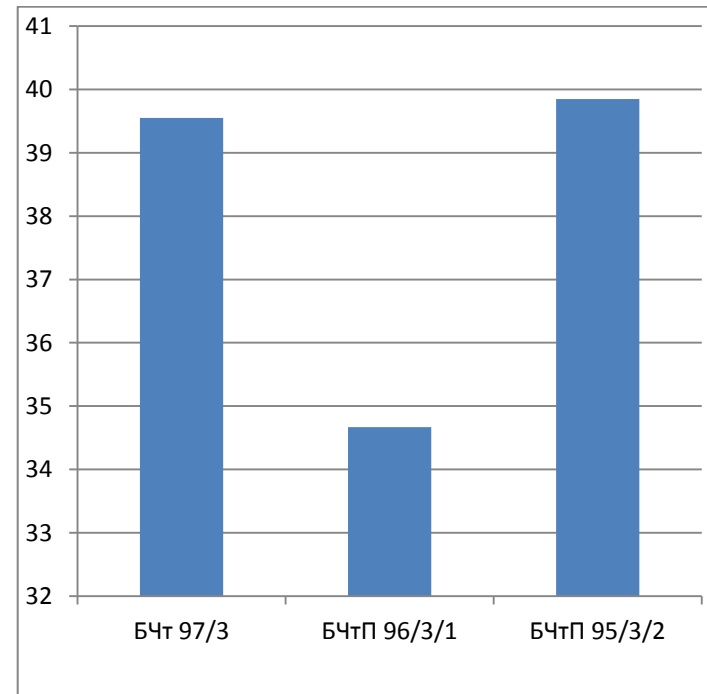
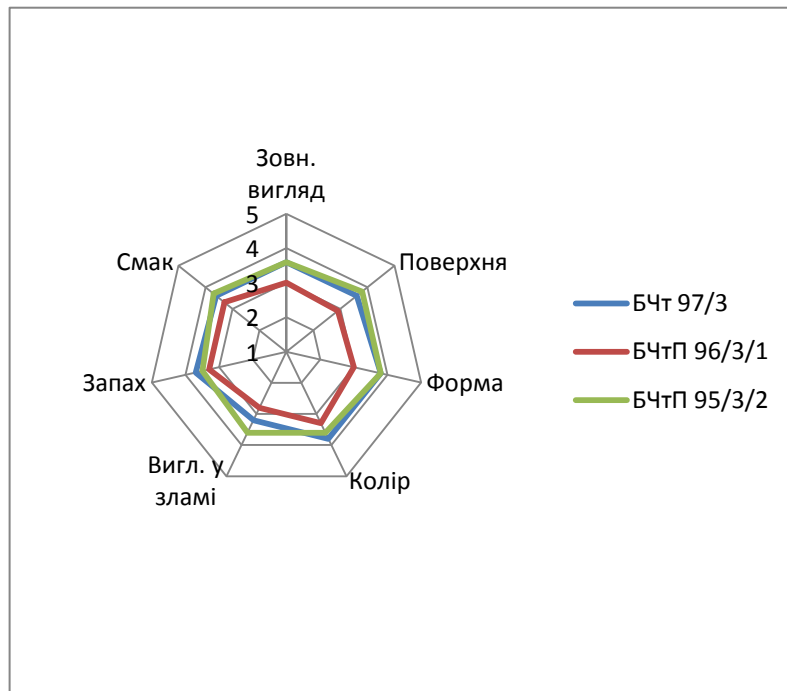
Вологість печива, збагаченого чіа



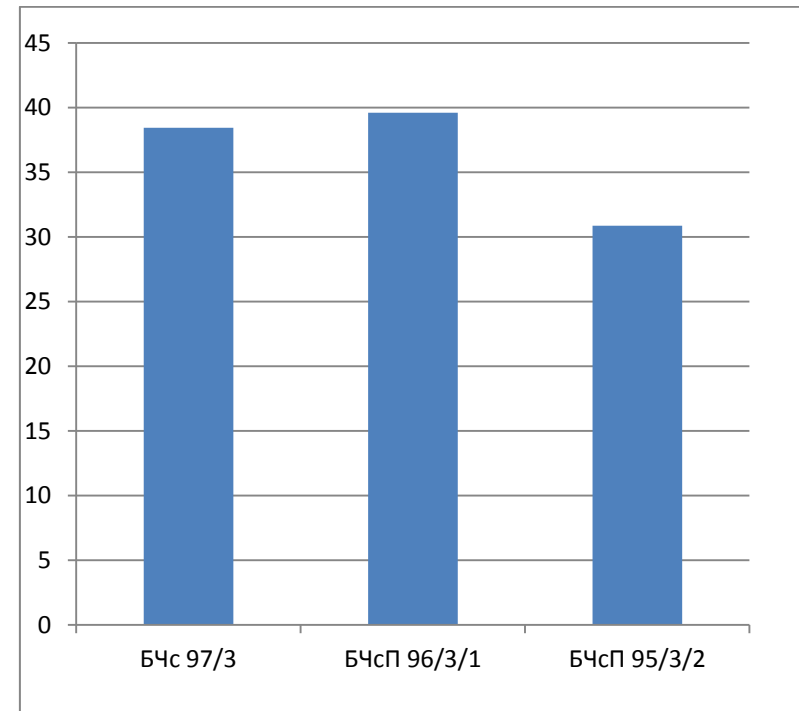
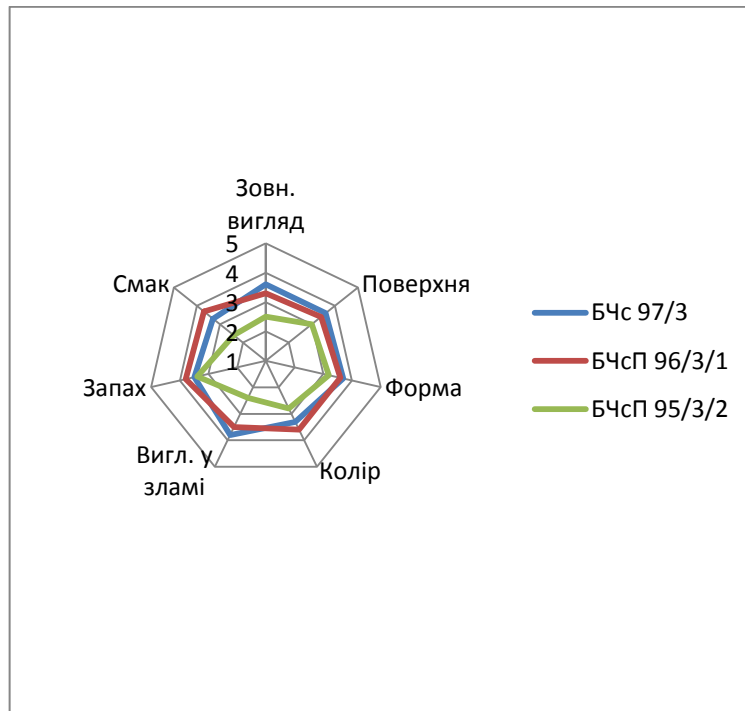
Намочуваність печива з чіа



Органолептична оцінка якості печива з насінням темного чіа та псиліумом



Органолептична оцінка якості печива з насінням світлого чіа та псиліумом



Поживна цінність печива

| Зразок | Білок, г/100 | Жири, г/100 г | Вуглеводи, г/100 г | Харчові волокна,г/100г | Енергетична цінність, ккал |
|--------------|--------------|---------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| БЧт 97/3 | 8,46 | 14,50 | 71 | 0,18 | 447,46 |
| БЧтП 96/3/1 | 8,38 | 14,43 | 70,33 | 0,63 | 456 |
| БЧтП 95/3/2 | 8,29 | 14,42 | 70 | 1,14 | 455,63 |
| БЧс 97/3 | 8,32 | 14,50 | 71 | 0,16 | 465,5 |
| БЧсП 96/3/1 | 8,33 | 14,50 | 70,3 | 0,61 | 445 |
| БЧсП 95/3/2 | 8,27 | 14,50 | 70 | 1,15 | 444 |
| АБЧт 67/3 | 11,14 | 16 | 83,16 | 0,16 | 505,42 |
| АБЧтП 66/3/1 | 11,1 | 16 | 83 | 0,6 | 504,55 |
| АБЧсП 65/3/2 | 11,03 | 16 | 82,32 | 1,15 | 503,24 |

Витрати на проведення досліджень

| Витрати | Сума, грн. |
|--------------------------------|------------|
| Основні матеріали | 185.70 |
| Заробітна плата | 21600.00 |
| Нарахування на заробітну плату | 4752.00 |
| Електроенергія | 378.91 |
| Накладні витрати | 4320.00 |
| Амортизація | 292.12 |
| Всього | 27208.73 |

Апробація результатів наукових досліджень

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання
переробних і харчових
виробництв імені
професора
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових
технологій та готельно-
ресторанної справи

**НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ
ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Матеріали

*міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
24 листопада 2020 року*

Участь у Міжнародній науково-практичній конференції Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних харчових і переробних виробництв. Матеріали доповіді за темою «Поліпшення композиційних властивостей борошняних кондитерських виробів, збагачених насінням чіа».

Мелітополь
2020

Висновки

Насіння чіа для виробництва печива може використовуватись в розмеленому, цілому, гідратованому вигляді. При проведенні попередніх досліджень було виявлено, що додавання цілого негідратованого насіння чіа призводить до зниження вологості готових виробів. Це явище можна пояснити високою водопоглинальною здатністю насіння чіа та здатністю поглинати воду з тіста. Зниження вологості готового печива спостерігається також при додаванні розмеленого не гідратованого насіння чіа як світлого, так і темного видів.

Вологість насіння була в межах від 7% до 7,3%. Насіння не мало ознак псування та вираженого запаху. Як додаткову сировину, було використано клітковину псиліуму, частину пшеничного борошна для трьох зразків печива було замінено на амарантове борошно. Амарантове борошно мало стандартну вологість (11,12%) та кислотність 1,7 град. Дослідженням було встановлено водопоглинальну здатність чіа різних видів при співвідношенні води та насіння: 1:1; 1:5 та 1:10. Було виявлено, що насіння чіа має здатність до поглинання об'єму води, що в 10 разів перевищує його масу. Було виявлено найоптимальніше співвідношення води та насіння (1:5). При збільшенні кількості води (при співвідношенні 1:10) гель мав рідку консистенцію, як для темного так і для світлого видів чіа. При змішуванні насіння чіа та води у співвідношенні 1:1 утворення гелю не спостерігалось.

Вплив додавання насіння чіа, клітковини псиліуму, амарантового борошна оцінили шляхом проведення органолептичної оцінки дев'яти зразків печива з різним відсотковим додаванням клітковини псиліуму. Було оцінено поживну цінність отриманих зразків та основні фізико-хімічні показники якості. Органолептична оцінка печива показала, що найкращими в плані зовнішнього вигляду, смаку та форми являються зразки печива з додаванням 3% насіння чіа та клітковини псиліуму в кількості 2%. Більш низькі показники спостерігались для зразків печива з заміною пшеничного борошна амарантовим. Додавання насіння чіа, амарантового борошна та клітковини псиліуму збільшує поживну цінність печива, в печиві зростає кількість розчинних харчових волокон. Результатом досліджень було розроблено оптимальну рецептуру здобного печива з додаванням насіння чіа та псиліуму

