

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
екструдованих продуктів на основі
безглютенової сировини**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-2-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Катерина ЗАБУРАННА

Керівник: _____ Наталія СОБА

Рецензент: _____ Євген ДІДОВИЧ

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«26» грудня 2023 р.

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

Забуранній Катерині Дмитрівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва екструдованих продуктів на основі безглютенової сировини».
Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» грудня 2023 року № 4085.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 13 лютого 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва екструдованих продуктів. 3) Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1) Огляд літературних джерел. 2) Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3) Експериментальна частина. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5) Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

- 1) Мета, об'єкт та предмет досліджень.
- 2) Основні задачі кваліфікаційної роботи.
- 3) Рецептурні співвідношення дослідних зразків чіпсів.
- 4) Зовнішній вигляд дослідних зразків чіпсів.
- 5) Результати мікроскопічного аналізу дослідних зразків чіпсів.
- 6) Результати органолептичного аналізу дослідних зразків чіпсів.
- 7) Результати аналізу показників якості чіпсів.
- 8) Результати аналізу структурно-механічних властивостей чіпсів.
- 9) Охорона праці та захист навколишнього середовища.
- 10) Кошторис витрат на проведення досліджень.
- 11) Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	26.12.2023	13.02.2024

7. Дата видачі завдання: «26» грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.12–27.12.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	28.12–07.01.24	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	08.01–10.01.24	виконано
4	Експериментальна частина	10.01–21.01.24	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	22.01–28.01.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	29.01–04.02.24	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	05.02–08.02.24	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	09.02–13.02.24	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Катерина ЗАБУРАННА
(підпис)

Керівниця роботи _____ Наталія СОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва екструдованих продуктів на основі безглютенової сировини».

Кваліфікаційна робота магістра: 90 сторінок друкованого тексту, 29 рисунків та ілюстрацій, 23 таблиці, 3 додатки, 51 літературне джерело.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини.

Метою роботи є розроблення рецептури екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини.

Методи дослідження. Виготовлення дослідних зразків чіпсів на безглютеновій зерновій основі проводили у виробничих умовах. Органолептичні показники якості, вміст вологи, водоутримуючу здатність та набухаємість дослідних зразків екструдованих чіпсів визначали за стандартними методиками у навчальній лабораторії з харчових технологій ДДАЕУ, структурно-механічні властивості дослідних зразків екструдованих чіпсів, а саме граничну силу міцності, визначали в навчальній лабораторії кафедри інжинірингу технічних систем ДДАЕУ.

Швидкий спосіб життя українців спонукає фахівців вітчизняної харчової промисловості до розробки нових харчових продуктів, які будуть зручними у споживанні, поживними та мати оздоровчий ефект на здоров'я людини. Прикладом таких продуктів можуть бути снеки, у тому числі чіпси на зерновій основі. Все більшої уваги фахівці харчової промисловості приділяють безглютеновій сировині через збільшення кількості споживачів, які мають непереносимість глютену. Як приклад можна використовувати зерно кукурудзи, рису, гречки та амаранту.

У кваліфікаційній роботі наведено закордонний та вітчизняний асортиментний аналіз чіпсів на основі різної зернової сировини. Аналітично досліджено переваги безглютенової сировини (зерно кукурудзи, рису, гречки, амаранту) у якості основної сировини для виробництва харчових продуктів, у тому числі і снеків. Проведено сенсорний аналіз дослідних зразків чіпсів на зерновій основі. Порівняно одержані дослідні зразки за вмістом вологи, водоутримуючою здатністю, набухаємістю та міцністю.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СНЕКОВІ ПРОДУКТИ, ЧІПСИ, КУКУРУДЗА, ГРЕЧКА, РИС, АМАРАНТ, НЕПЕРЕНОСИМІСТЬ ГЛЮТЕНУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1 Характеристика снекової продукції.....	7
1.1.1 Кукурудзяні палички.....	8
1.1.2 Картопляні чіпси	9
1.1.3 Сухі сніданки.....	11
1.1.4 Хлібці.....	12
1.1.5 Зернові батончики.....	15
1.2 Характеристика відомих технологій екструдованих продуктів.....	17
1.3 Характеристика безглютенової сировини для виробництва снекової продукції	19
1.3.1 Амарант.....	19
1.3.2 Гречка.....	21
1.3.3 Кукурудза.....	24
1.3.4 Рис.....	26
Висновки за розділом.....	28
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
Висновки за розділом.....	35
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	36
3.1 Постановка задачі дослідження.....	36
3.2 Асортиментний аналіз снеків на основі зернової сировини.....	36
3.3 Обґрунтування доцільності виробництва екструдованих чіпсів на основі зернової сировини	47
3.4 Визначення органолептичних показників якості екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини.....	52

3.5 Визначення показників якості дослідних зразків екструдованих чіпсів.....	58
Висновки за розділом.....	63
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	65
4.1 Розробка картки безпеки праці	65
4.2 Утилізація відходів від виробництва екструдованих чіпсів.....	65
Висновки за розділом.....	67
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	68
5.1 Організація проведення дослідження.....	68
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи	70
5.3 Розрахунок вартості дослідження.....	74
Висновки за розділом.....	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	76
БІБЛОГРАФІЯ	79
ДОДАТКИ.....	84

ВСТУП

У минулому целиакію вважали рідкісним захворюванням, яким хворіли переважно діти європейського походження. За статистикою приблизно 1 % населення планети страждає від цього захворювання [1]. На сьогодні, це захворювання широко поширене, але в деяких європейських країнах целиакія все ще входить до списку рідкісних захворювань [2]. Її поширеність може варіюватися в різних регіонах світу по різному.

Целиакія – це системне аутоімунне захворювання, яке викликається глютенем у генетично сприйнятливих людей. Глютен – це білковий комплекс, що міститься в пшениці, житі, ячмені та вівсі. Целиакія характеризується великим діапазоном клінічних проявів, специфічною реакцією антитіл у сироватці крові та різними пошкодженнями слизової оболонки тонкої кишки [1].

У переважної більшості пацієнтів целиакія ефективно лікується модифікацією дієти, яка виключає глютен з раціону. Насправді повністю відмовитися від споживання глютену надзвичайно важко через прихований вміст глютену в харчових продуктах. З міркувань безпеки Управління з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів (США) встановило ліміт <20 ppm глютену для безглютенових продуктів. Слід брати до уваги загальне щоденне споживання безглютенових продуктів, оскільки воно може перевищувати допустиму межу для кожної особи з целиакією. Наявність прихованого гліадину в безглютенових харчових продуктах становить безпосередній ризик для споживачів целиакії через довготривалий вплив регулярного прийому невеликих кількостей гліадину на спричинення позитивного tTG та характерної біопсії тонкої кишки [3]. Все більше доказів свідчать про те, що целиакія насправді зустрічається набагато частіше, ніж вважалося раніше, і тому це захворювання вимагає уваги [4].

Спираючись на вищенаведену інформацію, вважаємо, що розробка безглютенових харчових продуктів, у тому числі і снєків, які будуть зручними у споживанні, поживними і безпечними для людей з целиакією, є перспективним напрямом наукових досліджень.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика снекової продукції

Очікується, що споживча привабливість готових до вживання продуктів швидко зростатиме протягом наступних 5 років, оскільки споживачі потребуватимуть зручних перекусів із захоплюючими сенсорними та текстурними властивостями. Готові до вживання продукти стають все більш популярними та викликають у споживача переважно зручність споживання та простоту приготування, зберігання. Також такі перекуси недорогі за вартістю і привабливі за зовнішнім виглядом та текстурою.

До перекусів можна віднести: печиво, чіпси, хлібці, пироги, бутерброди та булочки, молочні продукти (молоко, сир), готові салати та овочі, фрукти. Список може бути дуже довгим і завдяки новим продуктам, які виходять на харчовий ринок ще довшим. Один з найважливіших секторів товарного ринку – сегмент зернових продуктів. Тут традиційно переважають екструдовані снекові продукти, наприклад, зернові сніданки, хлібці та злакове печиво/батончики. Технологію екструзії широко використовують у виробництві зернових снєків завдяки її простоті в експлуатації та здатності створювати різноманітні текстури та форми, які привабливі для споживачів [5].

Екструзійне приготування стає популярним порівняно з іншими поширеними методами обробки завдяки автоматизованому контролю, високій потужності, безперервній роботі, високій продуктивності, універсальності, адаптивності, енергоефективності та низькій вартості. Крім того, це також дозволяє проєктувати та розробляти нові харчові продукти, високу якість продукції, унікальні форми та характеристики продукції, економію енергії та відсутність утворення стоків. Екструзія також допомагає модифікувати структуру, покращуючи розчинність, здатність до набухання, в'язкість при гідратації води та водоутримуючу здатність [6].

Безглютенові продукти, доступні в даний час, часто демонструють поганий харчовий баланс, і багато з них містять високий рівень ліпідів та цукрів. Це може бути причиною нещодавнього збільшення випадків надмірної ваги. Зерно амаранту, кіноа та гречка тепер стали можливими придатними джерелами безглютенових продуктів, оскільки вони не містять токсичних проламінів та мають високу поживну цінність [7].

1.1.1 Кукурудзяні палички

Кукурудзяні палички (рис. 1.1) – це готовий до споживання продукт, отриманий після обробки дрібної кукурудзяної крупи в екструдері, який має наступну поживну та енергетичну цінність на 100 г готового продукту: білків – 6,8 г, жирів – 16,9 г, вуглеводів – 71,6 г, калорійність – 447 кКал. Вони доступні з різними добавками, які покращують їх смакові характеристики та поживну цінність. Ці палички можна використовувати без добавок, замінюючи ними хліб або тост [8].



Рисунок 1.1 – Кукурудзяні палички

Схема традиційної технології виробництва кукурудзяних паличок зображена на рис. 1.2.

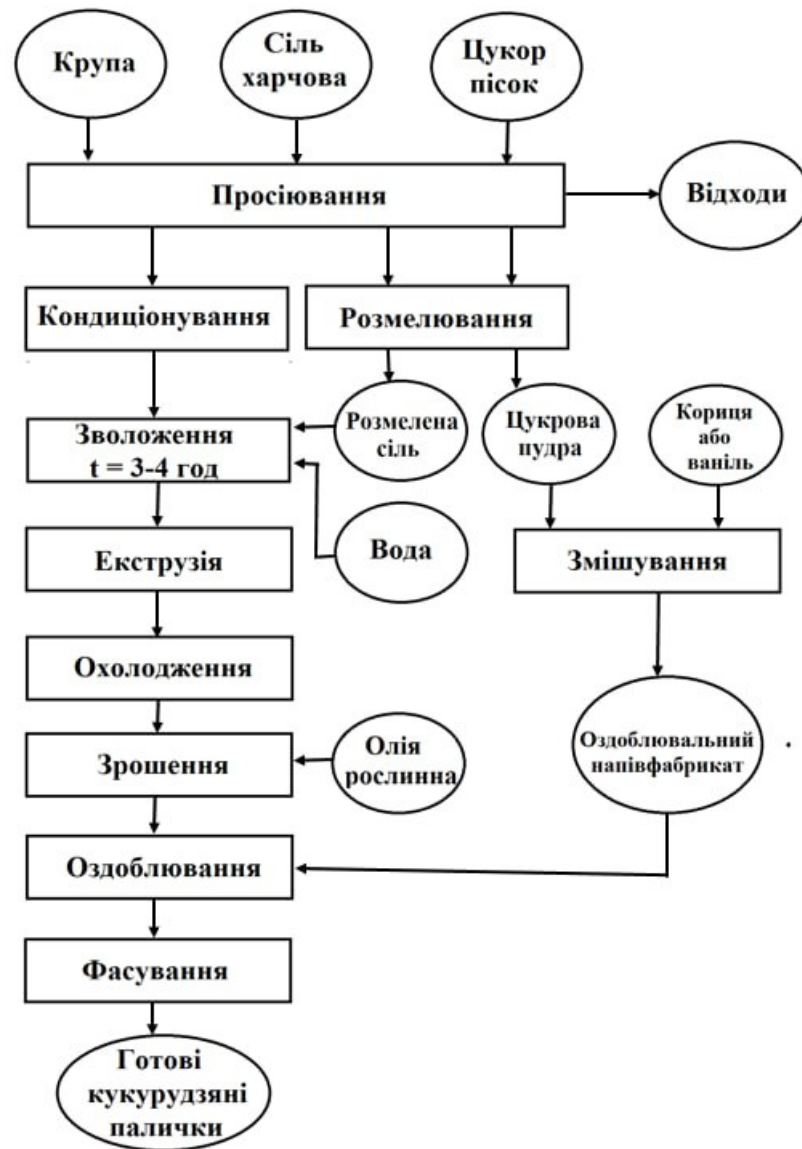


Рисунок 1.2 – Блок-схема виробництва кукурудзяних паличок

1.1.2 Картопляні чіпси

Різні форми картоплі використовують у рецептурах снєків. Картопляний крохмаль часто використовують у перекусах для додаткового розширення. Цей крохмаль містить 20–25 % амілози та має дуже низький вміст олії. Під час екструзійного варіння картопляний крохмаль набуває високої в'язкості, володіє відмінною набухаючою та зв'язувальною здатністю [9].

Схема традиційної технології виробництва картопляних чіпсів зображена на рис. 1.3.

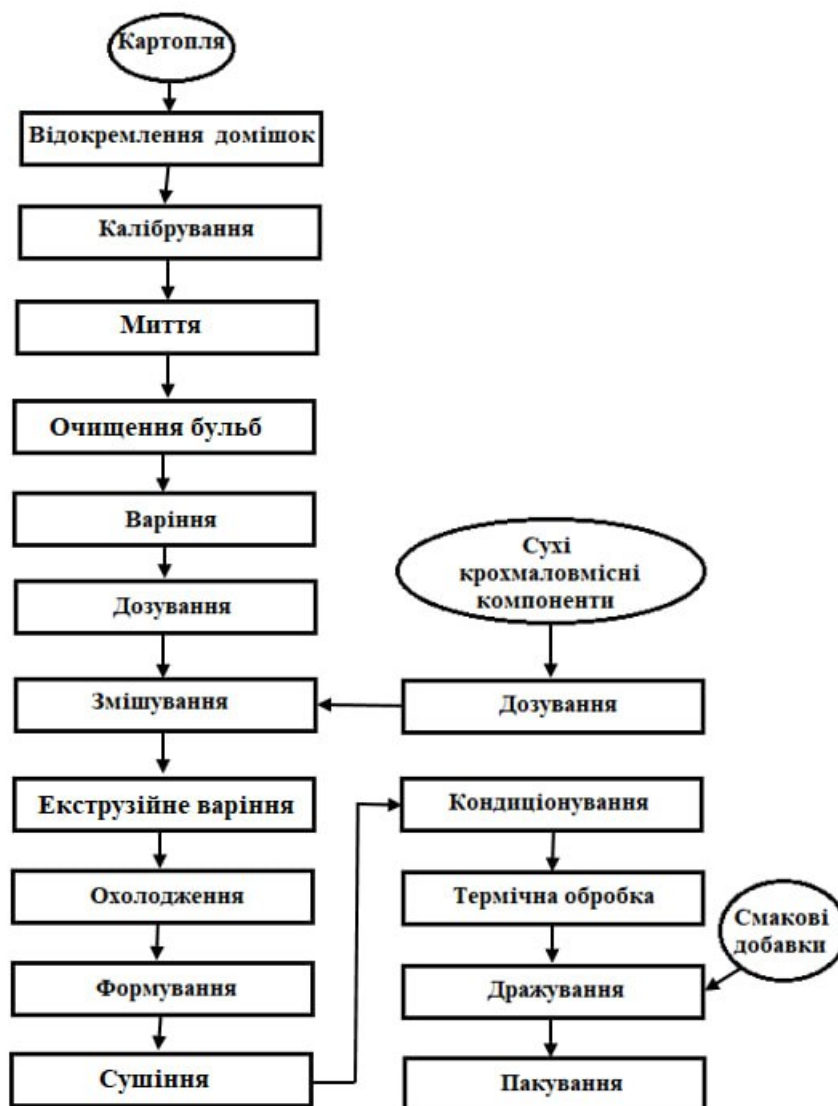


Рисунок 1.3 – Блок-схема виробництва картопляних чіпсів

Відомі наукові дослідження щодо покращення рецептури традиційних чіпсів. Перекуси з солодкої картоплі Mae Joe та E-kaa збагачували різними видами борошна, яке включало борошно соєве жирне, пшеничне, рисове, маш, кунжутне знежирене та арахісове знежирене, а також крохмаль маніока. Вміст білка та жиру в найкращих збагачених зразках Mae Joe коливався від 15,86 до 16,62 % і від 4,72 до 5,85 %, тоді як у контролі Mae Joe становив 5,56 і 1,04 % відповідно. Вміст білка та жиру в найкращих збагачених зразках E-kaa коливався від 11,06 до 16,95 % і від 2,16 до 5,44 %, тоді як у контролі E-kaa становив 6,85 і 1,57 % відповідно. Це було

пов'язано з поживною цінністю сировини, яку застосовували у якості збагачувача [10].

1.1.3 Сухі сніданки

Харчові концентрати – це готові до вживання продукти: або вимагають невеликої термічної обробки або зовсім не піддаються їй. Їх визначною рисою є низька вологість (4–12 %). Це сприяє тривалому зберіганню харчових концентратів без втрати якості. Окрім низької вологості відмінними рисами харчових концентратів є висока концентрація поживних речовин та добра засвоюваність [11].

Зернові сніданки – це переважно кукурудза, пшениця, рис або овес, оброблені з додаванням смакових добавок та збагачені вітамінами. Існує два типи сухих сніданків, які готують перед вживанням – холодні та гарячі пластівці. Найзручнішими є холодні, які вживають відразу після змішування з молоком, йогуртом або фруктами. Гарячі пластівці для сніданку, спочатку потребують приготування споживачем перед тим, як вони будуть готові до вживання [12]. Асортимент сухих сніданків наведено на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Приклади сухих сніданків

Схема традиційної технології виробництва сухих сніданків зображена на рис. 1.5.

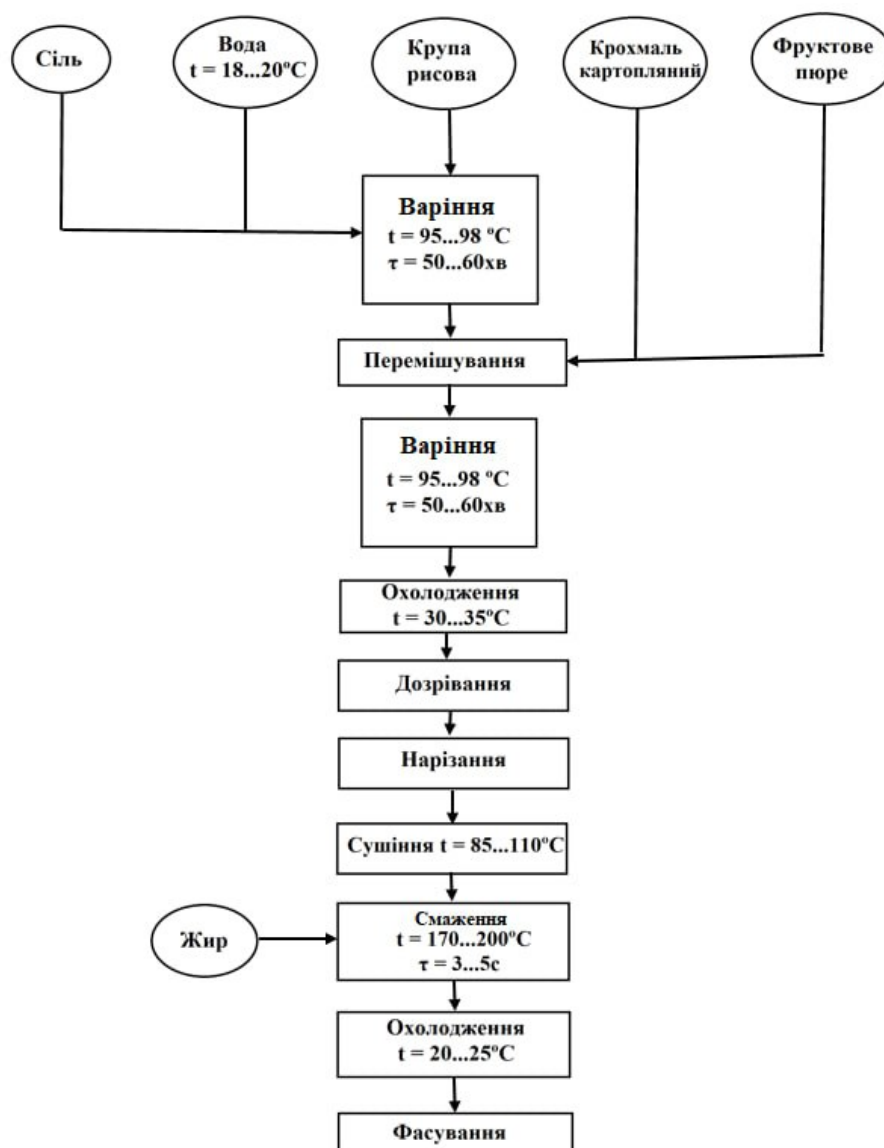


Рисунок 1.5 – Блок-схема виробництва сухих сніданків

Відомі дослідження щодо використання інуліну у рецептурах сухих сніданків. Інулін є цікавим харчовим волокном, здатним покращувати технологічні та поживні властивості харчових продуктів. Спостерігався позитивний лінійний ефект додавання інуліну на загальну кількість вміст фруктану в екструдованих продуктах [13].

1.1.4 Хлібці

Хлібці в останні роки стають все більш популярними в нашій країні. Їх отримують шляхом екструзії зерна або зернової суміші. Їхній вітамінний і

мінеральний склад набагато багатший за звичайний хліб [14]. Нижче наведена класифікація хлібців – рис. 1.6.

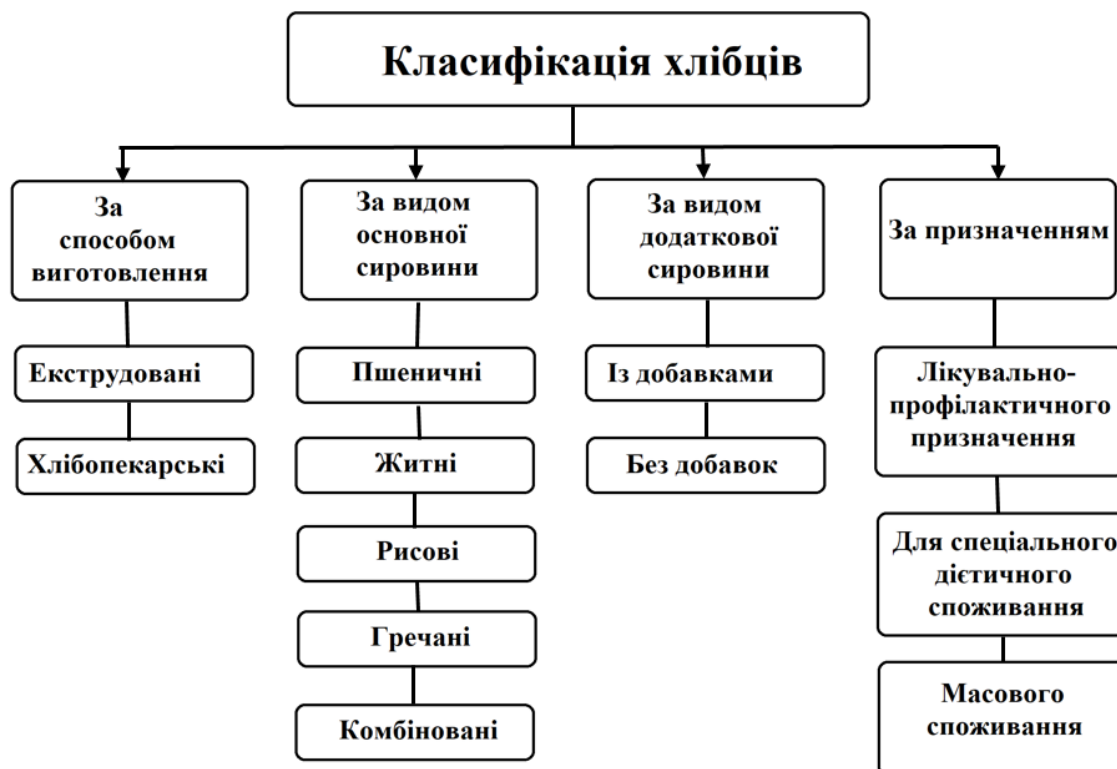


Рисунок 1.6 – Класифікація хлібців

Рисові хлібці (рис. 1.7) – популярний перекус, особливо для дієтичного спрямування. Ними можна замінити хліб. Їх виробляють з рису за допомогою екструзії.



Рисунок 1.7 – Хлібці рисові

Схема технології виробництва зернових хлібців зображена на рис. 1.8.

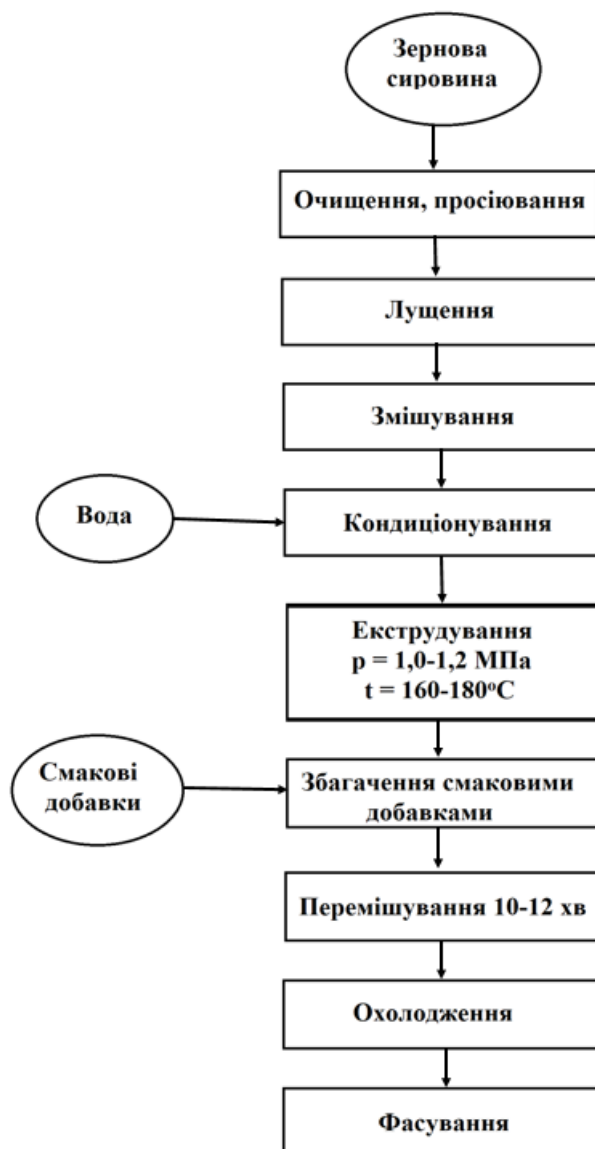


Рисунок 1.8 – Блок-схема виробництва зернових хлібців

Відоме дослідження щодо моделювання рецептури рисових хлібців. Рисове борошно екструдували двогвинтовим екструдером. До основної рецептури додавали рисові висівки в кількості 10, 20 і 30 %. Перед екструдуванням проводили змішування сировини за допомогою змішувача Novart протягом 5 хв. Усі обробки проводили з частотою обертання шнека 200 і 300 об/хв. Як питома енергія, так і температура продукту в секції дозування зменшувалися з додаванням рисових

висівок і збільшувалися при вищій швидкості шнека. Екструдати, які містили висівки, були темнішими за контроль [15].

1.1.5 Зернові батончики

Зернові батончики (рис. 1.9) можуть бути винятковою їжею швидкого приготування, яка може забезпечити необхідні харчові волокна та інші біоактивні сполуки, необхідні для задоволення щоденних потреб людини.



Рисунок 1.9 – Зернові батончики

У якості зернової основи батончиків використовують такі культури, як рис, кукурудза, ячмінь, овес та пшениця. Це можуть бути як пластівці з цих культур так і кульки. Крім зернової сировини використовують різні наповнювачі такі, як сухофрукти, горіхи, насіння, шматочки шоколаду. Для надання батончикам солодкого смаку та зв'язування усіх компонентів використовують патоку, мед, глюкозно-фруктозний сироп, мальтодекстрин, глюкозний сироп, інвертний цукровий сироп [16].

До рецептур злакових батончиків додають у значній кількості різноманітні сухофрукти, для підвищення у готових виробках вмісту нутрієнтів, якими характеризуються сухофрукти. Схема технології виробництва зернових батончиків зображена на рис. 1.10.

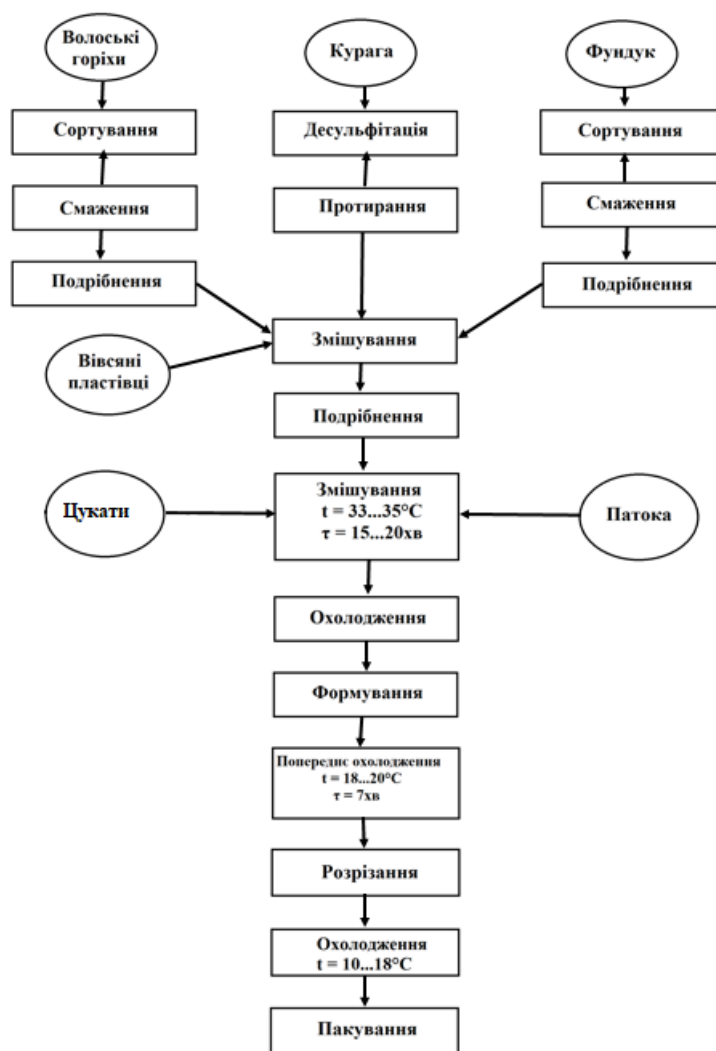


Рисунок 1.10 – Блок-схема виготовлення зернових батончиків на основі вівсяних пластівців

Також відомі дослідження з виробництва батончиків на фруктовій основі. Фініки, як відомо, багаті на вуглеводи (80 %), але містять досить мало білка (2–3 %). М'якоть фініків завжди грала важливу роль в харчуванні місцевих жителів арабських країн. Фініковий батончик, складався з фініків, фінікового сиропу, насіння кунжуту, екструдовану цільну пшениця, ячмінь без оболонки, пшенично-рисові суміші, поп-корн. Для фінікових батончиків спершу змішали сухі інгредієнти, шматочки фініків і фініковий сироп. Змішування проводили в міксері. З суміші формували бруски розміром приблизно 13 × 18 см і випікали в попередньо розігрітій духовці при 160 °C протягом 35 хвилин. Вчені дійшли висновку, що

фініки, насіння кунжуту та екструдовані пластівці можна використовувати для приготування фруктових батончиків на основі фініків, збагачених білком, гарної сенсорної та поживної цінності, які забезпечать значну кількість вуглеводів, білків, жирів, харчових волокон та мінералів [17].

1.2 Характеристика відомих технологій екструдованих продуктів

Снекова продукція є дуже зручною у споживанні, особливо дивлячись на стрімкий темп життя нашого суспільства. Тому нам було цікаво вивчити питання щодо сучасних науково-обґрунтованих рецептур снекової продукції (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Аналіз відомих рецептур екструдованих продуктів

№ з/п	Джерело	Назва продукту	Сировина	Ефект
1	2	3	4	5
1	[18]	Кукурудзяні палички	Крупа кукурудзяна	Хімічний склад, підвищена біологічна та енергетична цінність кукурудзяних паличок, підходить для харчування всім верствам населення.
2	[19]	Зернові батончики	Різні зернові культури (рис, ячмінь, кукурудза, пшениця), патока, мед, добавки (сублімовані ягоди, шоколад насіння)	Гарна поживна цінність, велика кількість білків, жирів, вуглеводів. Підвищений вміст вітамінів та мінералів.
3	[20]	Сухий сніданок – кульки какао 3	Крупа кукурудзяна, крупа пшенична, какао-порошок, цукор білий, олія пальмова,	Моментальне розщеплення швидких вуглеводів на глюкозу, що впливає на відновлення енергії в організмі.

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
			глюкоза, сіль, ароматизатор «Ваніль», лецитин соєвий	
4	[21]	Рисові хлібці	Рис коричневий, висівки рисові	Покращення органолептичних показників якості, підвищена біологічна цінність.
5	[22]	Картопляні снеки	Рис, нут, картопля	Підвищена поживність готового продукту.
6	[23]	Кукурудзяні снеки	Крупа кукурудзяна, борошно соєве, борошно нутове, гуарова камедь	Покращення текстури та сенсорних властивостей готових виробів.
7	[24]	Кукурудзяні снеки	Борошно кукурудзяне, борошно картопляне, борошно рисове, солодка сироватка, концентрат сироваткового білка	Покращення текстури та сенсорних властивостей готових виробів.

Аналізуючи дані табл. 1.1 слід зазначити, що основною сировиною для виробництва екструдованих продуктів є зернова продукція – крупа кукурудзяна, пшенична, рисова, нут, борошно соєве, нутове, рисове, а також картопля. Звернули увагу, що у відомих дослідженнях зовсім не використовують зерно амаранту, яке на сьогодні позиціонується як перспективну сировину для виробництва харчових продуктів, особливо безглютенових.

1.3 Характеристика безглютенової сировини для виробництва снекової продукції

1.3.1 Амарант

Амарант (рис. 1.11) – старовинна злакова культура, що належить до дводольних. Зерно амаранту було перевірено та визнано багатьма органами влади як безглютеновий харчовий продукт, придатний для включення в дієту пацієнтів з целиакією. Зерно амаранту виявляє антиоксидантну активність, яку пояснюють вмістом у ньому поліфенолів, антоціанів, флавоноїдів та токоферолів [25].

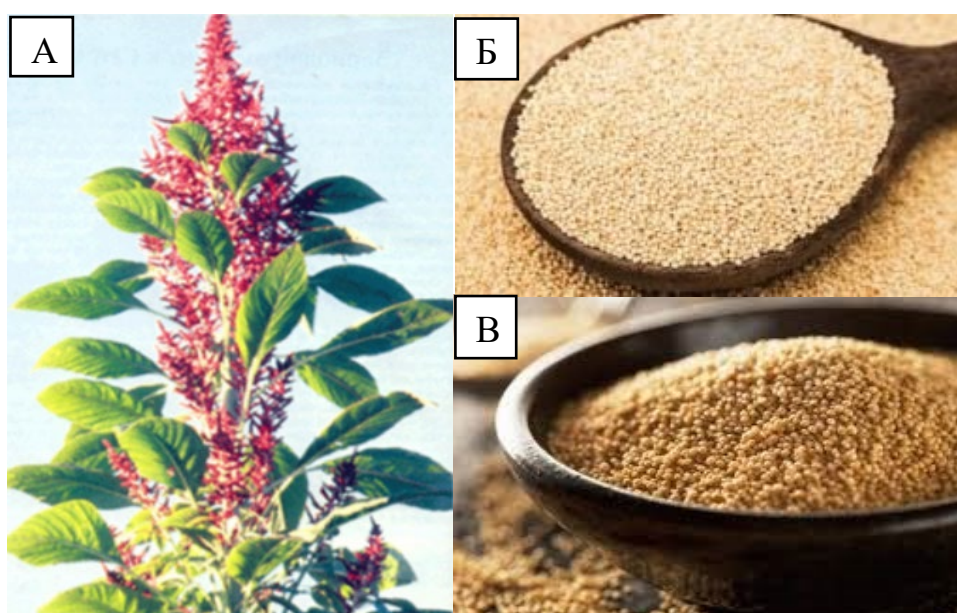


Рисунок 1.11 – А – амарант; Б, В – амарантове зерно

Амарант часто вживають при безглютеновій дієті. Дослідження показують, що безглютенові дієти призводять до дефіциту поживних речовин, у тому числі калорій і білка, харчових волокон, мінералів та вітамінів. Кальцій, магній і залізо є найбільш дефіцитними мінералами при дієті. З'ясовано, що випадки дефіциту заліза у целиакії пацієнтів коливається від 12 до 69 % [7].

Зерно амаранту має унікальний білковий склад, частка жиру у ньому вища, ніж у багатьох зернах злаків, і вуглеводна фракція має цікаву структуру крохмалю. Крім того, існує багато способів використання зерна амаранту окремо або в комбінації з іншими зернами в поживних харчових продуктах [26].

Зерно амаранту використовують в різноманітних харчових продуктах. З цільного зерна можна приготувати смачні супи, рагу, соуси, каші, суфле, відварені зерна можна використовувати як рис і кус-кус. При варінні зерна амаранту крохмаль вимивається та клейстеризується. Це призводить до згущення варильної води та утворення вираженої структури каші. Зерно амаранту також можна пророщувати для отримання паростків і солоду для виробництва пива, а також ферментувати. Воно може служити крохмалистим матеріалом у виробництві алкоголю. Також із зерна або зеленого матеріалу амаранту можна виробляти білкові концентрати та борошно.

Крім того, амарант, як і кукурудзу та гречку, можна готувати на інтенсивному, короткочасному та сухому вогні без додавання жиру. Зерно амаранту, здебільшого плющене або подрібнене, можна використовувати в мюслі, батончиках та гранолі. Зерно можна подрібнити і використовувати як борошно в різних сумішах для млинців, хліба, кексів, пельменів, крекерів, печива, пудингів тощо [27].

У табл. 1.2–1.3 наведено склад зерна амаранту, вирощеного у різних регіонах [7,26,28,29].

Таблиця 1.2 – Вміст білків і жирів у зерні амаранту

Назва компонента в зерні амаранту, %	Вміст		
	Індія [28]	Італія [7]	Гватемала [26]
Жир	10,2	6,1–8	6,4–11,4
Білок	14,5	13,8–16,5	11,1–13,9

Крім білків і жирів у зерні амаранту міститься 62,7 % крохмалю, 2,5 % золи, 8,8 % харчових волокон [28].

Таблиця 1.3 – Вміст амінокислот у зерні амаранту

Назва амінокислоти в зерні амаранту	Вміст, г/кг	
	Україна [29]	Гватемала [27]
Лізин	5,0	3,7±0,4
Треонін	3,5	2,8 ±0,4
Аланін	4,1	
Ізолейцин	4,0	
Аспаргінова кислота	8,0	
Аргінін	11,0	
Валін	5,0	
Метіонін		1,7 ±0,3
Цистін		0,7±0,1
Лейцин		3,8±0,2

Слід відзначити багатий амінокислотний склад зерна амаранту, що позиціонує його як перспективну сировину для харчових продуктів оздоровчого призначення. Амарант багатий білками, які мають збалансований амінокислотний профіль та багаті лізином. Амарантова олія дуже ненасичена, містить приблизно 70 % фракції олеїнової кислоти, і є багатим джерелом сквалену та токотрієнолів [30].

Сквален, ймовірно, є найважливішим елементом неомилуваної фракції олії в амаранті, який демонструє багато переваг для здоров'я людини [31]. Сімейство амарантових рослин містить різноманітні види фармакологічно активних сполук і має велику кількість цінних інгредієнтів, корисних для здоров'я, пропонуючи альтернативні засоби для різних захворювань, що вражають людину [32].

1.3.2 Гречка

Гречка (рис. 1.12) має великий потенціал як харчовий інгредієнт, особливо для промисловості функціонального харчування. Крупа гречана містить білок високої поживної цінності, харчові волокна, резистентний крохмаль, рутин, D-хіроїнозит, вітаміни та мінерали. D-хіро-інозитол, фагопіритоли, стійкий крохмаль.

Рутин і кверцетин є основними антиоксидантами в гречці і згадуються в лікуванні хронічної венозної недостатності. Крохмаль і клітковина присутні в

однаковій кількості, а гречка також містить високий рівень поліненасичених незамінних жирних кислот, таких як лінолева кислота. Наявні кілька вітамінів (В₁, С і Е). Мінерали присутні в надлишку. У порівнянні зі злаками білок гречки має високу поживну цінність завдяки відносно високому вмісту лізину [33].

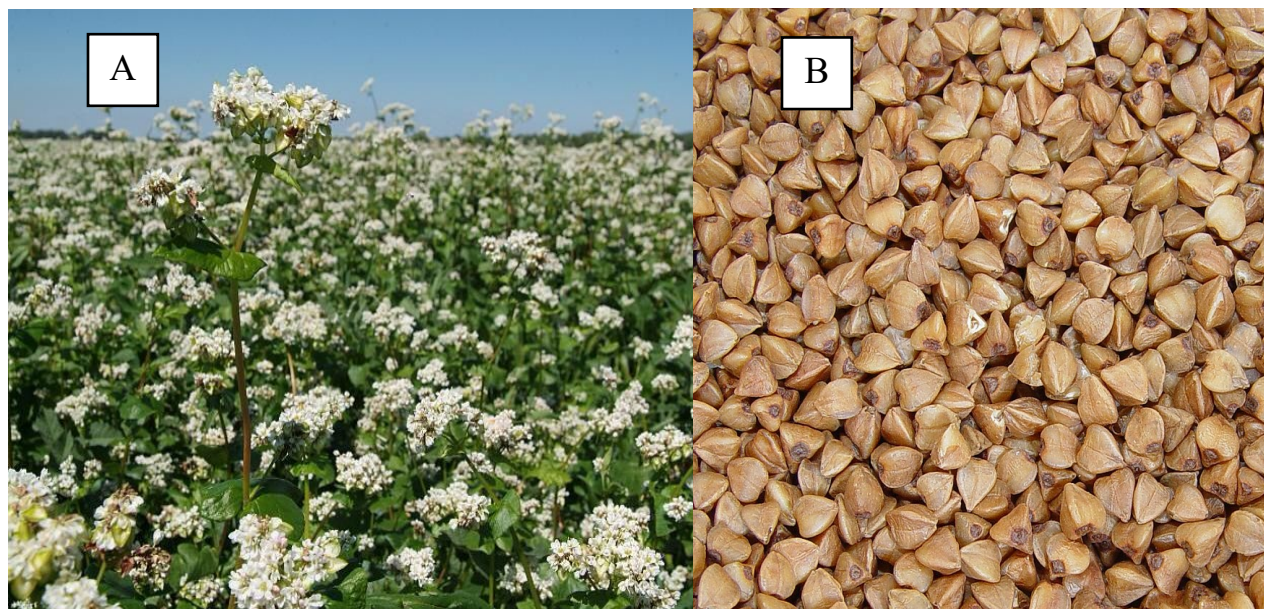


Рисунок 1.12 – А – Гречка, В – Крупа гречана

У табл. 1.4–1.7 наведено склад зерна гречки з різних регіонів вирощування [33–37].

Таблиця 1.4 – Хімічний склад зерна гречки

Назва компоненту в зерні гречки	Вміст, %	
	США [34]	Китай [35]
Білки	12,3	12,0
Вуглеводи	73,3	2,0
Жири	2,3	
Харчові волокна	10,9	7,0
Зола	2,1	2,0

Таблиця 1.5 – Вміст амінокислот в зерні гречки

Назва амінокислоти в зерні гречки	Вміст, %
	Китай [33, 36]
Лізин	5,7–13,7
Гістидин	2,5–6,1
Треонін	2,7–3,5
Валін	3,9–4,3
Метіонін	2,3–5,1
Ізолейцин	2,5–3,1
Лейцин	3,8–5,9
Триптофан	2,0–6,4
Фенілаланін	2,4–4,3

Таблиця 1.6 – Мінеральний склад зерна гречки

Назва компоненту в зерні гречки	Вміст, мг/100 г	
	Китай [33]	Україна [37]
K	565,00	
P	490,00	271,00–289,00
Mg	267,00	175,00–221,00
Ca	19,70	56,60–59,50
Fe	3,03	6,44–9,45
Zn	2,92	
Mn	1,64	1,33–1,80
Cu	0,71	
Mo	0,09	
Co	0,01	
B	0,67	
Al	0,36	
Ni	0,24	

Таблиця 1.7 – Вітамінний склад зерна гречки

Назва вітаміну в зерні гречці	Вміст, мг/100 г	
	Китай [33]	Україна [37]
1	2	3
A	0,21	
B ₁	0,46	0,15–0,34
B ₂	0,14	0,16–0,25
B ₃	1,80	2,88–4,20

Продовження табл. 1.7

1	2	3
B ₅	1,05	
B ₆	0,73	
C	5,00	
E	5,46	4,87–6,65

Аналізуючи табл. 1.4–1.7 слід відзначити багатий мінеральний, амінокислотний та вітамінний склад. Завдяки сучасним технологіям, виробництво гречаної їжі значно покращується завдяки безтермічній обробці та методам екструзії. При цьому якість традиційної гречки покращено, а більше функціональних факторів буде збережено [34].

1.3.3 Кукурудза

Одна з найдавніших сільськогосподарських культур – кукурудза (рис. 1.13). Зерно кукурудзи та її супутні продукти переробки є важливими кормовими ресурсами та поживними речовинами для тваринництва. Крохмаль, який становить приблизно 72 % зерна кукурудзи, є основним джерелом енергії для годування худоби в усьому світі. У багатьох країнах, що розвиваються, кукурудза є основним продуктом для харчування малозабезпечених сімей.

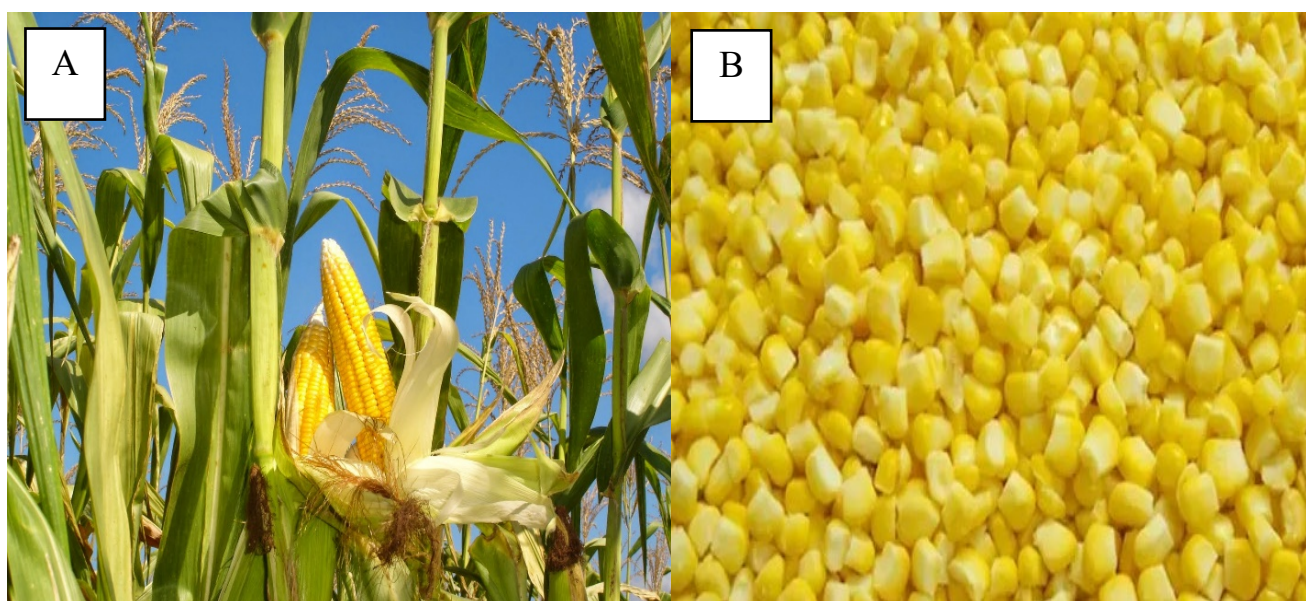


Рисунок 1.13 – А – Кукурудза, В – Зерно кукурудзи

Якість білка кукурудзи низька. Брессані та ін. виявили, що просте відварювання кукурудзи покращує її поживну цінність, оскільки тепло впливає на білок і виділяє зв'язаний ніацин [38].

У табл. 1.8–1.10 наведено склад зерна кукурудзи з різних регіонів вирощування [38–41].

Таблиця 1.8 – Хімічний склад зерна кукурудзи

Назва компоненту в зерні кукурудзи	Вміст, %	
	США [40]	Єгипет [38]
Білки	7,5	9,5
Вуглеводи		0,3
Жири	3,2	0,6
Харчові волокна		2,3
Зола	1,2	1,4

Таблиця 1.9 – Вміст амінокислот в зерні кукурудзи

Назва компоненту в зерні кукурудзи	Вміст, %	
	США [40]	Єгипет [38]
Лізин	0,86	1,95
Метіонін	0,62	
Цистин	0,57	
Триптофан	1,16	0,33
Треонін	1,11	3,90
Ізолейцин	1,14	
Лейцин	3,50	
Фенілаланін	1,50	
Тірозин	1,16	
Валін	1,51	

Таблиця 1.10 – Мінеральний склад зерна кукурудзи

Назва компоненту в зерні кукурудзи	Вміст, г/кг	
	США [39]	Канада [41]
1	2	3
N	12,90	24,50±1,80
P	3,80	4,22±0,32

Продовження табл. 1.10

1	2	3
K	4,80	15,80±1,40
S	1,00	1,49±0,14
Mg	1,45	1,75±0,18
Ca	0,28	0,11±0,05
Fe	33,60	19,60±5,70
Zn	26,80	30,40±3,80
B	5,50	5,20±1,00
Mn	5,30	10,00±3,00
Cu	3,00	3,60±1,90
Na		0,04±0,04

1.3.4 Рис

Рис (рис. 1.14), найбільш використовуване зерно злаків, складається з трьох шарів: оболонки, висівка і ендосперму, кожен з яких містить різні специфічні компоненти [42]. Ці шари можуть бути втрачені або збережені залежно від різних методів обробки, які використовують. Рис є найпоширенішою злаковою культурою, яка служить стабільною їжею для приблизно половини населення світу. Понад 2 мільярди людей лише в Азії отримують 80 % своїх енергетичних потреб із рису, який містить 80 % вуглеводів, 7–8 % білка, 3 % жиру та 3 % клітковини.



Рисунок 1.14 – А – Рис, В – Крупа рисова

У табл. 1.11, 1.12 наведено склад зерна рису з різних регіонів вирощування [42–44].

Таблиця 1.11 – Хімічний склад зерна рису

Назва компоненту в зерні рису	Вміст, %	
	Китай [43]	Індія [42]
Білки	12,0	8,0–12,0
Вуглеводи	75,0	68,0–72,0
Жири	1,1	2,0–4,0
Харчові волокна	1,2	
Зола	1,1	

Таблиця 1.12 – Мінеральний склад зерна рису

Назва компоненту в зерні рису	Вміст, мг/100 г	
	Пакистан [44]	Китай [43]
1	2	3
P	310,00	289,78
Ca	30,00	23,81
Fe	3,80	2,69
Zn	2,40	1,61
Cu	2,80	
Co		0,06
Mg		114,42
Mn		1,27

По всьому світу проводять дослідження на різних сортах рису. Ряд публікацій з кількох країн показали потужний ефект різних сортів рису проти діабету, гіперліпідемії, раку, запалення тощо. Рис є хорошим кандидатом на природні джерела антиоксидантів та інших лікувальних властивостей і може мати потенціал для розробки функціональних харчових продуктів на основі рису, ліків, харчових консервантів, фармацевтичних та косметичних продуктів [45]. Оболонки рису не мають поживної цінності у якості їжі, але мають кілька промислових застосувань. Рисові висівки, навпаки, можуть служити кормом тварині, людині як харчова добавка і як цінне джерело харчової олії [32].

Висновки за розділом

Снекова продукція є дуже зручною у споживанні, особливо дивлячись на стрімкий темп життя нашого суспільства. У даному розділі наведено характеристику снекової продукції. Охарактеризовано склад, сферу застосування і оздоровчі властивості безглютенової сировини для виробництва снекової продукції – зерна амаранту, гречки, рису та кукурудзи.

Зерно амаранту є перспективним для включення в рецепти традиційних снеків, завдяки своїй високій поживній цінності. Зерно амаранту має унікальний білок, частка жиру у ньому вища, ніж у багатьох зернах злаків, і вуглеводна фракція має цікаву структуру крохмалю, цінним є вміст сквалену.

Визначено мету кваліфікаційної роботи – розроблення рецептури екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Запропоновано виготовити дослідні зразки екструдованих чіпсів із безглютенової зернової сировини, визначити їх органолептичні показники якості, а також вміст вологи, водоутримуючу здатність, набухаємість, структурно-механічні властивості (граничну силу міцності) та порівняти отримані результати з виробничим зразком.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини. Предмет дослідження – показники якості чіпсів на основі безглютенової зернової сировини. Виготовлення дослідних зразків чіпсів на безглютеновій зерновій основі проводили у виробничих умовах. Органолептичні показники якості, вміст вологи, водоутримуючу здатність та набухаємість дослідних зразків екструдованих чіпсів визначали за стандартними методиками у навчальній лабораторії з харчових технологій ДДАЕУ, структурно-механічні властивості дослідних зразків екструдованих чіпсів (граничну силу міцності) визначали в навчальній лабораторії кафедри інжинірингу технічних систем ДДАЕУ.

Сировина, яку використано для виготовлення екструдованих чіпсів, – це крупи рисова, кукурудзяна, гречана, амарантова, а також зерно та пластівці амарантові (рис. 2.1).

Крупа рисова у своєму складі містить 79,9 % вуглеводів, 7,1 % білків, 0,7 % ліпідів (насичені – 0,6 г/100 г, мононенасичені – 1,1 г/100 г, поліненасичені – 1,0 г/100 г), 1,3 % харчових волокон, 0,6 % мінералів (Кальцій – 23 мг/100 г, Залізо – 1,5 мг/100 г, Магній – 143 мг/100 г, Фосфор – 333 мг/100 г, Калій – 223 мг/100 г, Натрій – 7,0 мг/100 г), вітаміни (вітамін Е – 1,2 мг/100 г, вітамін К – 1,9 мг/100 г, тіамін – 0,4 мг/100 г, рибофлавін – 0,1 мг/100 г, ніацин – 5,1 мг/100 г, піродоксин – 0,5 мг/100 г, фолат – 20 мг/100 г, пантотенова кислота – 1,5 мг/100 г) [46].



Рисунок 2.1 – Основна сировина проведеного дослідження: А – крупа рисова, В – крупа кукурудзяна, С – крупа гречана, D – крупа амарантова, Е – зерно амаранту, F – пластівці амарантові

Крупа кукурудзяна у своєму складі містить 7,07 % білків, 5,41 % клітковини, 1,48 % ліпідів, 0,76 % золи, 2,89 % крохмалю, 4,65 % зеїну, мінерали (Кальцій – 22,34 мг/кг, Магній – 718,63 мг/кг, Ферум – 19,47 мг/кг, Цинк – 22,73 мг/кг), амінокислоти (треонін, валін, метіонін, лізин, лейцин, треонін) [47].

Крупа гречана у своєму складі містить 10,3 % білків, 1,8 % золи, 2,5 % ліпідів, 6,3 % клітковини, амінокислоти (лізин, метіонін, цистин, треонін, валін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін, гістидин, триптофан), мінерали (Купрум, Манган, Цинк, Калій), вітаміни (С, В₁ і В₆) [48].

Крупа амарантова у своєму складі містить 103±5 г/кг вологи, 770±7 г/кг крохмалю, 67±3 г/кг білків, 1,7±0,7 г/кг золи, 4,3±0,8 г/кг жиру, амінокислоти (аргенін, аспаргінова кислота, треонін, серін, глютамінова кислота, пролін, гліцин, аланін, валін, метіонін, цистин, ізолейцин, лейцин, феліналанін, тирозин), жирні кислоти (насичені, мононенасичені, поліненасичені), вітаміни (С, Е, РР, В₁, В₂, А), сквален [48–49].

Якість сировини, яку використано в дослідженні, відповідає вимогам чинної нормативної документації – табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Чинна нормативна документація, якій повинна відповідати використана у дослідженні сировина

№ з/п	Інгредієнт	Нормативна документація, якій повинна відповідати якість використаних інгредієнтів
1	Крупа рисова	ДСТУ 4965:2008 «Рис. Технічні умови»
2	Крупа кукурудзяна	ДСТУ 1055:2006 «Крупи, що швидко розварюються. Технічні умови»
3	Крупа гречана	ДСТУ 7697:2015 «Крупи гречані. Технічні умови»
4	Крупа амарантова	ТУ У 10.6-39481629-009:2017
5	Зерно амаранту	ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови»
6	Пластівці амарантові	ТУ У 10.6-39481629-003:2017

Для виготовлення дослідних зразків екструдованих чіпсів та визначення їх показників якості використовували прилади та обладнання, зображені на рис. 2.2.

При проведенні дослідження за контрольний зразок було обрано чіпси, надані ТОВ «Дінатекс-Альфа» (м. Черкаси), у рецептурі яких частково заміняли крупу кукурудзяну, рисову та гречану амарантовим зерном, крупою та пластівцями. Одержано 28 дослідних зразків чіпсів:

- 1) контрольний зразок – прототип з підприємства (50 % крупи кукурудзяної, 30 % крупи рисової, 20 % крупи гречаної);
- 2) зразок №1 – заміна 3 % крупи рисової зерном амаранту;
- 3) зразок №2 – заміна 3 % крупи рисової крупою амарантовою темною;
- 4) зразок №3 – заміна 3 % крупи рисової крупою амарантовою світлою;
- 5) зразок №4 – заміна 3 % крупи рисової пластівцями амарантовими;
- 6) зразок №5 – заміна 5 % крупи рисової зерном амаранту;
- 7) зразок №6 – заміна 5 % крупи рисової крупою амарантовою темною;
- 8) зразок №7 – заміна 5 % крупи рисової крупою амарантовою світлою;
- 9) зразок №8 – заміна 5 % крупи рисової пластівцями амарантовими;



Рисунок 2.2 – Прилади і обладнання, використане у кваліфікаційній роботі

- 10) зразок №9 – заміна 8 % крупи рисової зерном амаранту;
- 11) зразок №10 – заміна 8 % крупи рисової крупною амарантовою темною;
- 12) зразок №11 – заміна 8 % крупи рисової крупною амарантовою світлою;
- 13) зразок №12 – заміна 8 % крупи рисової пластівцями амарантовими;
- 14) зразок №13 – заміна 10 % крупи рисової зерном амаранту;
- 15) зразок №14 – заміна 10 % крупи рисової крупною амарантовою темною;
- 16) зразок №15 – заміна 10 % крупи рисової крупною амарантовою світлою;
- 17) зразок №16 – заміна 10 % крупи рисової пластівцями амарантовими;
- 18) зразок №17 – заміна 15 % крупи рисової зерном амарантовим;

- 19) зразок №18 – заміна 15 % крупи рисової крупою амарантовою темною;
- 20) зразок №19 – заміна 15 % крупи рисової крупою амарантовою світлою;
- 21) зразок №20 – заміна 15 % крупи рисової пластівцями амарантовими;
- 22) зразок №21 – заміна 50 % крупи рисової та гречаної пластівцями амарантовими;
- 23) зразок №22 – заміна 50 % крупи рисової та гречаної пластівцями амарантовими;
- 24) зразок №23 – заміна 50 % крупи кукурудзяної та рисової пластівцями амарантовими;
- 25) зразок №24 – заміна 50 % крупи рисової та гречаною крупою амарантовою світлою;
- 26) зразок №25 – заміна 50 % крупи кукурудзяної та гречаної крупою амарантовою світлою;
- 27) зразок №26 – заміна 50 % крупи кукурудзяної та рисової крупою амарантовою світлою;
- 28) зразок №27 – повна заміна крупи кукурудзяної, рисової та гречаної пластівцями амарантовими;
- 29) зразок №28 – повна заміна крупи кукурудзяної, рисової та гречаної крупою амарантовою світлою.

Виготовлення дослідних зразків чіпсів включало такі стадії: підготовка сировини, зволоження, змішування, екструзія та охолодження. Спочатку зважували всі необхідні інгредієнти за рецептурою чіпсів. Додаючи спеціально підготовлену воду, доводили попередньо очищене зерно до 20 % вологості. У змішувачі зволожували зерно протягом 1 години.

Зволожене зерно завантажували у бункер, звідки дозували у матрицю. Через нагрівання зерна у матриці, в її повітряних прошарках і зерні створювався високий тиск. З'являлася різниця тисків навколишнього середовища та усередині зерен і в результаті повітря, що знаходилося в порах зерна підривало його. Весь об'єм циліндричної форми готових чіпсів заповнювало підірване зерно. Воно

збільшувалося приблизно в 4–6 разів, і готові чіпси набували м'яку, пишну та хрустку структуру. Готові чіпси охолоджували та фасували в герметичну упаковку.

Блок-схема виробництва дослідних зразків чіпсів зображена на рис. 2.3.

Згідно з ДСТУ ISO 7302:2003 «Зерно і зернові продукти» за органолептичними показниками екструдовані чіпси повинні відповідати вимогам, зазначеним в табл. 2.2.

При дегустації для оцінки якості дослідних зразків екструдованих чіпсів використовували бальну систему оцінювання. Показники якості екструдованих чіпсів визначали згідно відповідних нормативних документів (табл. 2.3).

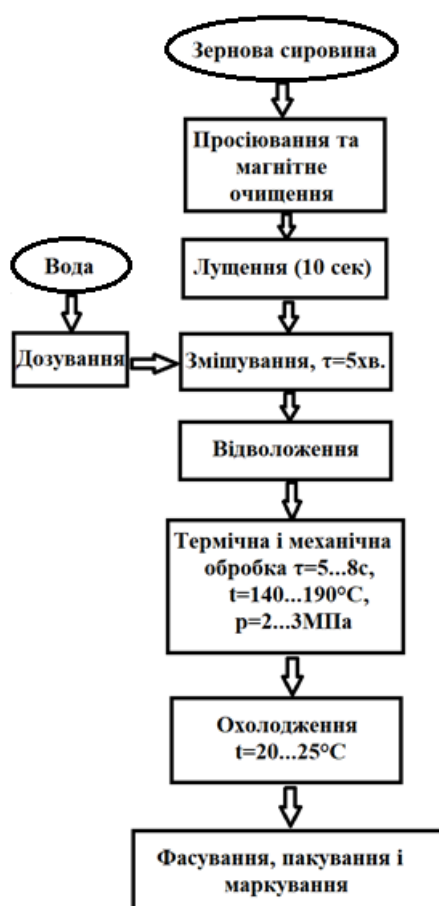


Рисунок 2.3 – Блок-схема виробництва дослідних зразків екструдованих чіпсів

Таблиця 2.2 – Органолептичні показники якості екструдованих чіпсів [50]

Показник	Характеристика показника
Колір	Ріномірний, світло-кремовий з незначними вкрапленнями застосованих добавок
Запах	Приємний, яскраво виражений запах рослинних компонентів
Зовнішній вигляд	Форма правильна, розміри відповідні округлі, шорстка поверхня, без деформацій
Смак	Приємний, яскраво виражений смак застосованих добавок
Структура	Достатньо хрумка, з розвиненою пористістю, без ознак непромісу
Розжовуваність (таєння в роті)	Добре розжовується, без твердих частинок

Таблиця 2.3 – Показники якості екструдованих чіпсів [51]

Показник	Методи дослідження
Масова частка вологи	ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови»
Водоутримуюча здатність	Метод Шоха
Набухаємість	ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови»

Висновки за розділом

Об'єктом дослідження є технологія виробництва екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини. Предмет дослідження – показники якості чіпсів на основі безглютенової зернової сировини. Охарактеризовано основну сировину, яку використано при виробництві чіпсів – крупи кукурудзяну, рисову, гречану та амарантову. Описано методику виготовлення дослідних зразків чіпсів у виробничих умовах, наведено нормативні документи щодо методик визначення їх показників якості.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження

Швидкий спосіб життя українців спонукає фахівців вітчизняної харчової промисловості до розробки нових харчових продуктів, які будуть зручними у споживанні, поживними та мати оздоровчий ефект на здоров'я людини. Прикладом таких продуктів можуть бути снеки, у тому числі чіпси на зерновій основі. Все більшої уваги фахівці харчової промисловості приділяють безглютеновій сировині через збільшення кількості споживачів, які мають непереносимість глютену. Як приклад можна використовувати зерно кукурудзи, рису, гречки та амаранту. Тому метою нашої роботи визначено розроблення рецептури екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини. Задачі, поставлені для досягнення зазначеної мети, наведені на рис. 3.1.

3.2 Асортиментний аналіз снеків на основі зернової сировини

Розробка зручних у споживанні харчових продуктів, які будуть чудовим перекусом у будь-яких умовах є актуальним напрямом харчової промисловості. Було цікавим дослідити асортимент чіпсів на основі зернової сировини, на які споживачі звертають свою увагу – табл. 3.1.

Виявлено, що порівняно з закордонним ринком асортимент екструдованих чіпсів в Україні, доволі малий. Аналізуючи закордонний ринок екструдованих зернових чіпсів, можемо спостерігати використання найрізноманітніших зернових інгредієнтів (рис. 3.2) – амаранту, рису, кукурудзи, чіа, льону, проса, кіноа, сочевиці, сорго, пшениці, що не можемо сказати про екструдовані чіпси вітчизняного виробництва (рис. 3.3). В Україні для виробництва екструдованих чіпсів у якості основної сировини використовують крупи рисову, кукурудзяну та гречану. Найбільше для виробництва екструдованих чіпсів на основі зернової сировини і за кордоном і в Україні використовують рис (50 % і 75 % від

проаналізованих інгредієнтів відповідно) та кукурудзу (35,3 % і 30 % від проаналізованих інгредієнтів відповідно).

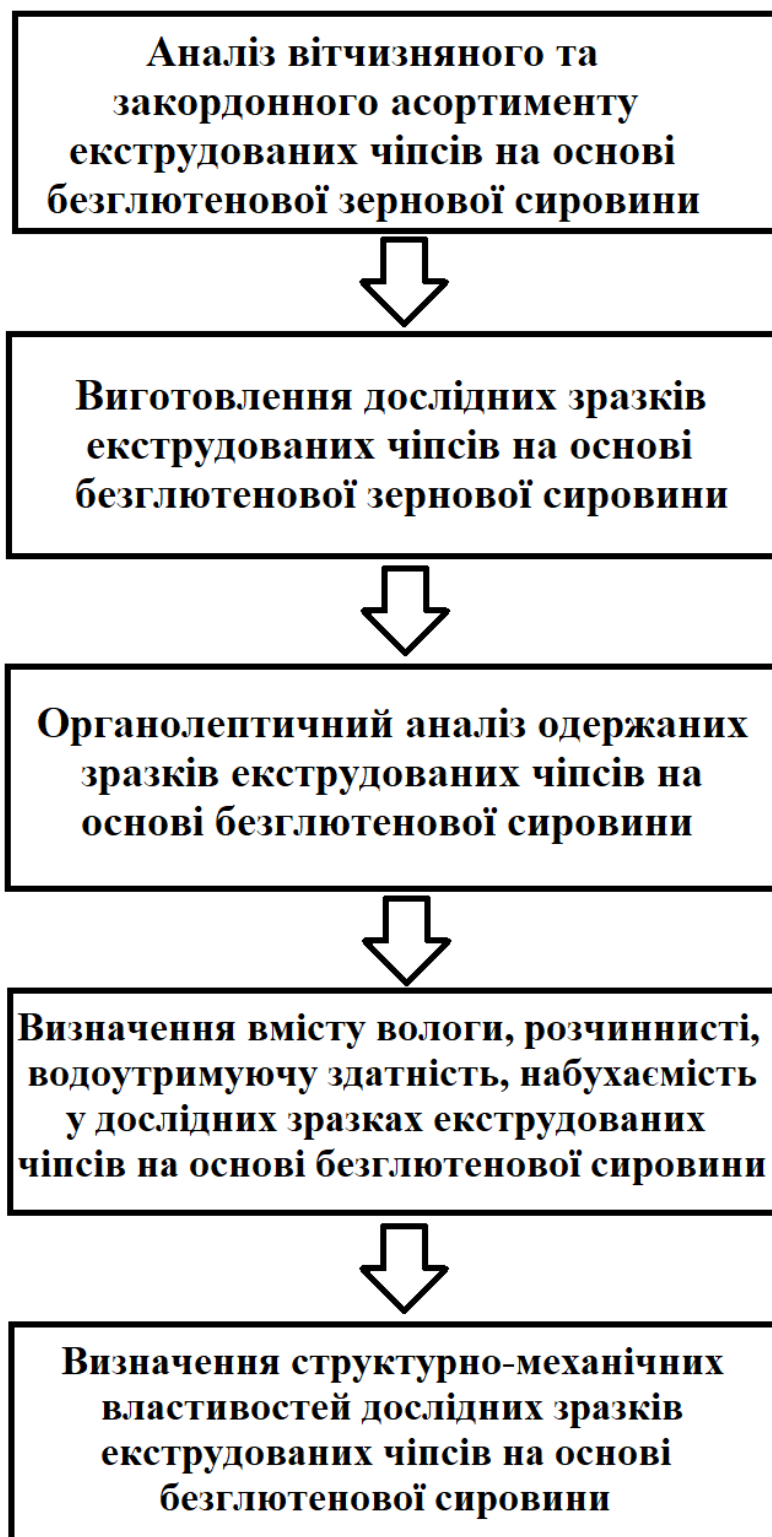


Рисунок 3.1 – Задачі кваліфікаційної роботи

Таблиця 3.1 – Асортимент чіпсів на основі зернової сировини

Назва	Склад	Зовнішній вигляд																																				
1	2	3																																				
Закордонний асортимент																																						
Гречані чіпси Fiorentini без глютену з кіноа та амарантом	Гречка, лобода, амарант, рис, олія рослинна (кукурудзяна та соняшникова), сіль морська																																					
Коричневі рисові чіпси з супер насінням	Рис коричневий цілий зерновий, гречка, амарант, олія оливкова, сіль																																					
Рисові чіпси з гречкою і амарантом	Рис, гречка, амарант, олія оливкова, сіль																																					
Органічні коржі з коричневого рису НАІМ з гречкою та амарантом	Рис цільнозерновий коричневий, гречка, амарант, перець чорний, сіль гімалайська	 <table border="1" data-bbox="1315 1406 1474 1480"> <thead> <tr> <th colspan="3">Nutrition Information</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Per Serving (1 Rice Cracker)</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Per 100g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energy</td> <td>1400</td> <td>2800</td> </tr> <tr> <td>Total Fat</td> <td>10g</td> <td>20g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs</td> <td>12g</td> <td>24g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs (incl. oil)</td> <td>12g</td> <td>24g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs (excl. oil)</td> <td>10g</td> <td>20g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs (incl. oil)</td> <td>12g</td> <td>24g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs (excl. oil)</td> <td>10g</td> <td>20g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs (incl. oil)</td> <td>12g</td> <td>24g</td> </tr> <tr> <td>Total Crumbs (excl. oil)</td> <td>10g</td> <td>20g</td> </tr> </tbody> </table>	Nutrition Information			Per Serving (1 Rice Cracker)			Per 100g			Energy	1400	2800	Total Fat	10g	20g	Total Crumbs	12g	24g	Total Crumbs (incl. oil)	12g	24g	Total Crumbs (excl. oil)	10g	20g	Total Crumbs (incl. oil)	12g	24g	Total Crumbs (excl. oil)	10g	20g	Total Crumbs (incl. oil)	12g	24g	Total Crumbs (excl. oil)	10g	20g
Nutrition Information																																						
Per Serving (1 Rice Cracker)																																						
Per 100g																																						
Energy	1400	2800																																				
Total Fat	10g	20g																																				
Total Crumbs	12g	24g																																				
Total Crumbs (incl. oil)	12g	24g																																				
Total Crumbs (excl. oil)	10g	20g																																				
Total Crumbs (incl. oil)	12g	24g																																				
Total Crumbs (excl. oil)	10g	20g																																				
Total Crumbs (incl. oil)	12g	24g																																				
Total Crumbs (excl. oil)	10g	20g																																				
Чіпси мультизернові тортильї SeaSalt	Органічна сировина: кукурудза цільна мелена, олія соняшникова та / або олія сафлорова, рис коричневий, чіа, суміш насіння (льон, пшоно, рис коричневий, кіноа, амарант), сіль морська																																					

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Чіпси тортильї з пророщеними насінням амаранту, лободи та чіа	Органічна сировина: кукурудза, олія соняшникова, кіноа пророщена, чіа пророщена, сіль морська, вода	
Чіпси мультизернові	Кукурудза, рис коричневий, просо, лобода, амарант, суміш олії (соняшникова, сафлорова та/або олеїн червоний пальмовий), капуста органічна, сіль морська	
Чіпси з бобових з насінням амаранту і чіа	Борошно з бобів, крохмаль картопляний, олія оливкова, насіння амаранту, насіння чіа, сіль	
Амарантові чіпси з чіполь	Амарант органічний, картопля, олія оливкова першого віджиму, сіль гімалайська, чіполь чилійський, паприка, чилі хабанеро, порошок лимонний	
Чіпси амарантові безглютенові «Морська сіль»	Амарантова стружка з ароматом солі морської	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Чіпси амарантові безглютенові «Томат-Базилік»	Борошно кукурудзяне, крохмаль картопляний, борошно амарантове, борошно картопляне, волокно амаранту, олія рослинна, сіль, помідори сушені, базилік сушений, перець сушений, орегано сушений, часник сушений	
Гречані трикутники	Гречка, лобода, амарант, рис, олія кукурудзяна, сіль морська	
Рисові чіпси з насінням chia і кіноа	Рис, chia, кіноа, просо, олія оливкова, сіль	
Рисові чіпси з морськими водоростями	Крохмаль з тапіока, водорості, олія кукурудзяна, рис, сир, приправа (цукор, сіль, масло вершкове, сир-порошок, порошок сироватковий, фруктоза, порошок сиру чеддер, декстрин), цукор, сіль	
Рисові чіпси із кунжутом та морськими водоростями	Сировина органічна: борошно рисове, цільозернове кукурудзяне, рис цільозерновий коричневий, олія сафлорова або соняшникова, кунжутна, насіння кунжуту, сироп із сушеного очерету, порошок сушений тростинний, часниковий, цибульний, сіль, концентрат рисовий, спеції (імбир, перець червоний), мед, кислота лимонна, паприка, пластівці водоростей	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Коричневі чіпси з квасолею	Рис цільнозерновий коричневий, квасоля, олія соняшникова, просо, білок рисовий, сіль харчова	
Коричневі рисові чіпси	Рис цільнозерновий коричневий, сочевиця чорна, олія соняшникова, просо, білок рисовий, сіль харчова	
Тортильські чіпси	Кукурудза органічна ціла мелена жовта, олія соняшникова, приправа з лаймом і перцем халапеньо, екстракт дріжджів, спеції	
Чіпси тортильї з цвітної капусти	Маніока, олія соняшникова капусти цвітна, насіння чіа, сіль морська, суміш овочева (шпинат, броколі, морква, помідор, буряк, гриб шийтаке), часник, петрушка, насіння селери	
Чіпси	Сировина органічна: кукурудза цільна мелена, олія соняшникова та/або олія сафлорова, сіль морська	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Чіпси блакитні	Кукурудза органічна блакитна, олія сафлорова та / або олія соняшникова, сіль морська	
Тортиля із смаком гуакамоле	Борошно коріння маниюки, олія соняшникова, приправа з солі та оцту (мальтодекстрин, оцет білий, сіль морська, кислота молочна, кислота лимонна), насіння кунжуту, екстракт розмарину	
Поп-біті	Борошно сорго цілнозернове, рис коричневий, олія соняшникова, сорго, кіноа, насіння чіа, сіль рожева гімалайська	
Органічні кукурудзяні чіпси	Кукурудза органічна блакитна, олія сафлорова та / або олія соняшникова, сіль морська	
Чіпси запечені	Кукурудза цільна, олія рослинна (кукурудзяна, ріпакова та / або соняшникова) та сіль	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Тортильські чіпси	Кукурудза, олія рослинна (кукурудзяна, ріпакова та / або соняшникова), сіль, цукор, фруктоза, соус соєвий, порошок цибульний, часниковий, мальтодекстрин, білок гідролізованої сої, білок гідролізований кукурудзяний, дріжджі торула, кислота яблучна, екстрактивні речовини паприки, спеції	
Чіпси	Борошно маніоки, олія авокадо, порошок гарбузовий, борошно кокосове, порошок лушпиння псилію, сіль морська	
Чіпси кукурудзяні	Кукурудза подрібнена оброблена, сіль, камедь целюлозна	
Мультизернові чіпси	Кукурудза цільна, олія соняшникова та / або ріпакова, пшениця цільна, борошно з рису коричневого, борошно цільне вівсяне, цукор, сіль, ароматизатор натуральний та мальтодекстрин	
Кукурудзяні чіпси	Кукурудза біла, олія органічного пальмового олеїну, вода, сіль морська	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Органічні чіпси з цвітною капустою	Органічна сировина: борошно рисове, з нуту, з цвітної капусти, олія високоолеїнова соняшникова, сіль	
Безглютенові чіпси з лободою	Борошно кіноа, олія сафлорова, крохмаль картопляний, кукурудза (крохмаль, борошно), цукор тростинний, сіль морська	
Вітчизняний асортимент		
Міні хлібці рисові з прованськими травами Pikoło	Крупа рисова, сіль морська, трави прованські	
Міні хлібці рисові з насінням льону Pikoło	Крупа рисова, насіння льону, сіль морська	
Рисові хлібці міні з морською сіллю Pikoło	Крупа рисова, сіль морська	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Міні-хлібці рисові з прованськими травами без глютену ЕКІ-НЕКІ	Крупа рисова, олія соняшникова рафінована, олія оливкова нерафінована, сіль морська, трави прованські	
Міні-хлібці мультизернові з морською сіллю без глютену ЕКІ-НЕКІ	Крупа кукурудзяна, рисова, гречана, олія оливкова, сіль морська	
Міні-хлібці кукурудзяні з прованськими травами без глютену ЕКІ-НЕКІ	Крупа кукурудзяна, олія соняшникова рафінована, олія оливкова нерафінована, сіль морська, трави прованські	

Як додаткову сировину виробники можуть використовувати олії рослинні (соняшникову, оливкову, сафлорову, кунжутну, ріпакову, кукурудзяну тощо), різні спеції (перець чорний та червоний, халапеньо, паприку, базилік, орегано, часник, трави прованські тощо). Для наших подальших досліджень ми вирішили обрати три види крупи, що найчастіше використовують у вітчизняному виробництві (кукурудзяну, рисову, гречану) та додати амарант, який, якщо не враховувати рисову і кукурудзяну сировину, найчастіше використовують у закордонному виробництві (32,4 % проаналізованих інгредієнтів), але зовсім не використовують

у вітчизняному виробництві. Амарант вирішили використати у різних продуктових формах – зерно, крупа світла, крупа темна та пластівці.

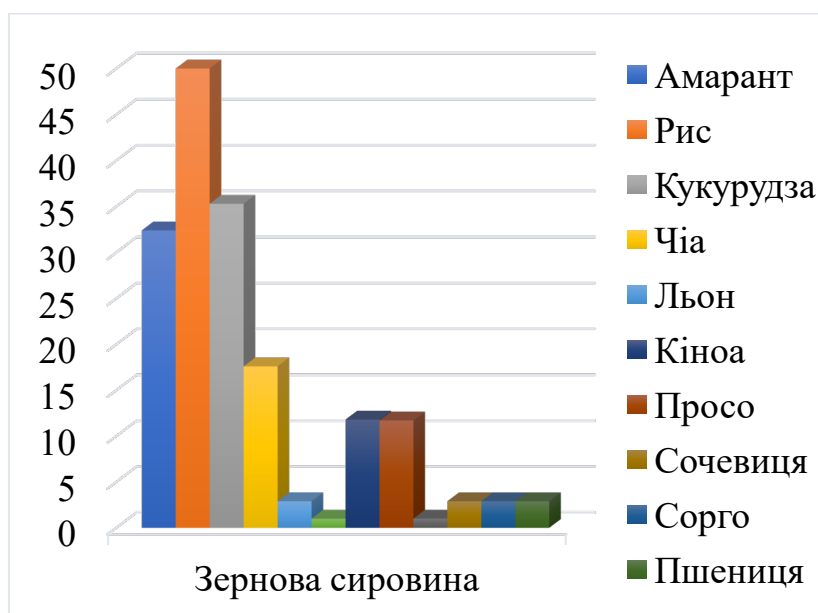


Рисунок 3.2 – Зернова сировина, яку використовують в рецептурах закордонних екструдованих чіпсів, %

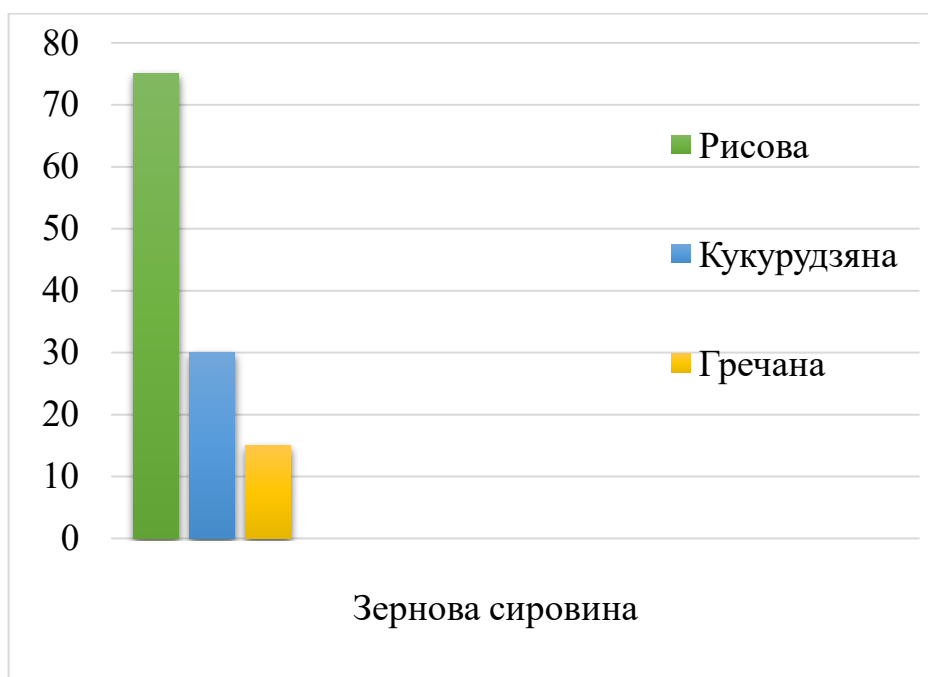


Рисунок 3.3 – Зернова сировина, яку використовують в рецептурах вітчизняних екструдованих чіпсів, %

3.3 Обґрунтування доцільності виробництва екструдованих чіпсів на основі зернової сировини

Екструдовані чіпси виготовляються з найрізноманітніших видів зернових інгредієнтів та їх сумішей, що надає цим продуктам різноманітні корисні властивості. Їх можна виробляти з добавками або без них. Сучасні оператори ринку розширюють асортимент чіпсів за допомогою додавання різних видів добавок. У свою чергу ми вирішили змінити основну рецептуру впровадженням амаранту або продуктів його переробки.

За прототип обрано рецептуру екструдованих чіпсів, надану ТОВ «Дінатекс-Альфа» (50 % крупи кукурудзяної, 30 % крупи рисової, 20 % крупи гречаної).

Рецептура зразків екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини представлена в табл. 3.2. Дослідні зразки виробляли згідно п. 2.

Таблиця 3.2 – Рецептури екструдованих чіпсів на 100 г готового продукту

№ зразку*	Інгредієнти, %						
	Крупа кукурудзяна	Крупа рисова	Крупа гречана	Зерно амаранту	Крупа амарантова темна	Крупа амарантова світла	Пластівці амарантові
1	2	3	4	5	6	7	8
К	50	30	20	–	–	–	–
1	50	27	20	3	–	–	–
2	50	27	20	–	3	–	–
3	50	27	20	–	–	3	–
4	50	27	20	–	–	–	3
5	50	25	20	5	–	–	–
6	50	25	20	–	5	–	–
7	50	25	20	–	–	5	–
8	50	25	20	–	–	–	5
9	50	22	20	8	–	–	–
10	50	22	20	–	8	–	–
11	50	22	20	–	–	8	–
12	50	22	20	–	–	–	8

Продовження табл. 3.2

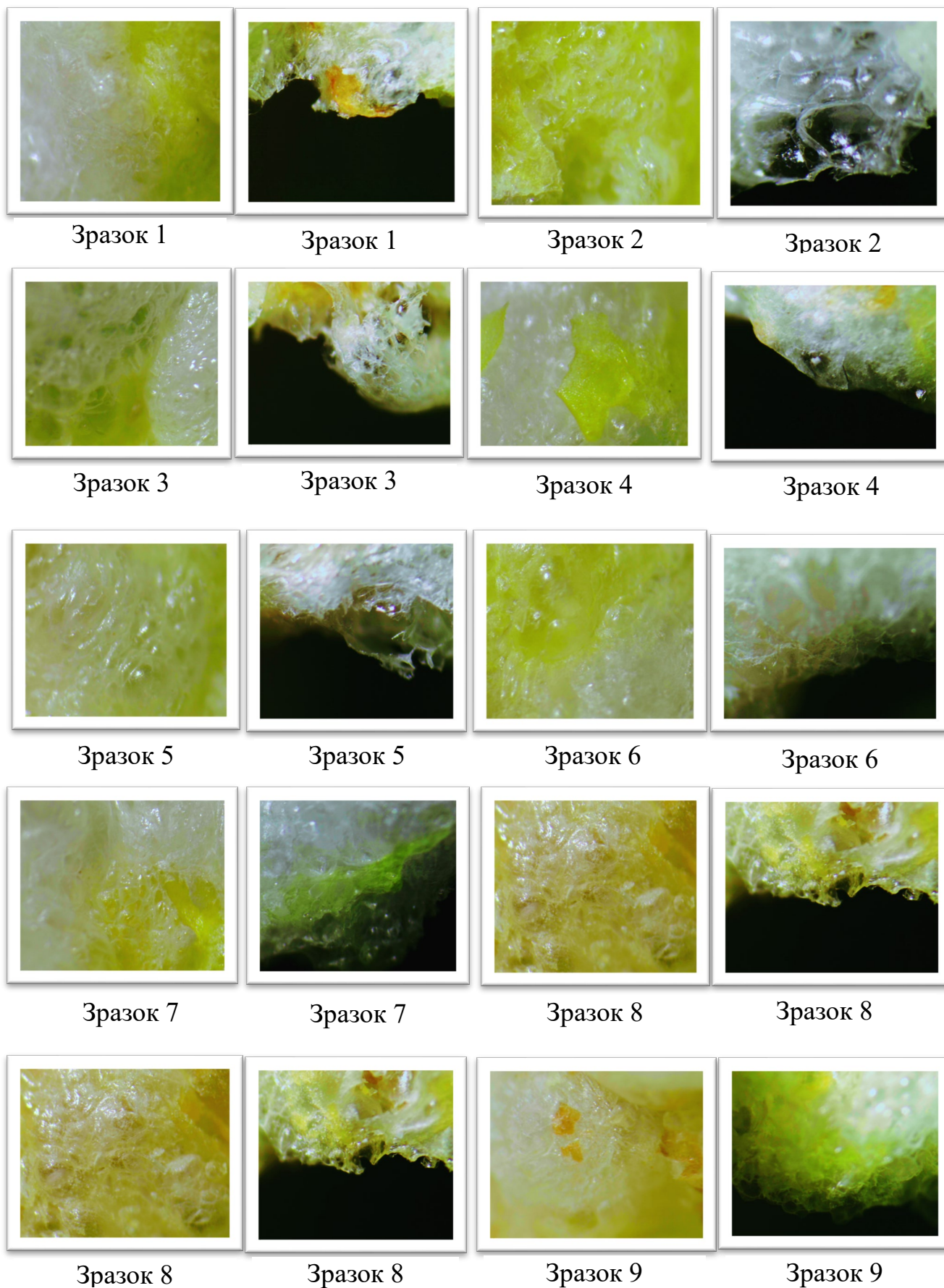
1	2	3	4	5	6	7	8
13	50	20	20	10	–	–	–
14	50	20	20	–	10	–	–
15	50	20	20	–	–	10	–
16	50	20	20	–	–	–	10
17	50	15	20	15	–	–	–
18	50	15	20	–	15	–	–
19	50	15	20	–	–	15	–
20	50	15	20	–	–	–	15
21	50	–	–	–	–	–	50
22	–	50	–	–	–	–	50
23	–	–	50	–	–	–	50
24	50	–	–	–	–	50	–
25	–	50	–	–	–	50	–
26	–	–	50	–	–	50	–
27	–	–	–	–	–	–	100
28	–	–	–	–	–	100	–

На рис. 3.4 зображено готові зразки екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини.



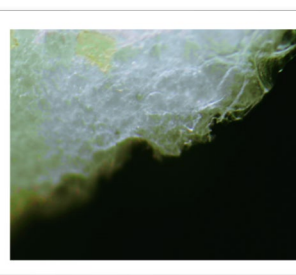
Рисунок 3.4 – Загальний вигляд зразків чіпсів

Для того, щоб оцінити якість проведення процесу екструзії, а також оцінити структуру готових виробів проведено дослідження під мікроскопом (рис. 3.5).





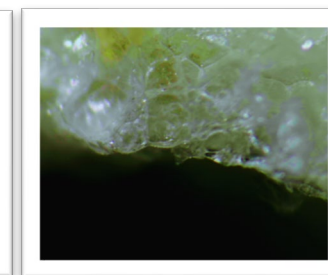
Зразок 10



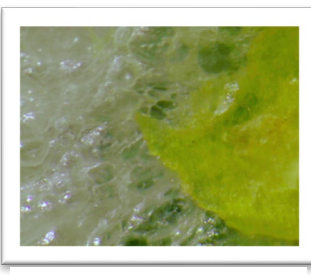
Зразок 10



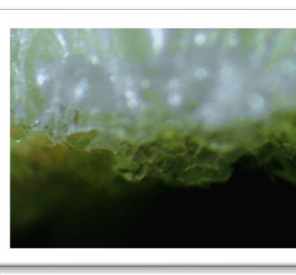
Зразок 11



Зразок 11



Зразок 12



Зразок 12



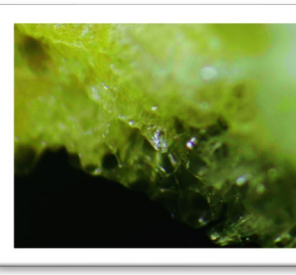
Зразок 13



Зразок 13



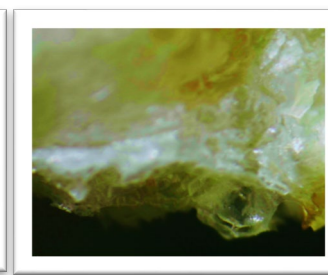
Зразок 14



Зразок 14



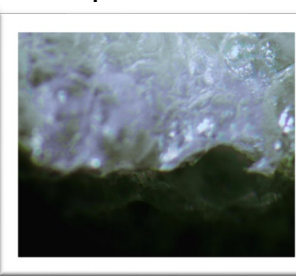
Зразок 15



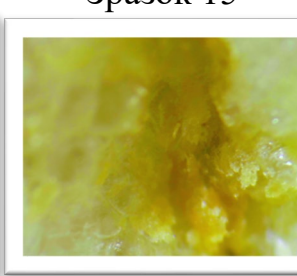
Зразок 15



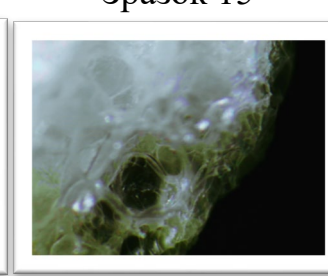
Зразок 16



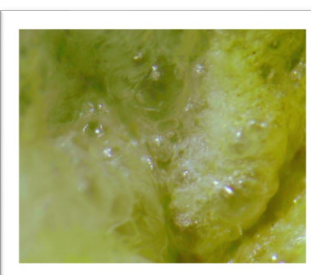
Зразок 16



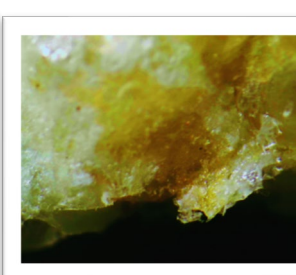
Зразок 17



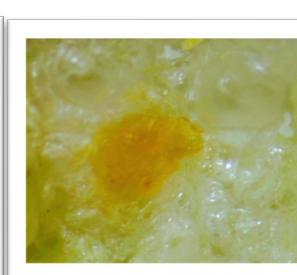
Зразок 17



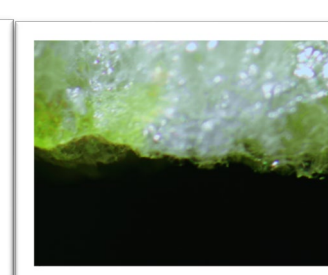
Зразок 18



Зразок 18



Зразок 19



Зразок 19

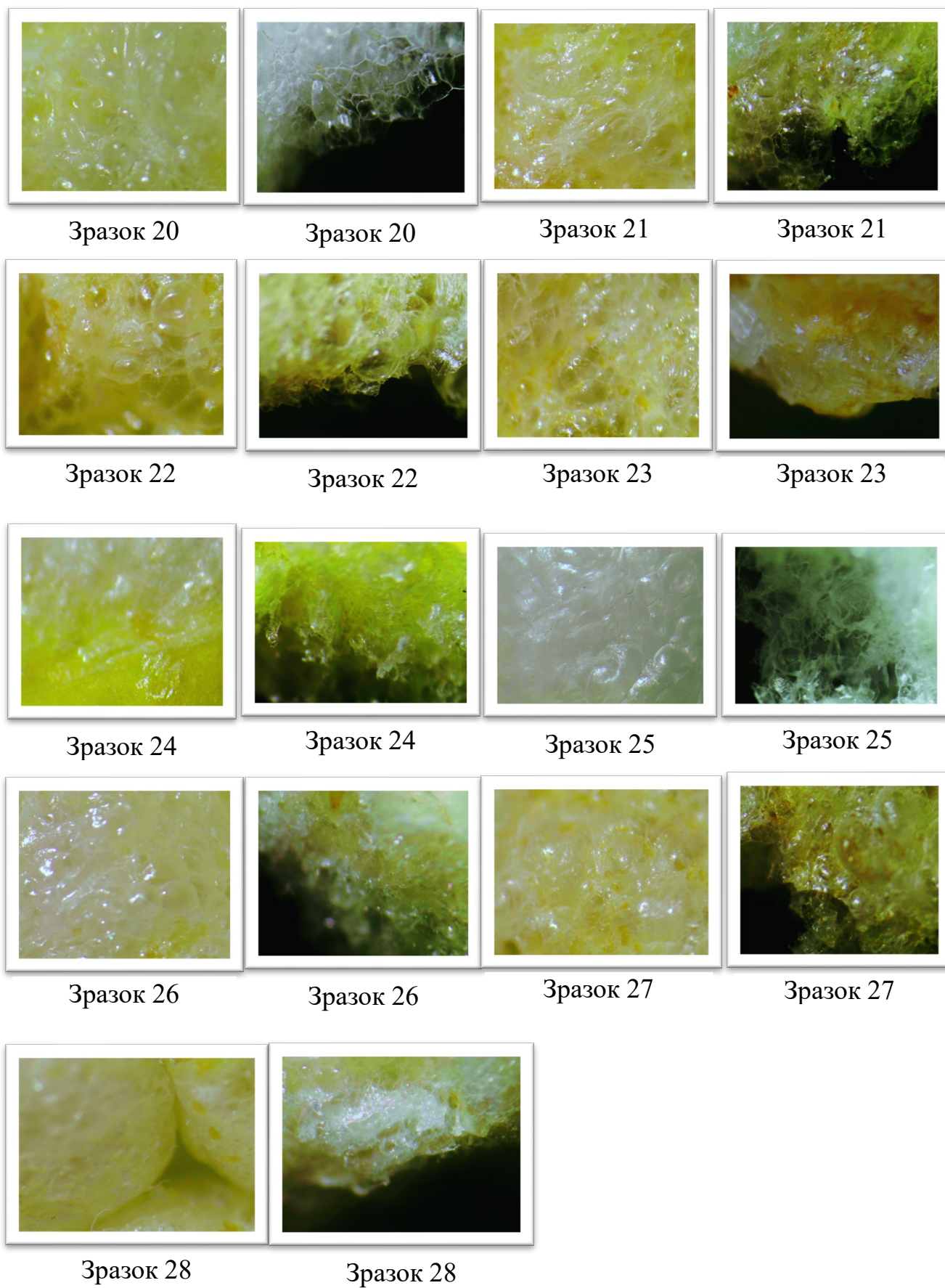


Рисунок 3.5 – Зображення дослідних зразків чіпсів під мікроскопом

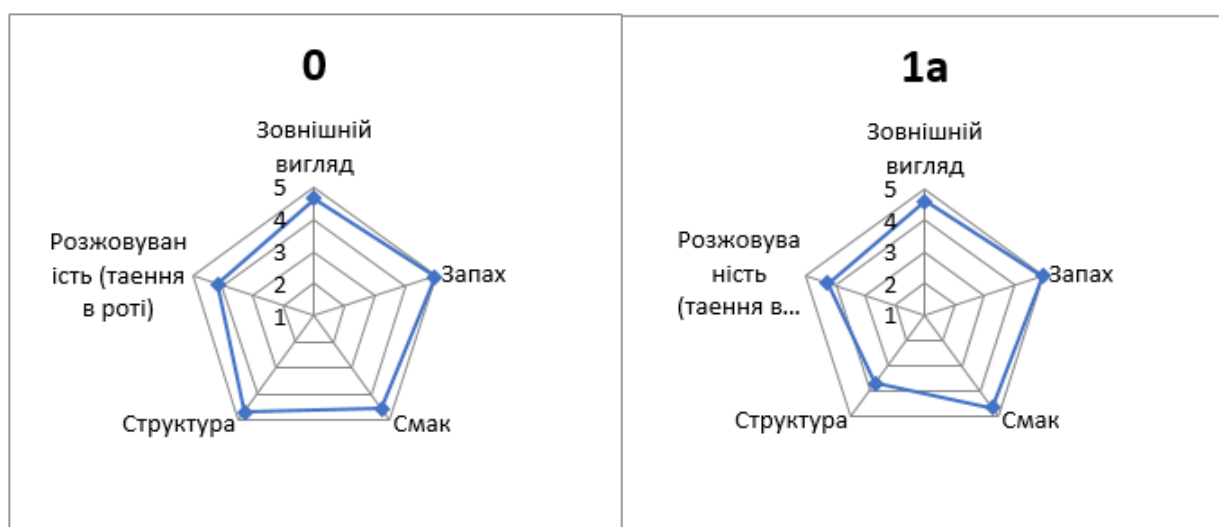
3.4 Визначення органолептичних показників якості екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини

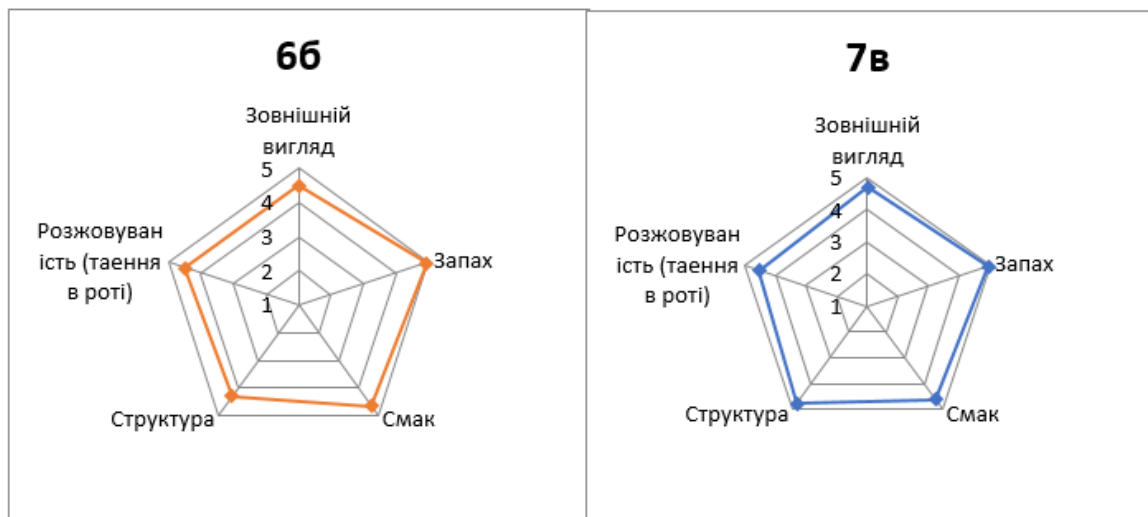
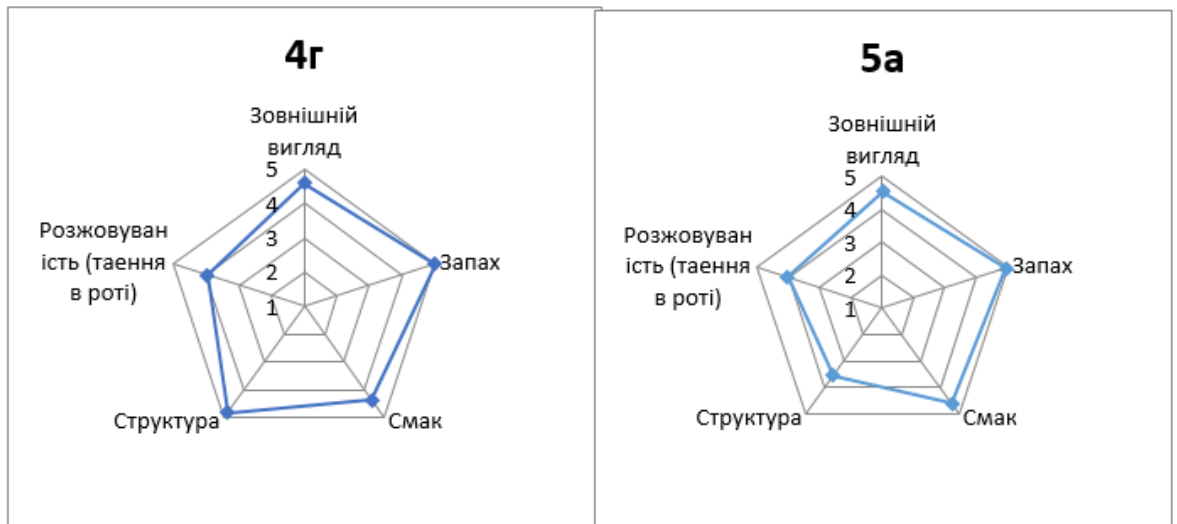
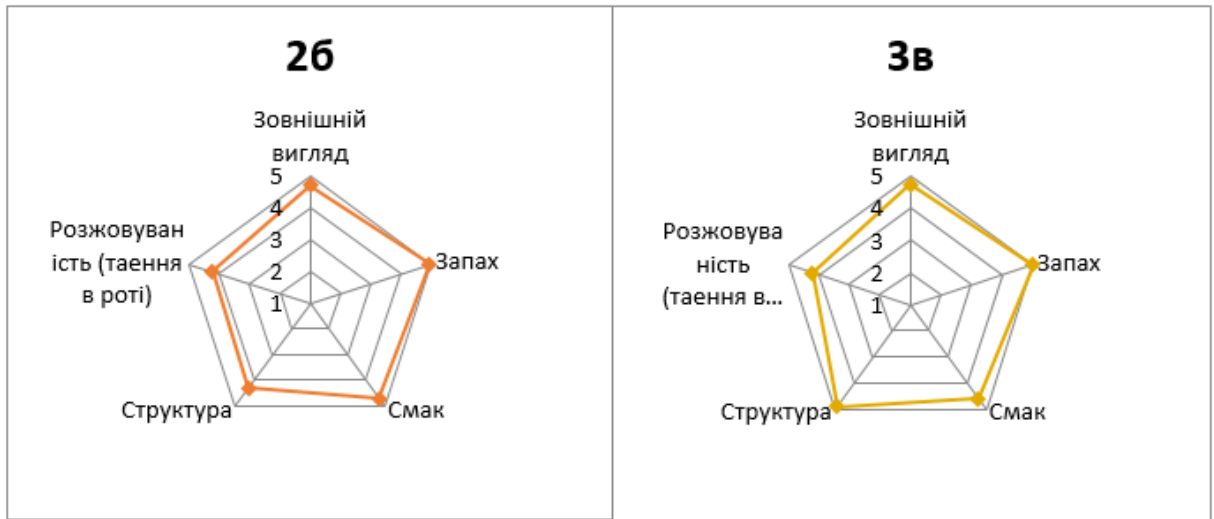
Після виготовлення зразків екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини провели їх сенсорний аналіз.

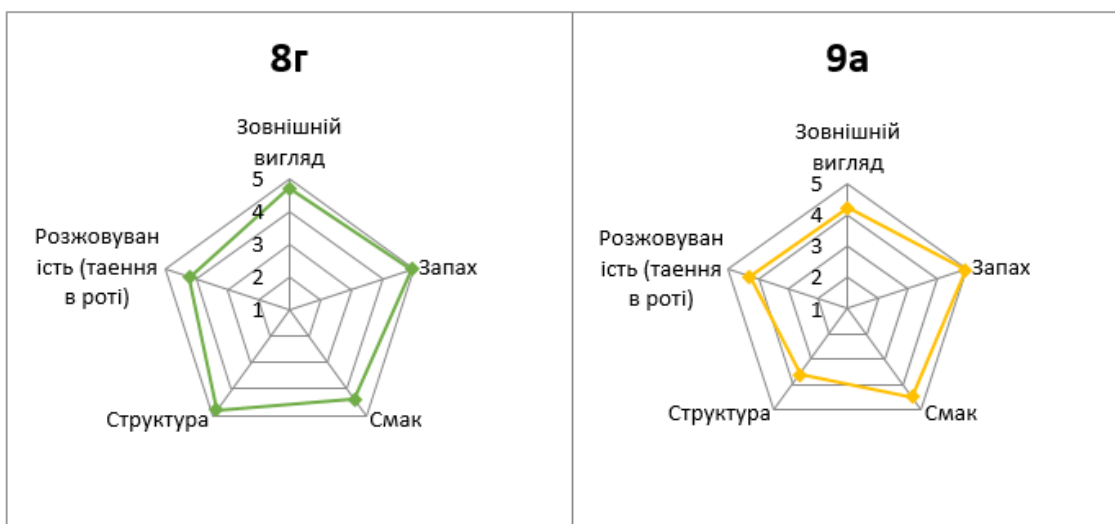
Контрольним зразком були чіпси з 50 %-вим вмістом кукурудзяної крупи, 30 %-вим вмістом рисової крупи та 20 %-вим вмістом гречаної крупи.

Всі зразки чіпсів відповідають вимогам ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови», окрім відмінних від вимог стандарту зразків №20 та №23, що не задовольняють вимоги, так як мають сторонній присмак.

Для надання готовим виробам бальної оцінки працювало 5 експертів серед пересічних споживачів. Оцінювали за показниками: смак, запах, структура, зовнішній вигляд та розжовуваність (таїння в роті). Загальна середня бальна оцінка наведена у додатку А. Застосували наступні коефіцієнти вагомості: для смаку – 3,3; для запаху – 2,2; для структури – 1; для зовнішнього вигляду – 1; для розжовуваності – 2,5. Органолептичний профіль зразків екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини наведено на рис. 3.6.







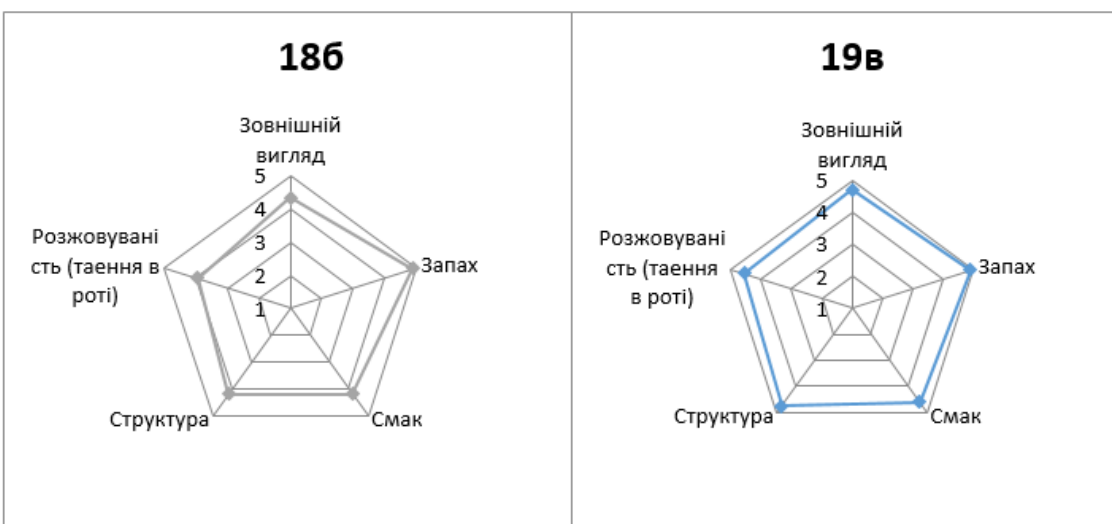
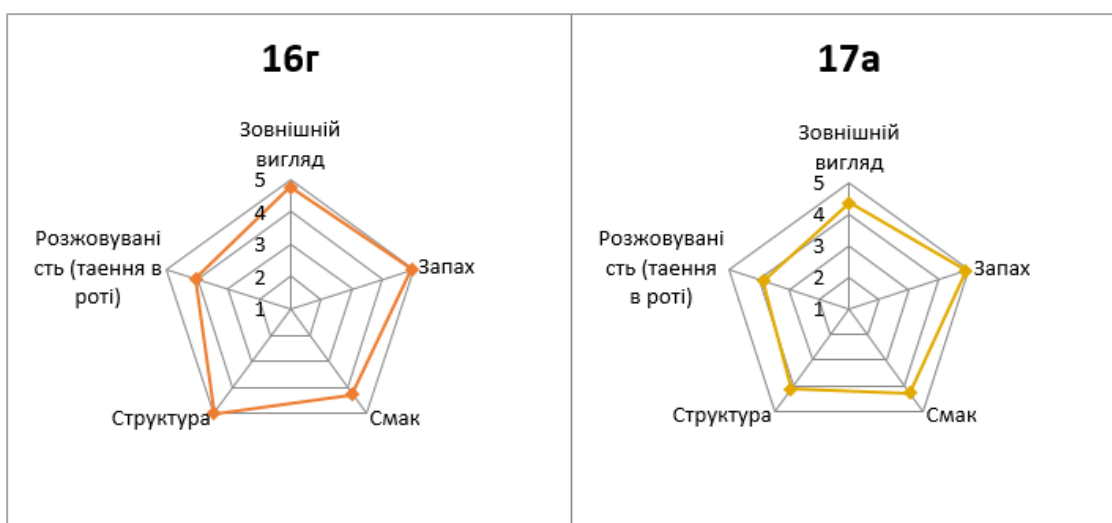
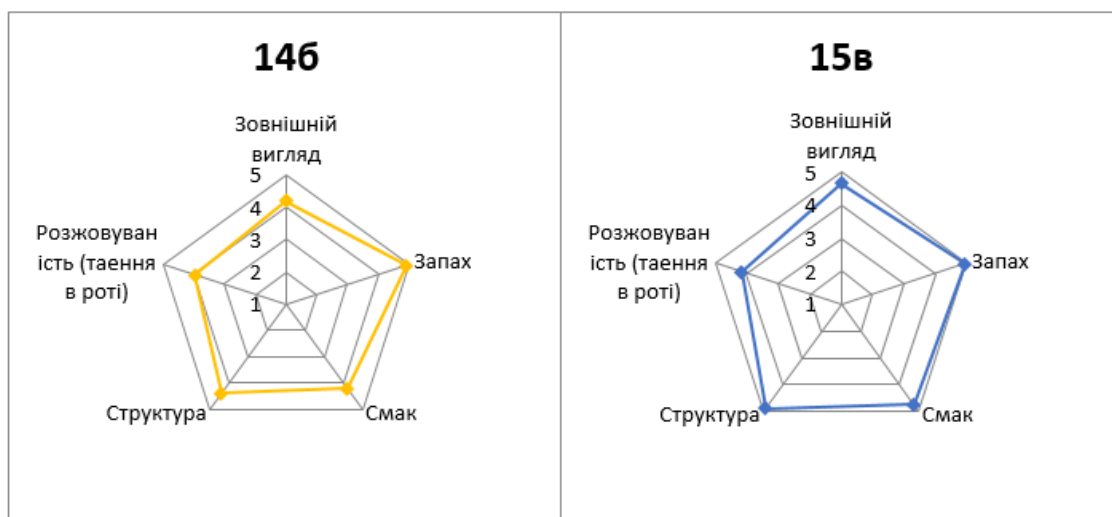






Рисунок 3.6 – Органолептичний профіль зразків екструдованих чіпсів (а – амарантове зерно, б – амарантова крупа темна, в – амарантова крупа світла, г – амарантові пластівці)

На основі значення загальної органолептичної оцінки побудовано гістограму (рис. 3.7).

Дегустаційна комісія прийшла до висновку, що додавання до рецептури екструдованих зернових чіпсів амаранту призводить до поліпшення споживних властивостей готових виробів, а саме – дані продукти відрізняються привабливим зовнішнім виглядом, володіють пористою, хрусткою, ніжною структурою, приємним кольором, вираженим гармонійним смаком та не мають стороннього запаху.

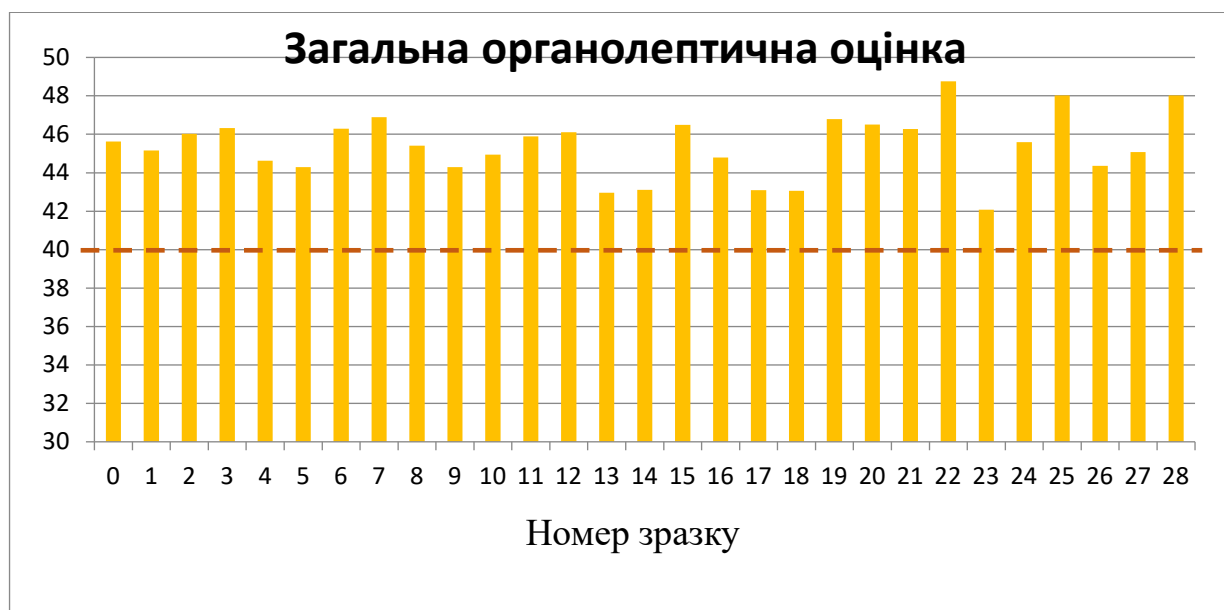


Рисунок 3.7 – Загальна органолептична оцінка

Члени комісії відмітили, що представлені на дегустацію вироби характеризуються правильною формою, розміри відповідають виду виробів, поверхня виробів шорсткувата з незначними вкрапленнями крихт інгредієнтів. Колір змінюється в залежності від рецептури. Структура – хрумка, з розвиненою пористістю, сторонній присмак спостерігається у зразках №23 (50 % крупа гречана, 50 % пластівці амарантові) та №20 (50 % крупа кукурудзяна, 15 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 15 % пластівці амарантові) сторонній запах не спостерігається.

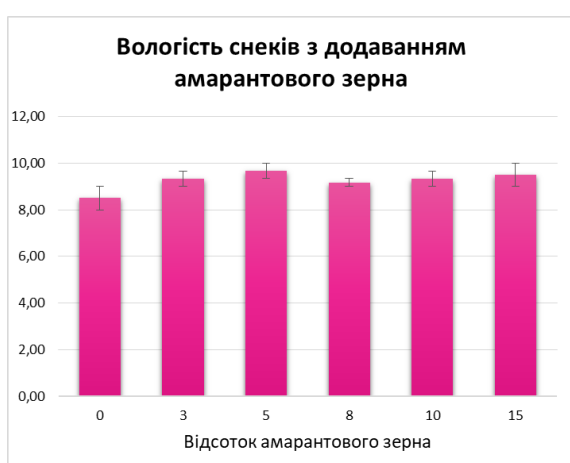
Як видно із гістограми найбільшу кількість балів набрали зразки №25 (50 % крупа рисова, 50 % крупа амарантова світла), №28 (100 % крупа амарантова світла), №22 (50 % крупа рисова, 50 % пластівці амарантові), а найменшу оцінку набрав зразок №23 (50 % крупа гречана, 50 % пластівці амарантові). З чого виходить, що додавання амаранту покращує смак звичайних чіпсів.

3.5 Визначення показників якості дослідних зразків екструдованих чіпсів

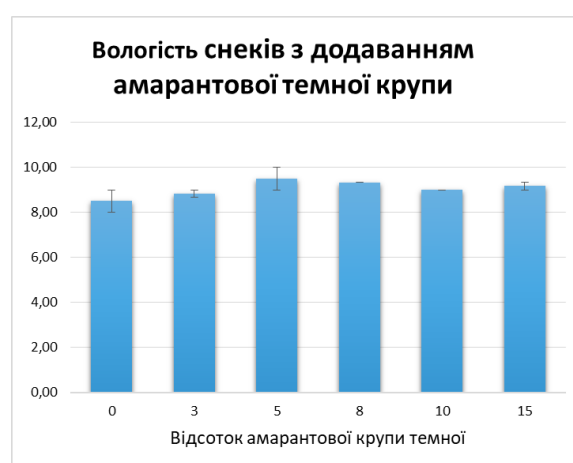
У дослідних зразках екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини визначили вміст вологи, водоутримуючу здатність, набухаємість та

структурно-механічні властивості (гранична сила міцності). Одержані результати досліджень наведені у додатках Б та В.

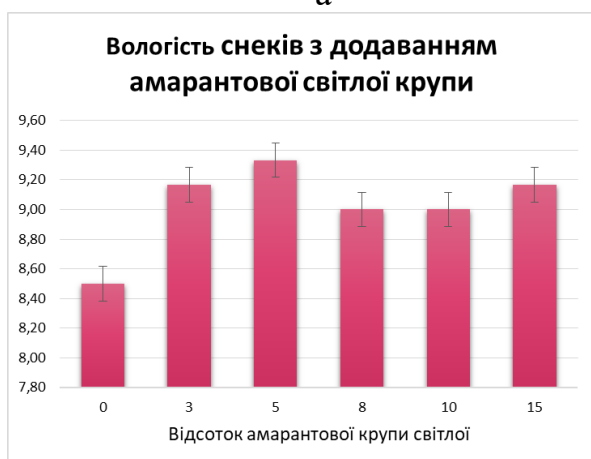
Динаміку збільшення вологості в залежності від зміни інгредієнтів рецептури можна побачити на рис. 3.8. Загалом великої зміни вмісту води у дослідних зразках чіпсів не видно (діаграми *а*, *б*, *г*, *д*), окрім діаграми *в*, де крупа рисова заміняли на крупу амарантову світлу, та на діаграмі *е*, де представлені зразки зроблені повністю із амарантової крупи та пластівців. Вологість всіх зразків не перевищує 10 %.



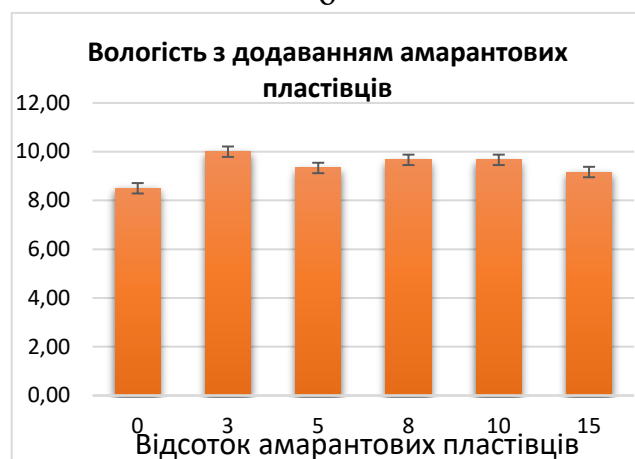
а



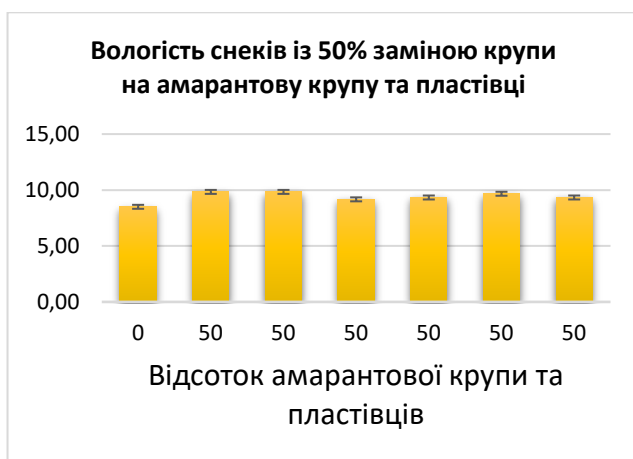
б



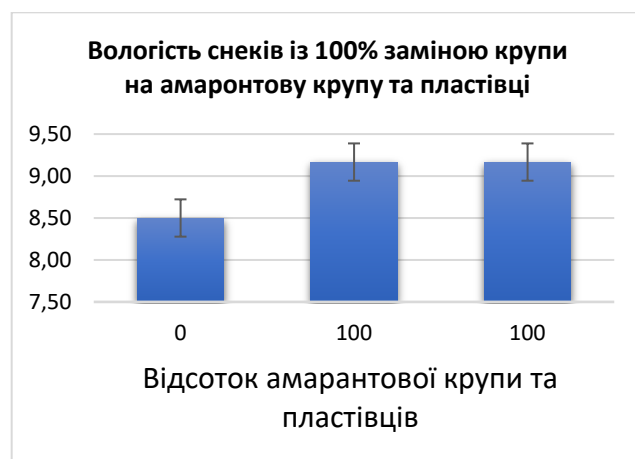
в



г



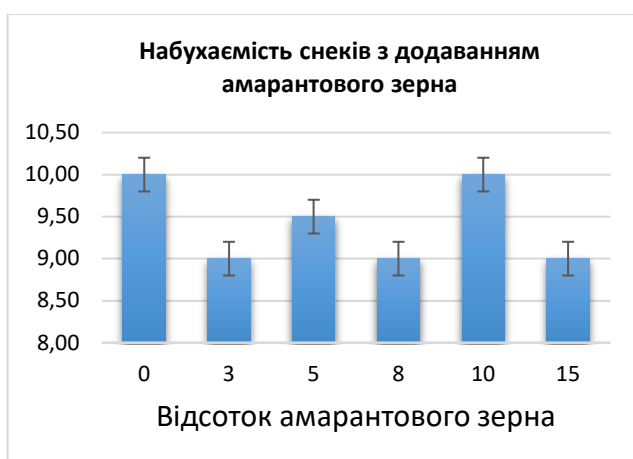
д



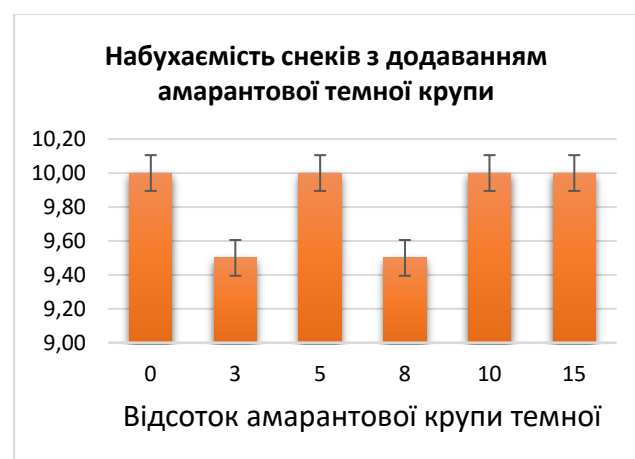
е

Рисунок 3.8 – Результати визначення вмісту вологи у дослідних зразках чіпсів

Набухаємість дослідних зразків екструдованих чіпсів (рис.3.9) знаходиться у межах 6–15,5 %. Найбільше значення спостерігається у зразках №11 (50 % крупа кукурудзяна, 22 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 8 % крупа амарантова світла), №25 (50 % крупа рисова, 50 % крупа амарантова світла) та №28 (100 % крупа амарантова світла), найменше – у зразках №21 (50 % крупа кукурудзяна, 50 % пластівці амарантові), №22 (50 % крупа рисова, 50 % пластівці амарантові) та №24 (50 % крупа кукурудзяна, 50 % крупа амарантова світла).



а



б

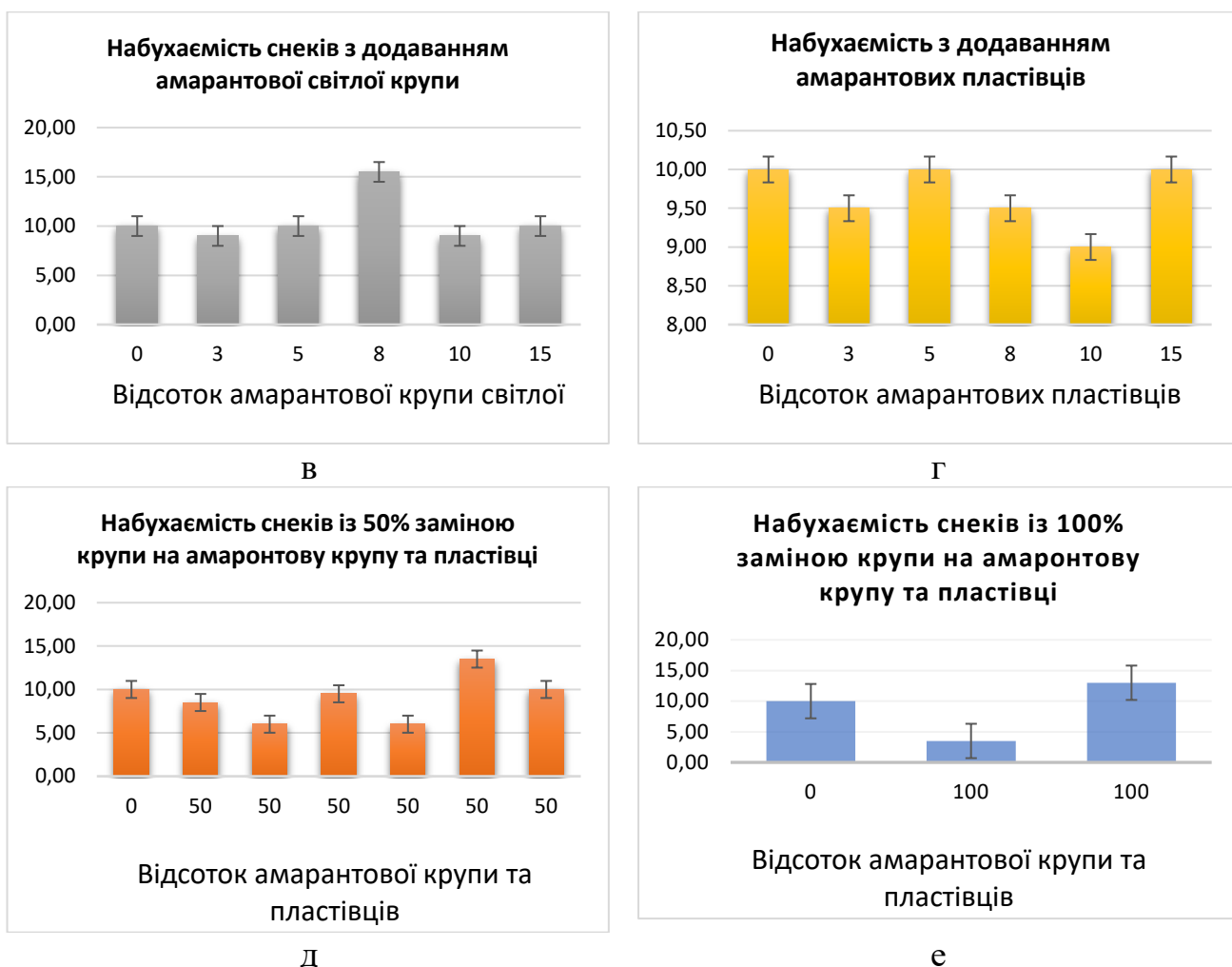


Рисунок 3.9 – Результати визначення набухаємості дослідних зразків чіпсів

На рис. 3.10 представлено результати визначення водоутримуючої здатності дослідних зразків чіпсів. Виявлено, що найбільшу водоутримуючу здатність мають зразки №17 (50 % крупа кукурудзяна, 25 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 15 % зерно амаранту), №14 (50 % крупа кукурудзяна, 20 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 10 % крупа амарантова темна) та №28 (100 % крупа амарантова світла). Водоутримуюча здатність в зерні амаранту у 2,3 рази більша ніж у інших культур через високий вміст гідрофільних білкових речовин. Висока водоутримуюча здатність покращує текстуру готового виробу, збільшує його вихід та термін зберігання.

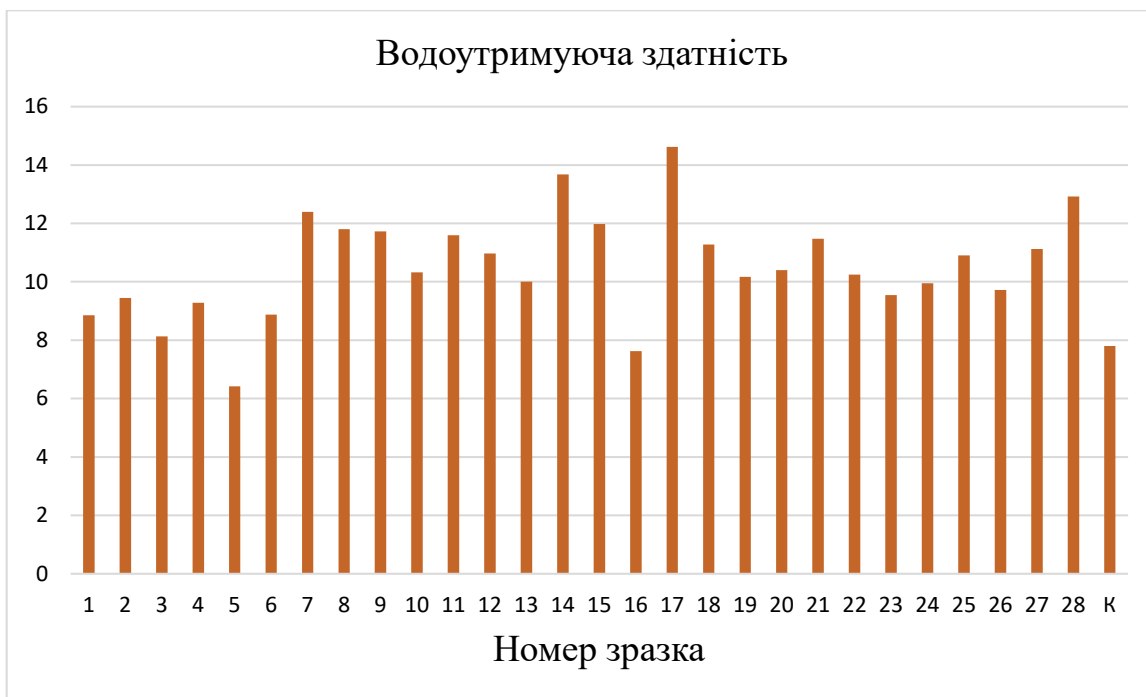


Рисунок 3.10 – Результати визначення водоутримуючої здатності дослідних зразків чіпсів

На рис. 3.11 наведені результати визначення структурно-механічних властивостей дослідних зразків чіпсів, а саме граничної сили міцності.

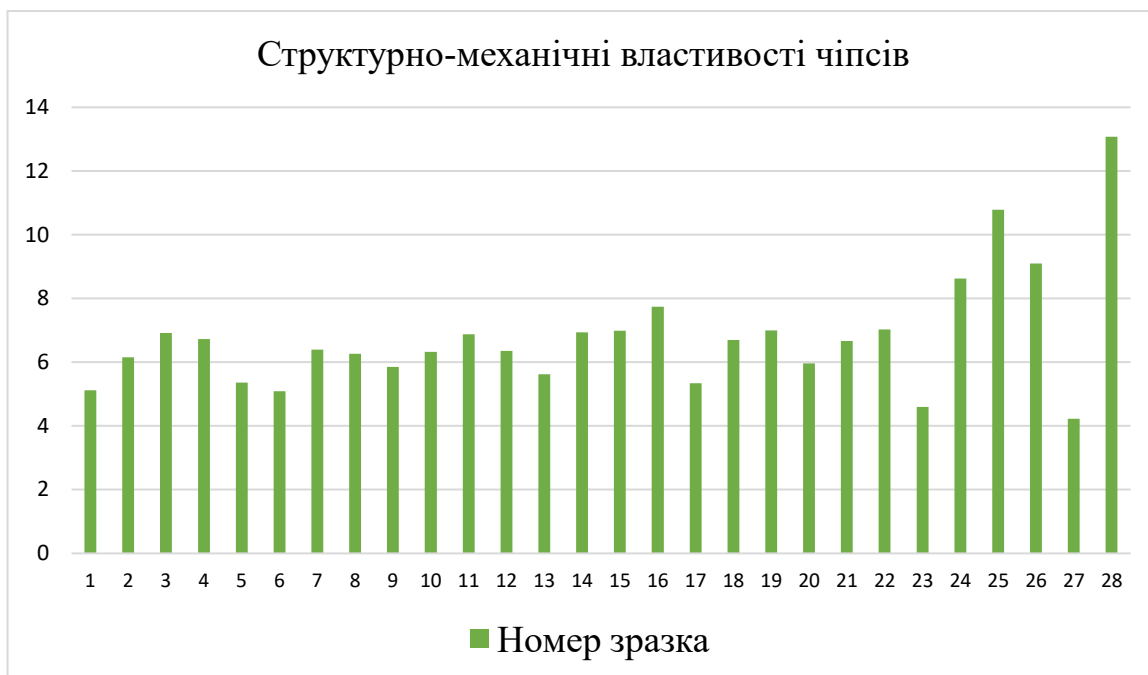


Рисунок 3.11 – Гранична сила міцності дослідних зразків екструдованих чіпсів

Із діаграми видно, що найбільш міцними є зразки №25 (50 % крупа рисова, 50 % крупа амарантова світла), №26 (50 % крупа гречана, 50 % крупа амарантова світла) та №28 (100 % крупа амарантова світла). Тому при перевезенні вони не зазнаватимуть великих деформацій і до покупця доїжджатимуть цілими.

Висновки за розділом

1. Порівняно з закордонним ринком асортимент екструдованих чіпсів в Україні, доволі малий. Проаналізувавши закордонний ринок екструдованих зернових чіпсів, виявили використання найрізноманітніших зернових інгредієнтів – амаранту, рису, кукурудзи, чіа, льону, проса, кіноа, сочевиці, сорго, пшениці, що не можемо сказати про екструдовані чіпси вітчизняного виробництва. В Україні для виробництва екструдованих чіпсів у якості основної сировини використовують крупи рисову, кукурудзяну та гречану. Найбільше для виробництва екструдованих чіпсів на основі зернової сировини і за кордоном і в Україні використовують рис (50 % і 75 % від проаналізованих інгредієнтів відповідно) та кукурудзу (35,3 % і 30 % від проаналізованих інгредієнтів відповідно). Для наших подальших досліджень вирішили обрати три види крупи, що найчастіше використовують у вітчизняному виробництві (кукурудзяну, рисову, гречану) та додати амарант, який, якщо не враховувати рисову і кукурудзяну сировину, найчастіше використовують у закордонному виробництві (32,4 % проаналізованих інгредієнтів), але зовсім не використовують у вітчизняному виробництві. Амарант використали у різних продуктових формах – зерно, крупа світла, крупа темна та пластівці.

2. Виготовлено 28 зразків екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини, у рецептурах яких використовували у якості безглютенової сировини крупи рисову, гречану, кукурудзяну, амарантову світлу та темну, пластівці амарантові та зерно амаранту. Контрольний зразок – прототип, наданий ТОВ «Дінатекс-Альфа» (50 % крупи кукурудзяної, 30 % крупи рисової, 20 % крупи гречаної).

3. Майже всі зразки екструдованих чіпсів відповідали вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови», окрім відмінних від вимог стандарту зразків №20 (50 % крупа кукурудзяна, 15 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 15 % пластівці амарантові), №23 (50 % крупи гречаної, 50 % амарантових пластівців), що не задовольняли вимоги за смаком – мали сторонній присмак. Всі зразки екструдованих чіпсів одержали достатньо високі бали при дегустаційній оцінці. Найменше балів при дегустації отримали зразки №23 (50 % крупи гречаної, 50 % амарантових пластівців). Найвищу оцінку при дегустації отримали зразок №25 (50 % крупи рисової, 50 % крупи амарантової світлої), зразок №28 (100 % крупи амарантової світлої), зразок №22 (50 % крупи рисової, 50 % пластівців амарантових). Представлені на дегустацію вироби характеризувалися правильною формою, розміри відповідали виду виробів, поверхня виробів шорсткувата з незначними вкрапленнями крихт інгредієнтів. Колір змінювався в залежності від рецептури. Структура – хрумка, з розвиненою пористістю.

4. У дослідних зразках екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини визначили вміст вологи, розчинність, водоутримуючу здатність, набухаємість та структурно-механічні властивості. Вологість всіх зразків не перевищувала 10 %. Набухаємість дослідних зразків екструдованих чіпсів знаходилася у межах 6–15,5 %. Найбільшу водоутримуючу здатність мали зразки №17 (50 % крупа кукурудзяна, 25 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 15 % зерно амаранту), №14 (50 % крупа кукурудзяна, 20 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 10 % крупа амарантова темна) та №28 (100 % крупи амарантової світлої).

5. Найбільш міцними виявлені зразки №25 (50 % крупи рисової, 50 % крупи амарантової світлої), №26 (50 % крупа гречана, 50 % крупа амарантова світла) та №28 (100 % крупи амарантової світлої). Тому при перевезенні вони не зазнаватимуть великих деформацій і до покупця доїжджатимуть цілими. Опрацювавши всі одержані результати досліджень нами обрано до впровадження зразок екструдованих чіпсів №25 (50 % крупи рисової, 50 % крупи амарантової світлої).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

Виготовлення зразків екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини проводили на підприємстві ТОВ «Дінатекс-Альфа» (м. Черкаси). Їх органолептичний аналіз, передбачений завданням магістерської кваліфікаційної роботи, проводили у навчальній лабораторії з харчових технологій (ДДАЕУ), у якій наявне обладнання і прилади для проведення досліджень зразків екструдованих чіпсів: лабораторний посуд, СЕШ-3М, лабораторний млин ЛЗМ-1, центрифуга СМ-3М, шейкер ШО-10, технічні ваги тощо. Також проведено аналіз структурно-механічних властивостей дослідних зразків чіпсів в навчальній лабораторії кафедри інжинірингу технічних систем ДДАЕУ. Дані лабораторії відповідають сучасним вимогам до освітнього процесу за спеціальністю «Харчові технології». Відмітимо, що в даних навчальних лабораторіях створені всі умови для реалізації науково-дослідних занять з дотриманням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

Так як об'єктом дослідження магістерської роботи є технологія виробництва екструдованих чіпсів, нами розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1) для оператора лінії з виробництва екструдованих чіпсів.

4.2 Утилізація відходів від виробництва екструдованих чіпсів

Процес виробництва екструдованих чіпсів супроводжується таким впливом на навколишнє середовище, як фізичний (шумовий). Це погіршує самопочуття людей, може призвести до головного болю та зменшення продуктивності людини. Щоб цього уникнути при роботі з екструдером або поруч з ним потрібно носити протишумові навушники.













<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> Місце роботи – лінія з виробництва екструдованих продуктів. Вид робіт – виробництво екструдованих чіпсів. Посада – оператор лінії. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). Проходження медогляду – 2 раз на рік. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на квартал. Термін дії картки: до 01.02.2029 р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> Головний убір – 1 раз на рік. Взуття – 2 рази на рік. Спец одяг – 1 раз на рік. Рукавиці діелектричні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу. 										
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, пройшли вступний інструктаж та мають відповідну освіту. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. Перевірити справність витяжної вентиляції підключеної до установки, наявність та справність захисних огорожень приводів робочих органів. Перевірити справну роботу аварійної кнопки. Перевірити електрообладнання, відсутність пошкоджених зовнішніх проводів. Наявність та справність заземлення. Перевірити напрямок шнека екструдера шляхом його запуску на 1-2 секунди. Рух має бути за годинниковою стрілкою. Встановити необхідні режими роботи екструдера. Про виявлені несправності доповісти майстру зміни і до їх усунення до роботи не приступати. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> Виконувати вимоги посадових осіб вищих за рангом. Дотримуватись вимог технологічного процесу, встановлювати та контролювати необхідні технологічні режими екструдера для отримання якісної продукції. Здійснювати постійний огляд працюючого обладнання, не залишати його без нагляду та не залишати робочого місця без дозволу вище посадових осіб. Здійснювати постійний контроль над якістю продукції, враховуючи технічні вимоги до них. Вести необхідну документацію. Утримувати та передавати по зміні робочі місця, обладнання, прилади та інструменти чистими та охайними, не дозволяти забруднення проходів на виробничій ділянці. Швидко приймати заходи по запобіганню несправностей екструдера та іншого обладнання наявності аварійних ситуацій. Раціонально використовувати сировину, матеріали та енергоресурси, які застосовуються у виробничому процесі. Дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку. 										
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> Після зупинки обладнання, необхідно відкрутити гайки і почистити обладнання. Привести в порядок робоче місце, інструменти прибрати у відведене місце. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. Виконати правила особистої гігієни. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому майстру зміни і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> Негайно припинити всі роботи. Вимкнути все обладнання; Доповісти майстру зміни про виникнення надзвичайної ситуації. 										
Контакти служб екстреної допомоги											
<p>Внутрішні службові номери: Майстер цеха: 000-00-00 Начальник цеха: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 – інженер з охорони праці, 000-00-00 – медичний кабінет.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Номери екстрених служб</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">101</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">102</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">103</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">104</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Номери екстрених служб		101		102		103		104	
Номери екстрених служб											
101											
102											
103											
104											

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

У процесі просіювання, транспортування та подачі інгредієнтів утворюється певна кількість органічного пилу. Щоб пил не потрапляв в атмосферу і не забруднював територію навколо заводу, встановлена витяжна система, яка всмоктує пил з усіх точок викидів. Повітря надійно очищається циклонами і фільтрами різних конструкцій. Розташування технічних установок на харчових підприємствах має бути легкодоступним для обслуговування та очищення від пилу. Для полегшення видалення пилу в приміщеннях на підприємстві передбачені гладкі поверхні на стелях, стінах, несучих конструкціях, дверних заповненнях та підлогах. Прибирання пилу на підприємстві здійснюється відповідно до затвердженої керівниками програми, в якій зазначається частота прибирання певних виробничих зон.

Харчові підприємства повинні мати чіткий план управління відходами, який враховує всі етапи виробництва і типи відходів, що утворюються, такі як відходи сировини, відходи від просіювання сипучих продуктів, відходи водопідготовки, пил та брак.

Ці відходи повинні належним чином управлятися та утилізуватися для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та дотримання екологічних стандартів. Компанії повинні використовувати спеціалізовані технології та процеси, щоб зменшити кількість відходів і досягти більшої утилізації та переробки.

Висновки за розділом

Розроблено картку безпеки праці для операторів лінії з виробництва екструдованих продуктів, обговорено та визначено методи утилізації кондитерських відходів та місцеві впливи на екологічну безпеку.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Популяризація безглютенних продуктів є сферою, пов'язаною з розвитком харчової промисловості, і врахована під час виконання кваліфікаційної роботи. Реалізація цього аспекту потребує певних витрат.

Перелік робіт при проведенні дослідження магістерської роботи з обґрунтування технології виробництва екструдованих чіпсів на основі безглютенної сировини та матриця тривалості робіт наведені у табл. 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , дні
1	2	3
0-0	Одержання завдання	0
0-1	Огляд науково-технічної та патентної інформації відповідно до теми кваліфікаційної роботи	10
1-2	Вибір методики та підготовка робочого місця	1
1-3	Вибір основної безглютенної сировини, розрахунок рецептури зразків екструдованих чіпсів	1
2-4	Підготовка сировини для проведення досліджень (придбання, просіювання сипких продуктів, дозування у відповідності до конкретних рецептур)	2
3-4	Виготовлення зразків безглютенних екструдованих чіпсів	2
4-5	Органолептичний аналіз чіпсів	2
5-6	Аналіз одержаних результатів з проведення органолептичної оцінки	1
6-7	Визначення вмісту вологи, водоутримуючої здатності, набухаємості дослідних зразків чіпсів	7
7-8	Визначення структурно-механічних властивостей зразків чіпсів	1
8-9	Аналіз одержаних результатів щодо визначення показників якості дослідних зразків чіпсів	1

Продовження табл. 5.1

1	2	3
9-10	Виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища»	3
9-11	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	3
10-12	Підготовка тез	5
11-12	Оформлення магістерської роботи	5
12-13	Узгодження з кафедрою харчових технологій	2
13-14	Отримання рецензії	3
14-15	Захист кваліфікаційної роботи	1
Всього		50

Таблиця 5.2 – Матриця тривалості робіт

	J=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I=1	10	1	1													
2				2												
3				2												
4					2											
5						1										
6							7									
7								1								
8									1							
9										3	3					
10												5				
11												5				
12													2			
13														3		
14															1	
Всього	10	1	1	4	2	1	7	1	1	3	3	10	2	3	1	100

За одержаними даними побудовано сітьовий графік (рис. 5.1).

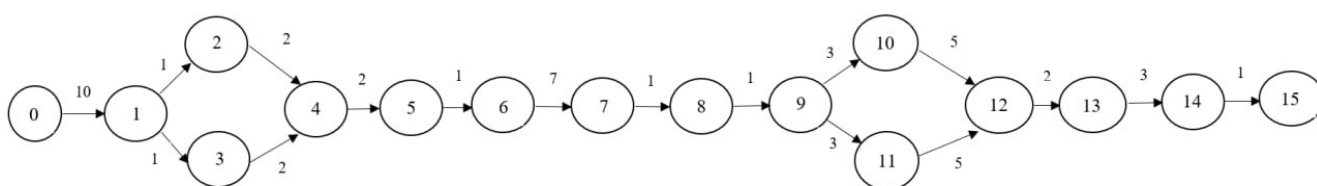


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

З матриці видно, що найбільш тривалими роботами є : 0-1; 6-7; 10-12; 11-12.

Тривалість критичного шляху дорівнює:

$$T_k = 10+1+2+2+1+7+1+1+3+5+2+3+1 = 39 \text{ днів}$$

Отже для того, аби виконати всі поставлені задачі та завдання магістерської роботи, необхідно витратити 39 днів.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

Розраховуємо витрати, пов'язані з проведенням дослідження магістерської роботи, які визначаємо за допомогою кошторису витрат.

Витрати на основні та допоміжні матеріали розраховували за формулою (5.1):

$$m = \sum m_1 \cdot C_1 \quad (5.1)$$

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 матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	2	3	4	5
1	Крупа рисова, кг	56,82	1,61	91,48
2	Крупа кукурудзяна, кг	14,90	3,3	49,17
3	Крупа гречана, кг	25,90	1,5	38,85
4	Крупа амарантова світла, кг	225,00	0,873	196,43
5	Крупа амарантова темна, кг	49,00	0,123	6,03
6	Зерно амарантове, кг	180,00	0,123	22,14
7	Пластівці амарантові, кг	150,00	0,873	130,95
8	Дистильована вода, л	12,20	1,12	13,66
Всього				548,71

Результати розрахунку заробітної плати керівника наукового дослідження наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	13096,44	74,41	15	1116,15
Всього				1116,15

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 22 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1116,15 \cdot 22}{100} = 245,55 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a \quad (5.2)$$

де, М – потужність використаного електрообладнання, кВт;

К – коефіцієнт використання потужності, К = 0,9;

Т – час роботи обладнання, год.;

а – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

а = 5,86 грн./(кВт/год.).

Під час приготування та дослідження зразків екструдованих чіпсів були використані екструдер, лабораторні ваги, шафа сушильна СЕШ-3М, центрифуга СМ-3М, млин лабораторний ЛЗМ-1, шейкер ШО-10, текстурометр, персональний комп'ютер.

Затрати електроенергії при використанні лабораторних вагів:

$$E_1 = 0,012 \cdot 0,9 \cdot 6 \cdot 5,86 = 0,38 \text{ грн}$$

Затрати електроенергії при використанні шафи сушильної СЕШ-3М:

$$E_2 = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 6,0 \cdot 5,86 = 37,97 \text{ грн}$$

Затрати енергії при використанні центрифуги СМ-3М:

$$E_3 = 0,09 \cdot 0,9 \cdot 7,0 \cdot 5,86 = 3,32 \text{ грн.}$$

Затрати енергії при використанні млина лабораторного ЛЗМ-1:

$$E_4 = 0,22 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 5,86 = 1,16 \text{ грн.}$$

Затрати енергії при використанні шейкера ШО-10:

$$E_5 = 0,22 \cdot 0,9 \cdot 4,0 \cdot 5,86 = 4,64 \text{ грн.}$$

Затрати електроенергії на роботу текстурометра:

$$E_6 = 0,22 \cdot 0,9 \cdot 9 \cdot 5,86 = 10,44 \text{ грн}$$

Затрати електроенергії на роботу екструдера:

$$E_7 = 55 \cdot 0,9 \cdot 2 \cdot 5,86 = 580,14 \text{ грн}$$

Затрати електроенергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_8 = 0,045 \cdot 0,9 \cdot 250 \cdot 5,86 = 59,33 \text{ грн}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 = 0,38 + 37,97 + 3,32 + 1,16 + 4,64 + 10,44 + 580,14 + 59,33 = 697,38 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.3)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів в 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
Лабораторні ваги	9400,00	10	0,25	0,64
СЕШ-3М	27000,00	10	0,25	1,85
Центрифуга СМ-3М	15960,00	10	0,30	1,31
Млин лабораторний ЛЗМ-1	3950,00	10	0,042	0,045
Шейкер ШО-10	18700,00	10	0,17	0,87
Текстурометр	12335,00	10	0,375	1,27
Екструдер	34700,00	25	0,084	2,00
Персональний комп'ютер	7000,00	25	10,42	49,96
Всього				57,95

Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{1116,15 \cdot 80}{100} = 892,92 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	548,71
Заробітна плата	1116,15
Нарахування на заробітну плату	245,55
Електроенергія	697,38
Амортизація	57,95
Накладні витрати	892,92
Всього	3558,66

Найбільшими серед усіх витрат виступають витрати на заробітну плату та накладні витрати.

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціну визначали на основі витрат на дослідження і рентабельності за формулою (5.4):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100} \quad (5.4)$$

де, Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

Р – нормативна рентабельність (Р=30), %.

$$Ц = 3558,66 + \frac{30 \cdot 3558,66}{100} = 4626,26 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становлять 4626,26 грн.

Висновки за розділом

Побудовано оптимальний сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 39 днів. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були витрати на заробітну плату та накладні витрати. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 4626,26 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Порівняно з закордонним ринком асортимент екструдованих чіпсів в Україні доволі малий. Проаналізувавши закордонний ринок екструдованих зернових чіпсів, виявили використання найрізноманітніших зернових інгредієнтів – амаранту, рису, кукурудзи, чіа, льону, проса, кіноа, сочевиці, сорго, пшениці, що не можемо сказати про екструдовані чіпси вітчизняного виробництва. В Україні для виробництва екструдованих чіпсів у якості основної сировини використовують крупи рисову, кукурудзяну та гречану. Найбільше для виробництва екструдованих чіпсів на основі зернової сировини і за кордоном і в Україні використовують рис (50 % і 75 % від проаналізованих інгредієнтів відповідно) та кукурудзу (35,3 % і 30 % від проаналізованих інгредієнтів відповідно). Для наших подальших досліджень вирішили обрати три види крупи, що найчастіше використовують у вітчизняному виробництві (кукурудзяну, рисову, гречану) та додати амарант, який, якщо не враховувати рисову і кукурудзяну сировину, найчастіше використовують у закордонному виробництві (32,4 % проаналізованих інгредієнтів), але зовсім не використовують у вітчизняному виробництві. Амарант використали у різних продуктових формах – зерно, крупа світла, крупа темна та пластівці.

2. Виготовлено 28 зразків екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини, у рецептурах яких використовували у якості безглютенової сировини крупи рисову, гречану, кукурудзяну, амарантову світлу та темну, пластівці амарантові та зерно амаранту. Контрольний зразок – прототип, наданий ТОВ «Дінатекс-Альфа» (50 % крупи кукурудзяної, 30 % крупи рисової, 20 % крупи гречаної).

3. Майже всі зразки екструдованих чіпсів відповідали вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 2903:2005 «Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови», окрім відмінних від вимог стандарту зразків №20 (50 % крупа кукурудзяна, 15 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 15 % пластівці амарантові), №23 (50 % крупи гречаної, 50 % амарантових пластівців), що не

задовольняли вимоги за смаком – мали сторонній присмак. Всі зразки екструдованих чіпсів одержали достатньо високі бали при дегустаційній оцінці. Найменше балів при дегустації отримали зразки №23 (50 % крупи гречаної, 50 % амарантових пластівців). Найвищу оцінку при дегустації отримали зразок №25 (50 % крупи рисової, 50 % крупи амарантової світлої), зразок №28 (100 % крупи амарантової світлої), зразок №22 (50 % крупи рисової, 50 % пластівців амарантових). Представлені на дегустацію вироби характеризувалися правильною формою, розміри відповідали виду виробів, поверхня виробів шорсткувата з незначними вкрапленнями крихт інгредієнтів. Колір змінювався в залежності від рецептури. Структура – хрумка, з розвиненою пористістю.

4. У дослідних зразках екструдованих чіпсів на основі безглютенової зернової сировини визначили вміст вологи, розчинність, водоутримуючу здатність, набухаємість та структурно-механічні властивості. Вологість всіх зразків не перевищувала 10 %. Набухаємість дослідних зразків екструдованих чіпсів знаходилася у межах 6–15,5 %. Найбільшу водоутримуючу здатність мали зразки №17 (50 % крупа кукурудзяна, 25 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 15 % зерно амаранту), №14 (50 % крупа кукурудзяна, 20 % крупа рисова, 20 % крупа гречана, 10% крупа амарантова темна) та №28 (100 % крупи амарантової світлої).

5. Найбільш міцними виявлені зразки №25 (50 % крупи рисової, 50 % крупи амарантової світлої), №26 (50 % крупи гречана, 50 % крупи амарантової світлої) та №28 (100 % крупи амарантової світлої). Тому при перевезенні вони не зазнаватимуть великих деформацій і до покупця доїжджатимуть цілими. Опрацювавши всі одержані результати досліджень нами обрано до впровадження зразок екструдованих чіпсів №25 (50 % крупи рисової, 50 % крупи амарантової світлої).

6. Розроблено картку безпеки праці для операторів лінії з виробництва екструдованих продуктів, обговорено та визначено методи утилізації кондитерських відходів та місцеві впливи на екологічну безпеку.

7. Побудовано оптимальний сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 39 днів. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були

витрати на заробітну плату та накладні витрати. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 4626,26 грн.

Щодо подальших досліджень за темою кваліфікаційної роботи перспективними будуть дослідження щодо складу, строку зберігання, умов пакування, зберігання та транспортування, визначення економічного ефекту від виробництва безглютенових екструдованих чіпсів на основі зернової сировини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Malalgoda M., Simsek S. Celiac disease and cereal proteins. *Food Hydrocolloids*. 2017. Vol. 68. P. 108–113.
2. Catassi C., Fasano A. Celiac disease. *Gluten-free cereal products and beverages*. 2008. Vol.1, №1.
3. Gujral N., Freeman H. J., Thomson A. B. Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment. *World journal of gastroenterology. WJG*. 2012. Vol. 18, №42. P. 6036–6059.
4. Rostom A., Dubé C., Cranney A., Saloojee N., Sy R., Garritty C., Patel D. Celiac disease. *Evidence report/technology assessment (Summary)*. 2004. Vol.104. P. 1–6.
5. Brennan M.A., Derbyshire E., Tiwari B.K., Brennan C.S. Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International journal of food science and technology*. 2013. Vol. 48, №5. P. 893–902.
6. Alam M.S., Kaur J., Khaira H., Gupta K. Extrusion and extruded products: changes in quality attributes as affected by extrusion process parameters: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016. Vol. 56, №3. P. 445–473.
7. Ballabio C., Uberti F., Di Lorenzo C., Brandolini A., Penas E., Restani P. Biochemical and immunochemical characterization of different varieties of amaranth (*Amaranthus L. ssp.*) as a safe ingredient for gluten-free products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol.59, №24. P. 12969–12974.
8. Загній К.О. Удосконалення технологічної лінії з виробництва кукурудзяних паличок в умовах приватного акціонерного товариства «Комбінат харчових концентратів» міста Дніпро. 2023.
9. Riaz M. N. Extruded snacks. *Handbook of food science, technology, and engineering*. 2006. Vol. 4. P. 168.

10. Prabhavat S., Reungmaneeapaitoon S., Hengsawadi D. Production of high protein snacks from sweet potato. *Agriculture and Natural Resources*. 1995. Vol. 29, №1. P. 131–141.
11. Баля Л. В. Аналіз харчової та енергетичної цінності сухих сніданків. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2016. Vol. 16. P. 123–126.
12. Perdon A.A., Schonauer S.L., Poutanen K. Breakfast cereals and how they are made: raw materials, processing, and production. *Elsevier*. 2020. Vol. 3. P. 5.
13. Singh J., Kaur L., McCarthy O.J., Moughan P.J., Singh H. Development and characterization of extruded snacks from New Zealand Taewa (Maori potato) flours. *Food Research International*. 2009. Vol. 42, №5–6. P. 666–673.
14. Буняк О.В. Зернові хлібці – продукти здорового харчування. 2011. С. 203.
15. Grenus K.M., Hsieh F., Huff H.E. Extrusion and extrudate properties of rice flour. *Journal of Food Engineerin*. 1993. Vol. 18, №3. P. 229–245.
16. Кордзая Н.Р., Ковалів, І.О. Напрями поліпшення споживних властивостей батончиків зернових. *Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів: зб. матеріалів учасн. VII Міжнар. наук.-практ. конф. Полтава: ПУЕТ, 2020. С. 236–238.*
17. Hussien H.A., Salem E.M., Masoud M.R. Innovation of High Nutritional Value Snack Bars from Dates and Extruded Cereals. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 2018. Vol. 96, №1. P.149–158.
18. Вараді Д.С. Дослідження технологічних властивостей екструзійних кукурудзяних продуктів різних виробників з впровадженням сучасних технологій при будівництві заводу харчових концентратів в м. Канів. Черкаська область. 2021.
19. Кордзая Н.Р., Ковалів І.О. Вивчення компонентного складу батончиків зернових, що реалізуються у торговельних мережах м. Одеса та Одеської області. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2019. Вип. 22. С. 74–80.
20. Сухі сніданки для харчування військових: пат. 114821 Україна: МПК А23L 7/117, А23L 7/143. №и 2016 08514; заявл. 02.08.2016; опубл. 27.03.2017, Бюл. №6.

21. Cao Y., Zhao J., Jin Z., Tian Y., Zhou X., Long J. Improvement of rice bran modified by extrusion combined with ball milling on the quality of steamed brown rice cake. *Journal of Cereal Science*. 2021. №99. P. 103–229.
22. Singh B., Rachna, Hussain S. Z., Sharma S. Response surface analysis and process optimization of twin screw extrusion cooking of potato-based snacks. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015. Vol. 39, №3. P. 270–281.
23. Shah F.U.H., Sharif M.K., Butt M.S., Shahid M. Development of protein, dietary fiber, and micronutrient enriched extruded corn snacks. *Journal of texture studies*. 2017. Vol.48, №3. P. 221–230.
24. Onwulata C.I., Smith P.W., Konstance R.P., Holsinger V.H. Incorporation of whey products in extruded corn, potato or rice snacks. *Food Research International*. 2001. Vol. 34, №8. P. 679–687.
25. Chauhan A., Saxena D.C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. Vol. 63, №2. P. 939–945.
26. Bressani R., Sánchez-Marroquín A., Morales E. Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality. *Food Reviews International*. 1992. Vol. 8, №1. P. 23–49.
27. Mlakar S.G., Turinek M., Jakop M., Bavec M., Bavec F. Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*. 2009. Vol. 6, №4. P. 43–53.
28. Rastogi A., Shukla S. Amaranth: a new millennium crop of nutraceutical values. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2013. Vol. 53, №2. P. 109–125.
29. Хімічний та амінокислотний склад амаранту / О.Й. Карунський, А.В. Стрілець. Хімічний та амінокислотний склад амаранту. *Вісник ДАО*. 2008. №2, т.1. С. 190–192.
30. Tikekar R.V., Ludescher R.D., Karwe M.V. Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56, №22. P. 10675–10678.

31. Szabóová M., Záhorský M., Gažo J., Geuens J., Vermoesen A., D'Hondt E., Hricová A. Differences in seed weight, amino acid, fatty acid, oil, and squalene content in γ -irradiation-developed and commercial amaranth varieties (*Amaranthus* spp.). *Plant*. 2020. Vol. 9, №11. P. 1412.
32. Chulak O.L., Gozhenko A.I., Chulak Y.L., Chulak L.D., Shuturminsky V.G., Tatarina O.V. Amaranthus and its therapeutic uses. *Pharmacologyonline*. 2021. №3. P. 1231–1235.
33. Wijngaard H.H., Arendt E.K. Buckwheat. *Cereal chemistry*. 2006. Vol. 83, №4. P. 391–401.
34. Li S.Q., Zhang Q.H. Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2001. Vol. 41, №6. P. 451–464.
35. Krkošková B., Mrázová Z. Prophylactic components of buckwheat. *Food Research International*. 2005. Vol. 38, №5. P. 561–568.
36. Christa K., Soral-Smietana M. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Science*. 2008. Vol. 26, №3. P. 153–162.
37. Дубініна А., Попова Т., Ленерт С. Вітамінний і мінеральний склад крупів із гречки. *Товари і ринки*. 2014. №2. С. 106–115.
38. Abdel-Rahman A.H.Y. Improvement of nutritive value in corn for human nutrition. *Food chemistry*. 1984. Vol. 13, №1. P. 17–23.
39. Heckman J.R., Sims J.T., Beegle D.B., Coale F.J., Herbert S.J., Bruulsema T.W., Bamka W.J. Nutrient removal by corn grain harvest. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95, №3. P. 587–591.
40. Loy D.D., Lundy E.L. Nutritional properties and feeding value of corn and its coproducts. In: *Corn*. AACC International Press. 2019. P. 633–659.
41. Warman P.R., Havard K.A. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agriculture, ecosystems and environment*. 1998. Vol. 68, №3. P. 207–216.

42. Kalita T., Gohain U.P., Hazarika J. Effect of different processing methods on the nutritional value of rice. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2021. Vol. 9, №2. P. 683–691.
43. Zhai C.K., Lu C.M., Zhang X.Q., Sun G.J., Lorenz K.J. Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. *Journal of food composition and analysis*. 2001. Vol. 14, №4. P. 371–382.
44. Abbas A., Murtaza S., Aslam F., Khawar A., Rafique S., Naheed S. Effect of processing on nutritional value of rice (*Oryza sativa*). *World Journal of Medical Sciences*. 2011. Vol. 6, №2. P. 68–73.
45. Chaudhari P.R., Tamrakar N., Singh L., Tandon A., Sharma D. Rice nutritional and medicinal properties. A review article. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, №2. P. 150–156.
46. Sindhu R., Khatkar B.S. Pseudocereals nutritional composition functional properties and food applications. *Food bioactives: functionality and applications in human health*. 2019. Vol. 1. P. 410.
47. Liu L., Li S., Zhong Y., Li Y., Qu J., Feng J., Guo D. Nutritional, physical and sensory properties of extruded products from high-amylose corn grits. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2017. P. 846–855.
48. González R., Carrara C., Tosi E., Añon M. C., Pilosof A. Amaranth starch-rich fraction properties modified by extrusion and fluidized bed heating. *LWT-Food science and Technology*. 2007. Vol. 40, №1. P. 136–143.
49. Mykolenko S., Aliieva O., Aliiev E., Pivovarov O. Technological and nutritional benefits of amaranth groats in breadmaking. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, №11. P. 63–73.
50. Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови: веб-сайт. URL: <http://surl.li/qpgkn>
51. ДСТУ 4634:2006. Концентрати харчові. Сніданки сухі. Пластівці круп'яні. Загальні технічні умови.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Результати бальної оцінки органолептичних показників якості дослідних зразків чіпсів

№	Показник	Зразки чіпсів														
		0	1а	2б	3в	4г	5а	6б	7в	8г	9а	10б	11в	12г	13а	14б
1	Зовнішній вигляд	4,65	4,6	4,7	4,75	4,6	4,55	4,5	4,7	4,7	4,2	4,3	4,5	4,7	4,25	4,2
2	Запах	4,95	4,95	4,95	5	5	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,85	4,9
3	Смак	4,55	4,65	4,7	4,6	4,35	4,6	4,65	4,6	4,4	4,5	4,6	4,6	4,45	4,3	4,2
4	Структура	4,7	3,7	4,3	4,9	4,8	3,55	4,3	4,75	4,8	3,6	4,2	4,95	4,95	3,85	4,4
5	Розжовуваність (таення в роті)	4,15	4,25	4,25	4,2	3,95	4,05	4,5	4,55	4,2	4,3	4,15	4,15	4,35	4	3,95
Загальна органолептична оцінка		45,63	45,16	46,025	46,33	44,63	44,295	46,285	46,895	45,41	44,29	44,945	45,895	46,1	42,96	43,115
Кількість амаранту в %		0	3	3	3	3	5	5	5	5	8	8	8	8	10	10
№	Показник	Зразки чіпсів														
		15в	16г	17а	18б	19в	20г	21г	22г	23г	24в	25в	26в	27г	28в	R
1	Зовнішній вигляд	4,65	4,75	4,35	4,35	4,7	4,7	4,9	4,85	4,4	4,85	4,85	4,35	4,65	4,8	1
2	Запах	4,95	4,95	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	2,2
3	Смак	4,75	4,25	4,3	4,2	4,6	4,6	4,55	4,8	3,4	4,5	4,65	4,15	3,9	4,65	3,3
4	Структура	4,9	5	4,15	4,2	4,75	4,85	4,8	5	4,65	4,7	4,9	4,75	4,5	4,95	1
5	Розжовуваність (таення в роті)	4,15	4,05	3,85	3,95	4,55	4,4	4,4	5	4,5	4,25	4,95	4,4	5	4,95	2,5
Загальна органолептична оцінка		45,63	46,49	44,79	43,095	43,065	46,785	46,51	46,275	48,75	42,08	45,585	48,03	44,355	45,08	–
Кількість амаранту в %		10	10	15	15	15	15	50	50	50	50	50	50	100	100	–

а – зерно амаранту, б – амарантова крупа темна, в – амарантова крупа світла, г – амарантові пластівці, 0 – контрольний зразок, R – коефіцієнт вагомості

ДОДАТОК Б

Результати визначення показників якості дослідних зразків чіпсів

№	Сировина							W		H		Водоутримуюча здатність	Середнє відхилення	Зв'язана волога	Середнє відхилення	Загальна органолептична оцінка	
	Зразки	Крупа кукурудзяна	Крупа рисова	Крупа гречана	Зерно Амарантове	Крупа амарантова крупа	Крупа амарантова світла	Пластівці амарантові	Вологість	Середнє відхилення	Набухаємість						Середнє відхилення
Чотирьохкомпонентні зразки	К	50	30	20	0	–	–	–	8,50	0,50	10,00	0,00	7,80	1,10	1,56	0,22	45,63
	1	50	27	20	3	–	–	–	9,33	0,33	9,00	0,00	8,85	0,40	1,77	0,08	45,16
	2	50	27	20	–	3	–	–	8,83	0,17	9,50	0,50	9,45	0,69	1,89	0,14	46,025
	3	50	27	20	–	–	3	–	9,17	0,17	9,00	1,00	8,13	0,31	1,63	0,06	46,33
	4	50	27	20	–	–	–	3	10,00	0,33	9,50	0,50	9,28	0,04	1,86	0,01	44,63
	5	50	25	20	5	–	–	–	9,667	0,33	9,50	0,50	6,42	0,29	1,28	0,06	44,295
	6	50	25	20	–	5	–	–	9,50	0,50	10,00	0,00	9,26	0,12	1,85	0,02	44,285
	7	50	25	20	–	–	5	–	9,333	0,00	10,00	0,00	12,40	0,80	2,48	0,16	46,895
	8	50	25	20	–	–	–	5	9,333	0,33	10,00	0,00	11,80	0,25	2,36	0,05	45,41
	9	50	22	20	8	–	–	–	9,167	0,17	9,00	1,00	11,73	2,03	2,35	0,41	44,29
	10	50	22	20	–	8	–	–	9,333	0,00	9,50	0,50	10,33	2,03	2,07	0,41	44,945
	11	50	22	20	–	–	8	–	9,00	0,00	15,50	0,00	11,60	0,00	2,32	0,00	45,895
	12	50	22	20	–	–	–	8	9,667	0,33	9,50	0,50	10,98	1,08	2,20	0,21	46,1
	13	50	20	20	10	–	–	–	9,333	0,33	10,00	0,00	10,00	1,60	2,00	0,32	42,96
	14	50	20	20	–	10	–	–	9,00	0,00	10,00	0,00	13,68	0,16	2,74	0,16	43,115
	15	50	20	20	–	–	10	–	9,00	0,67	9,00	0,00	11,98	0,28	2,40	0,05	46,49
	16	50	20	20	–	–	–	10	9,667	0,33	9,00	1,00	7,63	0,52	1,53	0,11	44,79
	17	50	15	20	15	–	–	–	9,50	0,50	9,00	1,00	14,63	1,43	2,93	0,29	43,095
	18	50	15	20	–	15	–	–	9,167	0,17	10,00	0,00	11,28	0,02	2,26	0,00	43,065
	19	50	15	20	–	–	15	–	9,167	0,17	10,00	0,00	10,18	1,53	2,04	0,31	46,785
20	50	15	20	–	–	–	15	9,167	0,17	10,00	0,00	10,40	0,05	2,08	0,01	46,51	
Двокомпонентні	21	50	–	–	–	–	–	50	9,833	0,17	8,50	2,50	11,48	1,73	2,30	0,35	46,275
	22	–	50	–	–	–	–	50	9,833	0,17	6,00	1,00	10,25	0,50	2,05	0,10	48,75
	23	–	–	50	–	–	–	50	9,167	0,17	9,50	0,50	9,55	0,30	1,91	0,06	42,08
	24	50	–	–	–	–	–	50	9,333	0,00	6,00	1,00	9,95	0,15	1,99	0,03	45,858
	25	–	50	–	–	–	–	50	9,667	0,00	13,50	0,50	10,90	0,20	2,18	0,04	48,03
	26	–	–	50	–	–	–	50	9,333	0,00	10,00	0,00	9,73	0,03	1,95	0,00	44,355
Однокомпонентні	27	–	–	–	–	–	–	100	9,167	0,17	3,50	0,50	11,13	0,32	2,23	0,07	45,08
	28	–	–	–	–	–	–	100	9,167	0,17	13,00	0,00	12,93	0,08	2,59	0,01	48,03

ДОДАТОК В

Результати визначення сили з якою починається деформація чіпсів

№	Повторність	F max, Н	Середнє	Середньоквадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації
1	1	3,79	5,12	2,05	40,09
1	2	3,73			
1	3	8,39			
1	4	5,91			
1	5	3,77			
2	1	5,70	6,15	1,26	20,55
2	2	5,25			
2	3	6,83			
2	4	8,01			
2	5	4,95			
3	1	5,58	6,92	1,30	18,76
3	2	8,55			
3	3	6,83			
3	4	7,88			
3	5	5,75			
4	1	6,09	6,73	1,20	17,83
4	2	6,66			
4	3	8,80			
4	4	6,33			
4	5	5,79			
5	1	7,82	5,36	1,47	27,45
5	2	4,22			
5	3	4,74			
5	4	4,43			
5	5	5,58			
6	1	2,61	5,09	2,05	40,29
6	2	6,45			
6	3	4,75			
6	4	3,86			
6	5	7,77			
7	1	7,29	6,40	1,97	30,74
7	2	7,81			
7	3	6,59			
7	4	2,97			
7	5	7,36			
8	1	5,25	6,27	0,81	12,99
8	2	7,38			
8	3	6,71			
8	4	5,85			
8	5	6,18			

9	1	6,68	5,85	1,37	23,47
9	2	7,44			
9	3	6,31			
9	4	4,25			
9	5	4,60			
10	1	5,20	6,33	1,07	16,85
10	2	7,90			
10	3	5,60			
10	4	6,14			
10	5	6,82			
11	1	5,36	6,88	1,53	22,22
11	2	7,75			
11	3	5,75			
11	4	6,47			
11	5	9,08			
12	1	5,63	6,36	1,27	20,01
12	2	5,53			
12	3	6,79			
12	4	5,45			
12	5	8,42			
13	1	5,84	5,62	0,74	13,08
13	2	5,13			
13	3	6,79			
13	4	5,42			
13	5	4,94			
14	1	6,14	6,94	1,38	19,83
14	2	8,93			
14	3	7,83			
14	4	5,78			
14	5	6,02			
15	1	6,86	6,99	0,57	8,19
15	2	6,45			
15	3	7,78			
15	4	7,37			
15	5	6,50			
16	1	7,24	7,74	1,01	13,08
16	2	8,70			
16	3	8,64			
16	4	6,29			
16	5	7,84			
17	1	7,46	5,34	2,58	48,33
17	2	1,47			
17	3	7,82			
17	4	4,36			
17	5	5,60			
18	1	7,32	6,70	0,38	5,64

18	2	6,34			
18	3	6,59			
18	4	6,75			
18	5	6,51			
19	1	8,86			
19	2	6,37			
19	3	4,94	7,00	2,17	31,00
19	4	5,14			
19	5	9,70			
20	1	8,60			
20	2	3,59			
20	3	5,26	5,96	1,83	30,74
20	4	6,52			
20	5	5,83			
21	1	7,84			
21	2	5,89			
21	3	6,57	6,67	0,86	12,85
21	4	7,21			
21	5	5,85			
22	1	8,15			
22	2	6,43			
22	3	8,06	7,03	1,22	17,38
22	4	7,27			
22	5	5,23			
23	1	4,68			
23	2	3,31			
23	3	6,05	4,60	0,97	21,16
23	4	4,43			
23	5	4,55			
24	1	7,46			
24	2	8,65			
24	3	9,68	8,63	2,71	31,44
24	4	12,37			
24	5	5,02			
25	1	10,01			
25	2	9,36			
25	3	12,58	10,79	1,47	13,63
25	4	12,16			
25	5	9,81			
26	1	11,09			
26	2	8,05			
26	3	10,14	9,10	1,82	19,97
26	4	6,51			
26	5	9,71			
27	1	1,24			
27	2	5,51	4,23	1,89	44,56

27	3	4,21			
27	4	6,13			
27	5	4,07			
28	1	15,45	13,08	1,97	15,06
28	2	13,14			
28	3	14,19			
28	4	12,44			
28	5	10,20			