



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів

(шифр і назва)

Спеціальність 181 Харчові технології

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач Кафедри ТХКВ**

Володимир КОВБАСА  
“06” листопада 2023 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Опалатенко Діни Вадимівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології здобного пісочно-виїмного печива з амарантовим борошном використанням суміші пророслих зерен і полідекстрази  
Керівник роботи Камбулова Юлія Вікторівна, проф., д.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “06 листопада” 2023 року  
№ 906-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 08.02.2024

3. Вихідні дані до роботи технологія здобного пісочно-виїмного печива; збагачувальні добавки: амарантове борошно, суміш пророслих зерен пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи; водорозчинні харчові добавки, що можуть бути використані на заміну цукрової пудри, а саме водорозчинні харчові волокна – полідекстроза; ферментний препарат.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Теоретичні передумови зменшення енергетичної цінності і збагачення хімічного складу здобного печива (аналітичний огляд літератури). 2. Об'єкти, методи і методика досліджень. 3. Практичні підходи до розроблення рецептур здобного печива пониженої енергетичної цінності і збагаченого амарантовим борошном та сумішшю пророслих злакових культур. 4. Удосконалення технологічної схеми виробництва здобного пісочно-виїмного печива підвищеної харчової цінності з амарантовим борошном, сумішшю пророслих зерен та пониженим цукровмістом і оцінка його якості. 5. Продуктовий розрахунок. 6. Підбір та розрахунок основного технологічного обладнання. 7. Розрахунок соціально-економічної ефективності технології. 8. Система НАССР, обґрунтування контрольно-критичних точок (ККТ) технологічної схеми виробництва печива. Загальні висновки. Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Апаратурно-технологічна схема підготовки сировини до виробництва (А3); Апаратурно-технологічна схема лінії виробництва здобного пісочно-виїмного печива; (А3); Експлікація обладнання (А3).

## 6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 12 жовтня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний пошук і підготовка аналітичного огляду по темі досліджень	12.10 – 01.11.2021	Виконано
2	Складання плану експерименту, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки результатів	03.11 – 11.11.2021	Виконано
3	Експериментальні дослідження за заданою тематикою	13.11 – 24.11.2021	Виконано
4	Техніко-економічне обґрунтування роботи . Вибір, обґрунтування та опис технологічної схеми	25.11 – 30.11.2021	Виконано
5	Вибір ведучого обладнання. Технологічні розрахунки: (витрат сировини, напівфабрикатів, пакувальних матеріалів, тари та складських приміщень)	01.12 – 10.12.2021	Виконано
6	Розрахунок і вибір обладнання	12.12 – 15.12.2021	Виконано
7	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	19.01 - 22.01.2022	Виконано
8	Креслення технологічних схем	23.01 – 24.01.2022	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки та презентації роботи та подання їх на кафедру	28.01 – 01.02.2022	Виконано
10	Попередній розгляд роботи на кафедрі	08.02.2022	Виконано
11	Отримання зовнішньої рецензії та підготовка до захисту в ЕК	08.02.2022	Виконано
12	Захист роботи в ЕК	Згідно з графіком	Виконано

Здобувач \_\_\_\_\_ Діна ОПАЛАТЕНКО \_\_\_\_\_  
( підпис ) (ім'я, прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Юлія КАМБУЛОВА \_\_\_\_\_  
( підпис ) (ім'я, прізвище)

## ЗМІСТ:

Вступ .....	8
1. Теоретичні передумови зменшення енергетичної цінності і збагачення хімічного складу здобного печива (аналітичний огляд літератури) .....	12
1.1 Теоретичне обґрунтування необхідності збагачення хімічного складу борошняних кондитерських виробів і зменшення їх енергетичної цінності .....	12
1.2 Аналіз наукових і практичних розробок щодо використання полідекстрази в борошняних кондитерських виробках українських і зарубіжних вчених стосовно зниження енергетичної цінності печива .....	16
1.3 Актуальність збагачення харчової цінності печива пророслими зернами та амарантовим борошном .....	20
1.3.1 Перспектива використання пророщених зерен .....	20
1.3.2. Перспектива використання амарантового борошна .....	28
2. Об'єкти, методи і методика досліджень .....	34
2.1 Характеристика сировини для досліджень .....	34
2.2. Методологія досліджень .....	35
2.3 Методи оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції .....	37
Висновки до розділу 2 .....	43
3. Практичні підходи до розроблення рецептур здобного печива пониженої енергетичної цінності і збагаченого амарантовим борошном та сумішшю пророщених злакових культур .....	44
3.1 Дослідження впливу амарантового борошна і суміші пророщених злакових культур на показники якості тіста та готової продукції .....	44
3.2 Дослідження можливості використання полідекстрази в зразках здобного печива з амарантовим борошном, і сумішшю пророщених зерен .....	53
3.3 Дослідження ферментного препарату целюлолітичної дії на показники якості печива з амарантовим борошном і сумішшю пророщених зерен злакових .....	57
3.4 Дослідження раціональних режимів термооброблення печива .....	63
3.5 Наукове обґрунтування і пояснення результатів проведених досліджень .....	64
Висновки до розділу 3 .....	72
4. Удосконалення технологічної схеми виробництва здобного пісочно-виїмного печива підвищеної харчової цінності з амарантовим борошном, сумішшю пророщених зерен та пониженим цукровмістом і оцінка його якості .....	74
4.1 Визначення органолептичних показників якості здобного печива .....	76
4.2 Розрахунок комплексного показника якості виробів .....	83
Висновки до розділу 4 .....	84
5. Продуктовий розрахунок .....	86
5.1 Розрахунок потужності виробничої потоково-механізованої лінії .....	86
5.2 Розрахунок витрат сировин .....	88
5.3 Розрахунок напівфабрикатів власного виробництва .....	88
5.4 Розрахунок потреби в пакувальних матеріалах і тарі .....	889

5.5 Розрахунок площі складських приміщень .....	90
5.5.1 Розрахунок площ складів сировини у разі тарного зберігання .....	90
5.5.2 Розрахунок складів сировини у разі безтарного зберігання .....	91
5.5.3 Розрахунок площ складів для тари та пакувальних матеріалів .....	92
5.5.4 Розрахунок площ складу готової продукції та експедиції .....	93
Висновки до розділу 5 .....	93
6. Підбір та розрахунок основного технологічного обладнання .....	94
Висновки до розділу 6 .....	96
7. Розрахунок соціально-економічної ефективності технології .....	97
7.1 Розрахунок витрат на виробництво та реалізацію продукції .....	97
Висновки до розділу 7 .....	103
8. Система НАССР, обґрунтування контрольно-критичних точок (ккт) технологічної схеми виробництва печива .....	104
Висновки до розділу 8 .....	110
.....	111
Загальні висновки .....	113
Список використаної літератури .....	113

## Анотація

У даній кваліфікаційній роботі проведено комплекс досліджень по розробленню рецептури та вдосконаленню технології низькокалорійного здобного печива. Основну увагу, приділено вивченню можливості використання амарантового борошна та суміші пророщених зерен, зменшенню кількості цукристої сировини.

Досліджено актуальність проблеми виробництва функціональних борошняних кондитерських виробів в Україні, визначено доцільність використання запропонованої сировини. Встановлено можливість підвищення харчової цінності печива через заміну 85% пшеничного борошна на амарантове борошно та 35% на суміш пророщених зерен. Регулювання структурно-механічних властивостей тіста здійснено за допомогою ферментного препарату Alhamalt HCF. Також здійснено заміну 50% цукрової пудри на водорозчинне харчове волокно – полідекстрозу.

Визначено оптимальні умови для приготування здобного пісочно-виємного печива изначені оптимальні умови для приготування здобного пісочно-виємного печива. Проведено порівняльний аналіз органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних показників якості готової продукції, розраховано її енергетичну цінність, показник глікемічності та комплексний показник якості.

**Ключові слова:** здобне пісочно-виємне печиво, амарантове борошно, суміш пророщених зерен, водорозчинне харчове волокно, полідекстроза, ферментний препарат, енергетична цінність, харчова цінність, показник глікемічності.

### **Annotation:**

In this qualification work, a complex of researches was carried out on the development of the recipe and the improvement of the technology of low-calorie butter cookies. The main attention was paid to studying the possibility of using amaranth flour and a mixture of sprouted grains, reducing the amount of sugary raw materials.

The relevance of the problem of production of functional flour confectionery products in Ukraine was studied, the feasibility of using the proposed raw materials was determined. The possibility of increasing the nutritional value of cookies by replacing 85% of wheat flour with amant flour and 35% with a mixture of sprouted grains was established. Regulation of the structural and mechanical properties of the dough was carried out with the help of the enzyme preparation Alhamalt HCF. Also, 50% of powdered sugar was replaced with water-soluble dietary fiber - polydextrose.

The optimal conditions for the preparation of butter shortbread cookies have been determined. The optimal conditions for the preparation of butter shortbread cookies have been determined. A comparative analysis of the organoleptic, physico-chemical and structural-mechanical quality indicators of the finished product was carried out, its energy value, glycemic index and comprehensive quality indicator were calculated.

**Key words:** butter shortbread cookies, amaranth flour, a mixture of sprouted grains, water-soluble dietary fiber, polydextrose, enzyme preparation, energy value, nutritional value, glycemic index.

## ВСТУП

**Актуальність.** Кондитерські вироби – це харчові продукти, багаті цукром, відомі своєю високою калорійністю та ефективним джерелом енергії для людини. Більшість кондитерських виробів є відносно «бідними» на вітаміни, мінерали та клітковину, оскільки вони виготовляються з сировини, яка має невеликий вміст корисних речовин [1].

На сьогоднішній день, споживання борошняних кондитерських виробів в порівнянні з іншими виробами користується великим попитом в споживачів.

Здобне печиво відноситься до висококалорійних кондитерських виробів, що відзначається значною енергетичною цінністю, в той же час, маючи обмежену фізіологічну та біологічну цінність.

Одним з напрямків розвитку кондитерської промисловості є створення нових дієтично-функціональних виробів зі зниженою калорійністю та підвищеною фізіологічною цінністю, які забезпечують необхідну кількість біологічно активних речовин у щоденному раціоні людини. В сучасних умовах відмічається дефіцит важливих макро- та мікроелементів, що може призводити до зниження імунітету, погіршення стану здоров'я, збільшення кількості захворювань, аких як ожиріння і впливати на якість життя [2].

Збагачення печива амарантовим борошном, сумішшю пророщених зерен, зменшення вмісту цукрів за рахунок внесення водорозчинного харчового волокна, дозволить не тільки розширити асортимент виробів, а й підвищити харчову цінність виробів, при цьому знизити енергетичну цінність за рахунок значного зменшення рецептурної кількості цукру.

Амарантове борошно є цінним джерелом біологічно-активних речовин, що обумовлює його широке застосування при виробництві харчових продуктів, у тому числі борошняних кондитерських, хлібних і макаронних виробів.

Використання амарантового борошна при виробництві здобного пісочно-виємного печива з метою підвищення його харчової цінності, а саме збагачення, вітаміни В1 і В2 А, Е, С, магнієм, скваленом, лінолевою кислотою, Омега-6, великою кількістю холіну, фосфоліпідами, метіоніном та високим вмістом рослинного білка.

Збагачення виробів можливо шляхом внесення біологічно активних добавок, які у своєму складі містять не тільки вітаміни, мінеральні речовини, поліфенольні сполуки, але й активний ферментний комплекс, що здатний впливати на структурно механічні властивості тіста, являється суміш пророщених зерен.

Використання суміші пророщених зерен та водорозчинних харчових волокон у виробках надасть їм не тільки імуностимулюючу та пребіотичну дію, але й знизить енергетичну цінність.

Отже, застосування амарантового борошна, суміш пророщених зерен та водорозчинних харчових волокон у борошняних кондитерських виробках функціонального призначення є актуальним, оскільки виникає потреба у

розробці печива, яке не лише має привабливий вид та смак, але й корисне для здоров'я людини.

Аналіз науково-технічної літератури свідчить, що провідні технології виробництва борошняних кондитерських виробів з амарантовим борошном, пророщеними зернами та водорозчинними харчовими волокнами здебільшого вдосконалені за кордоном. У вітчизняній кондитерській галузі використання таких сировинних компонентів застосовується обмежено.

Враховуючи це, дослідження, спрямовані на створення кондитерських виробів із зменшеною калорійністю, є необхідними, вони можуть служити основою для подальших наукових та практичних вивчень.

### **Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.**

Дослідження проводились відповідно до напрямів науково-дослідної роботи НУХТ «Створення нових ресурсозберігаючих, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності профілактично- лікувального, дієтичного та дитячого харчування з використанням нетрадиційної сировини на основі використання фізичних методів аналізу» і «Розроблення сучасних енерго- і ресурсоощадних технологій та нанотехнологій для виробництва якісних і безпечних харчових продуктів» та держбюджетних тематик кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів «Розробка прогресивних ресурсозберігаючих технологій виробництва кондитерських виробів із використанням нових видів сировини з лікувальними, імуностимулюючими та радіозахисними якостями для всіх груп населення, в тому числі для хворих на цукровий діабет» (ДРН 0101U000723) і «Розробка інноваційних технологій кондитерських виробів спеціального, оздоровчого та дієтичного призначення» (ДРН 0117u003717).

**Мета і завдання досліджень.** Мета роботи - розроблення рецептур і удосконалення технології здобного печива зі зменшеним вмістом цукру, підвищеної харчової цінності. Шляхом внесення на заміну пшеничного борошна борошна амарантового і суміші пророщених зерен, застосування на заміну цукру- полідекстрази.

Відповідно до мети було сформульовано наступні завдання:

- довести актуальність і необхідність розроблення рецептур печива зі зменшеним вмістом цукру; надати теоретичне підґрунтя для необхідності підвищення харчової цінності печива;
- обрати об'єкт досліджень, визначити сировину і збагачувальні добавки, що використовуватимуться в дослідженнях;
- теоретично довести можливість покращення хімічного складу печива шляхом, шляхом внесення запропонованих добавок, визначити предмет досліджень, підібрати необхідні методики;
- експериментально довести можливість використання амарантового борошна на заміну пшеничного в рецептурі здобного печива, визначити оптимальні концентрації;

- експериментально підтвердити можливість введення в рецептуру здобного печива суміш здрібнених пророщених зерен, визначити максимально можливі оптимальні концентрації;

- експериментально визначити максимально можливу кількість цукрової пудри, що можна вилучити з рецептури здобного печива і підтвердити можливість її заміни на водорозчинне харчове волокно – полідекстрозу;

- вивчити органолептичні, фізико-хімічні і структурно-механічні показники якості тіста та готового печива, надати технологічні рекомендації щодо їх покращення до показників якості традиційної продукції;

- науково обґрунтувати вплив макроелементів амарантового борошна, суміші пророщених зерен, полідекстрози і ферментних препаратів на формування структурно-механічних властивостей тіста і інноваційного печива;

- визначити комплексний показник якості інноваційного печива за органолептичними показниками, показниками харчової цінності;

- розрахувати уніфіковані рецептури і удосконалити технологічну схему здобного печива

- розрахувати показник глікемічного індексу, енергетичну цінність і забезпеченість потреби людського організму в хімічних сполуках за рахунок споживання здобного печива та пророщених зерен (інтегрального скору);

- розробити маркування для печива.

**Об'єкт досліджень** – технологія здобного печива.

**Предмет досліджень** – амарантове борошно, суміш здрібнених пророщених зерен, водорозчинне харчове волокно (полідекстроза), їх хімічний склад та функціональні властивості, структурно-механічні характеристики, процес випікання виробу, показники технологічного процесу та якості печива.

**Методи досліджень** – органолептичні, хімічні, фізико-хімічні методи досліджень, методи визначення структурно-механічних властивостей.

**Практичне значення одержаних результатів.**

За результатами роботи підготовлено проект нормативної документації: рецептуру та технологічні інструкції на виробництво здобного печива із зменшеним вмістом цукру, підвищеної харчової цінності. Впровадження у виробництво нових видів виробів допоможе розширити асортимент виробів з корисним впливом на здоров'я, що має вагомий вплив на суспільство.

**Наукова новизна результатів роботи.**

На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено рецептуру і удосконалено технологію здобного печива зі зменшеним вмістом цукру та підвищеною харчовою цінністю шляхом часткової заміни пшеничного борошна на борошно амарантове та суміш пророщених зерен, а також заміни цукру білого- водорозчинним харчовим волокном.

Вперше:

- доведено позитивний вплив внесення 50% борошна амарантового і 35% суміші пророщених зерен на харчову цінність печива, на вміст біологічно активних речовин;

- визначено позитивний вплив ферментного препарату целюлолітичної дії на структурно-механічні властивості тіста із борошном амаранта і сумішшю пророщених зерен, який полягає у планомірному гідролітичному розщепленні харчових волокон борошняної суміші та накопиченні низькомолекулярних з'єднань;

- запропоновано впровадження стадії відлежування тіста при температурі 35°C в технології здобного печива з метою активації ферментативного гідролізу целюлози і її похідних, і, як наслідок, накопичення водорозчинних цукрів, покращення пластифікації напівфабрикату.

# **1. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ І ЗБАГАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА (аналітичний огляд літератури)**

У сучасному світі розвитку харчової промисловості, з особливим акцентом на здоровий спосіб життя, виникає необхідність у вивченні та впровадженні нових підходів до виробництва. Аналітичний огляд сировини та технологічних рішень у кондитерській галузі стає ключовим етапом для розуміння та пристосування до зростаючих вимог споживачів до якості та корисності продуктів. Розглянемо основні тенденції та інновації, які визначають сучасні кондитерські вироби та їх вплив на здоров'я та харчові уподобання споживачів.

## **1.1 Теоретичне обґрунтування необхідності збагачення хімічного складу борошняних кондитерських виробів і зменшення їх енергетичної цінності**

Серед великої різноманітної кількості продукції, що виробляється харчовою промисловістю, особливу увагу слід приділяти кондитерським виробам, які окрім високих якісних характеристик, таких як органолептичні показники, гарна засвоюваність та харчова цінність, повинні сприяти покращенню здоров'я людини [3].

Борошняні кондитерські вироби набувають свою харчову цінність від хімічного складу основної та додаткової сировини. Однак, не всі речовини засвоюються на 100%. Додавання зернової сировини, насіння, фруктово-ягідної сировини (пюре, порошки, підвари) або овочевих добавок, олії з вмістом ненасичених жирних кислот, а також іншої корисної сировини, підвищує фізіологічну цінність.

Кондитерські вироби, можна використовувати для розширення асортименту збагаченням, оскільки сировина, що використовується в цій галузі, містить незначну кількість мінералів і вітамінів, але їх можна відновити шляхом збагачення [4].

Кондитерські вироби - представляють собою харчові продукти, що включають близько 200 різноманітних видів сировини. Це переважно солодкі вироби, які відрізняються приємним солодким смаком, ароматом, привабливим зовнішнім виглядом і високою харчовою цінністю. Їх енергетична цінність коливається в межах від 400 до 2500 кДж на 100 г продукту.

Серед борошняних кондитерських виробів варто відзначити печиво, крекер, галети, пряники, вафлі, торти, тістечка, кекси, рулети та борошняні східні солодощі.

Але найбільш поширеним видом борошняних кондитерських виробів є печиво - висококалорійний продукт крихкої структури та різноманітної форми, порівняно невеликої величини, низької вологості, що і обумовлює

його подовжений термін зберігання. Виготовлений з борошна, цукру, жиру, яєць, молочних продуктів, ароматичних речовин та хімічних розпушувачів. Печиво виробляють переважно з борошна вищого та першого сортів.

Залежно від рецептури і способу приготування печиво поділяють на:

1) Цукрове – має значну пористість, крихкість і високу здатність до набрякання. На поверхні, як правило, нанесений чіткий рисунок. Тісто – пластичне, має легко рвану крихкувату консистенцію, легко формується і зберігає форму.

2) Зтяжне – характеризується шаруватістю, має меншу крихкість, містить менше цукру і жиру, ніж цукрове. Тісто – пружно-еластичне, але в той же час і достатньо пластичне.

3) Здобне (пісочно-виємне, пісочно-відсадне, білково-збивне, бісквітне) – має різну форму, містить велику кількість цукру, жиру і яйцепродуктів. Може мати зовнішнє оздоблення або прошарування з начинки. Тісто – різне за своїми властивостями. Для пісочного – пластично-в'язке.

4) Галети – виробляються із пшеничного борошна з використанням дріжджів і хімічних розпушувачів; без цукру і жиру або з невеликою їх кількістю – до 10 %. Форма переважно квадратна. Застосовуються переважно як заміник хліба. Має шарувату структуру. Тісто – пружно-еластичне в'язке, дріжджове. Легко відновлює попередню форму після механічного впливу.

5) Крекер – сухе печиво, що виготовляється із дріжджового тіста з жиром та з можливим використанням хімічних розпушувачів. Має шарувату та крихку структуру. Тісто пружно-еластичне в'язке, дріжджове.

Технологія виробництва кожного виду печива, галетів і крекерів має свої особливості. Виробництво всіх цих виробів передбачає основні загальні операції: підготовка сировини до виробництва; заміс тіста; формування; випікання; охолодження; пакування.

Введення в рецептуру різних кількостей цукру, жиру та інших компонентів, може вплинути на процес замішування тіста і отримати його з різними фізичними властивостями, такими як плажність чи пластичність. Не менший вплив на фізичні властивості тіста надають кількість води, що вводиться в тісто, температура компонентів, тобто температура при замісі, тривалість замісу. Змінюючи всі ці технологічні фактори (рецептуру і вологість тіста, температуру і тривалість замісу), практично отримують тісто для кондитерських виробів, що мають різні властивості [ 5 ].

Печиво, яке включає в себе велику кількість крохмалю та інших сахаридів г/100 г: від 37 (здобне) до 57 (зтяжне); моно- і дисахариди — від 18 (зтяжне) до 31 (здобне). Масова частка білків становить 7- 10 г/100 г, а жирів залежно від рецептури — від 5 до 35 г/100 г. Енергетична цінність 100 г печива досягає 414—486 ккал. Завдяки високому вмісту вуглеводів, жирів, а також недостатній кількості білків, велика кількість зразків печива не відповідає стандартам нутриціології щодо співвідношення основних поживних речовин [ 6 ].

Для вирішення цієї проблеми і було впроваджено використання добавок, у виробництві печива, що може покращити його хімічний склад та збільшити користь для організму.

Тому, на сьогоднішній день присвячені численні роботи науковців кондитерської галузі, для збагачення хімічного складу борошняних кондитерських виробів та зменшення їх енергетичної цінності кондитерських виробів.

Зернові та зернобобові культури, з яких отримують борошно для виробництва хлібобулочних та кондитерських виробів, є важливою частиною харчування людей, оскільки вони задовольняють щоденні потреби організму.

В таблиці 1.1 наведено порівняльну характеристику хімічного складу різних видів борошна.

Таблиця 1.1 – Порівняльний хімічний склад різних видів борошна (г/на 100 г) [ 7].

Продукт	Вміст вологи	Білок	Жир	Крахмаль	Зола	Калій	Вітаміни, мг					Мінеральні речовини, мг				
							B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	K	Ca	Mg	Fe	I, мкг
Пшеничне борошно шпигот сире*	14.5±0.04	10.3±0.03	0.9±0.03	67.7±0.04	0.3±0.03	0.1±0.01	0.18±0.02	0.06±0.01	1.29±0.1	0.16±0.02	0.03±0.01	176±10	24±1	44±3	2.10±0.08	-
Ячмінне борошно*	14.0±0.04	10.0±0.03	1.6±0.05	55.1±0.2	1.4±0.02	1.5±0.02	0.33±0.01	0.13±0.01	4.48±0.01	0.43±0.07	0.04±0.03	453±3	95±0.2	150±1.6	7.4±0.02	8.9±0.02
Житнє борошно*	14.0±0.04	6.9±0.02	1.1±0.04	63.6±0.1	0.6±0.04	0.5±0.04	0.17±0.05	0.1±0.02	0.99±0.01	0.1±0.01	0.09±0.01	200±1.6	19	25±0.2	3.5±0.2	3.9±0.01
Рисове борошно*	14.0±0.04	7.3±0.01	2.0±0.06	55.2±0.3	4.6±0.03	9.0±0.03	0.34±0.01	0.08±0.02	0.3±0.02	0.54±0.03	0.03±0.02	314	40±0.2	186±0.02	2.09±0.1	2.3±0.2
Кукурудзяне борошно*	14.0±0.01	7.2±0.03	1.5±0.04	68.9±0.03	0.8±0.04	0.7±0.04	0.38±0.05	0.14±0.01	0.21±0.03	0.48±0.05	0.02±0.01	340±3	34±1.6	104±0.2	3.7±0.2	5.2±0.2
Борошно кукурудзяне екстракційне*	9.0±0.01	6.1±0.02	8.1±0.02	70.9±0.03	4.8±0.03	1.0±0.02	0.38±0.01	0.07±0.03	1.1±0.02	0.25±0.01	-	141±1.6	20±0.2	38±1.6	2.7±0.02	-
Амарантове борошно <sup>1</sup>	15.2±0.05	14.8±0.04	1.79±0.06	60.1±0.02	2.7±0.02	4.34±0.03	0.1±0.03	0.19±0.01	1.0±0.03	-	0.04±0.02	52±0.03	215±1.6	30±0.2	2.1±0.2	-
Гречане борошно*	14.0±0.02	11.6±0.01	2.3±0.05	54.9±0.1	1.8±0.02	10.8±0.01	0.3±0.01	0.14±0.02	0.3±0.02	0.34±0.01	0.02±0.03	325±3	70±0.2	258±3	8.2±0.02	5.1±0.2

\*1 досліджуваний зразок.

Саме в роботі Макарова О.В., Іоргачова К.Г вивчалася зміна властивостей цукрового тіста та якості печива при використанні суміші борошна з цільнозмеленого голозерного ячменю та термічно необробленої гречки замість пшеничного борошна. Виявлено, що заміна частки пшеничного борошна покращує фізико-хімічні властивості тіста та підвищує якість печива. Особливо ефективною виявилась суміш борошна з ячменю та гречки у відношенні 75:25, що дозволяє підвищити вміст фізіологічно цінних компонентів у кінцевому продукті, зберігаючи його структурно-механічні властивості [8].

Висновки наукового дослідження Олександра Горобець, Юлії Левченко, Анжели Бородай, підтверджують доцільність використання фруктово-ягідної добавки, а сама пюре з обліпихи у виробництві вівсяного печива та мармеладу. Це сприяє створенню продуктів із покращеною біологічною цінністю, корисних для організму. Аналіз показників якості підтверджує оптимальний вміст пюре з обліпихи в рецепті – 20% для печива та 50% для мармеладу. Дослідженнями визначили закономірності впливу пюре на якість виробів та ефективність у підвищенні їхньої біологічної цінності [9].

Також, в тезі Миколи Петренка досліджується використання овочевої сировини для розробки зтяжного печива дієтично-функціонального призначення та розроблені нові види зтяжного печива, які мають дієтично-функціональні властивості, збагачені вітамінами і мінеральними речовинами. Вживання 100 г такого печива з порошком топінамбура задовольняє добову потребу в інуліні на 30%, а печиво з гарбузовим пюре і шротом гарбузового насіння задовольняє добову потребу в харчових волокнах на 10% [10].

Другою проблемою, яка викликається надмірним вмісту жиру особливо в здобних видах печива, це підвищена енергетична цінність. На сьогодні, печиво є не тільки улюбленими солодощами, а й в багатьох випадках може замінювати швидке харчування, а саме швидким перекусом. Тобто людина споживає у своєму раціоні досить значну частину печива. Тому, печиво може доповнювати список продуктів, які сприяють розвитку такої розповсюдженої хвороби як, ожиріння.

Сучасні люди жодною хворобою не хворіють так часто, як ожирінням. Ожиріння — захворювання, що характеризується надлишком жирової тканини в організмі [11].

За останніми даними ВООЗ оцінює, більше 1 млрд людей у світі які мають зайву вагу. Ця проблема вважається актуальною незалежно від соціальної і професійної приналежності, зони проживання, віку і статі. В економічно розвинених країнах майже 50% населення мають надлишкову вагу, з них 30% страждають ожирінням [12].

Україна — вважається одним із центрів пандемії ожиріння в світі. В Україні в середньому 20% осіб працездатного віку мають ожиріння і 25% — надлишкову масу тіла [13].

Особливу тривогу викликає той факт, що з кожним роком збільшується число дітей і підлітків, які страждають на ожиріння [12].

Людам з надлишковою вагою загрожує більша кількість хвороб, ніж людям з нормальною масою тіла. Абсолютно точно доведено зв'язок між ожирінням і такими загрозливими для життя захворюваннями, як цукровий діабет 2-го типу, артеріальна гіпертензія, атеросклероз, деякі види злоякісних пухлин, порушення репродуктивної функції, захворювання шлунково-кишкового тракту та опорно-рухового апарату.

Ожиріння розвивається внаслідок порушення енергетичного балансу організму, коли надходження енергії з їжею перевищує енергетичні витрати організму.

Останнім часом в багатьох країнах відбулося підвищення рівня життя, що призвело до змін структури харчування. Збільшилось вживання високалорійних продуктів, багатими високим вмістом жиру та з низьким вмістом клітковини. Все це сприяє зайвому споживанню енергії, а значить, і відповідно росту поширення ожиріння серед все більшої кількості людей [12].

Однією з найбільш поширених рекомендацією дієтологів для хворих на ожиріння було зменшити вживання вуглеводів [14]. Це пов'язано, зокрема, з тим, що вуглеводи, серед усіх макронутрієнтів, мають найвищу енергетичну

цінність. Оскільки вуглеводи є ключовим джерелом енергії для організму людини. Загалом від 50 до 70 % калорій людина отримує від вживання вуглеводів. Передача енергії є основною метаболічною функцією вуглеводів. Різні компоненти метаболізму вуглеводів призначені для підтримання, використання та зберігання резервної енергії у формі глюкози в крові та глікогену, який накопичується в тканинах. На підставі багатьох досліджень прийшли до висновку, що зниження маси тіла при використанні дієт із зменшеним вмістом вуглеводів може бути досягнуте за рахунок тривалості дієти й зменшення енергетичної цінності харчових продуктів, а не лише за рахунок зменшення вмісту вуглеводів [15].

Харчова цінність борошняних кондитерських виробів функціонального або дієтичного харчування залежить від їх складу. Направлена зміна харчової цінності борошняних виробів досягається додаванням до їх рецептури корисних складників або вилученням непотрібних компонентів. При розробці борошняних кондитерських виробів функціонального призначення основний акцент робиться на підвищенні вмісту функціональних інгредієнтів та зменшенні енергетичної цінності [16].

Для цього необхідно використовувати у виробництві кондитерських виробів зменшення жирової компоненти (за рахунок введення сировини з подібними до жиру властивостями, але зі зниженою калорійністю) та кількості цукру білого або заміна його на цукрозаамінники з меншою калорійністю. Зменшення калорійності виробів майже на 20% є позитивним [17].

Отже однією з найважливіших соціально-економічних задач харчової промисловості є забезпечення населення здоровим харчуванням, як масового споживання, так і цільового призначення.

Створення нового асортименту продукції із застосуванням інновацій з метою зменшення кількості калорій, підвищенням харчової цінності та удосконаленням структури вважається пріоритетним та перспективним напрямком розвитку кондитерської галузі.

З урахуванням зростання споживання борошняних кондитерських виробів серед населення, одним із напрямів розвитку кондитерської галузі є впровадження рецептур печива з покращеним хімічним складом, збагаченого цінними біологічними речовинами, зменшенням його енергетичної цінності.

## **1.2 Аналіз наукових і практичних розробок щодо використання полідекстрази в борошняних кондитерських виробках українських і зарубіжних вчених стосовно зниження енергетичної цінності печива**

Полідекстроза – це розчинний штучний полімер, який лише частково піддається ферментації мікробіотою кишечника. Харчові виробники привертає його простота та можливість використання в різних сферах [18].

Полідекстроза є полімером глюкози та використовується в харчовій промисловості як заміник цукру та жиру. Завдяки своїм технологічним

властивостям, вона може надавати гарну структуру і солодкий смак виробам. Крім того, полідекстроза володіє низьким глікемічним індексом, що може бути важливим для людей, які слідкують за рівнем цукру в крові. Ця добавка знаходить застосування в різноманітних продуктах, від кондитерських виробів до низькокалорійних і знежирених альтернатив.

Енергетична цінність полідекстрози, яка становить лише 1 ккал/г, робить її привабливою альтернативою, для низькокалорійного виробу, оскільки це в 4 рази менше, ніж у цукру, і в 9 разів менше, ніж у жиру. Її популярність обумовлена також тим, що вона виконує роль поліфункціонального інгредієнта, забезпечуючи при створенні низькокалорійного продукту смак і структуру, ідентичні традиційному продукту [19].

Так, полідекстроза демонструє властивості резистентних полісахаридів, і характеризується середнім ступенем полімеризації. Це сприяє її ролі у підтримці здоров'я шляхом стимулювання росту корисних бактерій у кишечнику і підтримки здорової мікрофлори [20]. Так, полідекстроза входить до категорії харчових волокон, оскільки вона стійка до розщеплення в шлунку, особливо в тонкому кишечнику. Її властивості сприяють збільшенню об'єму кишечника, скороченню часу проходження через кишечник і може впливати на рівень холестерину та глюкози в крові, що відповідає фізіологічному визначенню харчових волокон [20].

Оскільки, полідекстроза доходить до товстого кишечника, відбувається її збродження мікрофлорою кишечника, що призводить до утворення летючих жирних кислот. Цей процес є єдиним джерелом енергії при метаболізмі полідекстрози, і саме через нього обумовлюється її низька калорійність - 1 ккал/г. Також дослідження підтверджує, що полідекстроза сприяє стимулюванню росту біфідобактерій, виявляючи пребіотичний ефект, який виявляється при дозуванні вже 4 г на день [21, 23].

Вона має низький глікемічний індекс, що свідчить про мінімальний вплив на рівень глюкози в крові, і вона засвоюється незалежно від інсуліну. Це робить полідекстрозу прийнятною для споживання людьми, які страждають на цукровий діабет [11].

Полідекстроза, відзначається тим, що зброджується поступово, що не лише покращує її засвоюваність, але і створює позитивний вплив на стан кишечника і організму в цілому порівняно з іншими пребіотиками.

Полідекстроза, завдяки своїй високо розгалуженій структурі, є менш доступним субстратом для мікрофлори кишечника порівняно з іншими пребіотичними волокнами. Це сприяє її поступовій та рівномірній утилізації не лише у верхніх відділах товстого кишечника, але і аж до дистального відділу. Важливо відзначити, що при одноразовому прийомі 50 г полідекстрози не спостерігається небажаних явищ у шлунково-кишковому тракті [24].

Полідекстроза особливо добре працює в харчових продуктах, які вимагають наповнювачів або ті, які традиційно солодкі або багаті жиром.

Вона здатна підтримувати структуру і відчуття у роті, які часто втрачаються в процесі видалення цукру і жиру, щоб зменшити кількість калорій [25].

Поступове ферментаційне перетворення полідекстрази викликає ряд корисних ефектів для кишківника, роблячи її особливо вигідною порівняно з іншими харчовими волокнами. Цей унікальний набір характеристик визначає винятковість полідекстрази серед інших пребіотичних волокон [24].

Виходячи з цього, є необхідність у наукових і прикладних дослідженнях, що спрямовані на створення кондитерських виробів зниженої калорійності.

В роботі Дорохович В. В. «Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю» було проведено дослідження з розроблення борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності. При розробленні кексів, мета досягається шляхом зменшення кількості жиру за рахунок застосування продукту BENEО і цукрозаміника (лактитол), бісквітів і білково-збивного печива — цукрозамінників (лактитол, ізомальтитол, мальтитол, еритритол). Встановлено, що у разі зменшення жиру більш ніж на 30% спостерігається різке зменшення питомого об'єму кексів, застосування лактитолу та зменшення кількості жиру надає виробам статус «зі зниженою калорійністю». Цукрозамінники лактитол, мальтитол, еритритом сприятливо впливають на піноутворення, бісквіти на еритритолі та білково-збивне печиво на лактитолі та ізомальтитолі мають статус «зі зниженою калорійністю».

Метою дослідження є розроблення низки борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності шляхом зменшення жирової компоненти (за рахунок введення сировини з подібними до жиру властивостями, але зі зниженою калорійністю) та кількості цукру білого або заміна його на цукрозамінники з меншою калорійністю. Зменшення калорійності виробів майже на 20% є позитивним [ 26 ].

В роботі Левачева М.А., Шубина О.Т, Кочеткова А.А, Ипатова Л.Г., досліджувався вплив полідекстрази на органолептичні та фізико-хімічні показники, а саме намочуваність та щільність готових виробів, компоненти додавались в рецептуру замість цукру в кількості 15-60% (5, 10, 15 та 20 г полідекстрази на 172 г тіста). Полідекстразу вводили в емульсію, змішуючи спочатку з цукровою пудрою. Зразки, що містять препарат полідекстрази замість 30% кількості цукру, відзначалися найменшою щільністю. Обидва зразки полідекстрази «Litasse» та «Litasse Ultra» здійснювали гарний вплив на структуру печива, оскільки спостерігалось збільшення показника намочуваності всіх зразків печива. Оцінка органолептичних показників готового печива показала відповідність контролю варіантів з 5 та 10 г полідекстрази одного та іншого виду.

Враховуючи сукупність показників якості печива, було обрано препарат «Litasse Ultra» з дозуванням 10г на 150г печива.

Готове печиво в результаті містило в своєму складі 7% полідекстрази, що дає можливість позиціонувати виріб, як збагачений харчовими волокнами.

Також було вивчено можливість заміни борошна полідекстрозою, проводилося дослідження впливу препарату на показники цукрового печива.

Встановлено, що заміна 5% борошна полідекстрозою (5г на 150г печива) значно покращує якісні показники печива. Додаткове збільшення вмісту полідекстрози в рецептурі печива цукрового має негативне відображення на показниках якості готових виробів [ 27 ].

В роботі «Panjagari. nvestigating the effect of resistant starch, polydextrose and biscuit improver on the textural and sensory characteristics of dairy-multigrain composite biscuits using response surface methodology» були проведені дослідження впливу резистентного крохмалю та полідекстрози на фізико-хімічні та органолептичні показники для розробки збагаченого клітковиною низькокалорійного печива.

Було проведено заміну пекарського шортенінгу на полідекстрозу та резистентний крохмаль, як замітник жиру, в кількості від 4,2% до 5,95% від продукту. Резистентний крохмаль був досліджений в різних кількостях 11–22% і 0,04–0,15% від вартості товару відповідно, щоб збалансувати печиво зі зниженим вмістом жиру, оскільки стійкий крохмаль збільшує вміст харчових волокон.

Поточні результати показали, що готове печиво мало на 142,7% більше, загального вмісту харчових волокон, на 35% менше жиру та на 28,25% нижче вміст калорій порівняно з контрольними зразками, але було подібним за органолептичною показниками [28].

Досліджувалося також печиво ротаційного формування з високим вмістом волокна, яке містить інулін і резистентний (стійкий до перетравлювання) крохмаль, що має більш низьку калорійність, вміст жиру і цукру і значний вміст волокон. Інулін і резистентний крохмаль являють собою джерела волокна, які при їх доданні в печиво забезпечують добрий поживний профіль і позитивно впливають на здоров'я.

Було виявлено, що резистентний крохмаль, доданий в печиво, робить його текстуру надмірно м'якою, і смак печива, в залежності від кількості, що використовується, надає надмірну м'якість текстурі і «крохмальний» смак (після смак). Інше джерело волокон, що застосовується в харчових продуктах, може являти собою полідекстрозу. Вона застосовується як агентнаповнювач для заміни цукру або жиру в печиві. Було виявлено, що печиво, одержане з полідекстрозою, має тенденцію до надмірної твердості і крихкості і надмірного збільшення печива в об'ємі при випіканні.

Заміщення до 35% жиру в результаті приводить до одержання продуктів з гарною структурою та хорошими органолептичними показниками, але печиво більш тверде в порівнянні з повно-жировим печивом. Однак кожне з них по суті при 50% заміщеного жиру мало значно більш слабкий смак, недостатнє збільшення печива в об'ємі при випіканні, і більш низьку загальну прийнятність в порівнянні з контрольним печивом. Калорійність печива може становити менше ніж близько 43 ккал на 100 г печива ротаційного формування [29].

Ще одним прикладом дослідження впливу полідекстрази та резистентного крохмалю на здобне печиво зі зниженим вмістом жиру може бути праця Maria Eletta Moriano, Carola Cappa, Cristina Alamprese.

В якій встановлено, оптимізовану часткову заміну жиру на полідекстразу (0–50%) і борошна на стійкий крохмаль, на структуру тіста та якість печива (0–80%). Оптимальні дослідні дані засвідчили високоефективний вплив ( $p < 0,001$ ) експериментальних факторів на структурні властивості тіста, а також на колір, міцність на розрив. З більшою кількістю шортенінгу, спостерігали вищу щільність тіста. Характеристиками якості печива, на які найбільше вплинули шортенінг і заміна борошна, були міцність на розрив і деформація, неоднорідність.

Отримані дані були використані для оптимізації рецептури зі зниженим вмістом жиру на основі таких обмежень: 25–50% скорочення жиру; міцність на розрив 100–160 кПа. Оптимізоване печиво мало ( $17,54 \pm 0,05$  г/100 г жиру), отримане із 46,3 % шортенінгу та 12,5 % заміни борошна, якісні характеристики, подібні до печива ( $31,1 \pm 0,4$  г/100 г жиру) [30].

### **1.3 Актуальність збагачення харчової цінності печива пророслими зернами та амарантовим борошном**

Один із перспективних напрямів у харчовій промисловості полягає в створенні функціональних продуктів харчування. Споживання таких продуктів сприяє надходженню в організм людини біологічно активних речовин, які можуть позитивно впливати на роботу органів чи систему організму людини загалом [31].

Аналіз хімічного складу та харчової цінності борошняних кондитерських виробів свідчить про те, що велика кількість з них не відповідає вимогам нутріціології. Незбалансованість складу цих виробів пов'язана з високим вмістом жирів, вуглеводів, та водночас низьким вмістом білків, харчових волокон, незначених жирних кислот та вітамінів [32].

#### ***1.3.1 Перспектива використання пророщених зерен***

Використання пророщених зерен у рецептурах дозволяє підвищити харчову цінність виробів, забезпечуючи їх імуностимулюючими та пребіотичними ефектами. Водночас, це допомагає зменшити енергетичну цінність шляхом зниження вмісту цукру та жиру.

Вивчення можливостей використання цієї суміші у борошняних кондитерських виробках вимагає особливої уваги, оскільки має вагоме значення у розробленні нового виду печива, яке не лише задовольняє смакові властивості, а й сприяє збереженню користі для здоров'я людини.

На сьогоднішній день, один з самих відомих виробників сумішей пророщених зерен, являється ТОВ «Чойс» ТМ «Добра їжа». Компанія виробляє декілька видів сумішей.

На рисунку 1.1 та 1.2 представлено асортимент сумішей пророщених зерен [33].



Рис 1.1 - Суміш пророщених зерен зерен бобових (нут, маш, соя, сочевиця)



Рис 1.2 - Суміш пророщених зерен (овес, ячмінь, пшениця, кукурудза)

1.1 Енергетична цінність (калорійність) /100 г: 320 Ккал/1341 кДж.

Харчова (поживна) цінність /100 г: білки – 26.1 г, жири – 6.2 г, вуглеводи – 40.0 г [33].

1.2 Енергетична цінність (калорійність) /100 г: 312 Ккал/1307 кДж.

Харчова (поживна) цінність /100 г: білки - 11.1 г, жири – 19.0 г, вуглеводи - 62.5 г [33].

Пророщене зерно пшениці містить незамінні амінокислоти, вітаміни групи В, С, Е та рослинні ферменти. Його біологічна цінність виявляється в нормалізації обмінних процесів, підвищенні фізичної та розумової працездатності, поліпшенні процесів травлення та антиоксидантній дії.

Застосовується у лікувально-профілактичному харчуванні при проблемах шлунково-кишкового тракту, захворюваннях печінки, жовчного міхура, нирок, а також для покращення обмінних процесів при ожирінні та з метою профілактики серцево-судинних і онкологічних захворювань у здорових людей [34].

Пророщене зерно вівса містить легкозасвоювані вуглеводи, високий вміст білка, незамінні амінокислоти, вітаміни (зокрема вітамін Е), мікроелементи та поліфенольні сполуки. Його біологічна цінність виявляється у покращенні обмінних процесів, зниженні рівня холестерину, стимуляції кровотворення, поліпшенні обмінних процесів у м'язі серця, підтримці лактації та сприянні жовчовиділенню [34].

Пророщене зерно ячменю вміщує в собі значний вміст мікроелементів і вітамінів, зокрема з групи В. Його біологічна цінність виявляється у нормалізації обмінних процесів, поліпшенні функції кровотворення та чоловічих статевих залоз, а також у підвищенні імунологічного захисту організму жовчовиділенню [34].

Пророщене зерно кукурудзи містить вітаміни групи В, Е та фітогормони, такі як рослинні андрогени і екстрагени. Його біологічна цінність полягає в покращенні обмінних процесів, наданні загально зміцненої і тонізуючої дії, а також у підвищенні фізичної працездатності, включаючи стимуляцію потенції [34].

Суміш пророслих зерен пшениці, вівса, ячменю та кукурудзи створена з метою підвищення біологічних властивостей продуктів і поліпшення їх харчової засвоюваності.

Тому, основна перевага використання суміші пророщених зерен полягає у підвищенні біологічної цінності продукту. Пророщені зерна містять підвищену концентрацію вітамінів, ензимів та антиоксидантів, що сприяє поліпшенню харчової цінності та позитивно впливає на здоров'я шляхом підтримки імунітету, зменшення впливу вільних радикалів і поліпшення обмінних процесів в організмі.

Пророщені зерна виявляються корисними в різних ситуаціях, а саме:

- При дисбактеріозі кишківника для полегшення травлення.
- У хворих на серцево-судинні захворювання для покращення обмінних процесів у серцевому м'язі.
- У несприятливих умовах для підвищення імунітету.
- Для профілактики онкологічних захворювань і як антиоксидант.
- При інтенсивних фізичних, емоційних або розумових навантаженнях для підвищення працездатності.
- Для профілактики атеросклерозу та нейтралізації холестерину.
- У жінок з недостатньою лактацією для стимулювання виділення молока.
- Для поліпшення функції чоловічих статевих залоз та підтримки потенції.
- При застою в жовчних шляхах для покращення секреції жовчі.
- У випадках хвороб шлунка, кишківника, нирок, анемії, виснаження нервової системи та інших порушень обмінних процесів.
- У комплексній дієті при діабеті, ожирінні, алергіях.
- Для поліпшення стану шкіри, нігтів і волосся.
- Після гострих інфекцій, отруєнь, антибіотиків або хіміотерапії, а також радіаційного впливу.
- При будь-яких порушеннях обмінних процесів в організмі, викликаних фізіологічними факторами або нераціональним харчуванням [35].

Проростання зерна - є біологічним процесом, при якому зерно насичується вологою, що сприяє активізації гідролітичних процесів. Макрополімери білків, крохмалю та полісахаридів перетворюються на амінокислоти, оліго- та моносахариди.

Аналогічний процес відбувається у шлунково-кишковому тракті, де пророщене зерно сприяє розщепленню білків та вуглеводів. Гідроліз крохмалю призводить до утворення декстринів та цукрів, поліпшується перетравлення та смакові якості.

Проростання зерна також включає утворення вітамінів (аскорбінова кислота, ніацин, фолієва кислота, рибофлавін) та харчових волокон. Досліджено різні методи пророщування для підвищення біологічної цінності харчових продуктів [5-36].

Мета пророщування зерен полягає у сприянні синтезу та активізації ферментів, які впливають на перетворення складних речовин, таких як

крохмаль і білок, у більш прості компоненти, такі як мальтоза, глюкоза, декстрини, пептони, пептиди, амінокислоти та інші сполуки. Пророщування також сприяє переходу макро- та мікроелементів у форму, яка легко засвоюється організмом. Кількість цукрів збільшується у 3,5 разів, а крохмалю зменшується на 4-6 %. Мальтоза розпадається на глюкозу, надаючи солодкий смак, це пояснюється тим, що кількість крохмалю в зерні зменшується, а цукрів – збільшується. Також пророщування стимулює біосинтез, продовжуючи утворювати нові речовини, які були відсутні в непророслому зерні. Після пророщування зерно стає легкозасвоюваним продуктом [37].

Білки, які входять до складу зернових солодів, відрізняються за кількісним складом та співвідношенням амінокислот. Найвищий вміст білка спостерігається у пшеничному солоді, особливо з високим вмістом незамінних амінокислот (понад 30% від загальної кількості білка). Борошно солоду пшениці містить 19 амінокислот, включаючи 7 незамінних, таких як валін, лізин, лейцин, ізолейцин, треонін, метіонін і фенілаланін.

Важливо відзначити, що борошно солоду пшениці відрізняється значним відхиленням у кількості та якості вільних амінокислот порівняно з пшеничним борошном вищого класу. Дослідження показують, що 100 г пшеничного борошна містить 124 мг вільних амінокислот, з яких 9 мг є незамінними; в той час як у 100 г борошна солоду пшениці знаходиться 773 мг вільних амінокислот, включаючи 174 мг незамінних. Таким чином, пророщення збільшує кількість вільних амінокислот в 6,2 рази, в той час як незамінні зростають в 19 разів.

Пророщені зерна, також відзначаються значним вмістом вітамінів групи В, С та Е, що визначає їхні біологічні властивості. Під час пророщування зерен пшениці, активність вітаміну Е збільшується в декілька разів, а ферментативний гідроліз сприяє синтезу вітаміну С.

Результати досліджень вказують на зростання вмісту різних вітамінів у борошні з пророщених зерен порівняно з пшеничним борошном. Зокрема, тіамін збільшується у 1,7 рази, рибофлавін – у 2,8 рази, ніацин – у 2,2 рази, а токоферол – у 7,8 разів.

Харчові волокна, які присутні в пророщеному зерні, виконують важливу роль у нормалізації функцій травного тракту та виведенні токсинів з організму. Борошно солоду пшениці, отримане з пророщених зерен, містить значно більше нерозчинних харчових волокон, зокрема целюлози та геміцелюлози, ніж пшеничне борошно.

Мінеральні речовини, такі як фосфор, сірка, та сіль, відіграють важливу роль у різних обмінних процесах в організмі. У борошні з пророщених зерен пшениці також відзначається збільшення вмісту мінеральних речовин, що сприяє покращенню їх біологічної доступності.

Солод злакових культур, зокрема ячменю та пшениці, під час пророщування збільшує активність рослинних ферментів, таких як амілази та протеази. Це поліпшує оцукрювання крохмалю та підвищує його засвоюваність. Вміст цукрів у борошні солоду пшениці перевищує пшеничне

борошно, що може допомогти знизити калорійність печива, замінюючи частину або повністю пшеничного борошна. Такий підхід до використання борошна з пророщених зерен пшениці в сумі здоровою і біологічно цінною сировиною сприяє створенню нового асортименту печива підвищеної харчової цінності [38].

Зразки печива в яких використовувались пророщені зерна відрізняються органолептичними характеристиками, мають більш пористу структуру, щільність виробів знизилася на 45% [39].

Пророщені зерна вівса відрізняються високим вмістом азотистих сполук, які під час пророщування гідролізуються до амінокислот та низькомолекулярних сполук. У борошні солоду вівса та пшениці визначено 18 амінокислот.

Борошно солоду вівса відзначається значно вищим вмістом амінокислот у порівнянні з пшеничним солодом – майже вдвічі загалом та на 1,3 рази за кількістю незамінних амінокислот. При цьому борошно солоду пшениці містить удвічі більше вільних амінокислот загалом та у 2,6 рази за кількістю незамінних.

Пророщені зерна вівса вносять значний вклад у харчову цінність завдяки легкозасвоюваним цукрам та продуктам гідролізу крохмалю. Борошно солоду вівса містить п'ять разів більше цукру порівняно з пшеничним борошном, збагачуючи вироби глюкозою, фруктозою та сахарозою.

Додавання або повна заміна борошна солоду вівса до пшеничного може допомогти зменшити вміст жиру та калорійність виробів, а також збагатити їх поліненасиченими жирними кислотами [40].

У роботі Оболкіної В. І., Скрипко А. П. та Кияниці С. Г. "Здобне печиво функціонального призначення з використанням борошна з пророщеного зерна пшениці та гуміарабіку" проведено аналіз хімічного складу борошна, отриманого з пророщених зерен пшениці, а також вивчено його технологічні характеристики. В результаті досліджень автори зробили висновок про доцільність заміни звичайного пшеничного борошна на борошно з пророщених зерен і використання гуміарабіку для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста. Розроблено технологію, яка включає в себе використання борошна з пророщених зерен пшениці при виготовленні низькокалорійного здобного печива функціонального призначення з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

Дослідження технологічних характеристик борошна з пророщених зерен пшениці показали, що порівняно з пшеничним борошном спостерігалось зменшення кількості клейковини, а також погіршення розтяжності та еластичності. Це пояснюється гідролізом частини гліадину та глютеніну під впливом протеолітичних ферментів під час пророщення зерна, що перетворює їх на водорозчинні низькомолекулярні білки.

Таблиця 1.2 – Показники якості клейковини з борошна пророщеного зерна та борошна пшеничного

Назва зразку	Кількість сирієї клейковини г/100 г	Органолептичні показники	Розтяжність, см	ІДК
Борошно пшеничне	28,5	Клейковина світла, кремового відтінку, еластична, пружна	15,0	70
Борошно з пророщеного зерна	19,2	Клейковина сіруватого відтінку, нееластична, кришиться	7,5	50

Внаслідок аналізу наукових праць встановлено, що поліпшення структурно-механічних характеристик тіста можливо досягти шляхом додавання гуміарабіку. Цей полісахарид виявляє здатність взаємодіяти з борошном пшеничним на рівні міжмолекулярних взаємодій. У зв'язку з цим проведено дослідження впливу гуміарабіку на клейковину борошна солоду пшениці, вносячи його в різних кількостях (від 1,5% до 3,5%) до загальної маси борошна пророщених зерен пшениці.

Таблиця 1.3 – Вплив додавання гуміарабіку на зміну якості клейковини борошна пророщених зерен пшениці

Зразок	Кількість клейковини, г/100 г	Органолептична оцінка	Розтяжність, см	ІДК
Без гуміарабіку	19,2	Клейковина сіруватого відтінку, світла, нееластична	7,5	50,0
Борошно пророщених зерен пшениці з додаванням: 1,5 % гуміарабіку	18,8	Еластична клейковина	8,2	58,0
3,0 % гуміарабіку	18,6		8,6	62,0
3,5 % гуміарабіку	18,6		8,8	62,5

Отримані дані показують, що додавання гуміарабіку дозволило отримати більш розтягну та еластичну клейковину борошна з пророщеного зерна пшениці. Структурні-механічні показники зразків тіста, а також водоутримувальну здатність борошна пророщених зерен визначали на фаринографі.

Таблиця 1.4 – Характеристика фаринограм зразків тіста з борошном солоду пшениці та гуміарабіком

Назва показників	Показники зразків тіста		
	З борошном солоду пшениці	З борошном солоду пшениці і додаванням	
		1,5 % гуміарабіку	3,0 % гуміарабіку
Водопоглинальна здатність, %	54,0	51,8 - 50,9	51,2 - 49,6
Максимальна консистенція тіста ОФ	520	524	528
Час утворення тіста β, хв.	1,0	1,5	1,5
Розрідження, ОФ	140	128	124
Стійкість, хв.	1,2	1,0	1,0
Еластичність тіста, мм	22	28	29,5

Аналіз фаринограм виявив, що додавання гуміарабіку призводить до зменшення водопоглинальної здатності борошна пророщених зерен. Водночас спостерігається збільшення еластичності та зменшення розрідженості у зразках тіста з додаванням гуміарабіку та борошна солоду пшениці. З цього було зроблено висновок, що заміна борошна пшеничного на борошно з пророщених зерен може поліпшити структурні властивості тіста за рахунок гуміарабіку.

На основі результатів досліджень була розроблена рецептура здобного печива, виготовленого з борошна пророщених зерен пшениці та гуміарабіку, що має підвищену біологічну та харчову цінність. Порівняно з контрольним зразком тіста із пшеничного борошна, вміст жиру було зменшено на 25%, а цукру – на 64% [ 38,40 ].

У роботі Оболкіної В. І., Скрипко А. П. та Кияниці С. Г. "Здобне печиво функціонального призначення з використанням борошна з пророщеного зерна пшениці та гуміарабіку" проведено аналіз хімічного складу борошна, отриманого з пророщених зерен пшениці, а також вивчено його технологічні характеристики. В результаті досліджень автори зробили висновок про доцільність заміни звичайного пшеничного борошна на борошно з пророщених зерен і використання гуміарабіку для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста. Розроблено технологію, яка включає в себе використання борошна з пророщених зерен пшениці при виготовленні низькокалорійного здобного печива функціонального призначення з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

Дослідження технологічних характеристик борошна з пророщених зерен пшениці показали, що порівняно з пшеничним борошном спостерігалось зменшення кількості клейковини, а також погіршення розтяжності та еластичності. Це пояснюється гідролізом частини гліадину та глютеніну під впливом протеолітичних ферментів під час пророщення зерна, що перетворює їх на водорозчинні низькомолекулярні білки.

Таблиця 1.5 – Показники якості клейковини з борошна пророщеного зерна та борошна пшеничного

Назва зразку	Кількість сирої клейковини г/100 г	Органолептичні показники	Розтяжність, см	ІДК
Борошно пшеничне	28,5	Клейковина світла, кремового відтінку, еластична, пружна	15,0	70
Борошно з пророщеного зерна	19,2	Клейковина сіруватого відтінку, нееластична, кришиться	7,5	50

Внаслідок аналізу наукових праць встановлено, що поліпшення структурно-механічних характеристик тіста можливо досягти шляхом додавання гуміарабіку. Цей полісахарид виявляє здатність взаємодіяти з борошном пшеничним на рівні міжмолекулярних взаємодій. У зв'язку з цим проведено дослідження впливу гуміарабіку на клейковину борошна солоду пшениці, вносячи його в різних кількостях (від 1,5% до 3,5%) до загальної маси борошна пророщених зерен пшениці.

Таблиця 1.6 – Вплив додавання гуміарабіку на зміну якості клейковини борошна пророщених зерен пшениці

Зразок	Кількість клейковини, г/100 г	Органолептична оцінка	Розтяжність, см	ІДК
Без гуміарабіку	19,2	Клейковина сіруватого відтінку, світла, нееластична	7,5	50,0
Борошно пророщених зерен пшениці з додаванням: 1,5 % гуміарабіку	18,8	Еластична клейковина	8,2	58,0
3,0 % гуміарабіку	18,6		8,6	62,0
3,5 % гуміарабіку	18,6		8,8	62,5

Встановлено, що додавання гуміарабіку дозволило отримати більш розтяжну та еластичну клейковину борошна з пророщеного зерна пшениці. Структурні характеристики зразків тіста, а також водопоглинальну здатність борошна пророщених зерен визначали на фаринографі.

Таблиця 1.7 – Характеристика фаринограм зразків тіста з борошном солоду пшениці та гуміарабіком

Назва показників	Показники зразків тіста		
	З борошном солоду пшениці	З борошном солоду пшениці і додаванням	
		1,5 % гуміарабіку	3,0 % гуміарабіку
Водопоглинальна здатність, %	54,0	51,8 - 50,9	51,2 - 49,6
Максимальна консистенція тіста ОФ	520	524	528
Час утворення тіста β, хв.	1,0	1,5	1,5
Розрідження, ОФ	140	128	124
Стійкість, хв.	1,2	1,0	1,0
Еластичність тіста, мм	22	28	29,5

Аналіз фаринограм виявив, що додавання гуміарабіку призводить до зменшення водопоглинальної здатності борошна пророщених зерен. Водночас спостерігається збільшення еластичності та зменшення розрідженості у зразках тіста з додаванням гуміарабіку та борошна солоду пшениці. З цього було зроблено висновок, що заміна борошна пшеничного на борошно з пророщених зерен може поліпшити структурні властивості тіста за рахунок гуміарабіку.

На основі результатів досліджень була розроблена рецептура здобного печива, виготовленого з борошна пророщених зерен пшениці та гуміарабіку, що має підвищену біологічну та харчову цінність. Порівняно з контрольним зразком тіста із пшеничного борошна, вміст жиру було зменшено на 25%, а цукру – на 64% [ 38,40 ].

У роботі магістранта Вирвихвост Андрій, проводилося випікання та дослідження здобного печива, з використанням суміші пророщених зерен овесу, ячменю, пшениці та кукурудзи. В роботі рекомендовано впроваджувати на підприємствах кондитерської галузі, виріб з 30% пророщеного зерна на заміну борошна.

Додавання суміші пророщених зерен до рецептури печива підняло вміст макро- та мікронутрієнтів. Пророщені зерна також збагатили виріб макро- та мікроелементами. Виріб також став багатшим на незамінні та замінні амінокислоти та поліненасичені жирні кислоти [41].

Літературні джерела підтверджують, що під час пророщування зерна відбувається значне збільшення кількості вітамінів, зокрема групи В. Ці вітаміни відіграють важливу роль у регулюванні обміну мікронутрієнтів та активізації процесів обміну в організмі [42].

### **1.3.2. Перспектива використання амарантового борошна**

Перспективним вважається створення борошняних кондитерських виробів, що містять амарант та продукти його переробки. Борошно з волого-термічно обробленого насіння амаранту надає пряникам приємний смак і аромат, печиву — рівномірну пористість та здатність до намокання [32].

Амарант – широколистяна однорічна трав'яниста рослина 3-4 м висотою з множинними шатковими суцвіттями, які містять насіння [43].



Рис 1.3 - Амарант

Рис 1.4- Амарантове борошно

Вченими доведено, що борошно амаранту містить значну кількість білка, крохмалю, харчових волокон, ліпідів, мінеральних речовин та біоактивних компонентів, які впливають на харчування людей [44].

Амарантове борошно є продуктом переробки зерна амаранту, що використовується для виробництва борошняних кондитерських, хлібних і макаронних виробів [45].

На сьогодні відомо такі ТМ з виробництва амарантового борошна: «ORGANIC COUNTRY», «Сто пудів», «Амарант України»



Рис.1.5 Торгові марки різних виробників амарантового борошна

З літературних джерел відомо, що амарантове борошно має підвищений вміст білка (14-17%), який добре збалансований за амінокислотним складом.

Сумарний білок амаранту складається на 28-35% з незамінних амінокислот, зокрема, лізину майже у 2,5 рази та метіоніну у 1,5 рази більше, ніж у пшеничному борошні. У борошні амаранту містяться білки (16,0 г), вуглеводи (54,5 г), жири (6,5 г), клітковина (0,85 г) та мінеральні речовини (3,6 г). За концентрацією заліза, кальцію і міді амарантове борошно перевершує пшеничне борошно. Маючи високий вміст вітамінів: С, Е, В1В2,

B9, PP, A, D, органічних кислот, стероїдів і фітостероїдів, амарант є перспективною сировиною для раціону людини. Амарантове борошно також є природним джерелом сквалену, антиоксидантні властивості якого вищі, ніж у токоферольних формах вітаміну E [46-49].

Амарант має високу антиоксидантну здатність, завдяки поліфенолам, фітостеролам,  $\beta$ -ситостеролам та амінокислотам, таким як сірковмісні (цистеїн і метіонін), ароматичні (тирозин та триптофан), лізин, гістидин, пролін, гліцин, аланін і треонін. Поліфеноли, такі як ізокверцетин і рутин, фенольні кислоти, сприяють антиоксидантним властивостям амаранту.

Також слід зазначити, що амарант володіє високим вмістом розчинних і нерозчинних волокон, що може сприяти покращенню травлення та регулюванню роботи кишківника. Його вміст у борошні з амаранту може призвести до створення харчових продуктів, які сприяють загальному здоров'ю травного тракту [ 50- 52].

Науковцями у якості сировини було обрано амарантове борошно. Встановлено, що внесення амарантового борошна знижує кількість клейковини та її пружні властивості. Збагачення борошняних кондитерських виробів борошном з насіння амаранту сприяє наданню їм функціональної дії та дає змогу отримати вироби підвищеної харчової цінності з високими споживчими властивостями [53].

В роботі Zlatin Zlatev, Toncho Kolev, Ira Taneva, Stanka Baycheva. Influence of amaranth (*amaranthus spp.*) Flour on the main characteristics of butter biscuits, досліджувалося вдосконалення здобного печива з рослинними добавками, а саме амарантовим борошном.

Здобне печиво містить велику кількість жиру, який підлягає окисленню під час зберігання. Додавання біологічно активних речовин в печиво покращує не тільки фізико-хімічні показники, а також їх органолептичні показники. У цьому дослідженні використовували амарантове борошно для отримання печива, в різних кількостях (5, 10, 15 і 20 %), щоб покращити фізико-хімічні та органолептичні показники.

У результаті проведеного аналізу впливу кількості амаранту на основні характеристика здобного печива, відповідність кількості сировини в даному виробі було визначено, що 20% амарантового борошна покращує фізико-хімічні та органолептичні показники печива. Збільшення додавання амаранту призводить до збільшення коефіцієнт розтікання. З іншого боку, кількість сировини має істотний вплив на зміну температурних втрат. Крім того, збільшена кількість додавання амаранту призводить до зниження вологості печива.

Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення здобного печива з рослинними добавками. Амарантове борошно, завдяки його особливому хімічному складу, в основному вміст харчових волокон, може використовуватися для отримання здобного печива з функціональними властивостями [ 54 ].

В статті Світлани Миколенко, Андрій Захаренко «Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива» досліджувався вплив амарантового і льняного борошна різних видів на споживчі характеристики печива з урахуванням особливостей його рецептури, а саме зтяжного, цукрового, здобного, що обмежує використання біологічно цінних видів нетрадиційної борошняної сировини в кондитерському виробництві [55].

Для розроблення печива використовували базові рецептури печива зтяжного «Зоологічне», цукрового «Привіт» і здобного «До чаю» [56].

Для дослідження впливу амарантового борошна на якість печива з урахуванням аналізу результатів наукових літературних джерел було прийнято використовувати композитну борошняну суміш зі співвідношенням амарантового борошна (АБ) до пшеничного (ПБ) як 1:1, 3:5, 1:3 та 1:7.

Відомо, що основну частку амарантового борошна займають вуглеводи, насамперед крохмаль у кількості 60–65 %, полігональні гранули якого надзвичайно малі (0,75–3 мкм). Гранули амарантового крохмалю утворюються розгалуженим амілопектином і лінійною нерозгалуженою амілозою при співвідношенні від 20:1 до 10:1 [57]. Це значно відрізняється від пшеничного борошна, розміри крохмальних гранул якого варіюють у межах 5–30 мкм, а амілопектин і амілоза співвідносяться між собою від 4:1 до 3:5. Розмір крохмальних гранул негативно корелює з температурою клейстеризації крохмалю, яка становить 66,5–78,4 °С і 54–62 °С для амарантового і пшеничного борошна відповідно [58; 59].

При заміні пшеничного борошна на будь-яке амарантове відбувається суттєве погіршення показників, що не задовольняє встановлені вимоги до виробів. Таке печиво характеризувалось значною твердістю, неприйнятною для споживача. Очевидно, що негативний вплив амарантового борошна на намочуваність пов'язаний з ущільненням печива, зумовленим зниженням частки клейковинних білків у харчових системах з амарантовим борошном, яке не містить клейковини, і відповідним погіршенням якості виробів [60]. Відомо, що для цукрового і здобного печива кращим є знижений вміст клейковинних білків та слабка клейковина [61], тому з урахуванням отриманих результатів досліджень використовувати амарантове борошно доцільно для виробництва саме таких видів печива.

Таблиця 1.8 - Фізико-хімічні показники й органолептична оцінка якості печива з різним амарантовим борошном

Вид амарантового борошна	Співвідношення АБ:ПБ	Вид печива:								
		зтяжне			цукрове			здобне		
		В, %	Н, %	О, бал	В, %	Н, %	О, бал	В, %	Н, %	О, бал
	контроль	6	139	47	5	233	45	6	226	46
АБ – 1	1:1	7	108	46	6	215	47	6	178	46
	3:5	6	112	47	8	212	46	6	193	47
	1:3	7	113	46	7	214	45	5	180	46
	1:7	7	114	45	8	206	45	6	182	45
АБ – 2	1:1	7	108	42	7	230	39	6	190	43
	3:5	7	110	44	6	230	42	6	181	43
	1:3	7	112	47	7	211	42	6	181	46
	1:7	7	118	47	6	215	41	5	179	46

Відмінності в органолептичній оцінці зразків печива з різним амарантовим борошном зумовлені як хімічним складом такого борошна, так і технологією його отримання. Очевидно, що зниження вмісту білків, жирів і зростання частки крохмалю в амарантовому борошні поряд із низькою дисперсністю частинок позитивно позначається на якості цукрового і здобного печива. Враховуючи результати досліджень якості печива різних видів, для збагачення традиційних рецептур здобного та цукрового печива більш доцільним є використання АБ-1:ПБ як 1:1 і 3:5 для цукрового і здобного печива відповідно.

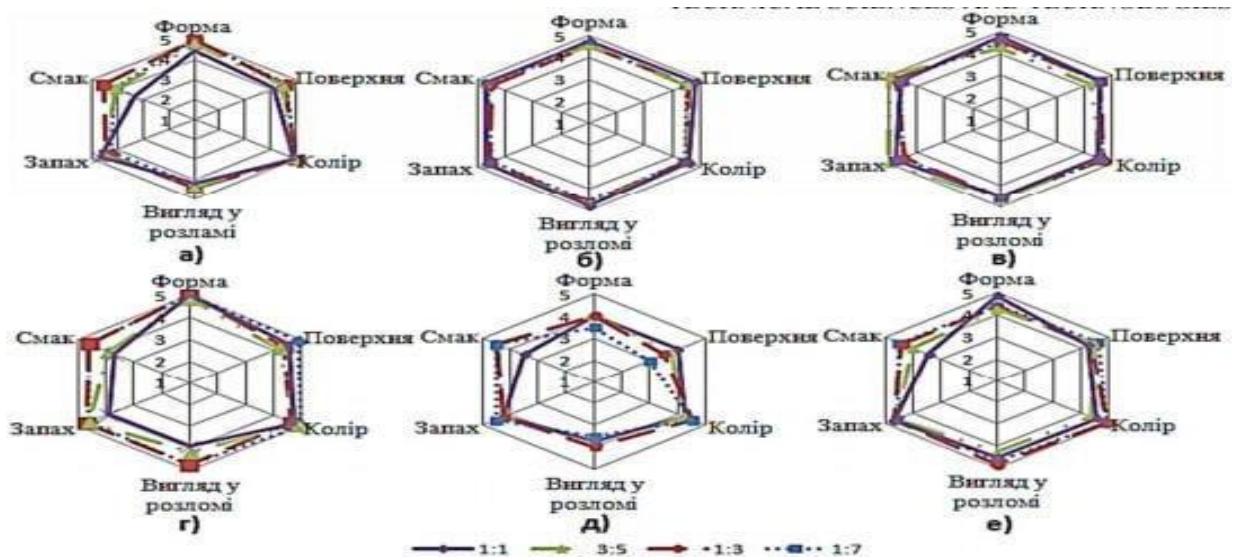


Рис 1.6 Органолептичні профілі печива з АБ:

а-в – 1; г-е – 2; а-г – затяжне; б-д – цукрове; в-е - здобне

Під час дослідження виявлено, що амарантове та льняне борошно відрізняються від пшеничного зменшеною вологістю та збільшеною водопоглинальністю. Це пояснюється адсорбційною здатністю амарантового крохмалю та наявністю льняних полісахаридів. Склад амарантового борошна варіюється залежно від технології переробки зерна. Тонкодисперсне борошно є більш придатним для печива, створюючи необхідну структуру тіста. Використання амарантового борошна корисне для пластично-в'язкого тіста та виробництва цукрового і здобного печива. Змішане печиво із співвідношенням амарантового і пшеничного борошна має привабливий колір, аромат та горіховий смак, перевершуючи традиційне печиво. Додавання гідратованого льняного борошна поліпшує форму та збільшує намочуваність. Це печиво має вищу біологічну цінність та покращений амінокислотний склад. Далі важливим є удосконалення рецептур та розширення асортименту продукції оздоровчого призначення [62].

Також, амарантове борошно було досліджено в роботі Матіящук О.В., Фурманова Ю.П., П'яних С.К., як використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. В роботі показано, що ефективно вносити борошно амарантове у кількості 24,4-29,9%, що забезпечує відмінні органолептичні та фізико-хімічні показники готових виробів.

З таблиці видно, що амарантовий бісквіт має менше білків і жирів, але більше вуглеводів. Загалом, співвідношення білків, жирів і вуглеводів у бісквіті з амарантового борошна наближається до оптимального, а саме співвідношення білків : жирів : вуглеводів = 1:1:4.

Таблиця 1.9 - Показники харчової цінності амарантового бісквіту

Показники	Бісквіт основний	Бісквіт амарантовий з заміною 25% пшеничного борошна	Бісквіт амарантовий
Білки, г	8,96	9,35	9,9
Жири, г	5,93	7,16	8,8
Вуглеводи, г	59,9	57,79	52,6

Профілограма якості бісквітного напівфабрикату наведена на рис.1.7.

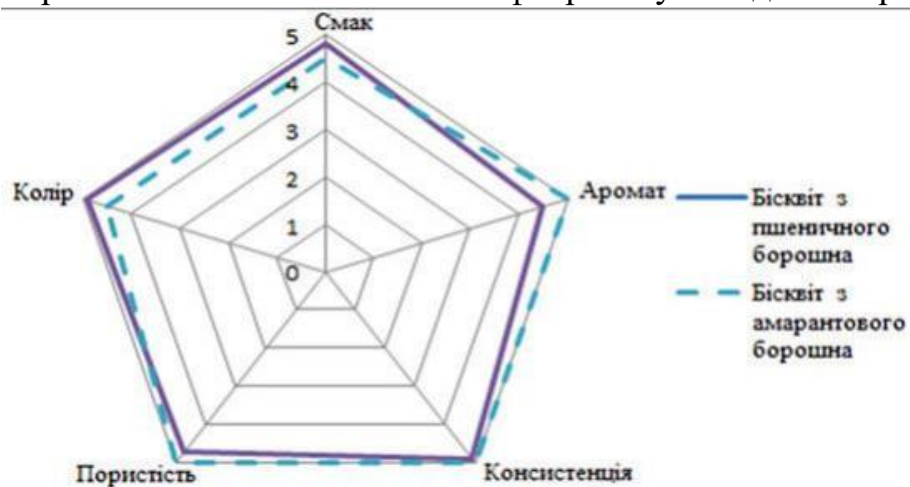


Рис 1.7 Профілограма якості

Отримані органолептичні властивості свідчать, що бісквіт із амарантового борошна має більш рівномірну, тонкостінну і еластичну м'якушку в порівнянні з контрольним зразком [63].

### Висновки до розділу 1

1. За аналітичним оглядом літератури встановили, що актуальною проблемою кондитерської галузі є обґрунтування необхідності зменшення енергетичної цінності кондитерських виробів.

2. Використання амарантового борошна, пророщених зерен та водорозчинних харчових волокон, зокрема полідекстрози, в Україні для виробництва борошняних кондитерських виробів, таких як печиво, відкриває перспективи у створенні продуктів з дієтичним, профілактичним і лікувальним впливом.

3. Виготовлення борошняних кондитерських виробів із застосуванням пророщених зерен та водорозчинного харчового волокна – полідекстрози, є важливою, але поки що недостатньо вивченою темою в Україні. Додаткові дослідження можуть сприяти розвитку цієї галузі технології та впровадженню нових, корисних продуктів на ринок.

## 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика сировини для досліджень

Об'єктом дослідження є технологія виробництва здоного печива з використанням амарантового борошна, суміші пророщених зерен та водорозчинного харчового волокна - полідекстрози.

При проведенні досліджень було використано такий перелік сировини:

- борошно пшеничне вищого сорту (ГСТУ 46.004-99);
- амарантове борошно (виробник ТОВ «Органік Ойлз», Україна, м.Івано-Франківськ)
- цукрова пудра (ДСТУ 4623:2006);
- масло вершкове (ДСТУ 4399:2005);
- сода (ГОСТ 2156-76);
- сіль (ДСТУ 3583:2015);
- вуглеамонійна сіль (ГОСТ 9325-79);
- суміш здрібнених пророщених зерен (виробник ТОВ «Чойс», Україна, м. Київ);
- полідекстроза (виробник м.Китай)

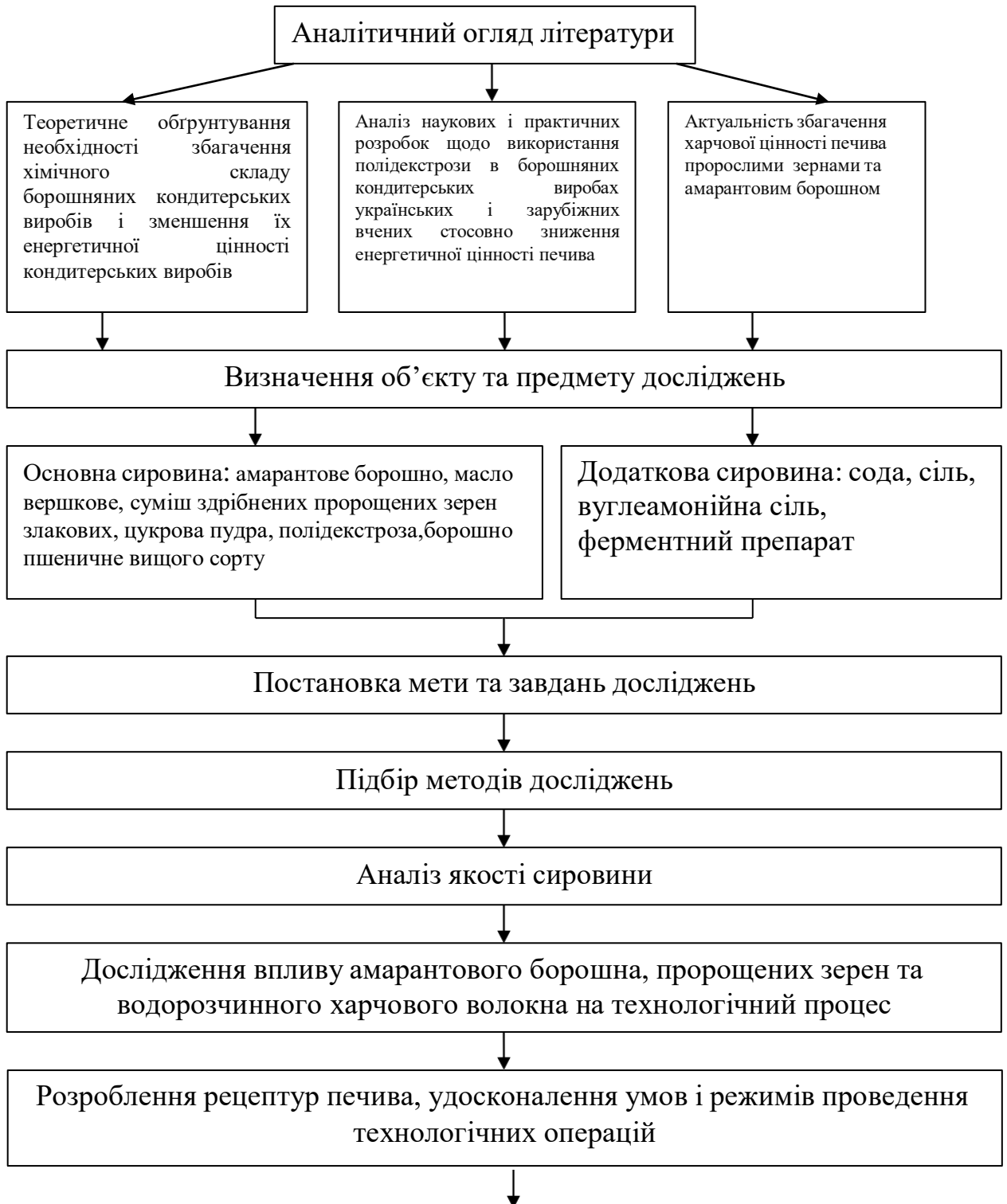
Показники якості сировини, що використовувалася для проведення досліджень, наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Показники якості сировини

Сировина	СР, %	Органолептичні показники якості			
		Консистенція	Колір	Запах	Смак
Амарантове борошно	92,40	Порошок	Кремовий	Зерновий	Властивий
Борошно пшеничне вищого сорту	85,5		Білий	Без запаху, властивий даному виду сировини	Властивий
Цукрова пудра	99,85				Солодкий
Сода	50,0				-
Вуглеамонійна сіль	-				-
Сіль	96,50				Солоний
Суміш подрібнених пророщених зерен	92,0		Сірий з жовтим відтінком	Зерновий	Притаманний
Полідекстроза	96,0	Білий	Без запаху	Нейтральний	
Масло вершкове	84,0	Пластична	Світло-жовтий	Вершковий	Вершковий

## 2.2. Методологія досліджень

Дослідження проводились згідно блок-схеми, що приведена на рис. 2.1.



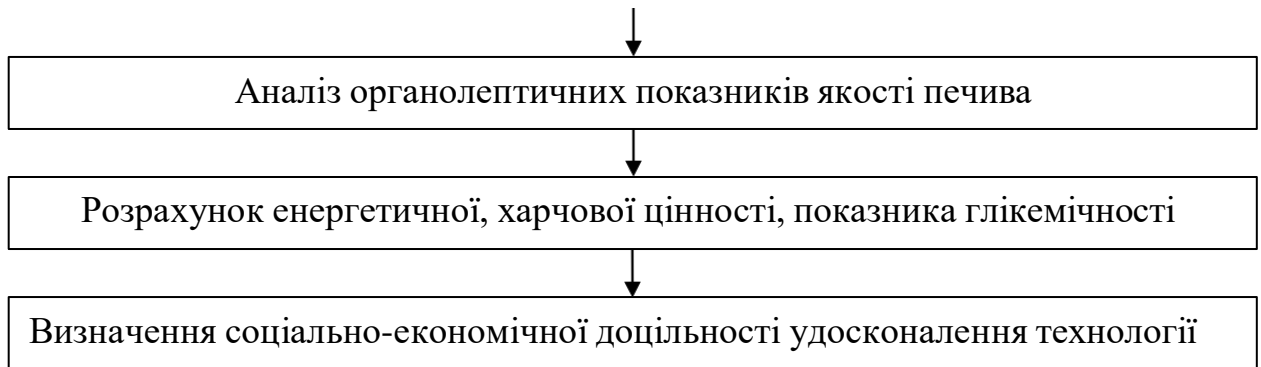


Рисунок 2.1. Блок-схема проведення досліджень

Всі експериментальні дослідження проведено на базі кафедри технології хлібопекарських та кондитерських виробів.

Приготування здобного печива здійснювалось за традиційною рецептурою «Кримулда», дослідні зразки, за рецептурою в таблиці 2.2. У дослідженнях було використано 5 зразків:

- зразок № 1 (контроль) – рецептура здобного пісочно-виїмного печива
- зразок № 2 – борошно пшеничне 50 % + амарантове борошно 50 %;
- зразок № 3 – борошно пшеничне 50 % + амарантове борошно 50 % + суміш пророщених зерен злакових 35 %;
- зразок № 4 – борошно пшеничне 50 % + амарантове борошно 50 % + суміш пророщених зерен злакових 35 % + полідекстроза (на заміну цукрової пудри) 50%;
- зразок №5 після години ферентації при температурі 35°C - борошно пшеничне 50 % + амарантове борошно 50 % + суміш пророщених зерен злакових 35 % + полідекстроза (на заміну цукрової пудри) 50%+ферментний препарат Alhamalt HCF (0,9 г на 100кг)

Контрольний зразок печива включав цукрову пудру, вершкове масло, розпушувачі і борошно пшеничне. Насамперед, частину, а саме 50 і 50 % борошна пшеничного було замінено на амарантове борошно, потім частину пшеничного борошна, а саме 15% : 35% суміш пророщених зерен, а також цукрова пудра 50% на 50% замінена на полідекстрозу, додано також ферментний препарат, для покращення структури тіста, таблиця 2.2

Таблиця 2.2 – Таблиця рецептур здобного пісочно-виїмного печива «Кримулда» (контроль) та зразки

Найменування сировини	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Борошно пшеничне вищого сорту	64,8	32,4	10,0	10,0	10,0
Амарантове борошно	-	32,4	32,4	32,4	32,4
Пророщене зерно злакових	-	-	22,4	22,4	22,4
Полідекстроза	-	-	-	10,7	10,7

Продовження таблиці 2.2

Найменування сировини	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Масло вершкове	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Сіль	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Сода	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Вуглеамонійна сіль	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
Ферментний препарат Alhamalt HCF	-	-	-	-	0,0006
Всього	114,487				

Технологічна схема традиційного виробу включала в себе: підготовку сировини, замішування тіста, формування тістових заготовок, випікання та охолодження.

Підготовка сировини здійснювалась згідно технологічної інструкції [64].

Масло вершкове, цукрову пудру, сіль завантажували в збивальну ємність і збивали протягом 5-7 хв до утворення пишної однорідної пухкої маси з повним розчиненням цукру і солі, додавали розпушувачі (сода, вуглеамонійна сіль), перемішували 30 с і всипали борошно. Замість тіста здійснювали 3-5 хв. Після чого тісто розкачували в пласт товщиною 4-5 мм та за допомогою металевих виїмок формували заготовки печива.

Відформоване печиво викладали на листи і піддавали термообробленню (випіканню-сушінню) в печі за температури 180°C протягом 5-6 хв.

В дослідних зразках варіювали кількість пшеничного борошна, цукрової пудри залежно від поставлених завдань. Умови випікання підбирали згідно формування органолептичних показників печива в процесі випічки. Особливості замішування технологічного процесу для отримання дослідних зразків описано в підрозділах експериментального блоку.

### **2.3 Методи оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції**

#### ***Контроль якості сировини.***

В технології здобного печива використовувалась, така, борошняна сировина, амарантове борошно, пшеничне борошно, суміш пророщених зерен, що потребує додаткових дослідів, для отримання печива з хорошими показниками.

Тому ми досліджували: водоутримувальну здатність компонентів, клейстеризацію крохмальних зерен сировини, температуру кипіння крохмальних зерен, мікроскопічно розглянули крохмальні зерна сипкої сировини в спокійному стані та після денатурації.

*Визначення водоутримувальної здатності борошна та борошняних сумішей*

В зважену центрифугувальну пробірку поміщали 1 г борошна (борошняної суміші), додавали 10 см<sup>3</sup> дистильованої води, перемішували суспензію паличкою 1 хв, залишали для набухання на 60 хв. Після витримання протягом 60 хв проводили центрифугування протягом 10 хв при 6000 об/хв.

Після центрифугування зливали неадсорбовану воду і розраховували ВУЗ, % за формулою 2.1 :

$$\text{ВУЗ} = ((M_2 - M_1) / M_n) * 100, \% \quad (2.1)$$

Де  $M_2$ - маса центрифугувальної пробірки з наважкою після центрифугування і злиття води, г;  $M_1$  – маса центрифугувальної пробірки з наважкою в сухому вигляді, г;  $M_n$  - маса наважки (близько 1 г)

*Визначення клейстеризації крохмальних зерен*

При нагріванні у воді крохмальної суспензії нативна структура крохмальних зерен руйнуються, зерна поглинають велику кількість води і утворюється клейстер.

Для дослідження якості клейстеризації борошняної сировини у термостійку лабораторну склянку зважували 1г, додавали 100 мл дистильованої води, ретельно перемішували і нагрівали при вимірюванні температури. У дослідженні визначали температуру кипіння крохмального клейстеру і зміну форми крохмального зерна під мікроскопом.

*Визначення форм крохмальних зерен борошняної сировини під мікроскопом*

На предметне скло наносили невелику краплину охолодженої крохмальної суспензії, забарвлювали її розчином йоду, накривали покривним скельцем і розглядали під мікроскопом зі збільшення 400 разів.

Для встановлення змін що відбулись при клейстеризації з крохмальними зернами під мікроскопом розглядали препарати сухої борошної сировини. Для цього на предметне скло наносили сухий продукт, додавали дистильовану воду, забарвлювали розчином йоду, накривали покривним скельцем і розглядали під мікроскопом.

***Контроль якості напівфабрикатів.***

У технології здобного печива контролюється масова частка вологи тіста, його густина, масова частка цукру, пружно-пластичні властивості тіста.

*Масову частку вологи* визначали експрес-методом на приладі Чижової. Попередньо виготовляли 2 паперові пакети, які просушували у приладі Чижової за температури 160 °С протягом 3 хв., охолоджували в ексикаторі 3 хв. та зважували. Далі поміщали в них наважки тіста по 5 г кожна з відхиленням не більше 0,01 г (проводили два паралельних визначення). Пакети закривали та розміщували у приладі для висушування за температури 160 °С на 5 хв. Після висушування пакети охолоджували в ексикаторі та зважували.

Масову частку вологи  $W, \%$ , розраховуємо за формулою 2.2:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (2.2)$$

де  $m_1$  – маса наважки до висушування, г;  $m_2$  – маса наважки після висушування, г.

Густину визначали методом, що ґрунтується на вимірюванні об'єму рідини, витісненої при зануренні в неї наважки досліджуваного продукту.

Густина визначаємо методом З. З. Степанович. Циліндричну місткість об'ємом близько  $50 \text{ см}^3$  повністю заповнюємо водою і зважуємо на технічних вагах. Дослід повторюється не менш трьох разів, після чого обчислюється середнє арифметичне. Після визначення об'єму в ту саму місткість вносили досліджуване тісто так, щоб у нього не потрапило повітря. Увесь об'єм стаканчика повинен бути заповненим кондитерською масою. Ножем чи шпателем зчищається надлишок маси і зважується посудина. Проводили не менше трьох визначень і беремо середнє арифметичне. Зважували на технічних вагах з точністю до  $0,01 \text{ г}$ .

Густина маси  $\rho, \text{ кг/м}^3$ , розраховуємо за формулою 2.3:

$$\rho = \frac{g_2 - g_1}{V} \quad (2.3)$$

де  $g_1$  – маса порожнього стаканчика, кг;  $g_2$  – маса стаканчика з досліджуваним напівфабрикатом, кг;  $V$  – об'єм води в стаканчику, в якому проводили визначення,  $\text{см}^3$ .

Визначення пружно-пластичних властивостей тіста здійснювали за допомогою структурометра С-1.

Принцип дії приладу заснований на вимірюванні механічного навантаження на насадці при впровадженні його з заданою швидкістю в підготовлену пробу продукту. Досліджуваний пластичний продукт (тісто) поміщали у камеру, яку встановлювали на рухомий столик. Столик, за допомогою електро-двигуна, піднімає камеру з матеріалом до стикання з диском з конструктивного матеріалу. Вантаж потрібний для створення напруження попереднього контакту. Через певний час контакту столик камерою опускається. Навантаження відриву диску через шток передається тензометричній балці. Встановлювали вимірювальну головку на штангу і фіксували її за допомогою гвинта.



Рис. 2.5.7. Електронний структурометр С-1:

- 1 – блок керування;
- 2 – вертикальна штанга; 3, 5 – гвинти;
- 4 – вимірювальна головка;
- 6 – змінний робочий інструмент;
- 7 – столик; 8 – бюкса зі зразком

Встановлювали наступні значення величин : зусилля торкання  $F_0 = 0,5 \text{ Н}$ ; швидкість переміщення столика  $v = 100 \text{ мм / хв}$ ; максимальне зусилля, до якого буде навантажуватися проба в ході експерименту,  $F = 20 \text{ Н}$ .

Після натискання кнопки «Старт» столик рухається із заданою швидкістю. Відлік переміщення починається з моменту руху. Після того як

переміщення досягне заданого значення Н, столик зупиниться. Дається короткий звуковий сигнал. Починається відлік паузи. Через деякий час стіл починає рухатися вниз з максимальною швидкістю у вихідне положення. На індикатор виводиться значення максимального зусилля та час руху столика вгору та значення максимального зусилля шд час руху столика вниз.

Записали значення F і Н рівновіддалених точок кривих навантаження та розвантаження всіх дослідних зразків.

*Масову частку цукру визначали йодометричним напівмікрометодом.*

Попередньо провели розведення оскільки використовуємо витяжку з високою масовою часткою цукру, беремо її у кількості 1 см<sup>3</sup> і розводимо 20 см<sup>3</sup> води.

У конічну колбу об'ємом 50 см<sup>3</sup> відміряли 3 см<sup>3</sup> витяжки та 1 см<sup>3</sup> 6,9 %-го розчину сульфату міді. До витяжки додали 1 см<sup>3</sup> лужного розчину калію-натрію виннокислового, кип'ятили 2 хв від моменту закипання, охолоджували на водяній бані до кімнатної температури. Титрування надлишку окисненої міді проводили наступним чином. До 1 см<sup>3</sup> 30 %-го йодистого калію додали 1 см<sup>3</sup> 25 %-ої сірчаної кислоти і титрували йод, що виділився, 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчином тіосульфату натрію до світло-жовтого забарвлення, потім додали 3-4 краплі 1 %-то розчину крохмалю і продовжували титрування до знебарвлення розчину. За таких самих умов титрують 3 см<sup>3</sup> дистильованої води.

Різниця результатів титрування в контрольному досліді та при визначенні цукру у витяжці, помножена на поправку до титру, показує кількість відновленої міді, виражену у см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм розчину тіосульфату натрію.

Для встановлення титру розчину тіосульфату натрію у колбу з притертою пробкою чи в звичайну колбу, що закривається годинниковим склом, з бюретки або піпеткою прилили точно 20 см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчину біхромату калію, доливали водою приблизно до 100 см<sup>3</sup>, додали при розмішуванні 4 см концентрованої сірчаної кислоти та 4 см 30 %-го йодистого калію. Колбу закривали пробкою або склом і залишали у темному місці на 2-3 хв, потім титрували розчином тіосульфату натрію, весь час інтенсивно перемішуючи, поки коричневий колір розчину не перейде у світло-жовтий, додають 1 см<sup>3</sup> 1 %-го розчину крохмалю і продовжували титрувати до зникнення синього забарвлення та переходу його в зеленувате.

Масову частку цукру, X, % на СР, розраховуємо за формулою 2.4:

$$X = C * K_{\text{ц}} * 100 * 100 / G * (100 - W) \quad (2.4)$$

де С - різниця у кількості точно 0,1 моль/дм<sup>3</sup> розчину тіосульфату натрію, що пішов на титрування в контрольно-му досліді та визначенні; К- коефіцієнт перерахунку на даний вид цукру; G - маса речовини у взятій на визначення витяжці, мг; W - вологість напівфабрикату, що аналізується, %.

***Визначення якості готових виробів.***

Згідно з ДСТУ 3781:2014 якість печива оцінюється за такими органолептичними показниками, як форма, стан поверхні, колір, смак і запах,

вид в розломі та фізико-хімічними показниками (масовою часткою вологи, лужністю, намочуваністю, упіканням, визначенням оптимальної температури випікання).

*Масову частку вологи* визначали методом прискороного висушування в СЕШ.

Для визначення вологості із середньої проби виділяли близько 30 г і розмелювали. З різних місць відбирали порції помелу в попередньо висушений і зважений бюкс, доводячи масу до  $5 \pm 0,01$  г. Дослід проводили з двома паралельними пробами.

Сушильну шафу нагрівали до температури  $130^{\circ}\text{C}$  і поміщали в нього бюкси з наважкою (кришки підкладають під бюкси) висушували протягом 40 хвилин, потім бюкси щипцями вийняли із шафи, закриваючи кришками, охолоджували в ексикаторі протягом 20-30 хвилин і зважували з точністю до 0,01 г. Масову частку вологи визначають за формулою 2.2.

*Визначення лужності печива.*

25 г подрібненого печива поміщали у конічну колбу місткістю  $500\text{ см}^3$ , доливали дистильовану воду з мірної колби місткістю  $250\text{ см}^3$ , збовтували, закриваючи колбу пробкою і залишаючи на 30 хв, кожні 10 хв збовтуючи. Вміст колби фільтрували крізь вату в суху колбу.  $50\text{ см}^3$  фільтрату наливали у конічну колбу місткістю  $200\text{—}250\text{ см}^3$ , додаючи 2—3 краплі індикатора бромтимолового синього і титрували  $0,1\text{ моль/дм}^3$  розчином сульфатної або хлоридної кислоти до появи жовтого забарвлення.

*Визначення намочуваності печива.*

Металеві сітки з розміром отворів не більше  $2\text{ мм}^2$ , спеціально призначені для визначення намочуваності, занурювали у воду на 30 с, після чого зовнішню поверхню сітки протирали тканиною та зважували з точністю 0,01 г. Попередньо зважене печиво поклали у металеві сітки та занурили у воду на 3-4 хв. Сітки з печивом вийняли з води, та витримали близько 30—40 с для видалення залишку води, ретельно протерли ззовні фільтрувальним папером і зважили.

Показник намочуваність печива розраховували за формулою 2.5:

$$H = (M_k - M_{п}) \cdot 100 / (M_c - M_{п}) \quad (2.5)$$

де  $H$  - намочуваність виробів, %;  $M_{п}$  - маса порожньої сітки після занурення у воду та витирання зовнішньої сторони, г;  $M_c$  - маса сітки із сухим печивом, г;  $M_k$  - маса сітки з намоченим печивом, г.

*Визначення показника упікання готової продукції.*

Упікання характеризує масової втрати виробу під час термооброблення. Визначали за різницею мас тістових заготовок та гарячого виробу (печива).

Розраховували показник упікання,  $U$ , %, за формулою 2.6:

$$U = (M_{дв} - M_{пв}) \cdot 100 / M_{дв} \quad (2.6)$$

де  $M_{дв}$  – маса тістової заготовки до випікання, г;  $M_{пв}$  – маса після випікання, г.

Інтегральний скор та енергетичну цінність визначали стандартним розрахунком за методиками, викладеними в лабораторному практикумі для кондитерських виробів і харчоконцентратів [65].

Енергетичну цінність розраховували за формулою:

$$E_{\text{ц}} = (4,0 \cdot B + 9,0 \cdot Ж + 4,0 \cdot В) \quad (2.7)$$

де  $B$  – кількість білків у 100 г виробу;  $Ж$  – кількість жирів у 100 г виробу;  $В_{\text{пс}}$  – кількість вуглеводів (полісахаридів) у 100 г виробу;  $В_{\text{мдс}}$  – кількість вуглеводів (моно- та дисахаридів) у 100 г виробу; 4,0; 9,0; 2; 4 – коефіцієнти енергетичної цінності білків, жирів, вуглеводів (полісахаридів), вуглеводів (моносахаридів).

Розрахунок інтегрального скору проводили за наступними формулами:

$$I_{\text{Нбілки}} = \frac{G_{\text{б}}}{D_{\text{б}}} \cdot 100\% \quad (2.8)$$

$$I_{\text{Нжири}} = \frac{G_{\text{ж}}}{D_{\text{ж}}} \cdot 100\% \quad (2.9)$$

$$I_{\text{Нвуглеводи}} = \frac{G_{\text{в}}}{D_{\text{в}}} \cdot 100\% \quad (2.10)$$

де  $G_{\text{б}}$ ,  $G_{\text{ж}}$ ,  $G_{\text{в}}$  – кількість білків, жирів та вуглеводів в 100 г досліджуваного продукту;  $D_{\text{б}}$ ,  $D_{\text{ж}}$ ,  $D_{\text{в}}$ , – добова потреба в білках, жирах та вуглеводах, що залежить від віку, статі та фізичного навантаження.

Показник глікемічності визначали математичним розрахунком з урахуванням поіменної кількості вуглеводів у 100 г готового продукту та їх глікемічного індексу [66].

Розрахунок глікемічності проводили за формулою:

$$\Gamma = 1,0 \times K_1 + 0,2 \times K_2 + 1,05 \times K_3 + 0,6 \times K_4 + 0,7 \times K_5 \quad (2.11)$$

де 1,0; 0,2; 1,05; 0,6; 0,7 – коефіцієнти глікемії, які відповідають числу глікемічних одиниць при споживанні відповідно по 1 г глюкози, фруктози, мальтози, сахарози, крохмалю.

$K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$  – кількість (г) глюкози, фруктози, мальтози, сахарози, крохмалю, що містяться в 100 г досліджуваного продукту.

Оцінку ефективності удосконаленої рецептури здобного печива проводили порівнянням комплексних показників якості та харчової цінності, показника енергетичної цінності, глікемічний індекс, що визначали за формулою:

$$P_0 = M_1 \left( M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^6} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^6} + M_{13} \frac{P_{13}}{P_{13}^6} \right) + M_2 \left( M_{221} \frac{P_{221}}{P_{221}^6} + M_{222} \frac{P_{222}}{P_{222}^6} + M_{223} \frac{P_{223}}{P_{223}^6} \right) + \left( M_{224} \frac{P_{224}}{P_{224}^6} + M_{225} \frac{P_{225}}{P_{225}^6} + M_{226} \frac{P_{226}}{P_{226}^6} + M_{227} \frac{P_{227}}{P_{227}^6} \right) + M_3 \frac{P_3}{P_3^6} + M_4 \frac{P_4}{P_4^6} \quad (2.12)$$

де:  $P_0$  – комплексний показник якості та відносний показник ефективності удосконаленої рецептури ;  $M_1$  – відносний комплексний показник якості готового виробу;  $M_2$  – відносний комплексний показник харчової цінності;  $M_3$  – відносний показник енергетичної цінності;  $M_4$  – відносний показник собівартості продукції;  $P_{1..n}$  – диференційні показники властивостей розробленого зразка;  $P_{1..n}^b$  – диференційні показники властивостей базового зразка (контроль);  $M_{1..n}$  – показники вагомості.

### **Висновки до розділу 2**

1. Наведено показники якості сировини, що використовуються під час дослідження. Розроблено блок-схему проведення досліджень.

2. Підібрано методики визначення якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції, а також методи обробки експериментальних даних.

### **3. ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУР ЗДОБНОГО ПЕЧИВА ПОНИЖЕНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ І ЗБАГАЧЕНОГО АМАРАНТОВИМ БОРОШНОМ ТА СУМІШШЮ ПРОРОЩЕНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР**

Збагачення хімічного складу здобного печива амарантовим борошном та сумішшю пророщених злакових культур, потребує докладних експериментальних досліджень, щодо зміни органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних показників якості як напівфабрикатів, так і готової продукції. Тому, всі дослідження було поділено на декілька напрямів.

Насамперед, визначили максимально можливі кількості збагачувальних інгредієнтів, які можна ввести на заміну борошна пшеничного. Це стосується визначення максимально можливої кількості амарантового борошна та суміші пророщених злакових культур.

На другому етапі, оцінювали зміни якості печива при зменшенні рецептурного вмісту цукрової пудри, а також вплив полідекстрази, введеної на заміну цукру, на якість тіста.

На третьому етапі, обґрунтовували доцільність введення ферментного препарату Alhamalt HCF, для регулювання структурно-механічних властивостей тіста та готової продукції.

Для пояснення технологічних результатів, проведено низку наукових досліджень, щодо стану білково-протеїназного і вуглеводно-амілазного комплексів.

#### **3.1 Дослідження впливу амарантового борошна і суміші пророщених злакових культур на показники якості тіста та готової продукції**

Для досліджень використана традиційна рецептура здобного пісочно-виїмного печива «Кримулда» [ 67 ].

Встановлювали максимальну можливу кількість заміни пшеничного борошна на амарантове. У дослідних зразків використана заміна 30%, 50%, 70%, 100% пшеничного борошна.

Технологія приготування здобного пісочно-виїмного печива здійснюється за описом, наведеним в розділі 1.2.2.

На рис 3.1-3.10 та в таблиці 3.1 представлені органолептичні показники тіста та печива різної концентрації амарантового борошна на заміну пшеничного.



Зразки тіста



Зразки печива

**(контроль)**



Зразки тіста



Зразки печива

**(30% амарантового борошна)**



Зразки тіста



Зразки печива

**(50% амарантового борошна)**



Зразки тіста



Зразки печива

**(70% амарантового борошна)**



Зразки тіста



Зразки печива

**(100% амарантового борошна)**

Рис 3.1 - Зразки тіста та печива різних концентрацій амарантового борошна на заміну пшеничного.

Показники якості зразків печива і тіста наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники якості

Особливості рецептурного складу зразка	Органолептичні показники				
	Смак і запах	Форма	Поверхня	Колір	Вид в зламі
Контроль 100% пшеничне борошно	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, без сторонніх присмаку і запаху.	Не розпливчаста, без вм'ятин, здуття і пошкоджень краю.	Гладка	Рівномірний, світло-солом'яний	Пропечене печиво з рівномірною структурою, без пустот і слідів непромісу
70% пшеничного борошна +30% амарантового борошна			Шорстка з невеликим і тріщинами	Рівномірний, світло-коричневий	
50% пшеничного борошна +50% амарантового борошна	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, з легким амарантовим присмаком і запахом.		Шорстка з присутнім і тріщинами	Рівномірний, коричневий	
25% пшеничного борошна +75% амарантового борошна	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, з відчутним амарантовим присмаком і запахом, присутній сторонній хрускіт амаранту				
100% амарантового борошна	Виражені, властиві смаку і запаху компонентів, що входять в рецептуру печива, з чітко вираженим амарантовим присмаком і запахом, присутній сторонній хрускіт амаранту				

Було з'ясовано, що додавання амарантового борошна призводить до зміни органолептичних показників і тіста, і печива. Насамперед тісто змінює колір у бік насичено коричневого, зменшується його пластичність. Тісто набуває більш крихкої структури, що пов'язано зі збільшенням в системі харчових волокон і, відповідно, зменшенням клейковинних білків. Також зменшення пластичності, на нашу думку, може бути пов'язано з особливостями білкових речовин амаранту, а саме тим, що для амарантового борошна характерна велика різноманітність молекулярних форм білка за рахунок включення частинок ендосперму. Це не дозволяє сформувати тісто з заданими пластичними властивостями. Втрата пластичності та підвищення крихкості тіста погіршує процес формування тістових заготовок.

Готове печиво, також характеризувалось потемнінням, збільшенням крихкості структури, характерним амарантовим присмаком та ароматом.

За органолептичними показниками, нами виділено найкращий зразок, в якому замінено 50% пшеничного борошна на амарантове. Збільшене дозування амарантового борошна (більше 50 %) погіршує органолептичні показники печива.

Позитивним є зменшення втрат маси виробів під час упікання, рис 3.11, що підвищує вихід готової продукції.

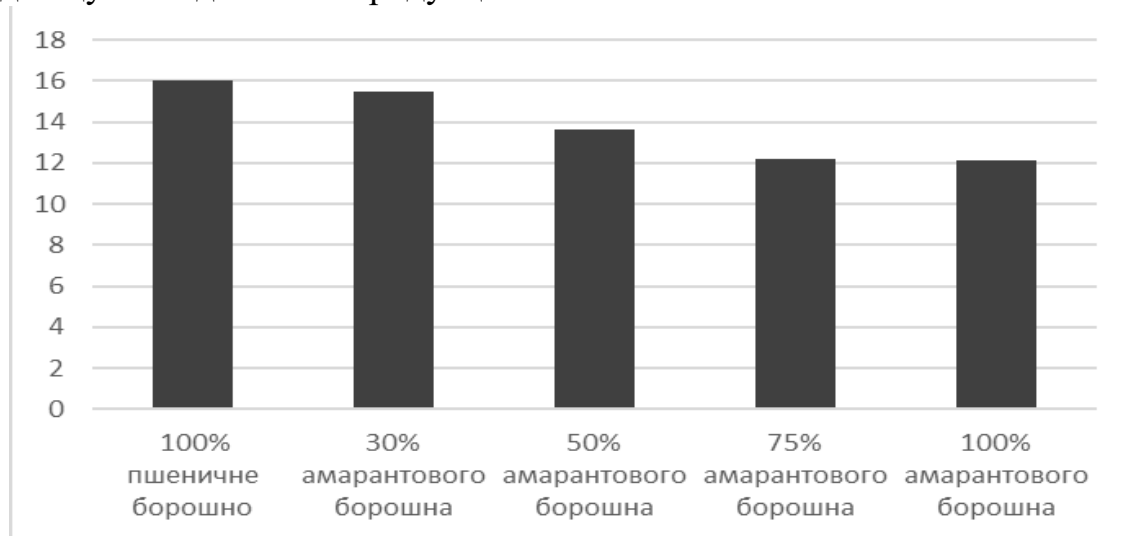


Рис.3.2 Упікання зразків печива з амарантовим борошном

Як видно, з рисунку 3.2 додавання 50% амарантового борошна на заміну борошна пшеничного, дозволяє зменшити упікання на 19% (з 16% до 12,8%).

Введення в рецептуру амарантового борошна, дозволить зкорегувати хімічний склад печива в бік підвищення вмісту вітамінів, харчового волокна, мінералів та білка. Але, на нашу думку, така заміна не призведе до високого вмісту біологічно активних речовин. У зв'язку з цим, запропоновано додаткове збагачення виробів внесенням суміші пророщених зерен злакових культур.

Отже, подальше збагачення виробів пропонується шляхом внесення біологічно активних інгредієнтів, які у своєму складі містять значну кількість вітамінів, мінеральних речовин, поліфенольних сполук, активний ферментний комплекс, що здатний впливати на структурно-механічні властивості тіста.

У дослідженнях було використано суміш пророщених зерен ячміню, пшениці, овесу та кукурудзи в кількості від 15% до 50% на заміну пшеничного борошна.

За контрольний зразок було використано печиво, у складі якого 50% пшеничного борошна та 50% амарантового борошна.

На рисунку 3.3 представлені дослідні зразки тіста і готової продукції з сумішню пророщених зерен.



Зразки тіста



Зразки печива

(50% амарантового борошна +50% пшеничного)



Зразки тіста



Зразки печива

(50% амарантового борошна+35% пшеничного борошна+ **15% суміші пророщених зерен**)

Зразки тіста



Зразки печива

(50% амарантового борошна+15% пшеничного борошна+ **35% суміші пророщених зерен**)

Зразки тіста



Зразки печива

(50% амарантового борошна + **50% суміші пророщених зерен**)

Рис. 3.3 Дослідні зразки тіста і готової продукції з сумішшю пророщених зерен

Із даних рисунку, ми бачимо, що додавання суміші пророщених зерен сприяє подальшому затемненню тіста, воно набуває золотисто-коричневого кольору, що пов'язано з виключенням білого пшеничного борошна. Такі ж закономірності в зміні органолептичних характеристик притаманні і в випеченому печиву: воно набуває більш інтенсивного кольору і більшої

розсичастості. При оцінці органолептичних показників печива, було з'ясовано, що додавання суміші пророщених зерен не впливає на аромат і смак.

При оцінці органолептичних показників печива, було виділено найкращий зразок із 35% заміною пшеничного борошна на суміш пророщених зерен. Печиво відрізнялось розсипчастою структурою, приємним смаком та ароматом. У зразків з більшим вмістом пророщених зерен, а саме при повній заміні пшеничного борошна на суміш відчувається сторонній хрусткіт, що надає неприємні відчуття споживачеві у післясмаку.

Ведення пророщених зерен змінює упікання дослідних зразків, рис 3.4.



Рис. 3.4 Упікання зразків печива з сумішшю пророщених зерен

Було встановлено, що при додаванні пророщених зерен злакових підвищується показник упікання, що пов'язано із застосуванням суміші, до складу якої входить значна кількість низькомолекулярних водорозчинних з'єднань. Таким чином, зменшення кількості клейковини борошна, зменшення високомолекулярних полісахаридів, у тому числі крохмалю, понижуює водоутримувальну здатність макромолекул в тісті під час випікання. Печиво отримують з більш розсипчастою консистенцією у порівнянні із традиційними виробами.

Також, при збільшеній кількості пророслих зерен, змінюються структурно-механічні властивості тіста, а саме збільшується загальна деформація зразків, зменшується відносна пластичність, та збільшується відносна пружність, таблиця 3.2.

Таблиця 3.2 – Структурно-механічні властивості дослідних зразків тіста

Особливості рецептурного складу зразка	Загальна деформація $\Delta H_1$	Залишкова пластичність $\Delta H_2$	Пружна деформація $\Delta H_3$	Відносна пластичність $\Delta H_{пл},\%$	Відносна пружність $\Delta H_{пр},\%$
№1 (50% пшеничного борошна +50% амарантового борошна)	2,74	2,69	0,05	98,18	1,82
№2 (50% амарантового борошна +35%пшеничного борошна +15% суміші пророщених зерен)	3,60	3,51	0,09	97,50	2,50
№3 (50% амарантового борошна +15% пшеничного борошна +35% суміші пророщених зерен)	4,74	4,60	0,14	97,0	3,0
№4 (50% амарантового борошна + 50% суміші пророщених зерен)	7,02	6,68	0,04	95,2	4,8

Наприклад, загальна деформація зразків тіста з додаванням 15% суміші пророщених зерен збільшується на 32% (з 2,74 до 3,60); при додавання 35% суміші пророщених зерен – на 73% (з 2,74 до 4,74); при додаванні 50% суміші пророщених зерен на 156% (2,74 до 7,02). Відносна пластичність для зразка з введенням 15% суміші пророщених зерен зменшується на 0,7% (з 98,18% до 97,50%); при додавання 35% суміші пророщених зерен – 1,2% (з 98,18% до 97,0%); при додаванні 50% суміші пророщених зерен на 3% (98,18% до 95,2 %). Відносна пружність для зразка з введенням 15% суміші пророщених зерен збільшується на 37% (з 1,82 % до 2,50%); при додавання 35% суміші пророщених зерен – 64% (з 1,82% до 3,0%); при додаванні 50% суміші пророщених зерен на 164% (1,82 до 4,8 %).

Такі результати свідчать про суттєву зміну структурно-механічних властивостей зразків тіста з введенням нетрадиційної сировини. Таке тісто матиме великі втрати при формуванні тістових заготовок, що ускладнюватиме їх формування.

Для визначення впливу заміни борошна пшеничного на борошно амаранту і суміш пророщених зерен було проведено аналіз якості клейковини, таблиця 3.3.

Таблиця 3.3 – Характеристика клейковини борошняної сировини

Відмита клейковина пшеничного борошна	Відмита «клейковина» амарантового борошна	Відмита «клейковина» суміші пророщених зерен
		
		
<p>Структура еластична, світло-жовтого кольору. Відмита клейковина в пшеничному борошні свідчить про те, що печиво буде мати потенційно кращу структуру. Клейковина відповідає за еластичність тіста та утримання газів, що утворюються під час випікання.</p>	<p>Структура розсипчаста, кремового кольору. Надає хрусткість та пружні властивості готовому виробу.</p>	<p>Структура розсипчаста, коричневого кольору. Надає хрусткість та забезпечує пружні властивості готовому виробу.</p>

Ми бачимо, що всі три види клейковини суттєво відрізняються між собою: структура клейковини пшеничного борошна еластична, світло-жовтого кольору, має розтяжність, при формуванні у кульку утворює гладку суцільну структуру.

Клейковина амарантового борошна розсипчаста, кремового кольору. На нашу думку, це може бути пов'язано з тим, що до складу білків амаранту входить менша кількість гліадинової фракції, яка надає клейковині розтяжність. Також у структуру такого клейковинного комплексу можуть бути включеними харчові волокна амарантового борошна, у тому числі глюкан та геміцелюлоза.

Клейковина із суміші пророщених зерен відмилась, але має розсипчасту структуру, не здатну формуватись у єдину кульку, коричневого кольору. Тобто, вона може представляти не чисту відмиту клейковину, а білково-

полісахаридний комплекс, який утворюється завдяки наявним в зернових культурах, груп білків нерозчинних у воді фракцій, нерозчинних полісахаридів і так далі.

Такі принципові зміни в клейковинному каркасі обумовлюють різну структуру тіста з їх використанням і консистенцію готових виробів. Цим пояснюється потемніння кольору тіста, а також його крихка, не еластична структура, збільшення загальної деформації і відносної пружності.

Амарантове борошно змінює еластичну структуру клейковини пшеничного борошна на більш розсипчасту, короткорвану. Це означає, що утворений клейковинний каркас суттєво відрізняється за якістю білків, що його формують, а саме якісним і кількісним складом амінокислот. Також можуть відрізнитись співвідношення білків у складі клейковинного каркасу за розчинністю.

Незважаючи на суттєві зміни у структурно-механічних властивостях дослідних зразків тіста, показник його густини практично не змінюється і для всіх дослідних зразків він складає 1,200 г/см<sup>3</sup>, таблиця 3.4.

Таблиця 3.4 – Густина дослідних зразків тіста

Особливості рецептурного складу зразка	Густина г, г/см <sup>3</sup>
№1. 50% амарантового борошна + 50% пшеничного борошна	1,204
№2. 50% амарантового борошна + 35% пшеничного борошна + 15% суміші пророщених зерен	1,200
№3. 50% амарантового борошна + 15% пшеничного борошна + 35% суміші пророщених зерен	1,200
№4. 50% амарантового борошна + 50% суміші пророщених зерен	1,200

Зміна в рецептурному складі призводить до змін фізико-хімічних показників готового печива. На рис. 3.5 надано інформацію щодо намочуваності печива.



Рис 3.5 Намочуваність дослідних зразків печива з сумішшю пророщених зерен

Із рисунку 3.5 видно, що показник намочуваності збільшується з 142% (для контрольного зразка) до 149% (для зразка із 50% внесенням суміші пророщених зерен). Це підтверджує висновок про те, що структура печива більш крихка, частка мікро- і макрокапілярів у такій структурі вища, ніж в традиційних виробках, що призводить до більшого насичення такої структури водою.

Таким чином структура тіста і печива потребує корегування для досягнення характеристик традиційних виробів, технології яких впроваджені на сучасних підприємствах.

Одним із можливих варіантів покращення структурно-механічних властивостей тіста для виробництва печива з амарантовим борошном є додавання водорозчинних полісахаридів, - полідекстрози, мальтодекстринів, резистентних крохмалів, розчинної клітковини та інших.

Нами була здійснена спроба покращити структуру тіста та печива з використанням амарантового борошна та суміші пророщених зерен шляхом внесення полідекстрози.

### **3.2 Дослідження можливості використання полідекстрози в зразках здобного печива з амарантовим борошном, і сумішшю пророщених зерен**

Полідекстроза є водорозчинним полісахаридом, що складається з залишків глюкози. Установлено її позитивний вплив на структуру драгелеподібних, піноподібних кондитерських виробів, цукерок з кристалічною структурою. Одним із напрямів її використання є регулювання структури при зменшенні вмісту цукру в продукції, тому при внесенні полідекстрози в дослідні зразки печива, ми зменшували кількість цукру. Дослідні зразки формували із 50% заміною і 100% заміною цукрової пудри на полідекстрозу.

Дослідні зразки тіста замішували наступним чином. Масло вершкове, цукрову пудру, сіль завантажували в збивальну ємність і збивали протягом 3-4 хв, додали полідекстозу та збивали ще протягом 2 хв до утворення пишної однорідної пухкої маси з повним розчиненням цукру і солі, додавали розпушувачі (соду, вуглеамонійну сіль), перемішували 30 с і всипали борошняну суміш (пшеничне, амарантове борошно, суміш пророщених зерен злакових). Заміс тіста здійснювали 3-5 хв. Після чого тісто розкачували в пласт товщиною 4-5 мм та за допомогою металевих виїмок формували заготовки печива.

Відформоване печиво викладали на листи і піддавали термообробленню (випіканню-сушінню) в печі за температури 180°C протягом 5-6 хв.

Органолептичні показники якості дослідних зразків представлені на рисунку 3.6



Зразки тіста



Зразки печива

(Контроль- 100% цукрова пудра)



Зразки тіста



Зразки печива

( 50% цукрової пудри + 50% полідекстози)



Зразки тіста



Зразки печива

(100% полідекстози)

Рис 3.6 Органолептичні показники здобного печива з амарантовим борошном, сумішшю пророщених зерен та полідекстозою

Як видно з представлених результатів, внесення полідекстози не впливає на колір тіста, але впливає на колір печива. Печиво набуває більш

рівномірного золотисто-коричневого забарвлення. Це пов'язано з інтенсифікацією процесу меланоїдиноутворення, що відбувається при випіканні печива завдяки взаємодії редуруючих цукрів і амінокислот. Оскільки заміна сахарози як нередукувального цукру на полідекстрозу, що складається із залишків глюкози, є джерелом додаткових альдегідних груп. Також покращується аромат печива, відчуються медово-горіхові нотки. Поряд з цим, заміна більш ніж 50% цукрової пудри на полідекстрозу набагато зменшує солодкість виробів. Тому гранично допустимою заміною за смаковими відчуттями є 50 %.

Введення полідекстрози на заміну цукру впливає і на структурно-механічні показники тіста, оскільки цукор бере безпосередню участь у тістоутворенні, таблиця 3.5.

Таблиця 3.5 – Структурно-механічні властивості дослідних зразків тіста

Особливості рецептурного складу зразка	Загальна деформація $\Delta H_1$	Залишкова пластичність $\Delta H_2$	Пружна деформація $\Delta H_3$	Відносна пластичність $\Delta H_{пл}, \%$	Відносна пружність $\Delta H_{пр}, \%$
№1 (50%амарантового борошна+ 15%пшеничного борошна +35%суміші пророщених зерен)	5,16	5,10	0,06	98,8%	1,2
№2 (50%амарантового борошна+ 15%пшеничного борошна+ 35%суміші пророщених зерен+ 50%полідекстрози)	7,34	7,28	0,06	99,2	0,8
№3 (50%амарантового борошна+ 15% пшеничного борошна+ 35%суміші пророщених зерен+ 100% полідекстрози)	8,00	7,94	0,06	99,3	0,7

Заміна дисахариду сахарози, на полісахарид – полідекстрозу, сприяє підвищенню загальної деформації тіста: з 5,16 до 7,34 (на 42%), - при 50% заміні цукру полідекстрозою; з 5,16 до 8,0 (на 55%), при 100% введенні полідекстрози на заміну цукрової пудри. Проте, відносна пластичність дещо збільшується: з 98,8% до 99,2% (на 0,4%), - при 50% заміні цукру полідекстрозою; з 98,8% до 99,3% (на 0,5%) при використанні 100%

полідекстрози на заміну цукрової пудри. Відносна пружність зменшується з 1,2% до 0,8% (на 7%), - при 50% заміні цукру полідекстрозою та з 1,2% до 0,7% (на 8%) - при використанні 100% полідекстрози на заміну цукрової пудри.

Також при додаванні полідекстрози несуттєво, але зменшується показник густини тіста, таблиця 3.6.

Таблиця 3.6 – Густина дослідних зразків тіста

Характеристика рецептурного складу зразків	Густина g, г/см <sup>3</sup>
№1 50% амарантового борошна та 15% пшеничного борошна та 35% суміші пророщених зерен	1,206
№2 50% амарантового борошна та 15% пшеничного борошна та 35% суміші пророщених зерен+ 50% полідекстрози	1,203
№3 50% амарантового борошна та 15% пшеничного борошна та 35% суміші пророщених зерен+ 100% полідекстрози	1,200

Зазнають змін і основні фізико-хімічні показники печива, - намоочуваність (рис 3.7) і упікання (рис 3.8).



Рис 3.7 - Намочуваність дослідних зразків печива з полідекстрозою

Із рисунку 3.7 видно, що показник намоочуваності збільшується з 146% (для контрольного зразка) до 156% (для зразка із 100% заміною цукрової пудри на полідекстрозу). Також збільшується відсоток упікання – з 14,12% до 16,06%.

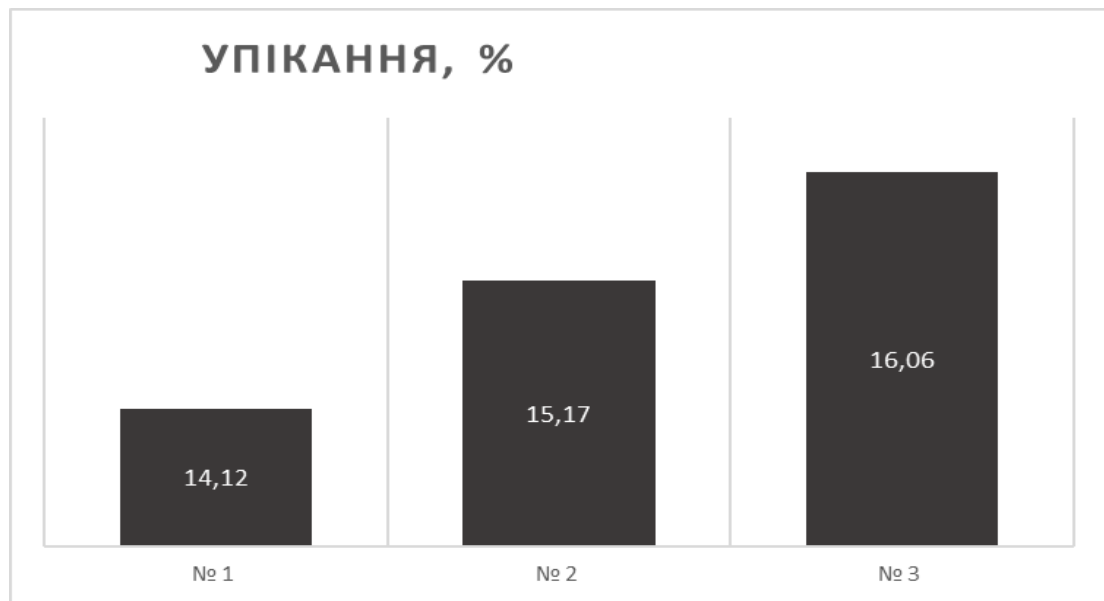


Рис 3.8 Упикання зразків печива з полідекстроною

Таким чином, проведеними дослідженнями нами встановлена можливість використання полідекстрози, як водорозчинного полісахарида, для покращення структурно-механічних характеристик тіста для здобного печива з підвищеним вмістом харчових волокон. Але такої заміни недостатньо, тому що пластичні властивості тіста підвищуються незначно, тісто має крихкувату структуру, а готові вироби – підвищену розсипчастість.

### 3.3 Дослідження ферментного препарату целюлолітичної дії на показники якості печива з амарантовим борошном і сумішшю пророщених зерен злакових

Для покращення структурно-механічних властивостей тіста і печива, рекомендується використовувати ферментні препарати.

Для використання обрали целюлолітичний ферментний препарат Alhamalt HCF від виробника ТОВ «Штерн Інґредієнтс», Німеччина.

Alhamalt HCF- це непатогенний, генетично не модифікований штам *Trichoderma longibrachiatum* (reesei). Стандартизована чиста грибна геміцелюлоза. Даний фермент використовують, як з розчинним так і з нерозчинними пентозанами борошна, тим самим звільнюючи воду із пентозанового геля, що призводить до збільшення гідратаційної здатності клейковинних білків.

Ферментний препарат сприяє збільшенню об'єма хлібобулочних виробів за рахунок збільшення розтяжності клейковини, збільшення водопоглинальної здатності харчових волокон, сприяє покращенню смаку виробів і збільшує їх термін свіжості. За рекомендаціями виробника його використовують при переробці борошна з міцною клейковиною, а також борошна низьких сортів. Для покращення структури борошняних кондитерських виробів ферментний препарат не використовувався. Тому

дослідження щодо можливості покращення структури тіста для печива з амарантовим борошном і сумішшю пророщених зерен злакових, шляхом внесення целюлолітичного ферментного препарату є новим напрямом з наукової і практичної позиції.

Оптимальне дозування ферментного препарату, за рекомендаціями виробника, залежатиме від якості борошна, рецептури, структурно-механічних властивостей тіста, тривалості випікання і може варіюватись в межах 0,1 – 0,9 г на 100 кг борошна.

При використанні ферментного препарату вважали за необхідне визначити оптимальний термін його дії, оскільки дія гідролаз активується з часом відлежування тіста. Дослідні зразки відлежували протягом 4 годин при температурі 23°C і 35 °C. Температура 23±1°C – це середня температура повітря в кондитерському цеху, де відбувається замішування тіста. Температура 35±1°C – це температура, яка є оптимальною для дії ферментного препарату. За цими температурами встановлювали активність ферментного препарату, шляхом визначення змін структурно-механічних властивостей тіста.

Для приготування дослідних зразків, масло вершкове, цукрову пудру, сіль завантажували в збивальну ємність і збивали протягом 3-4 хв, додали полідекстрозу та збивали ще протягом 2 хв до утворення пишної однорідної пухкої маси з повним розчиненням цукру і солі, додавали розпушувачі (соду, вуглеамонійну сіль), перемішували 30 с і всипали борошняну суміш (пшеничне, амарантове борошно, суміш пророщених зерен злакових культур), попередньо з'єднану з ферментним препаратом. Ферментний препарат використали у розрахунку 0,9 г на 100 кг борошна, тобто максимально рекомендовану кількість, оскільки тісто має значну кількість жиру, харчових волокон, що, на нашу думку, сповільнюватиме дію ферменту. Замість тіста здійснювали 3-5 хв. Тісто поміщали в вистійну шафу для відлежування на 1 годину за температури 35°C±1°C. Через кожну годину відлежування визначали структурно-механічні властивості тіста з послідуочим його розкочуванням, формування заготовок печива, випіканням-сушінням за температури 180°C протягом 5-6 хв.

Структурно-механічні властивості за температури 23±1°C, і 35±1°C представлені в таблиці 3.7 та 3.8.

Введення ферментного препарату впливатиме на структурно- механічні показники тіста, вилежування відбувалося при температурі 23°C та 35 °C таблиця 3.7 і 3.8.

Таблиця 3.7 – Структурно-механічні властивості дослідних зразків тіста з ферментним препаратом в процесі відлежування при температурі 23 °С

Особливості рецептурного складу зразка	Загальна деформація $\Delta H_1$	Залишкова пластичність $\Delta H_2$	Пружна деформація $\Delta H_3$	Відносна пластичність $\Delta H_{пл},\%$	Відносна пружність $\Delta H_{пр},\%$
№1 Відразу після замішування	2,63	2,57	0,06	97,7	2,3
№2 Через годину після відлежування	1,99	1,93	0,06	97,0	3,0
№3 Через дві години після відлежування	1,60	1,54	0,06	96,3	3,7
№4 Через три години після відлежування	1,45	1,39	0,06	95,9	4,1

Таблиця 3.8 – Структурно-механічні властивості дослідних зразків тіста з ферментним препаратом в процесі відлежування при температурі 35 °С

Особливості рецептурного складу зразка	Загальна деформація $\Delta H_1$	Залишкова пластичність $\Delta H_2$	Пружна деформація $\Delta H_3$	Відносна пластичність $\Delta H_{пл},\%$	Відносна пружність $\Delta H_{пр},\%$
№1 Відразу після замішування	2,41	2,35	0,06	97,5	2,5
№2 Через годину після відлежування	3,20	3,15	0,05	98,4	1,6
№3 Через дві години після відлежування	5,85	5,80	0,05	99,1	0,9
№4 Через три години після відлежування	6,41	6,36	0,06	99,2	0,8

Як видно із таблиці 3.7, загальна деформація зразків тіста з додаванням ферментного препарату Alhamalt HCF після години відлежування зменшується на 24% (з 2,63 до 1,99); після двох годин – на 39% (з 2,63 до 1,60); після трьох годин – на 44% (з 2,63 до 1,45). Відносна пластичність для зразка після години відлежування зменшується на 0,9% (з 97,7% до 97,0%); після двох годин – 1,7% (з 97,7% до 96,3%); після трьох годин зменшується - на 1,9% (з 97,7% до 95,9%). Відносна пружність для зразка після години відлежування збільшується на 30% (з 2,3% до 3,0%); після двох годин – на

60% (з 2,3% до 3,7%); після трьох годин збільшується на 78% (з 2,3% до 4,1%).

З таблиці 3.8 видно, що загальна деформація зразків тіста з додаванням ферментного препарату Alhamalt HCF після години відлежування підвищується на 32% (з 2,41 до 3,20); після двох годин – на 142% (з 2,41 до 5,85); після трьох годин – на 165% (з 2,41 до 6,41). Відносна пластичність для зразка після години відлежування підвищується на 0,9% (з 97,5% до 98,4%); після двох годин – 1,6% (з 97,5% до 99,1%); після трьох годин підвищується – на 1,7% (з 97,5% до 99,2%). Відносна пружність для зразка після години відлежування зменшується на 36% (з 2,5% до 1,6%); після двох годин – на 64% (з 2,5% до 0,9%); після трьох годин зменшується на 68% (з 2,5% до 0,8%).

Таким чином при температурі 23°C суттєвих змін в структурі тіста не відбувається, отже ферментний препарат за таких температурних умов не проявляє свою активність. Отже, оптимальною температурою для дії фермента є 35°C, що відображається на органолептичних показниках тіста і печива (рис 3.9).



Зразки тіста та печива відразу після замішування тіста з ферментним препаратом



Зразки тіста та печива через годину після відлежування тіста



Зразки тіста та печива через дві години після відлежування тіста



Зразки тіста та печива через три години після відлежування тіста  
Рис 3.9 Органолептичні показники здобного печива з ферментним препаратом

Із рисунку 3.9 ми бачимо, що в консистенції тіста і готових виробів відбуваються суттєві зміни. Тісто стає більш пластичним, не рветься, як для зразків без відлежування. Тістові заготовки формуються без деформації швів, а готове печиво має гладку, не потріскану поверхню.

На рисунку 3.10 бачимо, що показник густини залишається сталим і не залежить від дії ферментного препарату. Тобто, в хімічній структурі тіста відбуваються значущі зміни, але фізичні його показники не змінюються.

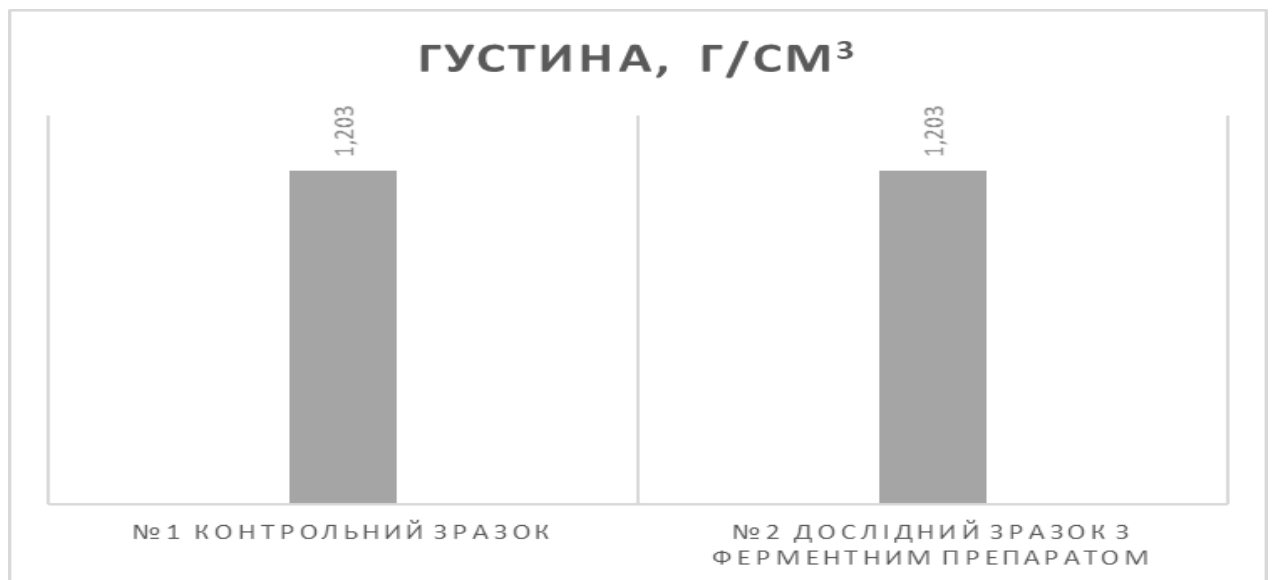


Рис 3.10 Густина тіста для здобного печива з амарантовим борошном, сумішшю пророщених зерен, полідекстозою, ферментним препаратом

Проте, зазнають змін основні фізико-хімічні показники готової продукції, такі як упікання (рис 3.11) і намочуваність (рис 3.12).



Рис. 3.11 – Упiкання для здобного печива з амарантовим борошном, сумiшшю пророщених зерен, полiдекстрозою, ферментним препаратом

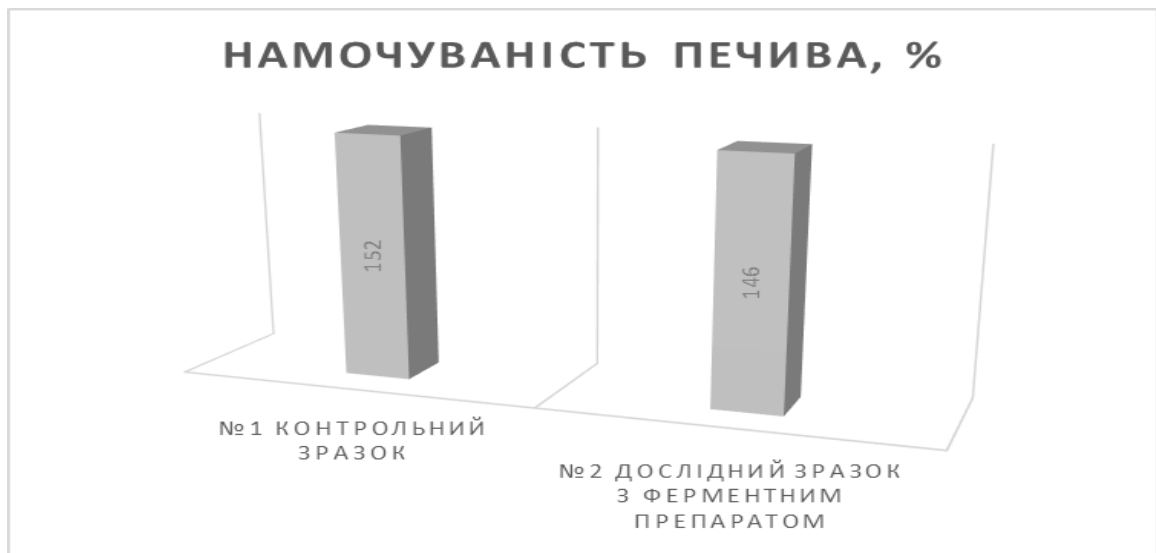


Рис 3.12 - Намочуванiсть для здобного печива з амарантовим борошном, сумiшшю пророщених зерен, полiдекстрозою, ферментним препаратом

З даних рисункiв 3.11 та 3.12 бачимо, що показник упiкання зменшується з 15,17% до 10,24% , намочуванiсть зменшується – з 152% до 146%. Зменшення показника упiкання призведе до пiдвищення виходу готової продукцiї, що позитивно вплине на її собiвартiсть. Зменшення показника намочуваностi на 4% пiдтверджує, що структура тiста i печива стала бiльш монолiтною, зв'язаною, характеризується меншою крихкiстю. Це може прогнозувати зменшення втрат, пов'язаним з розкришуванням готового печива при фасуваннi i пакуваннi.

### 3.4 Дослідження раціональних режимів термооброблення печива

У виробництві печива оптимальний режим термооброблення є також одним із ключовим фактором, що визначає якість кінцевого продукту. Нами були проведені дослідження, щодо впливу температури випікання на органолептичні показники печива із зміненим якісним складом. Випікання проводили за температур, які найчастіше застосовуються при виробництві різних видів печива: 170.....220°C.

На рисунку 3.13 представленні дослідні зразки печива, випечені при різних температурах.

1.  $T=220-218^{\circ}\text{C}$  ( $\tau= 3,5$  хв)

2.  $T=206-204^{\circ}\text{C}$  ( $\tau= 4,5$  хв)

3.  $T=182-180^{\circ}\text{C}$  ( $\tau= 5,5$  хв)

4.  $T=170-168^{\circ}\text{C}$  ( $\tau= 8$  хв)



Рис. 3.13- Дослідні зразки печива випечені при різних температурах

Ми бачимо, що температура накладає свій відбиток на колір печива: більшою мірою коричневе забарвлення виражено за вищих температур. Це пояснюється інтенсифікацією процесу меланоїдиноутворення, оскільки відомо, що збільшення температури випікання на  $10^{\circ}\text{C}$  пришвидшує реакцію у 100 разів. Закономірно, що за вищих температур швидкість забарвлення скорочується і час випікання скорочується вдвічі. Так, при температурі  $168-170^{\circ}\text{C}$  печиво набуває необхідних смакових і кольорових ознак протягом 8 хв, а за температури  $218-220^{\circ}\text{C}$  – за 3,5 хв. Проте, поряд із меланоїдиноутворенням, пришвидшується реакція карамелізації, що відбувається внаслідок термічної дегідратації цукрів. Завдяки цій реакції ми бачимо більш темні контури виробів і їх поверхні, що була дотична до площини нагрівання. Аналогічно як і в реакції Маєра, реакція карамелізації інтенсифікується з підвищенням температури.

Враховуючи результати вважаємо доцільним рекомендувати режим випікання при температурі  $180-182^{\circ}\text{C}$  протягом 5,5 хв, що призводить до

отримання найякісніших органолептичних показників: печиво має світло-коричневий колір без ознак пригорілості.

Заканомірно змінюється і показник упікання, для зразків який випікався для вищих температур показник упікання найвищий 9,84%, незважаючи на найкоротший процес випікання – 3,5хв, а для печива, що випікалось для температури 168-172 °С, найменший – 9,15% - за 8хв випікання. Тобто на вихід готової продукції підвищення температури матиме першочергове значення. Це підтверджує доцільність вибору невисоких температур випікання і більшого часу.



Рис. 3.14 Упікання дослідних зразків печива випечених при різних температурах

### 3.5 Наукове обґрунтування і пояснення результатів проведених досліджень

В результаті проведених експериментальних досліджень, щодо можливості застосування амарантового борошна, суміші пророщених зерен злакових, полідекстрози і ферментних препаратів в рецептурі здобного печива підвищеної харчової цінності, отримано низку нових практичних результатів. Було встановлено зміни в органолептичних показниках продукції, структурно-механічних характеристиках тіста, фізико-хімічних показниках готової продукції. Такі результати є наслідком складних перетворень і процесів, що відбуваються з макромолекулами білків, полісахаридів і інших складових хімічного складу застосовуваної сировини. Для пояснення закономірностей було проведено ряд наукових досліджень, результати яких допоможуть обґрунтувати зміни у показниках якості інноваційної продукції.

Із водоутримувальної здатності борошна та борошняних сумішей, пов'язані і структурно-механічні властивості тіста, і показник упікання готового печива. Тому визначення ВУЗ, %, допоможе пояснити зміни, що відбуваються насамперед в процесах гідратації макромолекул при

замішуванні тіста та їх дегідратації при випіканні печива. Водоутримувальна здатність борошна та борошняних сумішей, представлена в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Водоутримувальна здатність борошна та борошняних сумішей

Вид борошна та борошняної суміші	ВУЗ, %
Центрифугування після 60 хв відлежування зразків при температурі 35°C	
Пшеничне борошно (100%)	72
Пшеничне борошно:амарантове борошно (50%:50%)	115
Амарантове борошно (100%)	175
Пшеничне борошно (15%):амарантове борошно (50%)+суміш пророщених зерен злакових (35%)	136
Пшеничне борошно (15%):амарантове борошно (50%)+суміш пророщених зерен злакових (35%)+ферментний препарат	111
Суміш пророщених зерен злакових (100%)	121

Дані, що представлені в таблиці 3.9 показують, що всі суміші які досліджувались при виробництві здобного печива, мають вищу водоутримувальну здатність, ніж пшеничне борошно. Наприклад, борошно амаранту на 143% (з 72% до 175%) більшою мірою утримує воду у порівнянні з борошном пшеничним, що пов'язано з тим, що амарантове борошно містить в хімічному складі більшу кількість водорозчинних волокон та полісахаридів ніж борошно пшеничне, наприклад таких як глюкан та геміцелюлоза. Ці компоненти можуть ефективно збільшувати здатність поглинати воду, що призводить до підвищення як водопоглинальної так і водоутримувальної здатності амарантового борошна. Також, на нашу думку, вища вологоутримувальна здатність амарантового борошна може бути пов'язана з високим вмістом в ньому харчових волокон, що становить від 3,9 до 16,5%. Для порівняння: у пшеничному борошні залежно від сорту відсоток харчових волокон змінюється від 3,5 до 11,3%, тоді як у насінні амаранта цей показник перебуває в інтервалі від 25 до 60%. До того ж, амарантове борошно характеризується високою адсорбційною здатністю, внаслідок чого до нього може приєднуватись значна кількість води. Це пов'язано із особливостями технології його отримання, в процесі чого вилучаються периферійні частинки зернівки і зародку.

Суміш пророщених зерен злакових, також на 68% (з 72% до 121%) перевищує водоутримувальну здатність пшеничного борошна, що пояснюється тим що, водоутримувальна здатність пророщених зерен пшениці, овесу, ячменю та кукурудзи може бути вищою порівняно з пшеничним борошном через зміни, які відбуваються під час проростання. Пророщені зерна містять ензими, такі як амілаза, які розщеплюють складні вуглеводи на прості цукри. Це може підвищити водоутримувальну здатність, оскільки прості цукри здатні поглинути воду ефективніше, порівняно зі складними вуглеводами, які зазвичай присутні в борошні. Також, пророщені зерна

можуть мати збільшену кількість розчинних волокон, що також сприяє водоутриманню.

Тому закономірно, що суміш з пшеничного і амарантового борошна у співвідношення 50% на 50% має ВУЗ вище ніж у пшеничного борошна, і менше ніж у борошна амарантового. Також закономірно збільшується ВУЗ при заміні залишкової частини борошна пшеничного на суміш пророщених зерен на 18 % ( з 115% до 136%).

Свій внесок в зміну показника водоутримувальної здатності вносить і ферментний препарат, оскільки його додавання і дія в процесі відлежування тіста, сприяє гідролізу високомолекулярної целюлози з накопичення низькомолекулярних речовин, які здатні розчинятися і не володіють водоутримувальною здатністю. Саме тому, загальний показник ВУЗ при додаванні ферментного препарату зменшується на 19% (з 136 до 111%).

Як було сказано вище, водоутримувальна здатність впливає на структурно-механічні властивості тіста. Дійсно, зростання показників водоутримувальної здатності для суміші з амарантом борошно або для суміші пророщених зерен злакових культур, зростання цього показника аналогічно показує зростання пружності в цих системах і зростання загальної деформації.

Наприклад, при додаванні амарантового борошна ВУЗ зростає на 59%, загальна деформація збільшується на 118%, відносна пластичність збільшується на 2%, а відносна пружність зменшується на 50%. Такі зміни в структурно-механічних властивостях тіста, можливі оскільки амарантове борошно не містить глютен, який відповідає за пружність тіста. Тому, для досягнення бажаних характеристик тіста пропонуються подальші заміни сировини.

Також відмічено, що при додаванні суміші пророщених зерен ВУЗ зростає на 18%, загальна деформація збільшується 73%, відносна пластичність зменшується на 1,2%, відносна пружність збільшується 64%. А додавання ферментного препарату сприяє, як було сказано вище, зменшенню ВУЗ на 19%, при цьому загальна деформація зменшується на 32%, а відносна пружність - на 47%, з подальшим підвищенням відносної пластичності на 1,5%.

Підтвердженням накопичення низькомолекулярних цукрів у процесі гідролізу целюлолітичного комплексу під дією ферментного препарату є збільшення масової частки глюкози в тісті, рис 3.15.

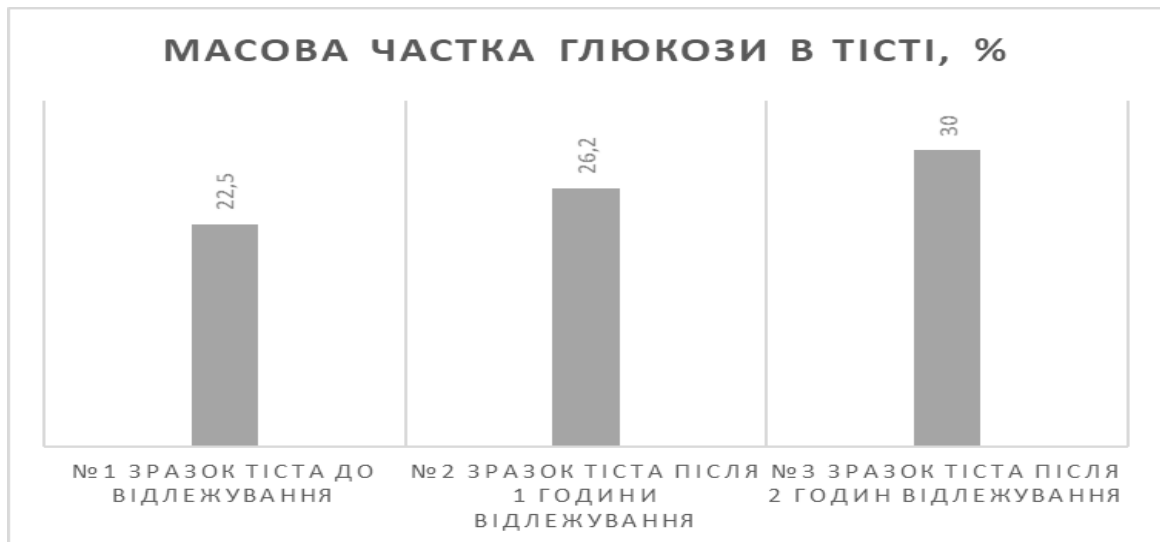


Рис 3.15 Масова частка цукру (глюкози) в здобному печиві з амарантовим борошном, сумішшю пророщених зерен, полідекстозою, ферментним препаратом в процесі відлежування

Результати показують, що після замішування тіста зразок має 22,5% цукрів у перерахунку на глюкозу, через 1 годину відлежування цей показник збільшується на 17% (з 22,5% до 26,2%), після 2 годин відлежування - на 33% (з 22,5% до 30,0%).

Накопичення більшої частки глюкози, підтверджує зниження водоутримувальної здатності борошняної сировини в тісті, збільшення показника пластичності і покращення консистенції тіста та готових виробів. Також це пояснює зменшення крихтоподібності виробів готової продукції після відлежування тіста і ущільнення структури.

Із накопиченням глюкози пов'язаний розвиток кольору і аромату печива, як закономірний результат підвищення редукувальних цукрів в системі і інтенсифікації меланоїдиноутворення при випіканні.

Таким чином, зміна якісного складу макромолекул борошняної суміші для замішування тіста призводить до зміни функціонально технологічних показників системи. Поряд з цим, велике значення при замішуванні тіста, випіканні виробів і випіканні органолептичних показників має крохмаль борошняної сировини що використовується. Тому нами досліджено процес клейстеризації борошняної суспензії, що складається із борошна різних видів, а також температура кипіння, крохмалю відмитого з вищеназаних борошняних сумішей.

Для досліджень використали наступні зразки:

1. 100% (Пшеничне борошно)
2. 50% (Пшеничне борошно): 50% (Амарантове борошно)
3. 100% (Амарантове борошно)
4. 15% (Пшеничного борошна): 50% (Амарантове борошна)+ 35% (Суміш пророщених зерен злакових)

5. 15% (Пшеничного борошна): 50% (Амарантове борошна)+ 35% (Суміш пророщених зерен злакових)+Ферментний препарат
6. 100% (Суміш пророщених зерен злакових)

Температура кипіння борошняної суспензії та крохмалю представлена на рис 3.16 та рис 3.17.



Рис 3.16 Температура кипіння крохмалю



Рис 3.17 Температура кипіння борошняної суспензії

Ми бачимо, що крохмаль амарантового борошна має вищу температуру кипіння, ніж пшеничний крохмаль, а крохмаль суміші пророщених зерен – вище і за пшеничний крохмаль, і за амарантовий крохмаль. За літературними даними крохмаль складає в борошні амаранта 60-65% і має, полігональні гранули якого надзвичайно малі (0,75–3 мкм). Крохмаль амарантового борошна складається з розгалуженого амілопектину і лінійної нерозгаруженої амілози в співвідношеннях від 20:1 до 10:1. Якісний склад крохмалю суттєво

відрізняється від пшеничного борошна, розміри крохмальних гранул якого варіюють у межах 5–30 мкм, а амілопектин і амілоза співвідносяться між собою від 4:1 до 3:5. Розмір крохмальних гранул негативно корелює з температурою клейстеризації крохмалю, яка становить 66,5–78,4°C і 54–62°C для амарантового і пшеничного борошна відповідно. Також підвищувати температуру кипіння крохмалю може наявність розчинних волокон чи білків, які знаходяться у тістовій взаємодії і частково залишаються після ввідмиття крохмалю. Це, у свою чергу, змінює теплофізичні характеристики суміші і змінює температуру кипіння.

Зерна крохмалю до і після клейстеризації, збільшені мікроскопом, представлені на рис. 3.18-3.21.

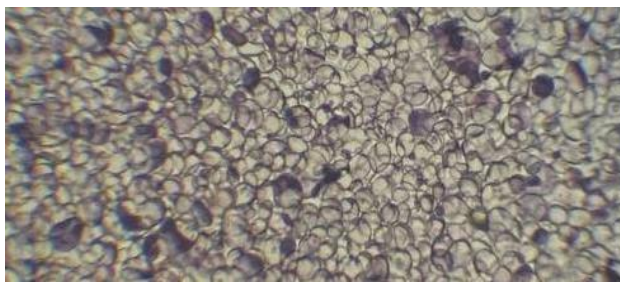


Рис. 3.18  
Зерна крохмалю пшеничного борошна

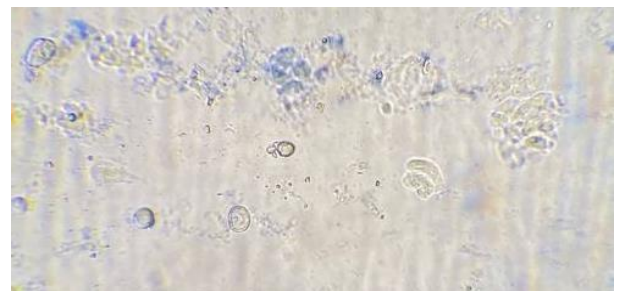


Рис. 3.19  
Зерна крохмалю пшеничного борошна після процесу клейстеризації

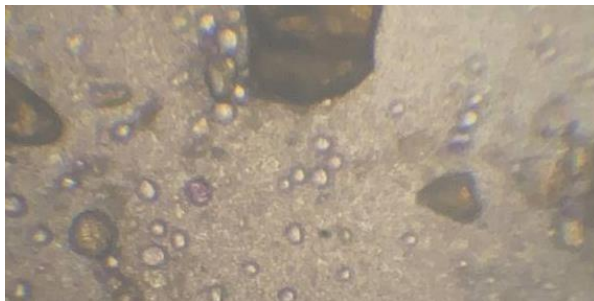


Рис. 3.20  
Зерна крохмалю амарантового борошна

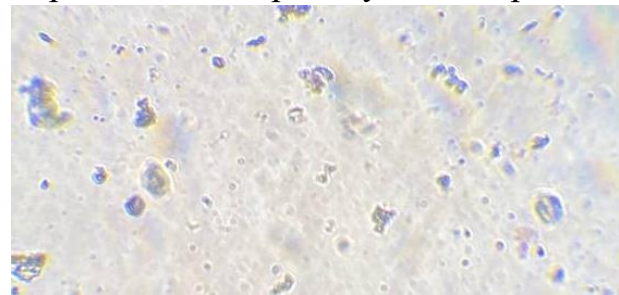


Рис. 3.21  
Зерна крохмалю амарантового борошна після процесу клейстеризації

Ми бачимо, що зерна крохмалю пшеничного і амарантового борошна відрізняються. Крохмаль, відмитий від клейковини пшеничного борошна має більш крупні гранули, заповнює всю площину скельця, однорідний за розміром. Крохмаль борошна амаранту має різні, в основному, дрібні гранули, з часточками харчових волокон - полісахаридів, які мають більшу молекулярну масу. Крохмаль неоднорідний за розмірами, зустрічаються як дуже дрібні, так і більш крупні зерна. Але, в цілому видно, що за однорідністю розміру та форми він поступається крохмалю борошна пшеничного.

Після процесу нагрівання, в результаті якого крохмаль клейстеризується, у структурі крохмального зерна відбуваються зміни. Крохмаль амарантового борошна руйнується, на нашу думку, більшою мірою. Тобто при температурі кипіння відбувається руйнування зерна і відбувається розрідження крохмального клейстеру. Дійсно, на рисунку 3.19 видно, що в клейстері пшеничного крохмалю є неушкоджені крохмальні зерна, є зруйновані, від яких залишилися забарвлені оболонки, а також є скупчення зерен, незруйнованих і оклейстеризованих. У клейстері з крохмалю амарантового борошна кількість зафарбованих зерен і оболонок виражена більшою мірою, що може говорити про більший ступінь розрідження клейстеру.

Дослідили температуру кипіння крохмалю і ступінь руйнування крохмальних зерен в процесі клейстеризації для суміші пророщених зерен. До складу суміші пророщених зерен входить різноманітний крохмаль, який представляє собою суміш крохмалю кукурудзи, овесу, ячменю та пшениці, що не може бути однозначно інтерпритовано для пояснення вищої температури кипіння, ніж пшеничного крохмалю і крохмалю амарантового борошна. Лише знаючи кількісне співвідношення крохмалю різних видів можна надавати наукові пояснення отриманим закономірностям. Є припущення, що в суміші крохмалів, зерна мають менший розмір і тому клейстеризується за більш високої температури, що пов'язано із меншою зв'язаністю води в системі. У таблиці 3.10 представлено температури клейстеризації крохмалю і вміст амілози в крохмальних зернах різних культур.

Таблиця 3.10 – Залежність температури клейстеризації крохмалю від джерела одержання

Джерело	Вміст амілози, %	Температура клейстеризації, °С
Кукурудза	28	62 – 70
Пшениця	26	53 – 65
Ячмінь	22	56 – 62
Овес	27	56 – 62

Ми бачимо, що вищими температурами клейстеризації відрізняється кукурудзяний крохмаль, а крохмаль пшениці, ячменю та вівса мають близькі значення. Тобто температура кипіння суміші, дійсно, залежатиме від кількості того чи іншого крохмалю. Сумарно температура кипіння крохмалю суміші є вищою ніж температура кипіння пшеничного і амарантового крохмалю. Тому, можливо в цій суміші більша частка кукурудзяного крохмалю, а також можливо потрапляння в суміш крохмалів харчових волокон, які нерозривно пов'язані з вуглеводно-амілазним комплексом борошна. Дослідження зерен

крохмалю борошняної суміші під мікроскопом до і після клейстеризації представлені на рис 3.22-3.23.

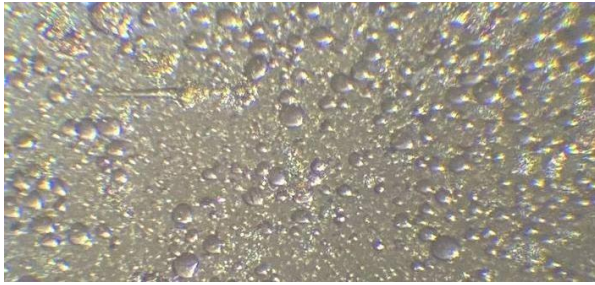


Рис 3.22 Зерна крохмалю суміші пророщених зерен злакових

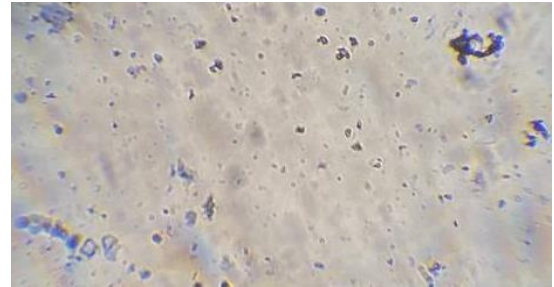


Рис 3.23 Зерна крохмалю суміші пророщених зерен злакових після процесу клейстеризації

Із рисунку видно, що в суміші крохмалів досить багато однорідних, але дрібних зерен крохмалю. Зерен досить велика кількість, менша ніж кількість пшеничного крохмалю, але більша ніж амарантового крохмалю.

Такі відмінності у морфологічному складі зерен крохмалю борошняної сировини пояснюють і різні температури кипіння борошняних суспензій. Також температура кипіння борошняної суспензії буде змінюватись залежно від присутності макромолекул інших супутніх речовин. Наприклад, для пшеничного борошна це наявність великої кількості клейковинних білків, які також володіють гідратаційною здатністю і суттєво змінюють в'язкість розчину. Для амарантового борошна - це також наявність як білків, так і харчових волокон.

Як видно із рис 3.17 температура кипіння суспензії з пшеничним борошном найвища серед запропонованих борошняних суспензій і становить 96°C, суспензія суміші пророщених зерен менша - 92°C, суспензія амарантового борошна найменша - 86 °C. Додавання до пшеничного борошна 50% амарантового, закономірно знижує температуру кипіння і становить 90 °C, а додаткова заміна 35% пшеничного борошна на суміш пророщених зерен підвищується і становить 92 °C, додавання ферментного препарату не впливає на температуру кипіння суспензії.

Таким чином зміна якісного складу борошняної сировини для виробництва печива, змінює показники процесів, що відбуваються з макромолекулами білків, вуглеводів, у тому числі полісахаридів і змінюють основні фізико-хімічні показники систем. Це відображається на змінах структурно-механічних показників основних напівфабрикатів технологічного процесу. Ці зміни обов'язково враховують в удосконаленні технологічної схеми продукції, корегуючи температури і тривалість основних процесів,

внесення додаткових покращувальних добавок (ферментного препарату), залучення додаткових операцій.

### Висновки до розділу 3

Дослідження, що були спрямовані на розроблення рецептури здобного пісочно-виїмного печива пониженої енергетичної цінності та збагаченого амарантовим борошном і сумішшю злакових культур дозволило зробити наступні висновки.

1. Встановлено, що додавання амарантового борошна і суміші пророщених зерен злакових значно впливають на якість напівфабрикатів і готового печива. Колір змінюється у бік насичено коричневого, зменшується пластичність тіста. Готове печиво, характеризується більшою крихкістю. Внаслідок маланоїдиноутворення і карамелізації печиво має рівномірний світло-коричневий колір, приємний аромат і смак. Встановлено доцільність використання борошняної суміші, яка складається із 50% борошна амарантового, 35% суміші пророщених зерен, 15% пшеничного борошна на заміну пшеничного борошна.

2. Встановлено можливість зменшення рецептурного вмісту цукрової пудри на 50% шляхом внесення розчинного полісахарида – полідекстрази. Внесення полідекстрази не впливає на колір тіста, але впливає на колір печива, яке набуває більш рівномірного золотисто-коричневого забарвлення, покращується аромат печива. При додаванні 50% полідекстрази, відбуваються зміни в структурно-механічних властивостях тіста, а саме підвищується загальна деформація тіста, збільшується відносна пластичність.

3. Для можливості покращення структурно-механічних властивостей тіста із зміненим рецептурним складом обґрунтовано доцільність введення ферментного препарату Alhamalt HCF – фермент целюлолітичної дії, призначеного для покращення структур із високим вмістом харчових волокон. Запропоновано додатковий технологічний процес, такий як відлежування, при температурі 35°C, яка забезпечує дію ферментного препарату і покращує структурно-механічні показники як тіста, так і готової продукції. Після години відлежування, відносна пластичність підвищується на 0,9%, відносна пружність зменшується на 36%.

Застосування борошняної суміші дозволяє знизити упікання виробів, що призведе до підвищення виходу готової продукції, і позитивно вплине на її собівартість.

4. Встановлено раціональні режими технологічного процесу, особливу увагу приділено визначенню температури і тривалості процесу термооброблення: найкращі органолептичні показники печиво при випіканні має за температури 182-180 °C протягом 5,5 хв.

5. Для пояснення закономірностей, які виявлено в ході роботи, було проведено ряд наукових досліджень. Визначено вологоутримувальна здатність борошняної сировини і показаний взаємозв'язок між ВУЗ і структурно-механічними властивостями тіста. Так, при додаванні амарантового борошна ВУЗ зростає на 59%, загальна деформація збільшується на 118%, відносна пластичність збільшується на 2%, а відносна пружність зменшується на 50%, що пояснюється відсутністю в амарантовому борошні глютену. Також відмічено, що при додаванні суміші пророщених зерен ВУЗ зростає на 18%, загальна деформація збільшується 73%, відносна пластичність зменшується на 1,2%, відносна пружність збільшується 64%. А додавання ферментного препарату сприяє зменшенню ВУЗ на 19%, при цьому загальна деформація зменшується на 32%, а відносна пружність - на 47%, з подальшим підвищенням відносної пластичності на 1,5%.

Доведено, що дія ферментного препарату призводить до накопичення низькомолекулярних цукрів, що, у свою чергу, покращує як структуру тіста, так і прямим чином впливає на органолептичні показники печива. Досліджено показники якості крохмалю борошняної сировини, визначено, що гранули крохмалю суттєво відрізняються як за формою і розмірами, так і за фізико-хімічними показниками. У свою чергу це впливає на температуру кипіння крохмальних клейстерів. Оскільки температура кипіння крохмалю спостерігається при випіканні продукції, то з нею ми пов'язуємо показник упікання, а саме - чим менша температура кипіння борошняної суспензії, тим нижчий показник упікання і вищий вихід продукції.

#### 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ЗДОБНОГО ПІСОЧНО-ВИЙМНОГО ПЕЧИВА ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ З АМАРАНТОВИМ БОРОШНОМ, СУМІШСЮ ПРОРОЩЕНИХ ЗЕРЕН ТА ПОНИЖЕНИМ ЦУКРОВІСТОМ І ОЦІНКА ЙОГО ЯКОСТІ

Із врахуванням наведених вище досліджень було розроблено уніфіковану рецептуру печива здобного пісочно-виймного «Злакове диво», таблиця 4.1.

Таблиця 4.1– Уніфікована рецептура печива «Злакове диво»

Сировина та напівфабрикати	Масова частка С.Р., %	Витрати сировини, кг			
		На завантаження		На 1 т готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого сорту	85,50	10,00	8,55	96,14	82,20
Амарантове борошна	92,40	32,40	29,94	311,49	287,84
Суміш пророщених зерен	92,00	22,40	20,61	215,35	198,14
Цукрова пудра	99,85	10,70	10,68	102,87	102,67
Полідекстроза	96,00	10,70	10,27	102,87	98,73
Масло вершкове	84,00	27,50	23,10	264,38	222,08
Сіль	96,50	0,24	0,23	2,31	2,21
Сода	50,00	0,30	0,15	2,88	1,44
Вуглеамонійна сіль	-	0,177	-	1,70	-
Ферментний препарат Alhamalt HCF	-	0,0006	-	0,058	-
Всього	-	114,42	103,53	1100,05	995,31
Вихід	95,5	104,12	99,43	1000,00	955,50

У складі печива «Злакове диво» бачимо, що використано значну кількість амарантового борошна та суміші пророщених зерен злакових, в результаті часткової заміни пшеничного борошна; цукрова пудра та полідекстроза використовується в однаковій кількості, оскільки відбулася 50% заміна. Також використовується ферментний препарат в максимальному дозуванні для покращення структурно-механічних властивостей тіста.

Було здійснення удосконалення технологічної схеми виробництва, рисунок 4.1

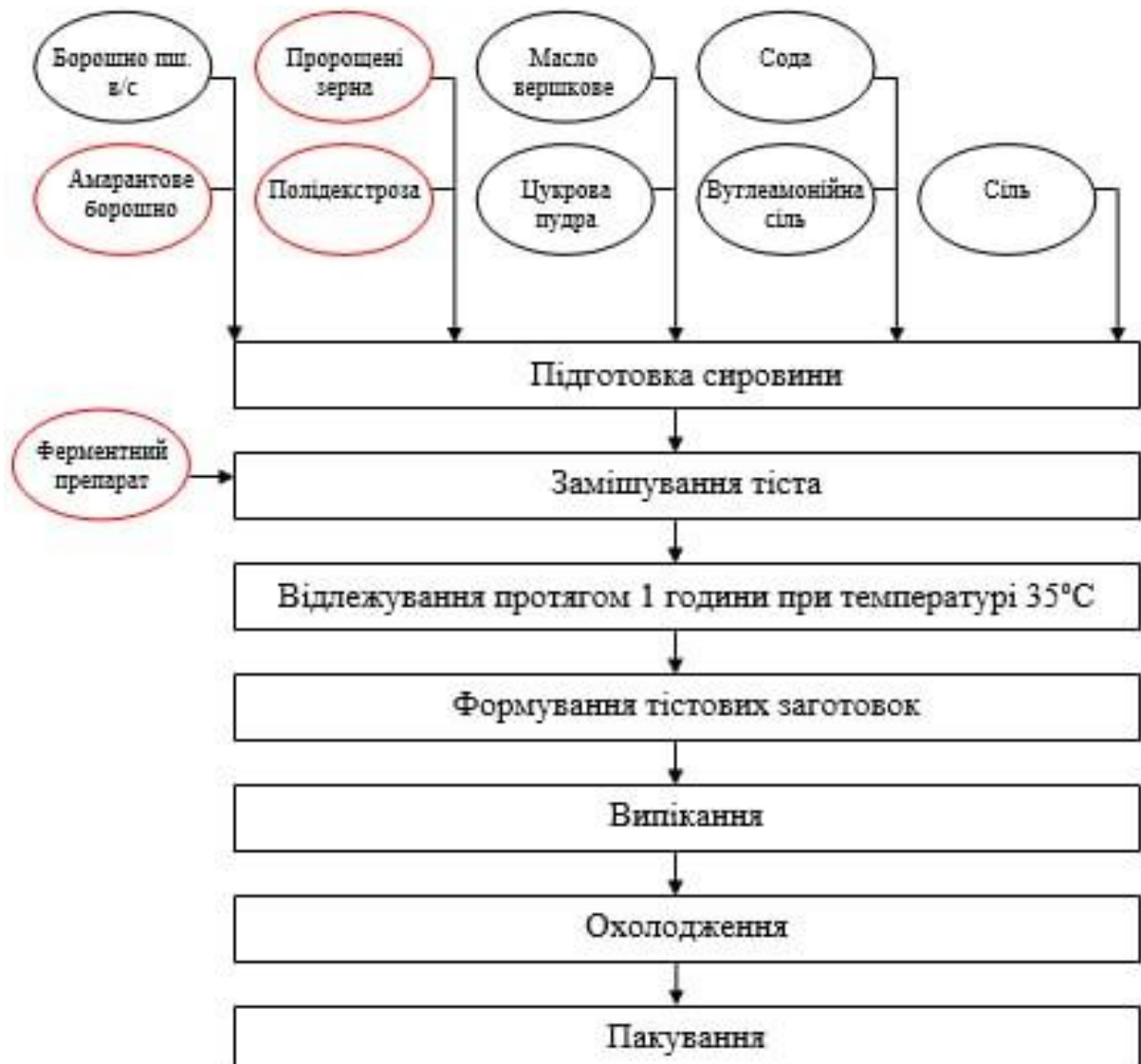


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва печива «Злакове диво»

Опис технологічної схеми виробництва печива «Злакове диво»

#### *Підготовка сировини*

Вся сипка сировина просіюється та пропускається через магнітні вловлювачі. Цукор білий подрібнюють на млині до цукрової пудри, оскільки кристали цукру під час замісу не розчиняються повністю. Масло закладають до маслорізки.

#### *Замішування тіста*

В тістомісильну машину завантажуються вся сировина за рецептурою, окрім борошняної сировини та ферментного препарату. Внесення в рецептурну суміші пророщених зерен та амарантового борошна відбувається разом з борошном пшеничним на останньому етапі. Вся сировина перемішується протягом 6-8 хв. В останню чергу додається борошно пшеничне перемішане з амарантовим борошном, сумішшю пророщених зерен та ферментним препаратом, після чого тісто замішується ще на протязі 5-8 хв.

#### *Відлежування*

Відбувається в ферментаційній камері протягом однієї години при температурі 35 °С, де відбувається активація ферментного препарату.

#### *Формування тістових заготовок*

Замішане тісто надходить до ротаційної формуючої машини, де тісто запресовується в заглиблення формуючого валу рифленим валом. В ході обертання ротора тісто витягується з комірок стрічковим конвеєром, який рухається.

#### *Випікання*

Відформовані тістові заготовки надходять до тунельної печі, де випікаються за температури 180-200 °С протягом 5-6 хв.

#### *Охолодження*

Після випікання печиво охолоджується з примусовою циркуляцією повітря.

#### *Пакування*

Охолоджене печиво пакується в кондитерські коробки, що потім обклеюються та укладаються в штабелі.

### **4.1 Визначення органолептичних показників якості здобного печива**

Традиційне (контрольний зразок) та з додаванням амарантового борошна, суміші пророщених зерен, полідекстрази та ферментного препарату (дослідний зразок) тіста і печива представлені на рисунку 4.2.



Зразки тіста ( №1 контроль)



Зразки печива ( №1 контроль)



Зразки тіста (№2 зразок)



Зразки печива (№2 зразок)

Рис 4.2 Контрольний та дослідний зразок тіста та печива з оптимальним дозуванням

Таблиця 4.2 - Результати сенсорної оцінки якості готової продукції традиційного печива та печива з додаванням амарантового борошна, суміші пророщених зерен, полідекстрази та ферментного препарату

Показники якості	Оцінка в балах		
	Коефіцієнт вагомості	Зразок № 1 «Контроль»	Зразок № 2 «Злакове диво»
Зовнішній вигляд	2	4,5	5
Колір	2	4	5
Запах	2	4,5	5
Консистенція (пористість)	2	5	5
Смак	2	5	4
Сума балів	10	46	48
Оцінка		відмінно	відмінно

Згідно з отриманою дегустаційною оцінкою (табл. 4.2.) було побудовано профілограми органолептичних показників печива, які зображено на рис. 4.3.

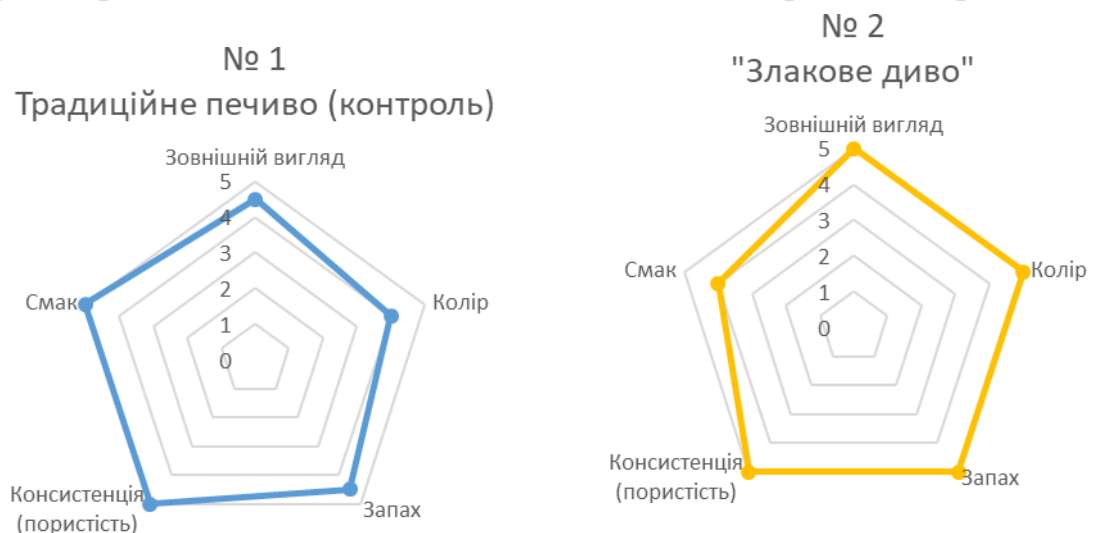


Рис 4.3- Профілаграми органолептичних показників здобного печива

Результати органолептичної оцінки за профілограмами показують, що розроблений вид здобного печива має більшу площу профілограми, ніж профілограма для традиційного виробу. Це доводить, що органолептичні показники печива «Злакове диво» має вище оцінки, і, відповідно є привабливішими для дегустаторів. Як свідчать дані таблиці 4.2, за результатами якої були побудовані профілограми печиво «Злакове диво» оцінено вищими балами за зовнішній вигляд, колір, запах, але поступається за смаком. Менший бал за смак печиво отримало завдяки наявному незначному відчуттю хрускоту, що пояснюється наявністю здрібнених частинок пророслих зерен.

На наступному етапі розраховано енергетичну цінність виробів, оскільки головною метою роботи було пониження енергетичної цінності. Розрахунок енергетичної цінності наведено в таблиці 4.3-4.4 та представляє інтерес розрахунок калорійності виробів, що наведений в таблицях 4.5-4.6.

Таблиця 4.3 – Розрахунок енергетичної цінності печива «Кримулда»

Сировина	Кількість сировини в 100 г продукту	Білки, г		Жири, г		Вуглеводи, г (моно-, ди/полісахариди)	
		В 100 г сировини	В 100 г продукту	В 100 г сировини	В 100 г продукту	В 100 г сировини	В 100 г продукту
1	2	3	4	5	6	7	8
Борошно пшеничне вищого сорту	56,55	10,3	5,82	1,1	0,6	0,2/68,7	0,11/38,85
Цукрова пудра	18,66	-	-	-	-	99,8/0	18,62/0
Масло вершкове	24,03	0,8	0,19	72,5	17,42	1,3/0	0,31/0
Всього (з врахуванням правил округлення)	-		<b>6,08</b>		<b>18,02</b>		<b>19,04/38,85</b>

Енергетична цінність печива «Кримулда»:

$EЦ^{100} = (6,08 \cdot 4,0 + 18,02 \cdot 9,0 + 38,85 \cdot 2 + 19,04 \cdot 4) = 341 \text{ ккал/100 г печива}$   
або 1423 кДж/100 г печива.

Таблиця 4.4 – Розрахунок енергетичної цінності печива «Злакове диво»

Сировина	Кількість сировини в 100 г продукту	Білки, г		Жири, г		Вуглеводи, г (моно-, ди/полісахариди)	
		В 100 г сировини	В 100 г продукту	В 100 г сировини	В 100 г продукту	В 100 г сировини	В 100 г продукту
1	2	3	4	5	6	7	8
Борошно пшеничне вищого сорту	8,74	10,3	0,90	1,1	0,096	0,2/68,7	0,017/6,00
Борошно амарантове	28,32	16,0	4,53	6,5	1,84	0,4/55,6	0,11/15,75
Суміш пророщених зерен	19,58	11,1	2,17	1,9	0,37	3,0/59,5	0,59/11,65
Цукрова пудра	9,35	-	-	-	-	99,8/0	9,33/0
Полідекстроза	9,35	-	-	-	-	25,0/0	2,34/0
Масло вершкове	24,03	0,8	0,19	72,5	17,42	1,3/0	0,31/0
Всього (з врахуванням правил округлення)	-		<b>7,79</b>		<b>19,726</b>		<b>12,697/33,4</b>

Енергетична цінність печива «Злакове диво»:

$EЦ^{100} = (7,79 \cdot 4,0 + 19,726 \cdot 9,0 + 33,4 \cdot 2 + 12,697 \cdot 4) = 304 \text{ ккал/100 г печива}$   
 або 1273 кДж/100 г печива.

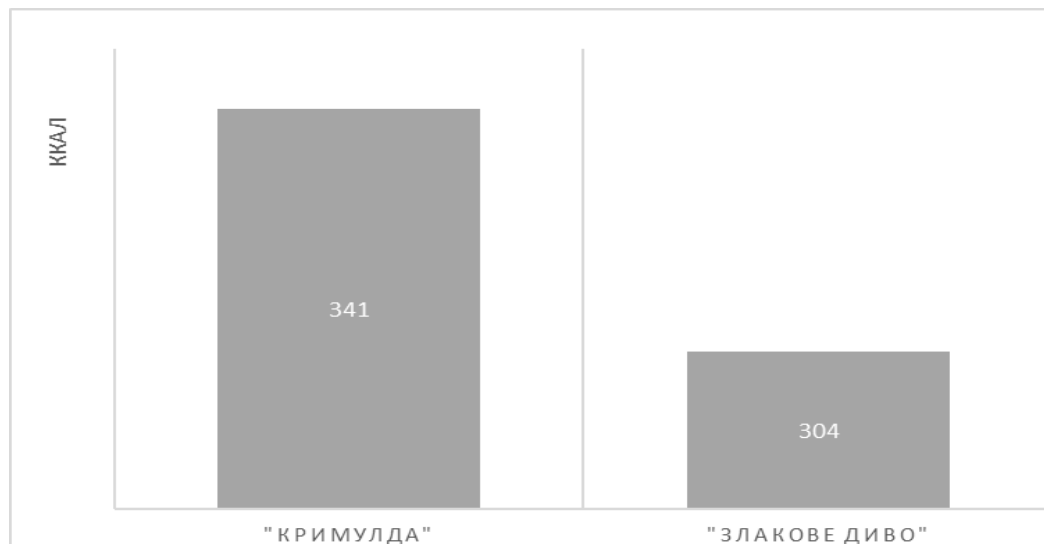


Рис 4.4 – Енергетична цінність здобного печива «Кримулда» та «Злакове диво»

З розрахунку ми бачимо, що енергетична цінність здобного печива «Злакове диво» зменшується на 10,9% у порівнянні з енергетичною цінністю печива «Кримулди». Це пояснюється введенням в рецептуру інгредієнтів, багатих на харчові волокна, а також зменшенням 50% цукрової пудри.

На наступному етапі проведено розрахунок інтегрального скору та показника глікемічності для печива.

Інтегральний скор печива «Кримулда»:

$$I_{n_{\text{білки}}} = \frac{6,08}{50} \cdot 100\% = 12,16\%$$

$$I_{n_{\text{жири}}} = \frac{18,02}{70} \cdot 100\% = 25,74\%$$

$$I_{n_{\text{вуглеводи}}} = \frac{57,89}{260} \cdot 100\% = 22,27\%$$

Інтегральний скор печива «Злакове диво»:

$$I_{n_{\text{білки}}} = \frac{7,79}{50} \cdot 100\% = 15,58\%$$

$$I_{n_{\text{жири}}} = \frac{19,726}{70} \cdot 100\% = 28,18\%$$

$$I_{n_{\text{вуглеводи}}} = \frac{46,1}{260} \cdot 100\% = 17,73\%$$

Інноваційне печиво «Злакове диво» за розрахунками інтегрального скору більшою мірою, задовільняє потребу людини в білках, практично на 28%, дещо більшою мірою в жирах, на 10%, а також забезпечує організм меншою мірою в вуглеводах, на 20% - менше.

Дані, що використовуються для обчислення показника глікемічності, представлені в таблицях 4.5-4.6  
Таблиця 4.5 – Дані для обчислення показника глікемічності печива «Кримулда»

Найменування сировини	Кількість сировини в 100 г готового продукту	Вміст вуглеводів та глікемічних одиниць									
		Глюкоза (ГІ=100%)		Фруктоза (ГІ=20%)		Мальтоза (ГІ=105%)		Сахароза (ГІ=60%)		Крохмаль (ГІ=70%)	
		в 100 г		в 100 г		в 100 г		в 100 г		в 100 г	
		сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту
Борошно пшеничне вищого сорту	56,55	0,020	0,0113	0,020	0,0113	0,050	0,0283	0,110	0,0622	67,9	38,40
Цукрова пудра	18,66	-	-	-	-	-	-	99,80	18,62	-	-
Масло вершкове	24,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сіль	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сода	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вуглеамонійна сіль	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього	-	-	<b>0,0113</b>	-	<b>0,0113</b>	-	<b>0,0283</b>	-	<b>18,6822</b>	-	<b>38,40</b>

Таблиця 4.6 – Дані для обчислення показника глікемічності печива «Злакове диво»

Найменування сировини	Кількість сировини в 100 г готового продукту	Вміст вуглеводів та глікемічних одиниць									
		Глюкоза (ГІ=100%)		Фруктоза (ГІ=20%)		Мальтоза (ГІ=105%)		Сахароза (ГІ=60%)		Крохмаль (ГІ=70%)	
		в 100 г		в 100 г		в 100 г		в 100 г		в 100 г	
		сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту
Борошно пшеничне вищого сорту	8,74	0,020	0,0017	0,020	0,0017	0,050	0,0044	0,110	0,0096	67,9	5,93
Борошно амарантове	28,32	-	-	-	-	-	-	-	-	55,6	15,75
Суміш пророщених зерен	19,58	0,080	0,016	0,048	0,0094	0,017	0,0033	0,346	0,068	22,13	4,33
Цукрова пудра	9,35	-	-	-	-	-	-	99,80	9,33	-	-
Полідекстроза	9,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Масло вершкове	24,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сіль	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сода	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вуглеамонійна сіль	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього	-	-	<b>0,0177</b>	-	<b>0,0111</b>	-	<b>0,0077</b>	-	<b>9,4076</b>	-	<b>26,01</b>

Розрахунок глікемічності печива «Кримулда»:

$$\text{ПГ} = 1 \cdot 0,0113 + 0,2 \cdot 0,0113 + 1,05 \cdot 0,0283 + 0,6 \cdot 18,6822 + 0,7 \cdot 38,40 = 38,132595 \approx 38,13 \text{ од.}$$

Розрахунок глікемічності печива «Злакове диво»:

$$\text{ПГ} = 1 \cdot 0,0177 + 0,2 \cdot 0,0111 + 1,05 \cdot 0,0077 + 0,6 \cdot 9,4076 + 0,7 \cdot 26,01 = 23,879565 \approx 23,88 \text{ од.}$$

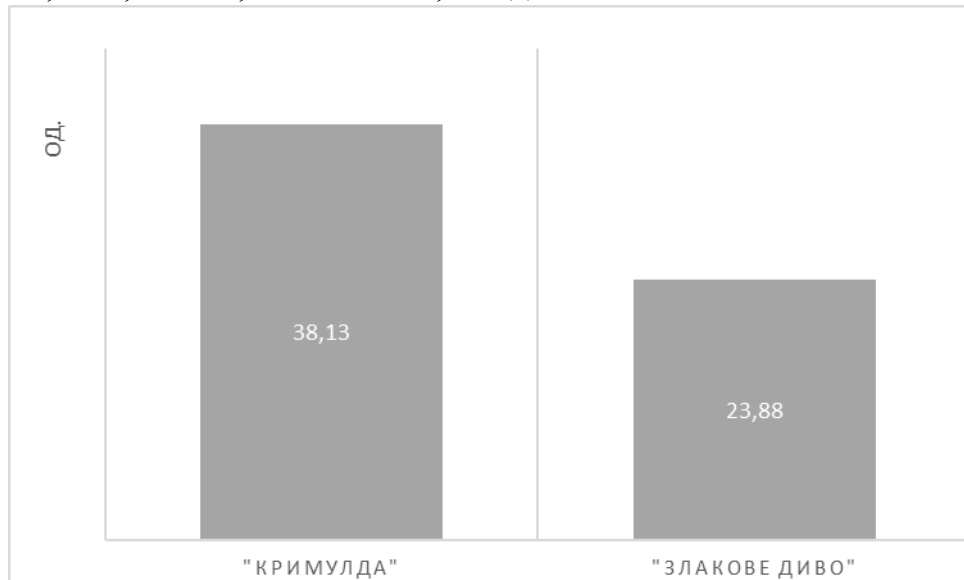


Рис. 4.5 – Показник глікемічність печива «Кримулда» та «Злакове диво»

Як видно з розрахунків, ступінь глікемічності контрольного зразка печива «Кримулда» складає 38,13 од., а показник розробленого печива «Злакове диво» складає 23,88 од., тому розроблений вид печива має нижчий показник глікемічності на 38%, що позиціонує його як печиво з низьким глікемічним індексом.

#### 4.2 Розрахунок комплексного показника якості виробів

Оцінку ефективності удосконаленої рецептури здобного печива проводили порівнянням комплексних показників якості та харчової цінності, показника енергетичної цінності, глікемічний індекс.

В таблиці 4.7 представлений комплексний показник якості печива.

Таблиця 4.7 - Комплексний показник якості печива

Назва показників	Позначення	Одиниця виміру	Коефіцієнт вагомості	Значення показників якості	
				Печиво «Кримулда» контроль	Печиво «Злакове диво»
<b>Органолептичні властивості</b>	<b>P<sub>1</sub></b>		<b>0,4</b>		
смак	P <sub>11</sub>	бал	0,3	5	4
запах	P <sub>12</sub>	бал	0,3	4,5	5
колір	P <sub>13</sub>	бал	0,2	4	5
форма	P <sub>14</sub>	бал	0,2	5	5
<b>Глікемічний індекс</b>	<b>P<sub>2</sub></b>	од	<b>0,3</b>	38,13	23,88
<b>Показник енергетичної цінності печива</b>	<b>P<sub>3</sub></b>	ккал	<b>0,3</b>	341	304
<b>Комплексний показник якості</b>	<b>P<sub>0</sub></b>			<b>1</b>	<b>1,25</b>

Комплексний показник якості здобного печива «Злакове диво» розраховуємо за формулою:

$$P_o = 0,4\left(0,3\frac{4}{5} + 0,3\frac{5,0}{4,5} + 0,2\frac{5,0}{4,0} + 0,2\frac{5,0}{5,0}\right) + 0,3\frac{38,14}{23,88} + 0,3\frac{341}{304} = 1,25$$

Згідно розрахунків комплексний показник якості для печива «Злакове диво» склав 1,25, що свідчить про ефективність запропонованих у роботі нових технологічних рішень.

#### Висновки до розділу 4

В результаті проведених експериментальних досліджень щодо удосконалення технологічної схеми здобного пісочного-виїмного печива було зроблено наступні висновки.

1. Найкраще співвідношення рецептурної композиції для здобного печива з амарантовим борошном і сумішшю порослих зерен слугувало основою для розроблення уніфікованої рецептури здобного пісочно-виїмного печива «Злакове диво».

2. Внесено зміни у технологічну схему виробництва здобного пісочно-виїмного печива які полягають у підготовці борошняної суміші (борошно амарантове, суміш пророщених зерен злакових, борошно пшеничне, ферментний препарат), замішування тіста з подальшим його відлежуванням при температурі 35°C протягом однієї години, формуванні тістових заготовок і їх випікання при температурі 180-182 °C протягом 5,5 хв, охолодження.

3. Встановлено відповідність показників якості інноваційного продукту вимогам ДСТУ, а також здійснено порівняння з традиційним печивом, яке показало вищі бали за зовнішнім виглядом і кольором.

4. Доведено, що енергетична цінність печива «Злакове диво» менше на 10,9% у порівнянні з традиційним печивом, розрахований показник глікемічності дозволив віднести печиво «Злакове диво» до низькоглікемічних продуктів, а його комплексний показник якості більший у порівнянні з традиційними виробами.

## 5. ПРОДУКТОВИЙ РОЗРАХУНОК

Методика проведення продуктового розрахунку здійснюється відповідно до норм проектування кондитерських підприємств.

### 5.1 Розрахунок потужності виробничої потоково-механізованої лінії

У кондитерському виробництві продуктивність лінії прийнято обчислювати за продуктивністю провідного обладнання. У виробництві борошняних кондитерських виробів провідним обладнанням є печі [68].

Провідним обладнанням для здобного печива «Злакове диво», є тунельна піч марки «ПКК-6КО».

Розрахунок потужності потоково-механізованої лінії з виробництва печива, проводять відповідно до потужності тунельної печі, кг/год, за формулою:

$$G = \frac{60 \cdot L \cdot m \cdot N \cdot C \cdot C_1}{a_1 \cdot \tau}, \quad (5.1)$$

де  $L$  – довжина пекарної камери, м;

$m$  – кількість стрічок у печі, шт.;

$N$  – кількість тістових заготовок на одному погонному метрі, шт.;

$C$  – коефіцієнт, який враховує ступінь завантаження печі, ( $C = 0,98-0,99$ );

$C_1$  – коефіцієнт, який враховує вихід стандартної продукції, ( $C = 0,99$ );

$a_1$  – кількість виробів в одному кілограмі (шт. згідно з рецептурою);

$\tau$  – тривалість термообробки виробу, хв [ 68 ].

Розрахунок потужності потоково-механізованої лінії з виробництва печива проводимо за формулою (5.1):

$$G = \frac{60 \cdot 11,5 \cdot 1 \cdot 104 \cdot 0,98 \cdot 0,99}{100 \cdot 5,5} = 126,58 \text{ кг/год}$$

Кількість тістових заготовок на одному погонному метрі,  $N$ , шт., обчислюють за формулою:

$$N = n_{ш} \cdot n_{д} \quad (5.2)$$

де  $n_{ш}$  – кількість тістових заготовок по ширині поду, шт.;

$n_{д}$  – кількість тістових заготовок по довжині погонного метру поду печі, шт.

Кількість тістових заготовок на одному погонному метрі, обчислюють за формулою (5.2):

$$N = 8 \cdot 13 = 104 \text{ шт.}$$

Кількість виробів по ширині поду в тунельній печі  $n_{ш}$ , шт., виходячи з довжини та ширини виробів і відстані між ними, обчислюють за формулою

$$n = \frac{B - a}{b + a} \quad (5.3)$$

де  $B, b$  – ширина поду печі та виробу, мм;

$a$  – відстань між виробами, мм [ 68 ].

Кількість виробів по ширині поду в тунельній печі  $n_{ш}$ , шт., виходячи з довжини та ширини виробів і відстані між ними, обчислюють за формулою (5.3):

$$n_{ш} = \frac{620 - 15}{60 + 15} = 8,07 \approx 8 \text{ шт.}$$

Кількість виробів по довжині погонного метра тунельної печі  $n_{\partial}$ , шт., визначають за формулою:

$$n_{\partial} = \frac{L - a}{l + a} \quad (5.4)$$

де  $l$  – довжина виробу, мм;

$L$  – довжина поду печі, мм.

Кількість виробів по довжині погонного метра тунельної печі  $n_{\partial}$ , шт., визначають за формулою (3.4):

$$n_{\partial} = \frac{1000 - 15}{60 + 15} = 13,13 \approx 13 \text{ шт.}$$

Продуктивність потоково-механізованих ліній за зміну, кг/зміну, розраховують за формулою:

$$G_{зм} = G_{год} \cdot T, \text{ кг / зм.}, \quad (5.5)$$

де  $G_{год}$  – годинна продуктивність, кг/год;

Продуктивність потоково-механізованих ліній для виробництва здобного печива «Злакове диво» за зміну, кг/зміну, розраховують за формулою 5.5:

$$G_{зм} = 126,58 \cdot 7,5 = 949,35 \frac{\text{кг}}{\text{зм}} \approx 0,95 \text{ т / зм}$$

Продуктивність за добу, т/добу, розраховують за формулою:

$$G_{доб} = G_{зм} \cdot N_{зм} \quad (5.6)$$

де  $G_{зм}$  – годинна продуктивність, т/зм;

$N_{зм}$  – кількість змін, шт.

Продуктивність за добу, т/добу, розраховують за формулою 5.6:

$$G_{доб} = 0,95 \cdot 1 = 0,95 \text{ т / добу}$$

Виробничу потужність тис. т/рік, розраховують за формулою:

$$G_{рік} = (G_{доб} \cdot \Phi PЧ) / 1000 \quad (5.7)$$

де  $G_{доб}$  – добова продуктивність, т/добу;

$\Phi PЧ$  – фонд робочого часу, діб.

При проектуванні підприємств, що спеціалізуються на виробництві БКВ – ФБЧ = 241 доби.

Виробничу потужність тис. т/рік, розраховують за формулою 5.7:

$$G_{рік} = \frac{(0,95 \cdot 241)}{1000} = 0,23 \text{ тис. т / рік}$$

## 5.2 Розрахунок витрат сировини

Розрахунок основної та додаткової сировини проводимо згідно з потужністю лінії за уніфікованими рецептурами, в яких наведені норми витрат сировини на 1 т незагорнутої продукції, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Розрахунок витрат основної і додаткової сировини для виробництва здобного печива «Злакове диво»

Найменування сировини	«Злакове диво»		За добу, кг	За рік, т
	На 1т, кг	За зміну, на 0,95 т, кг		
Борошно пшеничне вищого сорту	96,14	91,33	91,33	22,01
Амарантове борошна	311,49	295,92	295,92	71,32
Суміш пророщених зерен	215,35	204,58	204,58	49,30
Цукрова пудра	102,87	97,73	97,73	23,55
Полідекстроза	102,87	97,73	97,73	23,55
Масло вершкове	264,38	251,16	251,16	60,53
Сіль	2,31	2,19	2,19	0,53
Сода	2,88	2,74	2,74	0,66
Вуглеамонійна сіль	1,70	1,62	1,62	0,39
Ферментний препарат Alhamalt HCF	0,058	0,06	0,06	0,01

## 5.3 Розрахунок напівфабрикатів власного виробництва

Визначення маси тіста для приготування 1 т готової продукції для печива,  $T$ , визначаємо за формулою:

$$T = B + P_v \quad (5.4)$$

де  $B$  – маса всієї сировини у натурі без води для приготування 1 т готової продукції, кг;

$P_v$  – розрахункова кількість води для приготування тіста на 1 т виробів.

В рецептурі здобного печива вода відсутня, тому маса тіста для приготування здобного печива «Злакове диво», становить 1100,05 кг.

Витрата цукру білого кристалічного розраховують за пропорцією:  
на 1000 кг цукрової пудри – 1003 кг цукру білого кристалічного  
на 102,87 кг цукрової пудри –  $x$  кг цукру білого кристалічного

$$x = \frac{102,87 \times 1003,0}{1000} = 103,18 \text{ кг}$$

Таблиця 5.2 – Потреба в напівфабрикатах в цеху з виробництва здобного пісочно-виїмного печива

Назва напівфабрикату	Печиво «Злакове диво»		Всього на зміну, кг
	на 1 т, кг	на зміну на 0,95 т, кг	
Тісто для здобного печива	1100,05	1045,05	1045,05
Пудра цукрова	102,87	97,73	97,73

#### 5.4 Розрахунок потреби в пакувальних матеріалах і тарі

До пакувальних матеріалів у кондитерському виробництві належать матеріали, що йдуть на обгортання і пакування кондитерських виробів: папір, фольга, клей, картон, полімерні матеріали для обгортки та упаковки, етикетки на гофрокороби тощо. До допоміжних матеріалів належать: тальк, парафін, воско-жирова суміш.

Види та витрати пакувальних матеріалів будуть залежати від способу пакування виробів (ваговим – в гофрокороби, чи пакування виробів в індивідуальну упаковку (цукерки, карамель) чи в споживчу упаковку (пачки, коробка, пакети з полімерних матеріалів) [ 68 ].

Розрахунки витрат тари та пакувальних матеріалів для здобного печива наведені в таблицях 5.3 та 5.4.

Таблиця 5.3– Розрахунок витрат тари для здобного печива

Назва виробу	Виробіток за добу, т	Найменування тари та номер тари	Витрати тари на 1 т. гот. продукції, шт.	Фактична місткість тари, кг	Потреба, шт., коробів	
					на добу	на рік
Здобне печиво «Злакове диво»	0,95	Коробка кондитерська з вікном	475	2	475	114475

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат пакувальних матеріалів для здобного печива

Назва пакувальних матеріалів	Витрати пакувальних матеріалів			
	Здобне печиво «Злакове диво»		Всього	
	на 1 т, кг	за зміну 0,95 т, кг	за добу, кг	за рік, т
Етикетка	0,66	0,63	0,63	151,83
Підпергамент, пергамент	2,51	2,38	2,38	573,58
Плівка полімерна	52,75	50,11	50,11	12076,51

## 5.5 Розрахунок площі складських приміщень

Складські приміщення розділяються на кілька категорій для ефективного зберігання різних типів сировини та готової продукції. Це включає склади для основної сировини, фруктово-ягідної сировини, сировини, яка швидко псується (холодні склади), смако-ароматичних речовин, а також склади для тари та пакувальних матеріалів.

При розрахунках слід враховувати два види складів для сировини: тарного та безтарного зберігання. Зокрема, безтарний спосіб використовується для зберігання основної сировини, такої як цукор, борошно, какао-боби, молоко згущене, жири, фруктово-ягідне пюре та патока.

Оскільки вартість сировини у виробництві кондитерських виробів становить значну частину собівартості, зменшення втрат під час зберігання сировини має важливе значення для зниження загальної вартості виробів [ 68 ].

### 5.5.1 Розрахунок площі складів сировини у разі тарного зберігання.

Запаси сировини на складах кондитерських підприємств визначаються необхідністю забезпечення безперебійного випуску кондитерських виробів у визначеній кількості та асортименті. Недостатні запаси можуть викликати перерви в виробництві та призводити до зривів випуску готової продукції. З іншого боку, надмірні запаси сировини призводять до зниження оборотності коштів, втрат якості сировини при тривалому зберіганні та потреби у додаткових складських площах.

Залежно від фізико-хімічних та мікробіологічних характеристик сировини, розрізняють три основних типи складів: склад для основної сировини, яка не вимагає низьких температур; холодний склад для сировини, що потребує низьких температур; та склад для сировини високої вартості, такої як ароматизатори, барвники, есенції, харчові кислоти та алкогольні напої.

Розрахунки запасів та зберігання проводяться відповідно до норм для кожного виду сировини чи виробів на на 1м<sup>2</sup> площі складу [ 68 ].

Результати розрахунків площі для тарного зберігання сировини наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок площ складських приміщень у разі тарного зберігання сировини

Сировина	Добові витрати, кг	Термін зберігання, діб	Підлягає зберігання на складі, т	Площа зберігання 1 т/ м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
<i>Склад зберігання основної сировини</i>					
Полідекстроза	97,73	15	1,47	1,05	1,54
Сіль	2,19	30	0,07	1,05	0,07
Сода	2,74	30	0,08	1,67	0,13
Вуглеамонійна сіль	1,62	30	0,05	1,30	0,07
<b>Всього</b>	104,28	-	-	-	<b>1,81</b>
<i>Холодний склад зберігання сировини, що швидко псується</i>					
Масло вершкове	251,16	3	0,75	1,41	1,06
<b>Всього</b>	251,16	-	-	-	<b>1,06</b>
<i>Склад зберігання органічної продукції</i>					
Суміш пророщених зерен	204,58	7	1,43	1,31	1,87
<b>Всього</b>	204,58	-	-	-	<b>1,87</b>

### 5.5.2 Розрахунок складів сировини у разі безтарного зберігання

Розрахунок зводиться до підбору та виявлення кількості силосів (бункерів) на складі для зберігання сипкої сировини. Транспортування борошна та цукру можна здійснювати механічно за допомогою норій і шнеків, які підбирають за технологічною характеристикою; аерозольтранспортом, спіральним транспортом для якого проводять розрахунок.

На підприємстві борошно та цукор зберігається безтарно, решта сировини – тарним способом [ 68]

Кількість силосів (бункерів),  $N$ , шт для зберігання борошна визначають за формулою:

$$N = \frac{M_c \cdot n}{Q}, \quad (5.5)$$

де  $M_c$  — добові витрати сировини, кг;  $n$  — термін зберігання сировини на підприємстві, діб ( для борошна  $n$  не менше 7);  $Q$  — місткість силосу(бункеру), кг.

Місткість силосу (бункеру) для кожного виду сировини  $Q$ , кг, розраховуємо за формулою:

$$Q = V \cdot \phi \quad (5.6)$$

$V$ - корисний об'єм продукту в силосі, м<sup>3</sup>;  $\phi$  – насипна вага продукту, кг/м<sup>3</sup>.

Місткість силосу (бункеру) для борошна пшеничного та амарантового розраховуємо за формулою 5.6:

$$Q = 10 \cdot 590 = 5900 \text{ кг}$$

Місткість силосу (бункеру) для цукру білого кристалічного розраховуємо за формулою 5.6:

$$Q = 10 \cdot 850 = 8500 \text{ кг}$$

Кількість силосів для зберігання борошна пшеничного вищого сорту розраховуємо за формулою 5.5:

$$N = \frac{91,33 \cdot 7}{5900} = 0,11 \approx 1 \text{ шт.}$$

Отримане значення силосів округлюється в більшу сторону та приймається один додатковий. Отже, для зберігання борошна пшеничного вищого сорту застосовуватиметься 2 силоси.

Кількість силосів для зберігання борошна амарантового:

$$N = \frac{295,92 \cdot 7}{5900} = 0,35 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 шт.

Кількість силосів для зберігання цукру білого кристалічного:

$$N = \frac{103,18 \cdot 10}{8500} = 0,12 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 шт.

### 5.5.3 Розрахунок площ складів для тари та пакувальних матеріалів

Готові кондитерські вироби упаковують у різноманітні матеріали для упаковки та споживчу тару, або розміщують в коробки, які потім пакують в ящики з гофрованого картону. Запаси всіх таропакувальних матеріалів та заготовок плануються на рівні, що відповідає місячній потребі.

Розрахунки виконуються відповідно до норм запасів та зберігання кожного типу тари та пакувальних матеріалів на кожен квадратний метр площі складу [ 68 ].

Розрахунок площ складських приміщень для зберігання тари наведено в таблиці 5.6

Таблиця 5.6 - Розрахунок площ складських приміщень для зберігання тари

Здобне печиво «Злакове диво»	Добові витрати, шт.	Термін зберігання, діб	Вага одного короба, кг	Підлягає зберігання на складі, т	Площа для зберігання 1 т, м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
Коробка кондитерська з вікном	475	30	2	14,25	2,90	4,91

Розрахунок площі складів пакувальних матеріалів наведено в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7- Розрахунок площі складів пакувальних матеріалів

Сировина	Добові витрати, кг	Термін зберігання, діб	Підлягає зберігання на складі, т	Площа для зберігання 1 т, м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
Етикетка	0,63	30	0,02	1,25	0,03
Підпергамент, пергамент	2,38	30	0,07	0,67	0,05
Плівка полімерна	50,11	30	1,5	1,39	2,09
<b>Всього</b>	<b>53,12</b>	-	-	-	<b>2,17</b>

#### 5.5.4 Розрахунок площі складу готової продукції та експедиції

Готові кондитерські вироби доставляються на склади у гофрованих коробках, розташованих на піддонах розміром 1200 × 800 мм, або упаковані у пакети з середньою вагою 0,2—0,4 т готової продукції. Пакети містять 36 коробів, розміщених у шість рядів по висоті. Ліфтом піднімають піддони з продукцією, а потім переміщують їх на склад готової продукції за допомогою вилкової електрокари ЕВТ–0,5 або електронавантажувача з вантажопідйомністю 0,5 т, де залишають для зберігання. Термін зберігання готової кондитерської продукції на складі підприємства складає п'ять днів, що стосується виробів тривалого зберігання [ 68 ].

Розрахунок складських приміщень готової продукції наведено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 - Розрахунок складських приміщень готової продукції

Печиво	Добовий виробіток, т	Термін зберігання, діб	Підлягає зберігання на складі, т	Площа для зберігання 1 т, м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
Здобне печиво «Злакове диво»	0,95	5	4,75	2,50	11,88

Площу експедиції приймають у розмірі 20 % від площі складу готової продукції але повинна бути не менше 50 м<sup>2</sup>.

$$S_{\text{експ}} = \frac{11,88 \cdot 20}{100} = 2,38 \text{ м}^2$$

Оскільки розрахована площа менша нормативного значення, приймаємо площу експедиції рівно 50 м<sup>2</sup>.

Загальна площа складу готової продукції складатиме:

$$S_{\text{заг}} = 11,88 + 50,0 = 61,88$$

#### Висновки до розділу 5

Із урахуванням удосконаленої технологічної схеми і рецептури, здійснено розрахунок потужності виробничої лінії, витрат основної сировини, напівфабрикатів власного виробництва, загальних і пофазних втрат сухих речовин, площі складських приміщень.

## 6. ПІДБІР ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Основне обладнання вибирається відповідно до технологічної схеми виробництва, приділяючи увагу до вибору новітнього обладнання, яке забезпечить високу якість і безпечність готових продуктів. Крім того, важливо обрати обладнання, яке забезпечить можливість розширення асортименту продукції та збільшення потужності підприємства при необхідності [68].

Проводимо розрахунок основного технологічного обладнання для лінії здобного печива з періодичним замісом тіста.

*Розрахунок тістомісильних машин*

Кількість обладнання, шт., розраховуємо за формулою:

$$K = \frac{G_{\text{сиров.зм}}}{G_{\text{облад.зм}}} \cdot C \quad (6.1)$$

де  $K$  — кількість одиниць обладнання;  $G_{\text{сиров.зм}}$  — кількість сировини або напівфабрикатів, що підлягають обробленню за зміну, кг;  $G_{\text{облад.зм}}$  — продуктивність обладнання за зміну, кг;  $C$  — коефіцієнт використання обладнання у кондитерській промисловості становить 0,85—0,95.

Продуктивність тістомісильних машин періодичної дії  $\Pi$ , кг/год, розраховуємо за формулою:

$$\Pi_m = \frac{60 \cdot G}{\tau_p + \tau_v} \quad (6.2)$$

де  $G$  — кількість кондитерської маси, яку отримують за один цикл (заміс), кг;  $\tau_p$  — робочий час, який витрачається на один цикл приготування (заміс), хв.;  $\tau_v$  — додатковий час, який витрачається на один заміс, на завантаження і розвантаження машини, хв. ( $\tau_v = 5 - 7$  хв.).

Кондитерську масу на один заміс (цикл)  $G$ , кг, розраховуємо за формулою:

$$G = V \cdot K \cdot \rho, \quad (6.3)$$

де  $V$  — геометричний об'єм ємності, м<sup>3</sup>;  $K$  — коефіцієнт заповнення ємності, ( $K = 0,8$ );  $\rho$  — густина кондитерської маси, кг/м<sup>3</sup>.

Кількість тістомісильних машин періодичної дії  $N$ , шт., розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{\Pi}{\Pi_m}, \quad (6.4)$$

де  $\Pi$  — годинні витрати напівфабрикату (тіста, оздоблювальних н/ф, тощо), кг/год;  $\Pi_m$  — продуктивність тістомісильної машини, кг/год.

Кількість просіювачів WSA18-65B для амарантового борошна, шт, потужністю 460 кг/год розраховують за формулою 6.1:

$$K = 295,92 / 460 \cdot 0,95 = 0,61 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Кількість просіювачів WSA18-65B для пшеничного борошна, шт, потужністю 600 кг/год розраховують за формулою 6.1:

$$K=91,33/460 \cdot 0,95=0,19 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 1 \text{ шт}$$

Кількість просіювачів Impex FS-500 для суміші пророщених зерен, потужністю 500 кг/год розраховують за формулою 6.1:

$$K=204,58/500 \cdot 0,95=0,39 \text{ шт.}, \text{ приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

Розрахунок продуктивності тістомісильної машини періодичної дії «Laser ZM200»,  $\Pi$ , кг/год, проводиться за формулою 6.2:

$$\Pi_{\text{м}} = \frac{60 \cdot 481,2}{14 + 5} = 1519,58 \text{ кг/год}$$

Кількість кондитерської маси на один цикл (заміс)  $G$ , кг, розраховується за формулою 6.3:

$$G=0,5 \cdot 0,8 \cdot 1203=481,2 \text{ кг}$$

Кількість тістомісильних машин періодичної дії  $N$ , шт., розраховується за формулою 6.4:

$$N = \frac{1045,05}{1519,58} = 0,69 \text{ приймаємо } 1 \text{ шт.}$$

*Розрахунок продуктивності машин для формування тістових заготовок*

Для формування тістових заготовок печива в кондитерській промисловості застосовуються штампуючі машини ударної дії, ротаційні формуючі машини і відсаджувальні машини.

Розрахунок продуктивності ротаційної формувальної машини,  $\Pi$ , кг/год, визначається за формулою:

$$\Pi = \frac{60 \cdot m \cdot n \cdot C}{K}, \quad (6.5)$$

де  $K$  – кількість печива в 1 кг.;  $C$  – коефіцієнт, що враховує зворотні відходи, ( $C = 0,8$ ),  $m$  – число комірок в роторі, шт.;  $n$  – частота обертання ротора, об/хв.

Продуктивність ротаційної формувальної машини РТМ-600, кг/год, розраховуємо за формулою 6.5:

$$\Pi = \frac{60 \cdot 41 \cdot 12 \cdot 0,8}{120} = 196,8 \text{ кг/год}$$

Продуктивність пакувальних автоматів  $\Pi$ , кг/год, розраховуємо за формулою:

$$\Pi_{\text{з}} = \frac{60 \cdot n_1 \cdot K_1 \cdot K_2}{n} \quad (6.6)$$

де  $n_1$  – число робочих циклів машини за одну хвилину;  $K_1$  – коефіцієнт, що враховує зворотні відходи при загортанні, ( $K_1 = 0,99-0,97$ );  $K_2$  –

коефіцієнт використання продуктивності автомату, ( $K_2 = 0,97$ );  $N$  – кількість пачок з виробами в 1 кг, шт.

Продуктивність пакувального автомату LINEPACK, кг/год, розраховуємо за формулою 6.6:

$$P = \frac{60 \cdot 41 \cdot 12 \cdot 0,97}{120} = 238,62 \text{ кг/год}$$

Таблиця 6.1- Специфікація технологічного обладнання

Виробничий процес	Назва	Кількість	Габаритні розміри, мм		
			довжина	ширина	висота
Зберігання пшеничного та амарантового борошна	Силос для зберігання борошна «Trevira STF 10»	2	2200	2200	3400
Зберігання цукру білого	Силос тканинний для цукру «Trevira STF 10»	2	2200	2200	3400
Різання масла	Маслорізка «МРМ»	1	1600	800	1660
Просіювання борошна пшеничного та амарантового	Просіювач «WSA18-65B»	1	1030	960	995
Просіювання суміші пророщених зерен	Просіювач «Imprex FS-500»	1	995	960	1030
Просіювання цукру білого	Просіювач «ПЦ-1600»	1	1525	750	1500
Замішування тіста	Тістомісильна машина	1	1200	1560	870
Формування	Машина формуюча ротаційна РТМ-600	1	1400	1200	1300
Випікання	Піч модульна конвеєрна марки «ПКК-6КО»	1	13000	900	1200

### Висновки до розділу 6

Із урахуванням удосконаленої технологічної схеми і рецептури, здійснено розрахунок і підібрано технологічне обладнання для забезпечення роботи ліній.

## 7. РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ

### 7.1 Розрахунок витрат на виробництво та реалізацію продукції

Затрати для контролю та аналізу групуються за калькуляційними статтями, щоб обчислити собівартість продукції. Класифікація затрат розкриває їх призначення та зв'язок з технологічним процесом, використовуючи групування для обчислення за видами продукції та місцем виникнення затрат. Факторами впливу є метод планування затрат, технологічний процес та вид виробництва.

При розробці та впровадженні нових видів борошняних виробів важливим є розрахунок собівартості, яка представляє собою грошові витрати підприємства на виробництво та збут продукції. Собівартість є показником ефективності виробничого процесу, відображаючи рівень організації виробництва, технічний рівень, продуктивність праці та інші аспекти.

Витрати, пов'язані із виробництвом продукції чи наданням послуг, розподіляються за різними категоріями калькуляції, такими як: сировина та матеріали, паливо і енергія для технологічних потреб, зворотні відходи (враховані), основна та додаткова заробітна плата, відрахування на соціальні заходи, витрати на обслуговування обладнання, загальновиробничі витрати, втрати від браку, адміністративні витрати, витрати на збут, та виробнича собівартість.

#### *Розрахунок витрат на сировину і матеріали*

Категорія "Сировина і матеріали" включає в себе вартість матеріалів, які входять у склад виготовленої продукції або є необхідним компонентом для її виробництва, а також закуплені матеріали, використані у процесі виробництва. Сюди також включаються витрати, пов'язані із застосуванням природних матеріалів, таких як вода, яка використовується для технологічних потреб.

Розрахунок витрат сировини та матеріалів на виробництво мармеладної маси на фруктозі наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Розрахунок витрат на сировину

Вид сировини та основних матеріалів	Ціна одиниці сировини за кг, грн.	Норми витрат на 1 т печива	Сума, грн.
Борошно пшеничне вищого сорту	11,0	96,14	1057,54
Амарантове борошна	30,0	311,49	9344,70
Суміш пророщених зерен	800,0	215,35	172280,00
Цукрова пудра	16,0	102,87	1645,92
Полідекстроза	190,0	102,87	19545,30
Масло вершкове	230,0	264,38	60807,40
Сіль	9,0	2,31	20,79
Сода	30,0	2,88	86,40
Вуглеамонійна сіль	50,0	1,70	85,00
Ферментний препарат Alhamalt HCF	290,0	0,058	16,82
Разом витрат на сировину			<b>264889,25</b>

Сума транспортно-заготівельних витрат приймається як 5% від вартості сировини та матеріалів:

$$B = 264889,25 \cdot 0,05 = 13244,46 \text{ грн}$$

*Розрахунок вартості електроенергії на технологічні цілі*

До цього розділу належать витрати на всі види палива, що безпосередньо використовуються в процесі виробництва продукції.

Таблиця 7.2 - Розрахунок вартості електроенергії на технологічні цілі

Енерговитрати	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Норма витрат на 1т	Сума, грн
Електроенергія	кВт·год	2,64	38	100,32
Всього				<b>100,32</b>

*Розрахунок заробітної плати основних робітників*

До цього розділу відносяться витрати нарахованої заробітної платні згідно прийнятих виробництвом системи оплати праці у вигляді тарифних ставок і відрядних розцінок.

Таблиця 7.3 – Розрахунок заробітної плати для робітників

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год.	Тарифний фонд заробітної плати за зміну, грн. грн.
Оператор лінії у виробництві харчової продукції	4	2	75	7,5	562,5
Майстер	1	1	80	7,5	600,0
Технолог	1	1	100	7,5	750,0
Підсобний робітник	2	4	70	7,5	525,0
Дозувальник сировини	2	4	70	7,5	525,0
Укладальник-пакувальник	8	4	60	7,5	450,0
Комірник	1	3	75	7,5	562,5
Транспортувальник	1	1	60	7,5	450,0
Тарифна заробітна плата на 1 т готової продукції					<b>4425,0</b>

Основна заробітна плата складає 4425 грн.

*Розрахунок додаткової заробітної плати та відрахування до ЄСФ*

Додаткова заробітна плата – винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Додаткову заробітну плату приймаємо як 30% від основної заробітної плати.

ЄСФ приймаємо як 22% від основної та додаткової заробітної плати. Розраховуємо додаткову заробітну плату працівників та нарахування до ЄСФ.

Таблиця 7.4 – Розрахунок додаткової заробітної плати та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн.
Додаткова заробітня плата	30% від ОЗП	1327,5
Загальний фонд заробітної плати (ОЗП+ДЗП), грн.	–	5752,5
Відрахування до ЄВФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	1265,55

### Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Для розрахунку витрат на утримання обладнання підприємство складає кошторис затрат, що включає в себе витрати на амортизацію, вартість запасних деталей та вузлів, переміщення вантажів та інші складові.

Ці витрати розподіляються паралельно платам виробничих працівників у 200% від основної заробітної плати працівників виробництва.

$$B_{\text{уео}} = 4425 \cdot 2 = 8850 \text{ грн}$$

Таблиця 7.6 - Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Основна заробітна плата на 1т виробів, грн.	Розмір витрат,%	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн.
4425	200	8850

### Розрахунок загальновиробничих витрат

Загальновиробничі витрати представляють собою комплексну статтю, що охоплює різні види витрат, такі як опалення, утримання та ремонт громадських будівель, амортизаційні нарахування, витрати на управління з питань охорони праці та техніки безпеки, а також інші обов'язкові платежі та витрати.

Загальновиробничі витрати приймають в 70% від основної зарплати працівників.

$$B_{\text{заг}} = 4425 \cdot 0,7 = 3097,5 \text{ грн}$$

Таблиця 7.7 - Розрахунок загальновиробничих витрат

Основна заробітна плата на 1т виробів, грн.	Розмір витрат,%	Загальновиробничі витрати, грн.
4425	70,00	3097,5

### Розрахунок адміністративних витрат

Адміністративні витрати приймаються в кількості 2,5% від виробничої собівартості.

$$B_{\text{адм1}} = 298955,12 \cdot 0,025 = 7473,88 \text{ грн}$$

Таблиця 7.8 - Розрахунок адміністративних витрат

Основна заробітна плата на 1т виробів, грн.	Розмір витрат,%	Адміністративні витрати,грн.
4425	2,5	7473,88

*Розрахунок витрат на збут*

Витрати на збут охоплюють різноманітні витрати, пов'язані із реалізацією продукції. Це включає витрати на утримання відділів, пов'язаних із збутом, такі як оплата праці, соціальні відрахування та комісійні винагороди. Також враховуються витрати на обслуговування та ремонт основних засобів, амортизацію, транспортування, страхування, забезпечення техніки безпеки, упаковку та пакування, рекламні заходи, а також оподаткування, яке встановлено законодавством, наприклад, мита та податки.

Витрати на збут приймаються в кількості 3% від виробничої собівартості.

$$V_{зб1} = 298955,12 \cdot 0,03 = 8968,95 \text{ грн}$$

Таблиця 7.9 - Розрахунок витрат на збут

Виробнича собівартість 1т виробів, грн.	Розмір витрат,%	Витрати на збут,грн.
264889,25	0,8	8968,95

*Визначення ефективності виробництва*

Собівартість є ключовим показником, що відображає ефективність виробничої діяльності на підприємстві. Для зменшення витрат на виробництво та, відповідно, собівартості, рекомендується вживати такі заходи:

- впровадження нового високопродуктивного обладнання;
- зменшення витрат матеріалів на одиницю продукції;
- розгляд можливих варіантів збільшення темпів росту продуктивності праці порівняно з темпами зростання зарплати;
- впровадження передових технологій;
- ефективне використання обладнання та зменшення витрат на його експлуатацію та утримання;
- освідчене використання робочих засобів;
- мінімізація виробничого браку;
- зниження витрат на виробництво;

- використання вторинних ресурсів та переробка відходів.

Питому вагу собівартості в різних галузях складають вид продукції, технологія, трудомісткість виробництва, його організація та спеціалізація. У кондитерському виробництві 90% собівартості припадає на сировину.

Розрахунок собівартості одиниці продукції представлено в таблиці 7.10.

Таблиця 7.10- Планова калькуляція 1т печива

№	Найменування статей калькуляції найменування матеріалів	Витрати на 1т печива «Злакове диво», грн
1	2	2
1.	Сировина і матеріали	264889,25
2.	Паливо та енергія на технологічні цілі в т. ч. , електроенергія	100,32
3.	Основна заробітна плата робітників	4425
4.	Додаткова заробітна плата	1327,50
5.	Єдиний соціальний внесок	1265,55
6.	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	8850
7.	Загальновиробничі витрати	3097,5
8.	Виробнича собівартість (1+2+3+4+5+6+7)	<b>298955,12</b>
9.	Адміністративні витрати	7473,88
10.	Витрати на збут	8968,65
11.	<b>Повні витрати</b>	<b>315397,65</b>

Відпускна ціна продукції на виробництві складається з виробничої собівартості, визначених адміністративних витрат, витрат на збут та норми прибутку.

$$Ц = ВС + Ва + Vz + П \quad (7.3)$$

де: Ц – ціна;

ВС – виробнича собівартість продукції;

Ва – адміністративні витрати;

Vz – витрати на збут;

П – сума прибутку;

ПДВ – сума податку на додану вартість.

Суму прибутку визначають за формулою:

$$П = \frac{P \cdot (ВС + Ва + Vz)}{100} \quad (7.4)$$

де  $P$  – рівень рентабельності, який планується підприємством (чи законодавчо встановлюється).

Приймаємо, що рентабельність кондитерського цеху становить 10%:

$$P_1 = 315397,65 \cdot 0,1 = 31539,77 \text{ грн}$$

Розрахунок відпускної ціни печива представлено в таблиці 7.11.

Таблиця 7.11 – Розрахунок відпускної ціни, грн. за 1 тонну

№ п/п	Показники	Печиво «Злакове диво»
1.	Виробнича собівартість	<b>298955,12</b>
2.	Адміністративні витрати	7473,88
3.	Витрати на збут	8968,65
4.	Повні витрати	<b>315397,65</b>
5.	Рентабельність, %	10
6.	Прибуток	31539,77
7.	Відпускна ціна підприємства (ціна без ПДВ (гр.4+гр.6))	346937,42
8.	ПДВ (гр.7*0,2 (при ставці податку 20%))	69387,48
9.	Відпускна ціна (гр.7+гр.8)	416324,90
10.	Відпускна ціна за 1 кг, грн. (гр.9/1000)	416,32

### Висновки до розділу 7

Таким чином, за розрахунками встановили, що виробнича собівартість 1 т для печива «Злакове диво» становить – 298955,12 грн. Відпускна ціна (з ПДВ) за 1 кг печива – 416,32 грн. Вироби такого виду мають велике соціальне значення, тому розроблений вид печива буде користуватися високим попитом.

## 8. СИСТЕМА НАССР, ОБҐРУНТУВАННЯ КОНТРОЛЬНО-КРИТИЧНИХ ТОЧОК (ККТ) ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПЕЧИВА

При впровадження нового виробу на підприємстві обов'язково розробляється план НАССР. План НАССР є остаточним документом, в якому докладно аналізується технологічні стадії, на яких виникають загрози потрапляння в продукцію небезпечних факторів.

Система НАССР передбачає впровадження наступних процедур:

1. Здійснення опису для кожного продукту;
2. Розроблення блок-схеми технологічного процесу;
3. Визначення критичних точок контролю;
4. Розроблення системи моніторингу кожної критичної точки і встановлення корегувальних дій;
5. Опис процедур верифікації і валідації.

План НАССР і всі відповідні документи для печива «Злакове диво» представлено нижче.

Опис продукту та його цільове призначення наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Опис продукту та його цільове призначення

Назва продукту	Печиво здобне «Злакове диво»
Нормативний документ	ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови» [69].
Склад продукту	Борошно амарантове, <b>масло вершкове (26%)</b> (72,5% жирності), суміш пророщених зерен злакових, цукрова пудра, полідекстроза, <b>борошно пшеничне вищого сорту (9%)</b> , сода, сіль, вуглеамонійна сіль, ферментний препарат Alhamalt HCF.
Структура та характеристика продукту	<u>Форма</u> – відповідна цій назві печива без вм'ятин, краї печива повинні бути рівними чи фігурними, без пошкоджень. Допускається наявність надломленого печива -не більше 5 % від маси нетто пакованої одиниці; <u>поверхня</u> – не підгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули, і вкраплень крихт. Оздоблення верхньої поверхні повинне відповідати рецептурі. Допускається шорстка поверхня здобного печива, яке виготовляється із застосуванням пшеничного обойного борошна, кукурудзяного борошна; <u>колір</u> – властивий печиву цієї назви, різних відтінків, рівномірний. Допускається темніше забарвлення частин рельєфного малюнку, що виступають і країв печива, а також нижнього боку печива; <u>смак і запах</u> – властивий відповідній назві печива, без сторонніх запахів та присмаків; <u>вид в</u>

	<p><u>розломі</u> - для пісочно-виїмного печива, рівномірно-пористий без порожнин, для решти допускається нерівномірна пористість із наявністю невеликих порожнин. Печиво повинне бути пропеченим.</p> <p><u>Вологість</u>- не більше ніж 15,5 %; <u>масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину (за сахарозою)</u> - не менше 12,0 %; <u>масова частка жиру в перерахунку на суху речовину</u> - не менше 2,3%; <u>лужність</u>- не більше ніж 2,0 град; <u>масова частка золи, нерозчиненої в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%</u> - не більше ніж 0,1; <u>намочуваність</u> – не менше ніж 110%.</p>
Вимоги безпеки	<p><b>Мікробіологічні показники</b></p> <p><u>Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів</u>, КУО в 1 г, не більше ніж – <math>1,0 \cdot 10^4</math> ; <u>Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)</u> – маса продукту у якій не допускається 0,1 г/см<sup>3</sup>; <u>Патогенні мікроорганізми, в т.ч., бактерії роду Сальмонела</u>- маса продукту у якій не допускається 25 г/см<sup>3</sup> ; <u>Плісняві гриби, КУО в 1г</u> – не дозволено.</p> <p><b>Вміст токсичних елементів</b></p> <p>Свинець, не більше ніж – 0,5 мг/кг; кадмій, не більше ніж – 0,1 мг/кг; миш'як, не більше ніж – 0,3 мг/кг; ртуть, не більше ніж – 0,02 мг/кг; мідь, не більше ніж – 10,0 мг/кг; цинк, не більше ніж – 30,0 мг/кг.</p>
Спосіб споживчого пакування	<p>Печиво випускають фасованим і ваговим. У пачки печиво фасують масою нетто не більше ніж 400 г. Печиво повинне бути упаковане в ящики з гофрованого картону, масою не більше ніж 6 кг згідно з ДСТУ ГОСТ 9142:2019 (ГОСТ 9142-2014, IDT) Між рядами печива повинна бути прокладена смужка з картону чи щільного паперу, а кожен горизонтальний шар перекладений пергаментом, під пергаментом, пергаміном, парафіновим чи обгортковим папером.</p>
Вид маркування	<p><b>Печиво здобне «Злакове диво»</b>  <b>ДСТУ 3781:2014</b></p> <p><b>Склад:</b> Борошно амарантове, <i>масло вершкове (26%)</i> (72,5% жирності), суміш пророщених зерен злакових, цукрова пудра, полідекстроза, <i>борошно пшеничне вищого сорту (9%)</i>, сода, сіль, вуглеамонійна сіль, ферментний препарат Alhamalt HCF.  <b>Без ГМО.</b></p> <p>Маса нетто: 2 кг(kg)e.  Вжити до 01.06.2024 р.</p>

	<p>Термін придатності: 3 місяці з дати виробництва.</p> <p>Умови зберігання: зберігати у сухих, чистих, добре вентильованих складах, які не мають стороннього запаху, не заражені шкідниками хлібних запасів за температури <math>(18 + 5) ^\circ\text{C}</math> і відносної вологості повітря, що не перевищує 75%. Печиво не повинно зазнавати впливу прямих сонячних променів. Заборонено зберігати печиво з продуктами, що мають специфічний запах.</p> <p>Найменування та місце знаходження виробника: ТОВ «Світ Ласощів» вул. Чигиринська, 11, м. Черкаси 18030, Україна, т.\ф.: +380 (472) 710 229.</p> <p>Претензії з якості приймає виробник.</p> <p>Енергетична цінність (калорійність) на 100 г (г) продукту, кДж (kJ) /ккал (kcal) - 1273 /304.</p> <p>Харчова (поживна) цінність 100 г (г) продукту:  білки – 7,79 г (g);  жири – 19,73 г (g);  вуглеводи – 66,10 г (g);</p>
<p>Умови та терміни зберігання.</p> <p>Транспортування</p>	<p>Зберігати у сухих, чистих, добре вентильованих складах, які не мають стороннього запаху, не заражені шкідниками хлібних запасів за температури <math>(18 + 5) ^\circ\text{C}</math> і відносної вологості повітря, що не перевищує 75%. Печиво не повинно зазнавати впливу прямих сонячних променів. Заборонено зберігати печиво з продуктами, що мають специфічний запах. Гарантійний термін зберігання 3 місяці з дати виробництва. Ящики з продукцією під час зберігання на складах повинні бути встановлені на стелажах штабелями висотою не більше ніж 2 м. Відстань від джерела тепла, водопровідних і каналізаційних труб не повинна бути меншою ніж 1 м.</p> <p>Доставка печива у роздрібну мережу проводиться всіма видами транспорту в критих транспортних засобах згідно з правилами перевезення вантажів. Автомобілі, вози, тара повинні міститися в чистоті, оглядатися і очищатися перед вивантаженням і укладанням, а також повинні підлягати періодичній санітарній обробці відповідно до встановлених правил. Навантаження і вивантаження ящиків здійснюється за рахунок ручної праці.</p>
<p>Вид оброблення</p>	<p>Випечений кондитерський виріб, готовий до споживання.</p>
<p>Способи споживання</p>	<p>Виріб належить до середньо цінового сегменту та</p>

	розрахований на споживачів різних верств населення.
Способи реалізації	Печиво реалізується в роздрібній торгівлі, транспортується в торгівельну мережу.
Гарантії виробника	Виробник гарантує відповідність здобного печива «Злакове диво» ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови», за умови дотримання правил зберігання та транспортування.

Опис технологічної схеми виробництва здобного печива «Злакове диво»  
Технологічна схема з виробництва здобного печива складається з таких етапів:

- підготовка сировини до виробництва;
- замішування тіста;
- відлежування;
- формування тістових заготовок;
- випікання;
- охолодження;
- пакування готових виробів.

В тістомісильну машину типу Laser ZM200 (-поз.43-) з дозаторів надходить вся рецептурна сировина за виключенням борошняної суміші (борошно амарантове, суміш пророщених зерен, борошно пшеничне, ферментний препарат). Вершкове масло та цукрова пудра, полідекстроза збивається протягом 5-7 хв. В процесі замішування дозуються розпушувачі, після чого заміс продовжується 30 с. Останнім дозується борошно з дозатора Ш2-ХДЗ (-поз.42-), тісто замішується 1-4 хв. Тісто після замішування піддається відлежуванню. Тісто вивантажується на стрічковий транспортер камери ферментування ферментної камери (-поз.44-), де протягом однієї години при температурі 35°C, де відбувається активація ферментного препарату. Замішане тісто транспортером (-поз.46-) надходить до ротаційної формуючої машини РТМ-600 (-поз.47-), де тісто запресовується в заглиблення формуючого валу рифленим валом. В процесі обертання ротора тісто витягується з комірок стрічковим конвеєром, що рухається. Відформовані тістові заготовки надходять до печі ПКК-6КО (-поз.48-), випікання відбувається за температури 180°C на протязі 5-6 хв. Випечені заготовки охолоджуються на транспортері (-поз.50-) з примусовим обдуванням, за допомогою вентилятора (-поз.49-). Після цього печиво складають в гофрокороб на столі (-поз.51-) масою по 2 кг, та обгортаються в пакувальній машині LINEPACK (-поз.52-), потім складають на стелажі (-поз.53-), що знаходиться на вагах (-поз.54-) для надходження в склад готової продукції.

Апаратурно технологічна схема виробництва здобного печива

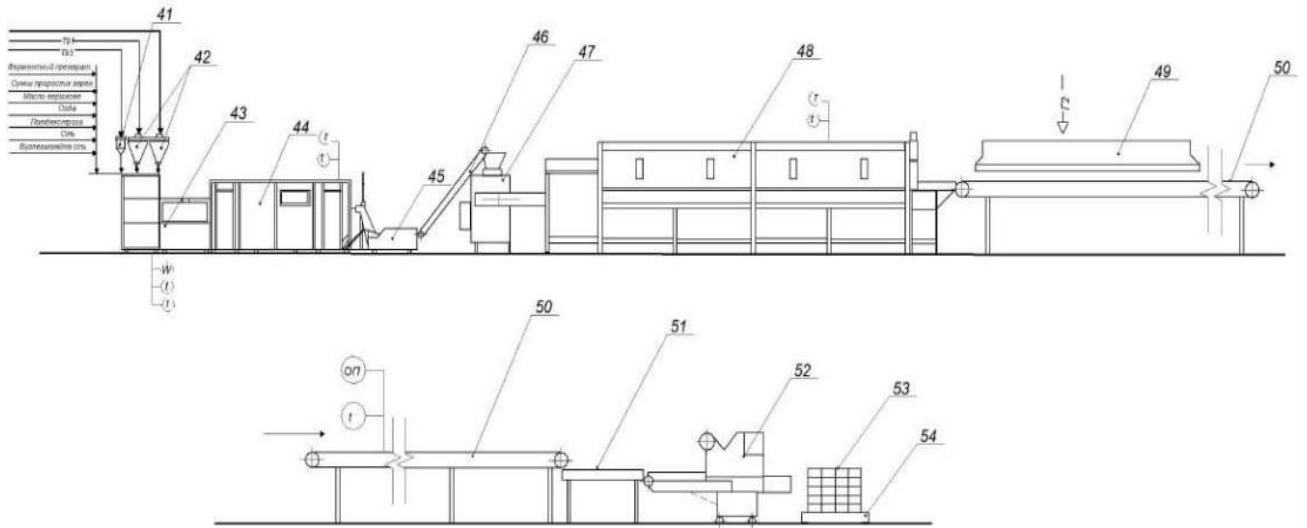


Рис. 8.1 Апаратурно-технологічна схема виробництва здобного печива «Злакове диво»

Розроблення НАССР-плану для виробництва безпечних харчових продуктів має кілька важливих переваг. По-перше дозволяє підприємствам уникнути потенційних проблем, пов'язаних з харчовими отруєннями та іншими небезпечними проблемами, що можуть негативно вплинути на здоров'я споживачів.

Таблиця 8.2- НАССР-план для виробництва здобного печива «Злакове диво»

№ КТК	Етап	Небезпечний чинник	Опис небезпечно го чинника	Критичні межі / цільові значення (або межі, якщо застосовується)	Моніторинг дії				Корекції/Коригувальні дії	Протоколи	Верифікація
					Що?	Як?	Частота?	Хто?			
КТК 1	Зберігання сировини	Б	Патогенні м/о в т.ч. <b>Salmonella</b> , <b>Плісняві гриби</b> , <b>МАФАМ</b> , <b>дріжджі</b>	Температура і вологість у складський приміщеннях: <u>1 режим:</u> від +2°C до +6°C, вологість не більше 75%; <u>2 режим:</u> від -13°C до -23°C, вологість не більше 75%; <u>3 режим:</u> від +13°C до +23°C, вологість не більше 85%.	Розвиток плісневих грибів та інших патогенних мікроорганізмів в умовах зберігання на складі, в холодильнику та морозильній камері	Контроль температури та вологості на складі	1р /зміну	Комірник	1. Установлення причини виходу із під контролю КТК, відновлення. 2. Партію продукції, яка була на зберіганні при відповідних умовах відправляють на аналіз в лабораторію, з за необхідністю утилізують / комірник	Журнал контролю температурно-вологісних режимів в складу сировини	1. Оцінка плану НАССР після його складання 2. В процесі отримання скарг 3. Згідно запланованих перевірок

Блок-схема виробництва печива із зазначенням контрольних критичних точок представлена на рисунку 8.2

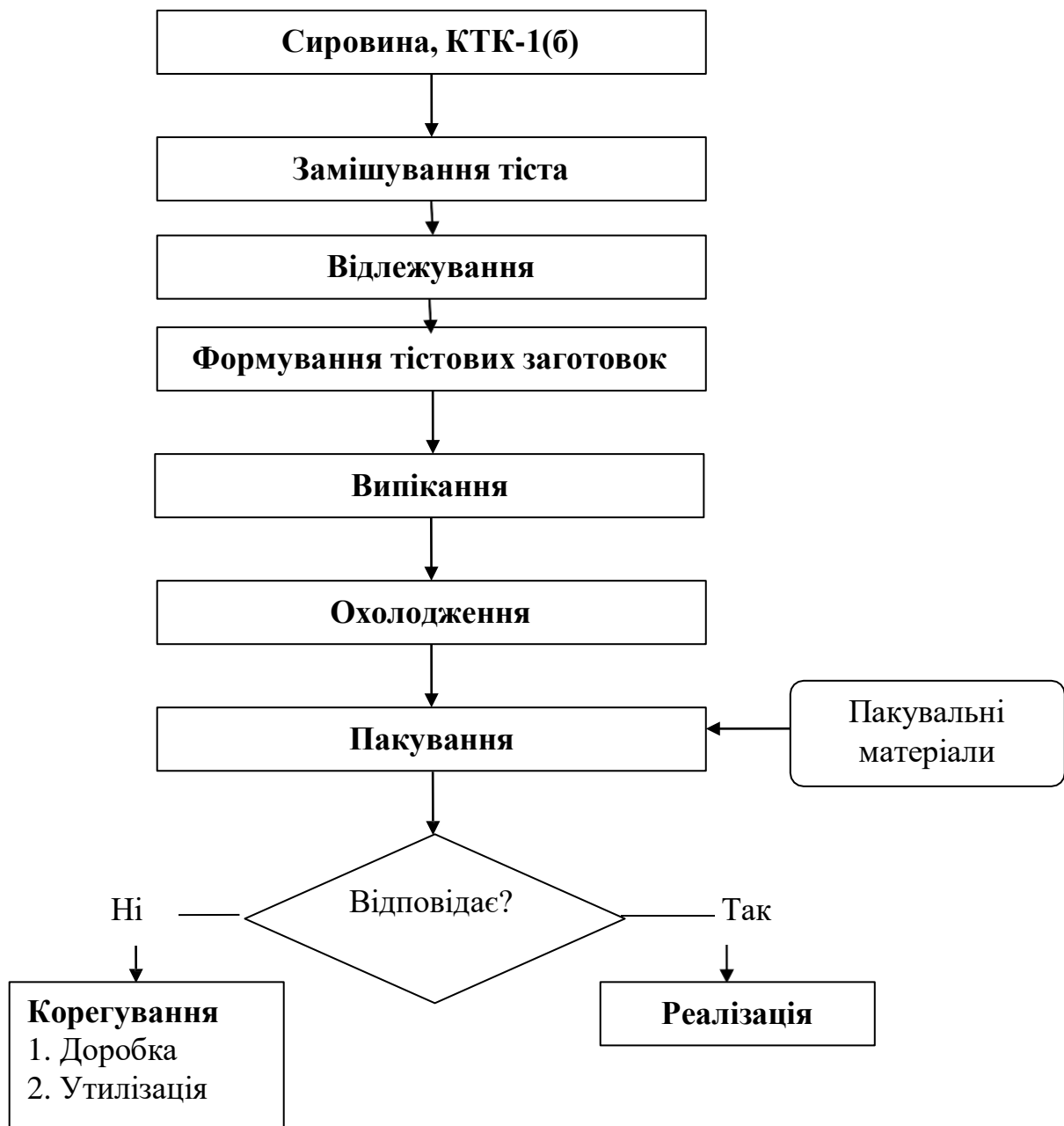


Рис 8.2 – Технологічна схема виробництва печива із зазначенням КТК

### Висновки до розділу 8

При аналізі виробництва здобного печива «Злакове диво» було визначено можливе КТК контролю, а саме КТК-1 – зберігання сировини, небезпечні чинники - це патогенні м/о в т.ч. Salmonella, плісняві гриби, МАФAM, дріжджі. Партію продукції, яка була на зберіганні при відповідних умовах відправляють на аналіз в лабораторію, а за необхідністю утилізують.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасних інформаційних джерел показав необхідність підвищення харчової цінності печива, що виготовляється підприємствами України. Доведено доцільність використання амарантового борошна, суміші пророщених зерен злакових та водорозчинного харчового волокна, які здатні суттєво покращити хімічний склад.

2. Розроблено блок-схему проведення наукових досліджень, а також підібрано методики визначення якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції та методи обробки експериментальних даних.

3. Експериментально підтверджено можливість внесення в рецептуру здобного печива борошняної суміші, яка складається з 50% амарантового борошна, 35% суміші пророщених зерен злакових та 15% борошна пшеничного, що забезпечує гарні органолептичні показники якості печива. Це дозволяє збагатити вироби білками на 7,79 г, жирами на 19,73 г, вуглеводами-46,10 г.

Доведено можливість заміни 50% цукрової пудри на полідекстрозу, яка здатна зменшити солодкість виробів, покращити структуру і органолептичні показники (колір). Встановлено, що заміна борошна пшеничного на борошняну суміш впливає як на органолептичні, так і на фізико-хімічні, структурно-механічні показники тіста та готового печива. Встановлено, що при додаванні полідекстрази, відбуваються зміни в структурно-механічних властивостях тіста, а саме підвищується загальна деформація тіста, збільшується відносна пластичність.

Отримані наукові пояснення основних технологічних змін, що відбуваються і структурі напівфабрикатів і готової продукції інноваційного печива, показали, що гранули крохмалю суттєво відрізняються як за формою і розмірами, так і за фізико-хімічними показниками. У свою чергу це впливає на температуру кипіння крохмальних клейстерів. Оскільки температура кипіння крохмалю спостерігається при випікання продукції то з нею ми пов'язуємо показник упікання, а саме чим менша температура кипіння борошняної суспензії, тим нижчий показник упікання і вищий вихід.

5. Визначено комплексний показник якості і встановлено, що показник для печиво за інноваційною рецептурою менший у порівнянні з традиційними виробами.

6. Найкраще співвідношення рецептурної композиції для здобного печива з 50% амарантового борошна, 35% суміші порослих зерен, 50% заміни цукрової пудри на полідекстрозу слугувало основою для розроблення уніфікованої рецептури здобного пісочно-виїмного печива «Злакове диво».

7. Проведено органолептичну оцінку контрольного та дослідного зразка та побудовано профілограми якості. Встановлено відповідність показників якості інноваційного продукту вимогам ДСТУ, а також здійснено

порівняння з традиційним печивом, яке показало вищі бали за зовнішнім виглядом і кольором.

6. Вдосконалено технологічну схему виробництва інноваційного печива, шляхом додавання ферментного препарату, а також додаванням нового технологічного процесу- відлежування.

7. Проведено розрахунок енергетичної цінності (калорійності) досліджуваних зразків печива, їх інтегрального скору, показника глікемічності.

9. Обрано і розраховано продуктивність провідного обладнання. Проведено розрахунок витрат сировини, напівфабрикатів, допоміжних матеріалів і тари. Розраховано площу складських приміщень та експедиції. Підібрано і проведено розрахунок основного технологічного обладнання.

10. Проведено соціально-економічні розрахунки на виробництво та реалізацію продукції. За розрахунками встановили, що виробнича собівартість 1 т для печива «Злакове диво» становить –298955,12 грн. Відпускна ціна (з ПДВ) за 1 кг печива – 416,32 грн. Вироби такого виду мають велике соціальне значення, тому розроблений вид печива буде користуватися високим попитом.

11. Проведено аналіз виникнення можливих небезпечних чинників різного походження в процесі виробництва продукції та розроблено маркування для печива «Злакове диво».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондитерські вироби: веб-сайт. URL: <https://www.isoprioritet.com.ua/kondyterski-vyroby>. (дата звернення 29.12.23).
2. О. Б. Куракін, Л. Г. Бишовець, А. І. Крижанівський. Перспективи розширення асортименту борошняних кондитерських виробів функціонального призначення. *Інновації та технології*. Черкаси. 2020. С. 82-89.
3. Rajnibhas Sukeaw Samakradhamrongthai, Sakornphop Maneechot, Prasert Wangpankhajorn, Taruedee Jannu, Gerry Renaldi. Polydextrose as a fat substitute in rice cookies and its physical, textural, and sensory properties. *Food Chemistry Advances*. Volume 1. 2022. Pp. 100058.
4. Майба А. А. Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів за рахунок використання вторинної сировини: магістерська робота : П-4.04. *Полтавський університет економіки і торгівлі*. 2020. с 24.
5. Лурье И.С. Технологія кондитерского производства М.: Агропроиздат, 1992. 399 с.
6. Печиво. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE> (дата звернення 01.12.23).
7. Кравченко М. Ф., Данилюк І. П., Романовська О. Л. Технологічні особливості борошняних композиційних сумішей. С 210-244
8. Макарова О.В., Іоргачова К.Г., Котузаки О.М., Шпаковська С.О. Використання борошняних сумішей при виробництві цукрового печива. *Міжнародної науково-практичної конференції здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі*. Київ 2019 с. 110.
9. Горобець Олександра, Левченко Юлії, Бородай Анжели. Інноваційні технології кондитерських виробів із використанням пюре з обліпихи. *Інноваційні харчові технології*. 2020 Том 3 № 1. с 80- 93.
10. Петренко, М. М, Дорохович А. М. Використання овочевої сировини для розробки зтяжного печива дієтично-функціонального Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека. *Міжнародної науково-практичної конференції*. НУХТ, 2015. С. 100-101.
11. Katz D.L., Friedman R.S.C. Nutrition in Clinical Practice: A Comprehensive, Evidence-Based Manual for the Practitioner . *Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins*, 2008. 2nd ed. 550 p.
12. Проблема ожиріння в сучасному світі: веб-сайт. URL: <http://amnu.gov.ua/problema-ozhyrinnya-v-suchasnomu-sviti/> (дата звернення 2.04.23).

13. Тронько М.Д., Лучицький Є.В., Паньків В.І. Ендокринні аспекти метаболічного синдрому: Навч. посібник. Київ; Чернівці, 2005.185 с.
14. Volek J.S., Sharman M.J., Gomez A.L. et al. Comparison of a very low-carbohydrate and low-fat diet on fasting lipids, LDL subclasses, insulin resistance, and postprandial lipemic responses in overweight women // *J. Am. Coll. Nutr.* 2004. Vol. 23. P. 177-184.
15. Харчові продукти з низьким глікемічним індексом у дієтотерапії хворих на ожиріння: веб-сайт. URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/7509/> (дата звернення 2.04.23).
16. Борошняні кондитерські вироби функціонального призначення: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/5119145/page:40/> (дата звернення 24.03.23).
17. Дорохович В. В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю. *Наукові праці НУХТ.* 2017. № 4. С. 199-206.
18. Полідекстро́за – новий рівень живлення для сучасної людини. URL: <https://felizata.com.ua/news-uk/polidekstroza-novij-riven-zhivlennya-dlya-suchasno%D1%97-lyudini.html> (дата звернення 01.12.23).
19. Полідекстро́за : веб-сайт. URL: <http://felizata.com.ua/news-uk/polidekstroza-novij-riven-zhivlennya-dlya-suchasno%D1%97-lyudini.html> (дата звернення 01.04.23).
20. Craig S.A.S., Holden J.F. et al. Polydextrose as Soluble Fiber: Physiological and Analytical Aspects: *Cereal Foods World.* May 1998. Vol. 43, № 5.
21. Матвеева И., Нестеренко В. Модифіковані крохмалі для формування якості хлібобулочних та кондитерських виробів: *Хлібопродукти.* 2011. №3. с. 42-67.
22. Нестеренко В. В. Розробка технології цукрового безглютенового печива. *Харчові продукти.*, 2013. 27 с.
23. Никифорова, Т. А. Ячмінне борошно в виробництві цукрового печива *Міжнародна науково-практична конференція*, 2017. Ч. 3. С. 59-62 с.
24. Колесник Л.С., Сучкова Т.Н., Мамаєв А.В. Перспективи використання в технології ковбасних виробів резистентного крохмалю. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. «Фундаментні і практичні дослідження». 2016; 156-160.
25. Полідекстро́за : веб-сайт. URL: <http://felizata.com.ua/news-uk/polidekstroza-novij-riven-zhivlennya-dlya-suchasno%D1%97-lyudini.html> (дата звернення 01.04.23).
26. Дорохович В. В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю. *Наукові праці НУХТ.* 2017. № 4. С. 199-206.
27. Левачева М.А., Шубина О.Т, Кочеткова А.А, Ипатова Л.Г. Використання полідекстро́зи в цукровому печиві. *Хлібопродукти*, 2006. С. 26 .

28. Dipesh Aggarwal, Latha Sabikhi, M. H. Sathish Kumar, N. R. Panjagari. Investigating the effect of resistant starch, polydextrose and biscuit improver on the textural and sensory characteristics of dairy-multigrain composite biscuits using response surface methodology. *Journal of Food Measurement and Characterization* volume 12 (2018). Pp. 1167–1176.
29. Печиво ротаційного формування з високим вмістом волокна, яке містить інулін і резистентний крохмаль: пат. 96467 Україна №2415591; заявл. 10.11.2011, Бюл. № 21. 11 с.
30. Maria Eletta Moriano, Carola Cappa, Cristina Alamprese. Reduced-fat soft-dough biscuits: Multivariate effects of polydextrose and resistant starch on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Cereal Science*. Volume 81. 2018. Pp. 171-178.
31. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.
32. Борошняні кондитерські вироби функціонального призначення : веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/5119145/page:40/> (дата звернення 09.04.23).
33. Green Max White Mandarin Choice Phyto Добра Їжа. URL: <https://zdorov.ua/ua/p1586485485-prorosshie-zerna-dobra.html> (дата звернення 02.12.23).
34. Пророщені зерна Чойс – натуральні вітаміни від природи. URL: <https://andriip.sg-host.com/prozery/> (дата звернення 02.12.23).
35. Пророслі зерна вівса, ячменю, пшениці, кукурудзи Добра Їжа. URL: <https://ecoplace.shop/prorosshie-zerna-300gr-pak/> (дата звернення 02.12.23).
36. Carmen Rodriguez, J nana Frias. Correlations between some nitrogen fractions, lysine, histidine, tyrosine, and ornithine contents during the germination of peas, beans, and lentils. *Food Chemistry*, 2008. Vol. 108, Is. 1. Pp. 245-252.
37. Теоретичні основи і мета пророщування : веб-сайт. URL: [https://vuzlit.com/317062/teoretichni\\_osnovi\\_meta\\_proroschuvannya](https://vuzlit.com/317062/teoretichni_osnovi_meta_proroschuvannya) (дата звернення 09.04.23).
38. Оболкіна В. І., Скрипко А. П., С. Г. Кияниця С. Г. Перспективи використання борошна з солоду вівса та гуміарабіка у технології здобного печива. *Інноваційні технології виробництва продуктів харчування функціонального призначення*. Міжнародна науково-практична конференція. 2015. С. 91-95.
39. Руденко О. С., Баженова А. Е., Пестерев М. А., Святославова І. М. Оценка показателей качества печива, изготовленного с добавлением инновационного напівфабриката, отриманого із пророщеного зерна пшениці. *Електронний мережевий тематичний журнал "Наукові праці"*. 2019. №9. С. 183-195.

40. Оболкіна В. І., Ємельянова Н., Скрипко А. Здобне печиво з використанням борошна з пророщених зерен вівса та пшениці. *Продовольча індустрія АПК*. м. Київ 2014. № 2. С. 28-32.
41. Вирвихвост А.М. Обґрунтування доцільності використання водорозчинних харчових волокон для пониження калорійності БКВ. *Магістерська робота. НУХТ*. 2022. С 157.
42. Бажай С. А., Федоренченко Л. О., Українець А. І., Ковбаса В. М., Романовська Т. І. Дослідження впливу пророщування зерна пшениці на зміну вмісту вітамінів групи В. *Харчова промисловість*. 2004. Додаток до №3. С. 105–106.
43. Опис та характеристика рослини амарант: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/amarant-%28shiricya%29> (дата звернення 09.04.23).
44. TorresVargas O. L., García Salcedo A. J., Calderón H.A. Physical-chemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), and chia (*Salvia hispanica* L.) flours and seeds (Caracterización físicoquímica y estructural de harinas y semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y chía (*Salvia hispánica* L.)). *Acta Agronómica*. 2018. Vol. 67(2). P. 215–222.
45. І. М. Жаркова. Амарантове борошно: характеристика, порівняльний аналіз, способи використання. *Питання харчування*. 2014. Т. 83, № 1. С. 67–73.
46. Effect of seed treatments on the chemical composition of two amaranth species: oil, sugars, fibres, minerals and vitamins / T. H. Gamel [et al.]. *Science of Food and Agriculture*. 2006. Vol. 86, №. 1. P. 82–89.
47. Кравців Р. Й., Мартинюк І.О. Харчова і біологічна цінність амарантового шроту. *Хлібопекарська та кондитерська справа*. 2005. № 3(3). С. 44–45.
48. Амарантове борошно та його використання у борошняних кондитерських виробках: веб-сайт. URL: [https://revolution.allbest.ru/cookery/00718982\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/cookery/00718982_0.html) (дата звернення 09.04.23).
49. Амарантове борошно та його використання у борошняних кондитерських виробках: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/8107439/> (дата звернення 09.04.23).
50. Pazinato C., Malta L. G., Pastore G. M., Netto F. M. Antioxidant capacity of amaranth products: effects of thermal and enzymatic treatments. *Food Science and Technology*. 2013. № 33(3). P. 485–493.
51. Marcone M. F., Kakuda Y., Yada R.Y. Amaranth as a rich dietary source of  $\beta$ -sitosterol and other phytosterols. *Plant Foods Hum Nutr*. 2004. № 58. P. 207–211.
52. Tikekar R. V., Ludescher R. D., Karwe V. Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008. №56(22). P. 10675–10678.

53. Кравченко М., Піддубний В., Романовська О. Структурно-механічні властивості бісквітного тіста з борошном «Здоров'я». *Новітні технології харчових продуктів*. 2017. № 2. С. 86–96.
54. Zlatin Zlatev, Toncho Kolev, Ira Taneva, Stanka Baycheva. Influence of amaranth (*amaranthus* spp.) Flour on the main characteristics of butter biscuits. *Faculty of Technics and technologies*. 2022, 23 (4). Pp. 273 – 293.
55. Миколенко Світлана, Захаренко Андрій. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. *Хімічні та харчові технології*. Технічні науки та технології № 1, 2020 С. 13.
56. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навч. посіб. / за ред. Дорохович А. М., Ковбаси В. М. Київ: Інкос, 2015. 632 с.
57. Sindhu R. I., Khatkar V. S. Characterization of Amaranth (*Amaranthus Hypochondriacus*) Starch. *Engineering Research Technology*. 2016. Vol. 5. P. 463–469.
58. Рибалка О. І., Щербина З. В. Пшениця з високим вмістом амілози - нове слово в селекції культури. Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. 2015. Вип. 25. № 65. С. 246–265.
59. Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses / S. Gorinstein et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2002. Vol. 82, № 8. P. 886–891. DOI: 10.1002/jsfa.1120.
60. Миколенко С. Ю., Крикун Л. Ю. Розробка технології зернових галет із диспергованої кукурудзи. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2018. Т. 29(68), № 6(2). С. 111–115.
61. Обґрунтування вибору груп борошняних кондитерських виробів для використання борошна з м'язозерної пшениці / К. Г. Іоргачова та ін. *Зернові продукти і комбіорма*. 2012. Т. 47. № 3. С. 25–30.
62. Миколенко Світлана, Захаренко Андрій. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. *Хімічні та харчові технології*. Технічні науки та технології № 1, 2020 С. 13.
63. Матияшук О.В., Фурманова Ю.П., П'яних С.К. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. *Міжнародні наукові видання*. Одеса. 2017. с. 52- 58.
64. Держхарчпром України ЗАТ «Укркондитер», м. Київ, 1996), «Технологічної інструкції по підготовці сировини до виробництва» (ТІ-01 від 15.06.2007 р.); «Інструкція щодо запобігання попаданню сторонніх предметів у продукцію борошняного кондитерського виробництва» (Укрхлібпром, м. Київ, 2011 р.); «Державними санітарними правилами для підприємств кондитерської промисловості (крім підприємств, що виготовляють кремкові кондитерські вироби)» м. Київ, 1971 р.

65. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : навч. посіб. / за ред. проф. А.М. Дорохович і проф. В.М. Ковбаси Київ.: НУХТ, 2015. 632 с.
66. Дорохович, А.М., Ковбаса, В.М., Гуліч, М.П., Дорохович, В.В., Яременко, О. М. (2009). Патент України 40623 «Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту», Київ: Державне патентне відомство України.
67. Смирнова М. К. Рецептури на печиво, галети і вафлі. М.: Харчова промисловість, 1969. 156 с.
68. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньої програми "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів" денної та заочної форм навчання (кондитерське виробництво) / уклад. Ю.В. Камбулова, В.В. Дорохович, О.О. Кохан, В.В. Малиновський, О.С. Дорожинська – К.: НУХТ, 2021. – 92 с.
69. Печиво. Загальні технічні умови : ДСТУ 3781-98. — [Чинний від 01.07.2008]. — К. : Держспоживстандарт України, 2008. — 19 с. — (Національний стандарт України).

## ДОДАТКИ

## **ДОДАТОК А**

**Технологічна інструкція на виробництво печива  
здобного пісочно-виїмного «Злакове диво»**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДКПП 10.71.12

**ПОГОДЖЕНО:**

Президент ВАП

\_\_\_\_\_ Юрій ДУЧЕНКО

« » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Ректор НУХТ, д.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Олександр ШЕВЧЕНКО

« » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

на виробництво кондитерського виробу

**«Печиво здобне пісочно-виїмне «Злакове диво»**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Чинна від \_\_\_\_\_

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій.  
Ця технологічна інструкція не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ НА КОНДИТЕРСЬКИЙ ВИРІБ «ПЕЧИВО ЗДОБНЕ ПІСОЧНО- ВИЙМНЕ «ЗЛАКОВЕ ДИВО»,</b>	ДСТУ 3781:2014
	стор. 2 із 4

## 1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Дана інструкція поширюється на виробництво кондитерського виробу «Печиво здобне пісочно-виймне «Злакове диво».

**У 100 г продукту міститься:**

	«Злакове диво»
- білків, г	7,79
- жирів, г	19,73
- вуглеводів, г	46,10
<b>Енергетична цінність, кКал</b>	<b>1273 кДж/ 304 ккал</b>

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Виробляється ваговим та фасованим.

Кондитерський виріб повинний відповідати вимогам ДСТУ.

## 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ

Сировина, яку використовують при виробництві кондитерського виробу, повинна відповідати наступній НД:

Борошно пшеничне вищого сорту	ГСТУ 46.004-99
Борошно амарантове	Згідно чинної НД
Суміш пророщених зерен злаків	ТУ У 15.8-32853739-001:2004
Полідекстроза	Згідно чинної НД
Цукрова пудра	ДСТУ 4623:2006
Масло вершкове	ДСТУ 4399:2005
Сіль	ДСТУ 3583:2015
Ферментний препарат	Згідно чинної НД
Сода	ГОСТ 2156-76
Вуглеамонійна сіль	ГОСТ 9325-79

Рецептура на кондитерський виріб «Печиво здобне пісочно-виймне «Злакове диво», затверджена ректором Національного університету харчових технологій. Допустимі втрати по ходу технологічного процесу не повинні перевищувати норм, встановлених рецептурою. Граничні норми відхилень по масі готових виробів регламентуються вимогами ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови».

<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ НА КОНДИТЕРСЬКИЙ ВИРІБ «ПЕЧИВО ЗДОБНЕ ПІСОЧНО- ВИЙМНЕ «ЗЛАКОВЕ ДИВО»</b>	ДСТУ 3781:2014
	стор. 3 із 4

## **5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС**

### **5.1. Підготовка сировини до виробництва**

Підготовка сировини до виробництва здійснюється згідно з вимогами «Технологічних інструкцій по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва борошняних кондитерських виробів» (Держхарчпром України ЗАТ «Укркондитер», м. Київ, 1996), «Технологічної інструкції по підготовці сировини до виробництва» (ТІ-01 від 15.06.2007 р.); «Інструкція щодо запобігання попаданню сторонніх предметів у продукцію борошняного кондитерського виробництва» (Укрхлібпром, м. Київ, 2011 р.); «Державними санітарними правилами для підприємств кондитерської промисловості (крім підприємств, що виготовляють кремові кондитерські вироби)» м. Київ, 1971 р.

### **5.2. Приготування кондитерського виробу «Печиво здобне пісочно-виймне «Злакове диво»**

Всю сировину, за винятком борошна, завантажують в ємність швидкісної тістомісильної машини у такій послідовності: масло вершкове, цукрову пудру, сіль завантажували в збивальну ємність і збивали протягом 3-4 хв, додали полідекстрозу та збивали ще протягом 2 хв до утворення пишної однорідної пухкої маси з повним розчиненням цукру і солі, додавали розпушувачі (сода, вуглеамонійну сіль), перемішували 30 с і всипали борошню суміш (пшеничне, амарантове борошно, суміш пророщених зерен злакових культур), попередньо з'єднану з ферментним препаратом. Ферментний препарат використали у розрахунку 0,9 г на 100 кг борошна, тобто максимально рекомендовану кількість, оскільки тісто має значну кількість жиру, харчових волокон, що, на нашу думку, сповільнюватиме дію ферменту. Замість тіста здійснювали 3-5 хв. Тісто поміщали в вистійну шафу для відлежування на 1 годину за температури 35°C±1°C. Через кожну годину відлежування визначали структурно-механічні властивості тіста з послідуочим його розкочуванням, формування заготовок печива, випіканням-сушінням за температури 180°C протягом 5-6 хв.

<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ НА КОНДИТЕРСЬКИЙ ВИРІБ «ПЕЧИВО ЗДОБНЕ ПІСОЧНО- ВИЙМНЕ «ЗЛАКОВЕ ДИВО»</b>	ДСТУ 3781:2014
	стор. 4 із 4

## **6. ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

У зв'язку з особливостями технологічного процесу вимоги до обладнання наступні: ємності для зберігання сировини, напівфабрикатів, всі частини обладнання, що контактують з продуктом, повинні бути виготовлені із матеріалів, дозволених МОЗ України для використання в продовольчому машинобудуванні і харчовій промисловості, при митті та дезінфекції, не підлягати корозії.

## **7. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ**

Контроль сировини, технологічного процесу і готової продукції виконується згідно діючих рекомендованих методик.

## **8. ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ**

Правила приймання готової продукції регламентуються згідно ДСТУ 3781:2014.

### **Розробники:**

Здобувач  
Професор кафедри технології  
хлібопекарських і кондитерських виробів

Д. В. Опалатенко

Ю.В. Камбулова

## **ДОДАТОК Б**

**Рецептура на печиво здобне пісочно-виїмне  
«Злакове диво»**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДКПП 10.71.12

**ПОГОДЖЕНО:**

Президент ВАП

\_\_\_\_\_ Юрій ДУЧЕНКО

« » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Ректор НУХТ, д.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Олександр Шевченко

« » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## РЕЦЕПТУРА

### Кондитерський виріб – печиво здобне пісочно-виїмне «Злакове диво»

Згідно з ДСТУ 3781:2014

Виробляється за технологічною інструкцією (ТІУ) \_\_\_\_\_

Чинна від \_\_\_\_\_

Рекомендована до затвердження та узгоджена спеціалізованою дегустаційною комісією Всеукраїнської асоціації пекарів

Акт № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ р.

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій.  
Ця рецептура не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

**РЕЦЕПТУРА**  
**КОНДИТЕРСЬКИЙ ВИРІБ «ПЕЧИВО ЗДОБНЕ ПІСОЧНО-ВИЙМНЕ**  
**«ЗЛАКОВЕ ДИВО»**

Пісочно-виймне здобне печиво. Має округлу форму. В 1 кг міститься не менше 100 шт. Випускається ваговим та фасованим. Вологість  $4,5 \pm 1,5$  %.

Сировина та напівфабрикати	Масова частка С.Р., %	Витрати сировини, кг			
		На завантаження		На 1 т готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого сорту	85,50	10,00	8,55	96,14	82,20
Амарантове борошна	92,40	32,40	29,94	311,49	287,84
Суміш пророщених зерен	92,00	22,40	20,61	215,35	198,14
Цукрова пудра	99,85	10,70	10,68	102,87	102,67
Полідекстроза	96,00	10,70	10,27	102,87	98,73
Масло вершкове	84,00	27,50	23,10	264,38	222,08
Сіль	96,50	0,24	0,23	2,31	2,21
Сода	50,00	0,30	0,15	2,88	1,44
Вуглеамонійна сіль	-	0,177	-	1,70	-
Ферментний препарат Alhamalt HCF	-	0,0006	-	0,058	-
Всього	-	114,42	103,53	1100,05	995,31
Вихід	95,5	104,12	99,43	1000,00	955,50

**Поживна (харчова) цінність 100 г продукту:**

- білків, г 7,79
- жирів, г 19,73
- вуглеводів, г 46,10

**Енергетична цінність, кКал** 1273 кДж/ 304 ккал

**Розробники:**

Здобувач  
 Професор кафедри технології  
 хлібопекарських і кондитерських виробів

Д. В. Опалатенко

Ю.В. Камбулова

## **ДОДАТОК В**

### **Наукові праці по темі досліджень**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕРАЗМУС+ ОФІС В УКРАЇНІ



## МАТЕРІАЛИ

II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Проблеми і практичні підходи  
виробництва та регулювання використання  
харчових добавок  
в країнах Європейського Союзу та в Україні**

в рамках проєкту програми ЄС ЕРАЗМУС+  
Жан Монне Модуль (#620521-EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-MODULE)



With the support of the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



25 жовтня, 2023

Київ, Україна

## РЕГУЛЮВАННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТІСТА ДЛЯ ПЕЧИВА З АМАРАНТОВИМ БОРОШНОМ ШЛЯХОМ ВНЕСЕННЯ РОЗЧИННИХ ПОЛІСАХАРИДІВ

Діна Опалатенко, Юлія Камбулова  
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна  
e-mail: [dinyssaopalatenko@gmail.com](mailto:dinyssaopalatenko@gmail.com)

Амарантове борошно є цінним джерелом біологічно-активних речовин, що обумовлює його широке застосування при виробництві харчових продуктів, у тому числі борошняних кондитерських, хлібних і макаронних виробів [1]. Рекомендовані різні концентрації амарантового борошна в рецептурах борошняних кондитерських виробів: здобного печива – 8-60 %, дріжджового кексу – 15 % [2-3], у більших концентраціях погіршуються споживчі якості продукції та ускладнюється формування виробів.

Одним із можливих варіантів покращення структурно-механічних властивостей тіста для виробництва печива з амарантовим борошном є додавання водорозчинних полісахаридів, - полідекстрази, мальтодекстринів, резистентних крохмалів, розчинної клітковини та інших. Науковими дослідженнями рекомендовано внесення до рецептури печива полідекстрази у кількості 5 % [4], мальтози - 40%, резистентного крохмалю – 25 % до маси борошна.

Проте, кожна технологія борошняних кондитерських виробів має свої особливості та може суттєво відрізнятись від інших, особливо при розробленні інноваційних виробів. Тому, внесення гідроколоїдів для регулювання структурно-механічних характеристик тіста для печива з амарантовим борошном повинно встановлюватись дослідним шляхом індивідуально для кожної рецептурної композиції. Цікавим, на нашу думку, є напрямок удосконалення технології здобного за повної заміни борошна пшеничного на амарантове і регулювання консистенції природними водорозчинними полісахаридами. Це дозволить отримати продукцію як з високими споживчими властивостями, так і підвищеною харчовою цінністю.



With the support of the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



ДРУГА МІЖНАРОДНА ОСІННЯ ШКОЛА ЖАНА МОНЕ

**«РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК:  
ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПІДХОДІВ»**

ТА

ДРУГА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
**«ПРОБЛЕМИ І ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ  
ВИРОБНИЦТВА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ  
ДОБАВОК В КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ТА В УКРАЇНІ»**

**СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА # 154**

**Діна Опалатенко**

Тренінг ( 30 академ. год.) у рамках проекту програми ЄС ЕРАЗМУС+ Жан Монне Модуль  
(#620521-EPP-1-2020-1-UKA-EPPJMO-MODULE)

24-25 жовтня, 2023  
Національний університет харчових технологій  
м.Київ



**Олександр ШЕВЧЕНКО**  
ректор НУХТ