

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва та продовольства
Кафедра харчових технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр

на тему: **«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА
КРУАСАНІВ ІЗ РІЗНИМИ ВИДАМИ РОЗПУШУВАЧІВ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Харчові технології
спеціальності 181 Харчові технології
ступеня вищої освіти бакалавр
групи ХТ бд 2023 СТН

Маргарита ПОЛУЛЯХ

Власне ім'я та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник: доцент, к.т. н Ніна БУДНИК

Власне ім'я та прізвище керівника

Рецензент:

доцент, к.т.н. Ярослав БИЧКОВ

Власне ім'я та прізвище рецензента

Полтава – 2026 рік

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технологій тваринництва та продовольства

Кафедра харчових технологій

Освітня програма Харчові технології

назва освітньо-професійної програми

Спеціальність 181 Харчові технології

код та найменування спеціальності

Рівень вищої освіти бакалаврський

бакалаврський, магістерський

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н., доцент Ніна БУДНИК

(наукове звання, посада, прізвище та ініціали зав. кафедрою)

«23» «вересня» 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Полулях Маргарити Олександрівни

Прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти

1. Тема роботи: **«Удосконалення технології виробництва круасанів із різними видами розпушувачів»**,

керівник роботик к.т.н., Будник Н.В.

(наукове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)

Затверджено засіданням кафедри, протокол № __ від «__» «лютого» 2026 р.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «30» «травня» 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ

Розділ 1. Аналітичний огляд літератури

1.1. Характеристика та особливості виробництва борошняних кондитерських виробів з листового тіста

1.2. Походження круасанів та інновації у їх виробництві

1.3. Вивчення можливих шляхів удосконалення рецептурного складу круасанів

1.4. Обґрунтування вибору сировинних джерел для виробництва круасанів

1.5. Вивчення можливості використання продуктів переробки фруктів в технології круасанів

Розділ 2. Об'єкт, предмет та методи досліджень

2.1. Об'єкт та предмети досліджень

2.2. Схема проведення досліджень

2.3. Методи досліджень

Розділ 3. Експериментальна частина

3.1. Визначення фізико-хімічних показників вхідної сировини

3.2. Розрахунок рецептури дослідних зразків круасанів

3.3. Визначення фізико-хімічних показників якості тіста і готових виробів

3.4. Дослідження структурно-механічних показників зразків готових виробів

3.5. Дослідження зміни показників якості зразків готових виробів під час зберігання

3.6. Обґрунтування технології круасанів з використанням цільозернового кукурудзяного борошна

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

Дата видачі завдання «25» «вересня» 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строки виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір і затвердження теми роботи	15.09.2025 – 22.09.2025	
2.	Складання і погодження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	23.09.2025 – 26.09.2025	
3.	Опрацювання літературних джерел	29.09.2025 – 24.10.2025	
4.	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	27.10.2025 – 05.12.2025	
5.	Виконання теоретичного розділу роботи	08.12.2025 – 9.01.2026	
6.	Виконання аналітичних розділів роботи	12.01.2026 – 23.01.2026	
7.	Виконання спеціальних розділів	26.01.2026 – 13.02.2026	
8.	Оформлення тексту роботи	16.02.2026 – 24.04.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі	27.04.2026 – 01.05.2026	
10.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	04.05.2026 – 15.05.2026	
11.	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	25.05.2026 - 05.06.2026	
12.	Захист кваліфікаційної роботи	15.06.2026 - 22.06.2026	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Маргарита ПОЛУЛЯХ

(імя та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

(підпис)

Ніна БУДНИК

(імя та прізвище здобувача вищої освіти)

АНОТАЦІЯ

Полулях Маргарита Миколаївна

Удосконалення технології виробництва круасанів із різними видами розпушувачів

Кваліфікаційна робота за освітньо-професійного програмою Харчові технології, спеціальності 181 Харчові технології.

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, 2026 рік.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології виробництва круасанів із зменшеним вмістом глютену. Робота складається з 71 сторінки основного тексту, містить 15 таблиць, 20 рисунків, 46 літературних джерел.

Робота складається з анотації, вступу, трьох основних розділів та висновків. Представлена робота містить наступні розділи: аналітичний огляд літературни, об'єкт, предмет та методи досліджень; експериментальні дослідження. У вступі роботи обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, сформульовані мета і завдання роботи, визначені об'єкти, предмети та методи досліджень, наукова новизна та практична цінність роботи. В першому розділі проаналізовані доступні джерела інформації, розглянуто стан, проблеми та перспективи розвитку технологій виробництва круасанів. Розглянуто основні сировинні джерела для виробництва круасанів.

Проаналізовано можливість використання кукурудзяного борошна та обліпихового порошка в технології круасанів. На основі даних огляду літератури зроблено висновок про новизну і доцільність виробництва круасанів з розпушувачем. Другий розділ присвячено плануванню та організації досліджень. В цьому розділі дано характеристику об'єкту та предметів, використаних у даній роботі, методів та методик досліджень. У третьому розділі викладено результати досліджень, а саме: підбір оптимальної рецептури, розробка та обґрунтування технологічної схеми, результати досліджень змін органолептичних та фізико-хімічних показників дослідних зразків в процесі їх зберігання.

Ключові слова: розпушувач, круасан, харчова та біологічна цінність, водопоглинаюча здатність, обліпиха

ANNOTATION

Polulyakh Margarita Mykolayivna

Improving the technology of croissant production with different types of baking powders

Qualification work for the educational and professional program Food Technologies, specialty 181 Food Technologies.

Poltava State Agrarian University, Poltava, 2026.

The purpose of the qualification work is to improve. The work consists of 73 pages of the main text, contains 20 tables, 15 figures, 46 references.

The work consists of an abstract, introduction, three main sections and conclusions. The presented work contains the following sections: analytical review of the literature, object, subject and methods of research; experimental research. The introduction of the work substantiates the relevance of the chosen direction of research, formulates the goal and objectives of the work, determines the objects, subjects and methods of research, scientific novelty and practical value of the work. The first section analyzes available sources of information, considers the state, problems and prospects for the development of croissant production technologies. The main raw materials for the production of croissants are considered.

The possibility of using corn flour and sea buckthorn powder in croissant technology is analyzed. Based on the literature review data, a conclusion is made about the novelty and feasibility of producing croissants with baking powder. The second section is devoted to planning and organizing research. This section describes the object and objects used in this work, methods and research techniques. The third section presents the results of the research, namely: selection of the optimal recipe, development and justification of the technological scheme, results of research on changes in organoleptic and physicochemical indicators of experimental samples during their storage.

Keywords: baking powder, croissant, nutritional and biological value, water absorption capacity, sea buckthorn

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1. Характеристика та особливості виробництва борошняних кондитерських виробів з листового тіста.....	10
1.2. Походження круасанів та інновації у їх виробництві.....	12
1.3. Вивчення можливих шляхів удосконалення рецептурного складу круасанів.....	17
1.4. Обґрунтування вибору сировинних джерел для виробництва круасанів.....	21
1.5. Вивчення можливості використання продуктів переробки фруктів в технології круасанів.....	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
2.1. Матеріали досліджень.....	27
2.2 Методи досліджень.....	29
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	36
3.1. Визначення фізико-хімічних показників вхідної сировини.....	36
3.2. Розрахунок рецептури дослідних зразків круасанів.....	40
3.3. Визначення фізико-хімічних показників якості тіста і готових виробів	42
3.4. Дослідження структурно-механічних показників зразків готових виробів..	45
3.5. Дослідження зміни показників якості зразків готових виробів під час зберігання.....	52
3.6. Обґрунтування технології круасанів з використанням цільозернового кукурудзяного борошна.....	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68
ДОДАТКИ.....	72

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із ключових напрямів національної політики України є забезпечення здорового харчування населення. Це включає розвиток інноваційних технологій та створення продуктів, які сприяють зміцненню здоров'я, профілактиці захворювань, пов'язаних із харчуванням, а також боротьбі з дефіцитом вітамінів, мікро- та макроелементів та інших важливих речовин. Удосконалення технологій виробництва круасанів із використанням кукурудзяного борошна є перспективним напрямком у сучасній кондитерській та харчовій промисловості. Це зумовлено необхідністю забезпечення населення продуктами здорового харчування, зростанням інтересу до функціональних продуктів, диверсифікацією асортименту та впровадженням інновацій у виробничі процеси.

Переваги кукурудзяного борошна: кукурудзяне борошно містить велику кількість корисних речовин, включаючи вітаміни, мінерали та антиоксиданти. Воно є безглютеновим, що робить його оптимальним для людей із целиакією або непереносимістю глютену. Цільнозернове кукурудзяне борошно позитивно впливає на кровообіг, підтримує здоров'я серцево-судинної системи та уповільнює процеси старіння.

Сучасні споживачі все частіше віддають перевагу продуктам, які не лише мають приємний смак, але й забезпечують додаткові функціональні переваги для здоров'я. Круасани на основі кукурудзяного борошна з додаванням поліпшувачів можуть стати привабливим вибором для людей, які прагнуть здорового способу життя. Впровадження таких інгредієнтів також розширює асортимент продукції та привертає увагу нових споживачів. Інновації в кондитерській галузі. Розробка нових технологій і використання сучасних інгредієнтів є важливим чинником підвищення конкурентоспроможності у кондитерській галузі. Це стимулює виробників до пошуку нових рішень і вдосконалення виробничих процесів.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Кваліфікаційна робота виконувалася в межах науково – дослідної роботи кафедри харчових технологій

Полтавського державного аграрного університету (код ДР № 0115U006745) за темою «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було вдосконалення технології круасанів із застосуванням кукурудзяного борошна, поліпшувача борошна S 500 Croissant і кріопорошку з обліпихи. Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- обґрунтувати технологію виробництва круасанів із використанням кукурудзяного борошна;
- вивчити структурно-механічні характеристики виробів із використанням добавок;
- дослідити якість готових виробів та їх зміни під час зберігання;
- розробити рецептури нових видів круасанів і описати технологічну схему їх виробництва.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єкт дослідження: технологія виробництва круасанів.

Предмет дослідження: круасани із пшеничного та кукурудзяного борошна, кріопорошку з обліпихи та поліпшувачів тіста та інші види сировини.

Наукова новизна роботи

- теоретично обґрунтовано та експериментально доказано доцільність використання інноваційних добавок у рецептурі круасанів;
- вперше досліджено структурно-механічні та фізико-хімічні властивості круасанів;
- розроблено рецептуру круасанів із використанням кукурудзяного борошна та порошка обліпихи і розпушувача.

Практичне значення результатів. Отримані дані можуть бути впроваджені на виробництві у міні-пекарнях, промислових кондитерських цехах, а також використані для подальших наукових досліджень.

Особистий внесок автора Робота включала аналіз наукових джерел і патентів, розробку теоретичних та експериментальних схем, проведення лабораторних експериментів, обробку результатів і формулювання висновків.

Галузь застосування. Результати досліджень можуть використовуватися для виготовлення круасанів із кукурудзяного борошна, кріопорошку з обліпихи та поліпшувачів тіста.

Структура роботи Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 64 сторінки тексту, включає 15 таблиць і 20 рисунків.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Характеристика та особливості виробництва борошняних кондитерських виробів з листкового тіста

Виробництво борошняних виробів із листкового дріжджового тіста базується на використанні різних видів тіста, які відрізняються фізико-хімічними та органолептичними властивостями залежно від способу їх приготування. Тісто поділяють на два основних типи: дріжджове та прісне (бездріжджове) [16, 17, 3].

На початковому етапі підготовки інгредієнтів борошно просіюють для видалення сторонніх домішок і збагачення киснем. Сіль попередньо розчиняють, дріжджі змішують із теплою водою, а воду для замішування тіста нагрівають до необхідної температури. Цукор також просіюють, а масло доводять до м'якої консистенції.

Ключовим процесом при виготовленні дріжджового тіста є бродіння, яке відбувається завдяки життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій. Цей процес починається з моменту замішування тіста і завершується на початкових етапах випікання або обсмажування. У процесі бродіння відбуваються складні фізико-хімічні та біохімічні зміни, які впливають на властивості тіста, формуючи його структуру, смак і аромат. Завдяки виділенню вуглекислого газу тісто розпушується, що сприяє формуванню легкої текстури виробів і покращує їхню засвоюваність [16, 17, 34, 35].

На інтенсивність бродіння впливають різні фактори, зокрема вологість тіста, вміст цукру та жиру, концентрація вуглекислого газу, а також температура. Додавання рідини (води або молока) сприяє активнішому бродінню, при цьому оптимальна температура для цього процесу становить 25-35 °C. Для борошна зі слабкими властивостями рекомендована нижча температура (25-30 °C), тоді як для сильного борошна — вища (30-35 °C).

Накопичення вуглекислого газу під час спиртового бродіння може пригнічувати активність дріжджів. Для видалення його надлишку тісто періодично обминають. Додавання до тіста до 10% цукру стимулює активність

дріжджів, тоді як жир у кількості до 5% майже не впливає на них. Тісто з таким вмістом цукру та жиру готують безопарним способом: у нагріту до 30-35 °С рідину додають розведені дріжджі, сіль, цукор, яйця, борошно та розтоплений жир, після чого все ретельно перемішують. Замішане тісто залишають на 3-4 години для бродіння, обминаючи його двічі протягом цього часу [16, 17, 34, 35]. Якщо в тісті високий вміст цукру та жиру (здобне тісто), це може уповільнити діяльність дріжджів. У таких випадках використовують опарний спосіб приготування, за якого спочатку замішують опару. Для цього беруть 60-70% рецептурної рідини (молоко або вода), додають 35-60% борошна і всі дріжджі. Опару залишають на 2,5-3 години для бродіння при температурі близько 30 °С, у результаті чого її об'єм збільшується у 2-2,5 рази.

Готовність опари визначається появою на її поверхні характерних «зморшок» і зменшенням об'єму. У ній створюються сприятливі умови для розвитку дріжджів, тому додавання здоби на цьому етапі не пригнічує їх життєдіяльність, як це може статися при безопарному замішуванні. Готову опару змішують із рештою рідини, у якій попередньо розчинені сіль, цукор і яйця, додають борошно, замішують тісто, а перед завершенням замішування вводять розтоплений жир. Бродіння тіста на опарі триває 2-2,5 години, а загальна тривалість процесу (бродіння опари та тіста) становить 5-5,5 годин. У процесі бродіння тісто обминають.

Обробка тіста передбачає його поділ на шматки потрібної маси, розкачування і попереднє підйомання. Сформовані вироби вистоюють у теплому приміщенні, що сприяє утворенню вуглекислого газу, який розпушує тісто і збільшує його об'єм. Випічка таких виробів без вистоювання призводить до поганої структури м'якушки та тріщин на скоринці.

Випікання виробів здійснюють при температурі близько 240 °С. У початковій фазі випікання об'єм виробів швидко збільшується через розширення вуглекислого газу, але згодом цей процес уповільнюється через зсідання білків і клейстеризацію крохмалю. У поверхневому шарі тіста під час випікання

відбуваються реакції меланоїдиноутворення, карамелізації цукрів і декстринізації крохмалю, що додає скоринці приємний рум'яний колір.

У процесі випікання маса виробів зменшується через випаровування вологи, що залежить від вологості тіста, питомої поверхні виробу та інших факторів. Опарне і безопарне дріжджове тісто використовують для приготування різноманітних виробів, таких як пиріжки, ватрушки, пончики, рулети, кулеб'яки тощо.

Листкове дріжджове тісто готують із використанням дріжджового тіста (опарного або безопарного), додаючи вершкове масло або маргарин. Тісто розкачують у прямокутні шари товщиною 2-2,5 см, дві третини поверхні змащують жиром, а потім складають у кілька шарів, забезпечуючи рівномірний розподіл масла. Процес розкачування та шарування повторюють 1-2 рази, охолоджуючи тісто до 20-22 °С, після чого зберігають його при температурі 4-8 °С. Листкове дріжджове тісто використовують для приготування слойок із різними начинками. Листкове тісто може бути дріжджовим або бездріжджовим. У бездріжджовому тісті підйом забезпечується виключно маргарином, який, нагріваючись, розсовує шари тіста. Під час випаровування вологи з маргарину створюється ефект шарування, а жири маргарину запобігають злипанню шарів. Бездріжджове тісто має тривалий термін зберігання за температури -18 °С.

Різновиди бездріжджового листкового тіста включають німецьке, яке готують методом загортання жиру в тісто з поступовим складанням шарів, та голландське, де жир викладають на тісто і формують шари. Німецький метод складніший, але дає більш якісний результат.

Листкове дріжджове і бездріжджове тісто мають високу популярність серед споживачів, забезпечуючи чудові органолептичні властивості готових виробів.

1.2. Походження круасанів та інновації у їх виробництві

Які асоціації виникають при слові круасан? Зазвичай, перше, що спадає на думку, це Франція: затишна кав'ярня з видом на Ейфелеву вежу, гаряча запашна кава і хрускіт свіжоспеченого круасана. Але що насправді ми знаємо про цей виріб? Чи справді Франція є його батьківщиною?. Існує декілька версій, щодо походження круасанів. Але найцікавіше те, що початок круасана лежить в Австрії, на відміну від загальної думки про Францію. Прабатьком круасана є «kipferl» — австрійська аутентична випічка у формі півмісяця, яка нагадує круасан і готується з великою кількістю вершкового масла, та подається з цукром і мигдалем. З'явився він ще у далекому 1683 році як символ святкування перемоги Австрії над Османською імперією під час Віденської битви. Перемога відбулась завдяки кмітливості віденських пекарів, які почули, як вороги намагалися пробити тунель у місто, і попередили про напад.

Сьогодні круасан — один з найпопулярніших листових виробів. Розмір світового ринку круасанів оцінюється у 6663,1 мільйона доларів США, а прогнозоване зростання досягне 8574,66 мільйонів доларів США до 2027 року. Звісно, кожен пекар має свій почерк, тому круасани можуть бути різними. Є два основних інгредієнти – борошно і масло, – якість яких не завжди дає бажаний результат. Саме тому команда «**Пурато**» старанно працювала, аби дати своїм партнерам рішення для покращення цих складових. Наразі в епоху максималізму споживачі потребують максимально корисних рішень, які не зашкодять здоров'ю. Звісно, вершкове масло має найбільший вплив на смак, але недолік вершкового масла – технологічність, воно потребує особливих параметрів роботи, що зазвичай дуже складно відтворити в умовах виробничого цеху. Компанія «Пуратос» створила лінійку унікальних продуктів, які забезпечують технологічність і відповідають запитам споживачів, адже не містять у своєму складі гідрогенізованих жирів [10].

Міметик Ламінейшен Прем'єр 20% – це бренд натурального вершкового масла (20%) і жиру нового покоління Міметик з вмістом натуральної пшеничної закваски і без вмісту гідрогенізованих жирів. Він дозволяє

виготовляти преміальні листкові вироби з відповідним насиченим ароматом вершкового масла. **АрістоСфольяНF** – високоякісний маргарин з ароматом автентичного французького вершкового масла з вмістом трансізомерів жирних кислот менше 1%.

А тепер повернемося до якості другої складової – борошна, яке також має прямий вплив на вигляд і смак готового продукту. Звичайне борошно зазвичай низької якості і не дає круасану бажаного вигляду і смаку.

Компанія розробляє різноманітні інноваційні поліпшувачі:

1. Поліпшувачі для круасанів прямого випікання
2. Поліпшувачі для круасанів з процесом заморозки
3. Поліпшувачі для упакованих круасанів з терміном зберігання 180 діб.

Основна функція поліпшувачів – покращувати якість борошна, зміцнювати клейковинний каркас тіста, посилювати газоутримувальну здатність тістових заготовок, отримувати тісто пластичної структури, яке гарно пройде процес ламінації, а під час випікання шари будуть рівномірно розкриватись, м'якуш залишатиметься еластичним та вологим, а скоринка – хрусткою та ароматною. Компанія піклується про те, щоб ви завжди отримували саме той результат, на який очікуєте, докладаючи мінімальні зусилля. Виробник активно відслідковує тренди: за даними дослідження Taste Tomorrow 69% споживачів обирають не просто класику, а відомі їм вироби у новому форматі чи з новою текстурою. Ці інсайти дозволили створити класичний круасан, але у новому цікавому кольоровому форматі.

Новинка від «Пуратос Україна» – кольорові суміші для виробництва яскравих круасанів, бісквітів, кексів, тощо. Вони гарантують увагу від споживачів через диференціацію зовнішнього вигляду виробів серед конкурентів. У якості барвників використовуються лише природні і натуральні компоненти, а саме екстракт чорної моркви, гібіскусу, персикового концентрату, мандарина та блакитної спіруліни. Досить актуальним є використання порошків ягід наприклад обліпихи. Порошок з обліпихи з його приємним кисло-солодким смаком ідеально підійде як для ранкового смузі, що бадьорить, так і для

приготування чудових десертів. Додайте порошок у кремову начинку для торта, посипте йогурт або прикрасьте пиріг. Гарний колір і приємний смак — гарантовано!

Також це дуже корисний порошок при застуді та гарний помічник при схудненні. У порошку містяться всі вітаміни та мінерали. Під час сушіння та переробки з ягід видаляється більша частина води (близько 98%), що дозволяє запобігти розмноженню шкідливих бактерій та забезпечити тривалий термін зберігання. В результаті виходить на 90% легший, але поживний ягідний порошок. Оскільки він значно концентрованіший, що у багато разів поживніше, то вже кількох ложок буде достатньо, щоб забезпечити організм необхідними вітамінами та мінералами.



Рисунок 1.1. – Круасани з інноваційними добавками

Останнім часом круасани гібриди завоюють світ і це теж є інновації у виробництві круасанів. На основі круасана створюють щось абсолютно божевільне і смачне, яке викликає фурор та ажіотажний попит у споживачів.

Світ розвивається і прагне спробувати щось нове, тому серед інших кондитерських виробів усе частіше з'являються гібриди з круасанами. Кроніґрі чи оносан як назвали новинку – гібрид круасанів та японських оніґірі. Джон Лі, власник Cafe W, попросив своїх працівників приготувати новий вид круасана, — так, як це робили пекарі в Сінгапурі, Південній Кореї та Австралії. Цей гібрид має три вигини, чим нагадує оніґірі, і листову текстуру французького тіста. Щотижня Cafe W продає близько 1 600 тістечок вартістю \$6,50. Виготовлення кожної партії займає понад 11 годин. Солоня випічка з ніжної багатошарової тіста та начинкою з крем-сиру чи ікри з японським майонезом вже захопила Нью-Йорк, і потрохи підкорює кав'ярні та пекарні по усьому світі.



Рисунок 1.2. – Круасан оніґрі та круасан бол



Круасан бол

Круасан Supreme вигадали у Lafayette Grand Café and Bakery в Нью-Йорку. Такий гібрид більше схожий нахокейну шайбу, ніж на круасан. Пропонували його раніше зі смаками від кукурудзяно-ягідного хрускоту до кокосового мохіто Yuzu. Круасан із листового тіста наповнений декадентським ароматизованим кремом і вкритий глазур'ю, прикрашений квітами, сухофруктами і навіть макаронами. Першою в Україні відомий у Нью-

Йорку та загалом в Америці круасан приготувала львівська пекарня Cheese Bakery, і тут його назвали «кравлик».

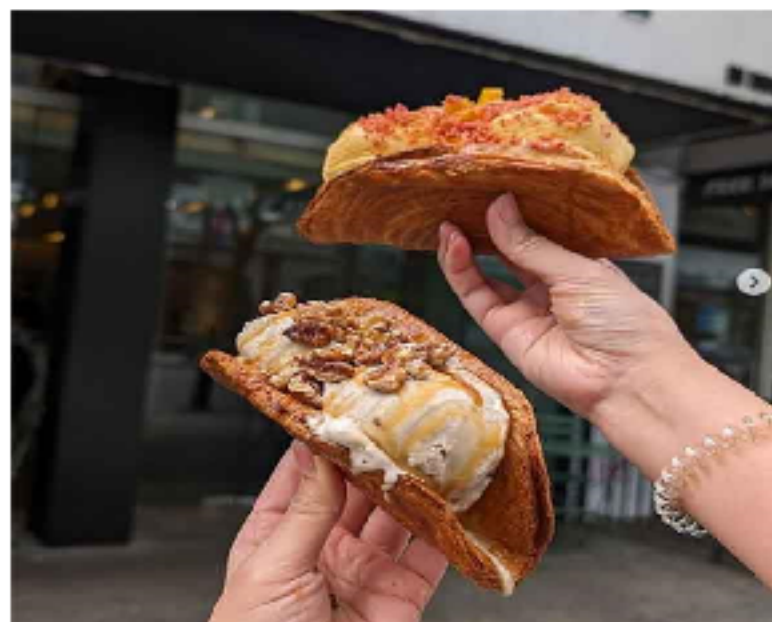


Рисунок 1.3. – Круасан Равлик чи Супрін

Такру

Гібрид тако та круасана з'явився ще у 2018 році. Vive La Tarte дебютувала з такру, коли відкрила свій другий заклад у січні в Сан-Франциско, і продавала їх по \$12 за штуку. Хрустка оболонка круасана заміне звичайне тако. Начинка може бути трьох видів: свинина, курка чилі з авокадо та смажений на барбекю джекфрут. До течі, у Києві пропонують круасановий хот-дог та сендвіч, де булочку замінили хрустким листковим тістом круасана.

На сьогоднішній день досить актуальним стало використання різноманітних поліпшувачів для досягнення необхідних органолептичних показників готових круасанів, одним із нових є поліпшувач S 500 Croissant ТУУ 15.8-33933338 -003:2009 виробником якого є Україна. Тому метою наших досліджень буде саме апробація цього розпушувача.

1.3. Вивчення можливих шляхів удосконалення рецептурного складу круасанів

Листкові борошняні вироби займають важливу нішу у виробництві хлібобулочних продуктів. Основним компонентом для їх виготовлення є пшеничне борошно. З технологічної точки зору, використання пшеничного борошна вищого ґатунку є оптимальним, проте з позиції раціонального

харчування воно має суттєві недоліки, зокрема низький вміст біологічно активних речовин та незбалансований амінокислотний склад. Для розширення асортименту листових виробів з підвищеною харчовою цінністю науковці дослідили можливість додавання до рецептури подрібненого насіння золотого льону.

Встановлено, що оптимальним є включення до 15% такого насіння, що дозволяє знизити кількість маргарину, необхідного для шарування тіста, з 35% до 20% від маси тіста, а також збагатити вироби ненасиченими жирними кислотами, які містяться в льоні. Резніченко І.Ю., Бородулін Д.М. і Пікуліна Н.С. запропонували рецептури круасанів на основі рисового, гречаного, лляного, мигдального борошна та борошна Теффі. Оцінка органолептичних та фізико-хімічних властивостей засвідчила високу якість виробів, які характеризуються чудовими смаковими і ароматичними показниками. Експерименти також показали, що використання житнього борошна в листових виробках дає найкращі результати за умов застосування німецького способу приготування тіста.

Історично дієтичні жири та масла були предметом значних дискусій щодо їх типу, оптимального дозування в раціоні людини, а також їхньої ролі у контролі маси тіла та впливу на розвиток хронічних захворювань. Попри наявні суперечки, харчові жири є важливим джерелом поживних речовин, оскільки підтримують ключові функції організму, транспортують жиророзчинні вітаміни, підвищуючи їхню біодоступність, і забезпечують необхідний субстрат для синтезу метаболічно активних сполук, таких як стероїдні гормони (тестостерон, естроген, прогестерон). Однак надмірне споживання жирів асоціюється з ризиком ожиріння, хвороб серця, артеріальної гіпертензії та цукрового діабету.

Незважаючи на ці ризики, попит на борошняні кондитерські вироби (БКВ), особливо на продукти з листового тіста, залишається високим. Вироби цього типу мають ніжну консистенцію та шарову структуру завдяки особливій технології приготування, що включає багаторазове прошарування тіста і використання великої кількості жирів. Водночас харчова цінність цих продуктів залишається низькою через високий вміст жирів, що також ускладнює їх тривале

зберігання. Окислення жирів молекулярним киснем спричиняє накопичення продуктів деградації, що погіршує якість виробів.

Актуальність дослідження пов'язана з недоліками БКВ з листового тіста, які потребують вдосконалення. Особливо важливою є проблема надмірного споживання насичених жирних кислот і жирів ω -6, тоді як в організмі часто бракує ненасичених жирних кислот ω -3 та ω -9. У зв'язку з цим виникає потреба вивчення харчових жирів, які містять достатню кількість корисних жирних кислот, та визначення їхніх технологічних властивостей, що впливають на хлібопекарські характеристики.

Метою роботи є розробка підходів до зниження калорійності БКВ з листового тіста та покращення їх технологічних характеристик.

Дослідження, спрямовані на вдосконалення якості пшеничного борошна та розширення його використання у виробках з листового тіста, є численними та різноманітними. Основною проблемою, яка часто розглядається в науковій літературі, є залежність якості листового тіста від жирового компонента, зокрема його стійкості до окислення. Технологічні підходи до вдосконалення жирових компонентів зазвичай орієнтовані на покращення їх реологічних властивостей і стабільності під час зберігання.

Наприклад, додавання 0,5% ксантану до жирової композиції, що використовується для прошарування тіста, підвищує її в'язкість і вологоутримуючу здатність, дозволяючи застосовувати маргарин з вологістю 26,8% [2]. Для покращення якості маргарину в рецептурі борошняних виробів з листового тіста також додають невелику кількість пальмової олії, яка завдяки вмісту пальмового стеарину та комплексу жирних кислот має високу антиоксидантну активність [3]. Однак споживання пальмової олії не рекомендується дітям. Схожий ефект досягається за допомогою рослинних добавок, багатих на каротиноїди [5].

Крім того, досліджено властивості рослинної композиції, яка містить суху пшеничну клейковину, вівсяне борошно та екстракт фосфоліпідів [4]. Ця добавка

не тільки стабілізує жировий компонент, але й збагачує готові вироби корисними біологічно активними речовинами.

Як перспективні добавки для уповільнення окисних процесів у маргарині, що використовується при виробництві листового тіста, запропоновано порошки з трав чебрецю та м'яти перцевої [1].

Аналіз процесу накопичення пероксидів і гідропероксидів під час зберігання маргарину показав, що додавання екстракту рослин у кількості 0,006 г (на 100 г субстрату, у перерахунку на суху речовину) значно уповільнює його окисне псування. Проте такі дослідження спрямовані переважно на покращення якості та стабільності жирового компонента для продовження терміну зберігання борошняних кондитерських виробів (БКВ) із листового тіста. Водночас вони не вирішують проблему зниження калорійності та енергоємності цих виробів, що є важливим для надання їм оздоровчих властивостей.

Оскільки в рецептурі БКВ із листового тіста зазвичай використовується маргарин, основою якого є гідрогенізовані рослинні олії та саломаси, було прийнято рішення дослідити альтернативні жири. Такі замітники могли б не лише покращити якість і стабільність жирових компонентів, але й знизити енергоємність та калорійність виробів.

Кунжутне масло

Дослідження показали, що кунжутне масло є багатим джерелом корисних жирних кислот (ω -3 — менше 0,2%, ω -6 — 45%, ω -9 — 41%, насичені жирні кислоти — близько 14%), вітамінів Е, К, В4 та інших поживних речовин. Проте навіть незначне нагрівання викликає в ньому окислювальні процеси, які призводять до утворення канцерогенів і трансжирів. Через це кунжутне масло рекомендовано використовувати виключно у сирому вигляді, а його застосування у хлібопекарстві є неможливим.

Пальмова олія

Хімічний склад пальмової олії включає 50,5% насичених і 49,5% ненасичених жирних кислот. Вона багата на вітаміни Е та А, має напівтверду консистенцію при кімнатній температурі та температуру плавлення 33-39 °С.

Олія відзначається стійкістю до окислення, що робить її придатною для тривалого зберігання, на відміну від ненасичених рослинних масел.

Кокосове масло

Кокосове масло має унікальні властивості, зокрема різкий перехід із твердого стану до рідкого у вузькому температурному діапазоні. Його хімічний склад включає жирні кислоти (лауринова — 49%, каприлова — 8%, капринова — 7%, міристинова — 8%), макроелементи (кальцій, фосфор, цинк), мікроелементи (залізо) та вітаміни (Е, К, В4). Масло залишається твердим при температурі до 21,1 °С і має високу стійкість до окислення, оскільки 90% жирних кислот є насиченими. Водночас його гідроліз у присутності вологи відбувається повільно, але значно прискорюється за наявності ферменту ліпази, що може викликати появу мильного присмаку у виробках.

Дослідження також показали, що кокосове масло багате на тригліцериди середньої довжини ланцюга, які легше засвоюються організмом. Ця властивість робить його незамінним компонентом продуктів дитячого і лікувального харчування. Завдяки своїм фізико-хімічним характеристикам кокосове масло може використовуватися у технології БКВ із листового тіста.

1.4. Обґрунтування вибору сировинних джерел для виробництва круасанів

Споживання глютену та споріднених білків може провокувати розвиток глютенкової ентеропатії (целіакії) у людей із генетичною схильністю. Основним методом лікування цього захворювання є дотримання безглютенової дієти, яка виключає продукти, виготовлені з пшениці, жита, ячменю, вівса та проса. Це означає повну відмову від хлібобулочних виробів, пшеничної, манної та перлової крупи на все життя [9].

Серед основних замінників глютену, які згадуються у спеціалізованій літературі, варто виділити злакові культури (кукурудза, рис, просо, сорго), псевдозлакові (амарант, гречка, лобода), бобові (нут, квасоля), коренеплоди (маніюка, тапіока, батат), насіння олійних культур (кунжут, кокос, льон,

соняшник), плодові культури (подорожник) та рідко використовувані культури (каштан, горіх) [17].

Серед рослинної білкової сировини особливе місце посідає безалкалоїдний харчовий люпин. Його перевагами є високий вміст білка та жиру з олеїною кислотою і α -токоферолом, значна кількість харчових волокон, мінеральних речовин, а також практично повна відсутність антипоживних компонентів. Люпинове борошно містить до 40% білка, збалансованого за амінокислотним складом, 6,5% жиру, 10% пектину і 26% харчових волокон, що робить його ідеальним інгредієнтом для збагачення хлібобулочних виробів [1].

Вівсяне борошно є здоровою альтернативою пшеничному. Завдяки багатому хімічному складу воно містить антиоксиданти, харчові волокна, вітаміни групи В, Е, РР і мінерали (кальцій, фосфор, магній, залізо, кремній), які позитивно впливають на травлення, а також функціонування печінки, нирок і серця [23].

Амарантове борошно переважає традиційну сировину за вмістом білків, жирів і незамінних амінокислот. Воно також багате на вітаміни групи В та мінеральні речовини, зокрема кальцій і фосфор у співвідношенні 1:2, що є близьким до оптимального для засвоєння організмом [21].

Кунжутне борошно виготовляється з насіння кунжуту і є дієтичним продуктом, багатим на вітаміни Е, В1, В2, В6, А, РР та мікроелементи (калій, кальцій, магній, цинк). Воно широко застосовується для випікання, приготування соусів та солодоців [21].

Тритикале – злакова культура, отримана шляхом схрещування пшениці та жита. Її борошно містить підвищений вміст білка з незамінними амінокислотами (лізин, валін, аргінін), мінеральні речовини (кальцій, магній, залізо, фосфор) і вітаміни В1, В5, Е. Вироби з тритикалевого борошна, такі як кекси і пряники, мають вищу якість, довше зберігають свіжість і менше піддаються черствінню порівняно з пшеничними [22].

Таким чином, аналіз властивостей різних видів борошна демонструє їхню доцільність у використанні для створення безглютенових виробів, які можуть бути не лише корисними, але й збагаченими біологічно активними речовинами.

1.5. Вивчення можливості використання продуктів переробки фруктів в технології круасанів.

При виробництві круасанів в якості начинок використовуються різні види начинок, але основу круасану складає все ж таки тістова складова, яка саме і потребує збагачення біологічно активними речовинами. Вичавки, що утворюються під час виробництва соків, є однією з найважливіших груп відходів у переробці фруктової сировини. Вони містять значну кількість біологічно активних речовин, органічних кислот та цукрів. Наприклад, відходи зерняткових плодів (яблук, груш, айви) становлять від 10-18% при виготовленні пюре, до 23-47% при виробництві соків. Яблучні вичавки включають (у %): загальний вміст цукру – 6-12, пектин – 1-2, целюлоза – 1-2, дубильні та барвні речовини – 0,12-0,16, золу – 0,3-0,4, загальні кислоти – 0,3-0,7, рН – 3,6-3,8 [38].

Виноградні вичавки, що утворюються при пресуванні, становлять 16-28% від маси сировини. Вони використовуються для отримання спирту, оцту, виннокислого вапна, олії, кормів, добрив та енотаніну. Ці відходи багаті на вітаміни, макро- і мікроелементи, фенольні сполуки, рослинну клітковину, органічні кислоти та пектинові речовини, що містяться у клітинних стінках рослин [38]..

Найбільша частка відходів утворюється при переробці дикорослих плодів і ягід. Їх частка у соковому виробництві може досягати 50%, проте вони є джерелом фенольних і барвних сполук, органічних кислот, мінеральних речовин та пектинів. Органічні відходи плодоовочевої галузі рекомендується використовувати для отримання харчових, кормових і технічних продуктів. Їх можна поділити на три основні групи: для кормів, як сировину для інших галузей, або для вторинної переробки на тому ж підприємстві [38].

Комплексна переробка фруктових вичавок дозволяє виробляти фруктово-глюкозидні порошки, з яких додатково отримують білок, цукор і вітаміни. Використання таких добавок доцільне для підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів, які часто мають низький вміст біологічно активних речовин [39].

Наукові дослідження підтвердили перспективність застосування порошків із фруктової сировини, зокрема хурми, у технологіях харчових виробів. Наприклад, заміна 8% пшеничного борошна на порошок з хурми в рецептурі кексів підвищила їхню функціональну цінність [40]. Дослідження Київського національного університету харчових технологій також довели доцільність використання порошків із чорниці, ожини, вишні та сливи, що сприяють збагаченню виробів органічними кислотами, пектинами, амінокислотами, вітамінами та клітковиною [40].

Розробка безвідходних технологій переробки плодово-ягідної продукції дозволила створити кріопорошки із ягід калини, бузини та обліпихи, які ефективно використовуються у рецептурах кексів та бісквітів, замінюючи до 10% пшеничного борошна. Такі добавки покращують пористість, еластичність та структурно-механічні властивості виробів, збільшуючи їхню біологічну цінність [40].

Дослідження порошків із бананів та ананасів показали, що додавання цих компонентів у кондитерські вироби не лише покращує смак, але й підвищує вміст клітковини, пектинів та мікроелементів, таких як калій, кальцій та магній [43].

Науковці Харківського торговельно-економічного інституту розробили технології використання порошків із виноградних вичавок у бісквітному, пісочному і дріжджовому тісті, що значно підвищило якість і харчову цінність готових виробів [43]. Дослідження Донецького національного університету підтвердили ефективність пектиновмісної сировини у технології дріжджового тіста [45,46].

Хоча аналіз свідчить про значні переваги використання відходів у технологіях харчових виробів, вивчення порошків із хеномелесу для

дріжджового листового тіста залишається недостатнім. Проведення досліджень для визначення їхнього впливу на фізико-хімічні та органолептичні показники виробів є перспективним напрямом, шарування і 27 шарів жиру, що йде на шарування в кількості 25% до маси борошна в тісті [9, с 7].

Показано, що використання білкового інгредієнта на основі залишкових пивних дріжджів, отриманого за пропонованою технологією, в кількості 1% до маси борошна при виробництві листових виробів «Слойка дитяча» дозволяє скоротити процес бродіння і вистоювання на 25% і 23,2% відповідно. При цьому збільшується об'єм виробу на 27% в порівнянні з контрольним зразком [10, с 79].

Авторами вивчено вплив дозування борошна з насіння гарбуза на якість виробів з листового замороженого тіста. Встановлено, що при введенні в листове тісто гарбузового борошна у вигляді суміші з пшеничним борошном готові вироби зберігають стандартні значення органолептичних показників. Однак при цьому відзначається зниження пористості і незначне підвищення кислотності м'якушки листових виробів. За результатами досліджень, для виробів з листового тіста рекомендовано використовувати гарбузове борошно в складі борошняних сумішей в кількості 5,0-7,5% [11, с 8].

Обліпихове пюре, що містить у своєму складі підвищену кількість незамінних амінокислот, мінеральних речовин і вітамінів В₁, В₂, С, Е, К, є перспективною сировиною для збагачення борошняних виробів. Досліджено вплив обліпихового пюре на зміну структурно-механічних показників м'яких вафель. Отримано патент на корисну модель «Склад м'яких вафель» [12, с. 16; 13 с.4].

Серед листових виробів особливою популярністю користуються краффіни. Краффіни – це дрібноштучні вироби із дріжджового листового тіста. Технологічна схема приготування краффінів включає наступні операції: підготовка сировини до виробництва, замішування тіста, вилежування, формування, вистоювання, випікання, охолодження, транспортування. Основною відмінністю технології краффінів є спосіб формування і випікання виробів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо розширення асортименту виробів з листового тіста підвищеної харчової цінності корисними нутрієнтами показав, що цей напрям є актуальним. Водночас в літературі немає даних щодо обґрунтування сумісного використання рисового борошна, чаю матча і обліпихового пюре з метою розширення асортименту краффінів підвищеної харчової цінності.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали досліджень

Перед початком досліджень важливим етапом є постановка мети, оцінка актуальності роботи та визначення основних напрямків досліджень. Експерименти проводилися у лабораторії кафедри харчових технологій ПДАУ з метою оцінки можливостей використання кукурудзяного борошна у виробництві круасанів за допомогою розпушувачів S 500 Croissant та порошку обліпихи. Основна мета полягала в покращенні структурно-механічних та органолептичних характеристик виробів, а також розширенні асортименту продуктів з підвищеною харчовою цінністю, в якості наповнювачів використовувася широкий спектр начинок: Кюлі з манго та заварним кремом на кокосовому молоці, мигдальний крем, малинове кюлі та крем із маскарпоне, малиновий джем із заварним кремом джем та ін. Об'єктом дослідження була технологія виробництва круасанів покращеної якості, для яких було використано кукурудзяне борошно та кріопорошок обліпихи. Основна сировина відповідала вимогам діючих стандартів, а саме:

- борошно пшеничне (ГСТУ 46.004-99) [50];
- борошно кукурудзяне (ТУ У 15.6-13929625-001:2011) [51];
- олія соняшникова (ДСТУ 4492:2017) [52];
- цукор (ДСТУ 4623:2006) [53];
- молоко коров'яче питне (ДСТУ 2661:2010) [54];
- поліпшувач тіста (ДСТУ 2900:2006) [55];
- поліпшувач тіста S 500 Croissant (ТУУ 15.8-33933338 -003:2009) [57];
- сіль кухонна (ДСТУ 3583:2015) [56];
- кріопорошок обліпихи

Схема проведення досліджень

Послідовність досліджень їх проведення і взаємозв'язок представлені на схемі, що показана на рис. 2.1



Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

На початковому етапі було здійснено аналіз вітчизняних та зарубіжних літературних джерел для оцінки актуальності обраного напрямку дослідження. На другому етапі визначено об'єкт, предмет та методику проведення досліджень. Третій етап передбачав виконання експериментальних робіт із застосуванням розробленої методики. Після завершення експериментів результати були представлені на науковій конференції в рамках апробації роботи.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягає в удосконаленні технології круасанів з використанням кукурудзяного борошна, поліпшувача підібраного експериментальним шляхом та порошку обліпихи. Для досягнення мети були сформульовані такі **завдання**:

- Теоретично обґрунтувати методологію приготування круасанів з використанням нетрадиційної для класичних виробів сировини.
- Провести дослідження структурно-механічних властивостей виробу із використанням цих компонентів.
- Проаналізувати основні показники якості розроблених виробів та вивчити їх зміни протягом періоду зберігання.
- Обґрунтувати технологію круасанів шляхом розрахунку рецептур для нових виробів і опису удосконаленої технологічної схеми їх виготовлення.

2.2. Методи досліджень

2.2.1 Методика визначення сухих речовин або вологи

Для аналізу вологості необхідно використовувати бюксу, яку перед вимірюванням маси слід попередньо висушити до досягнення постійної маси. Це можна зробити, використовуючи порожню бюксу або заповнену піском разом із скляною паличкою. Бюксу вимірюють з точністю до 0,0002 грама і сушать в сушильній шафі при температурі від 100 до 105 градусів Цельсія. Досліджуваний продукт масою 3...5 грамів поміщають у попередньо зважену бюксу і висушують у сушильній шафі при такій самій температурі. Протягом процесу сушіння бюксу з зразком періодично зважують, попередньо охолоджуючи в ексікаторі протягом 15...20 хвилин. Перше зважування проводять після 2...4 годин сушіння, наступні

зважування – через кожну годину, а перед завершенням аналізу – через кожні 30 хвилин. Під час зважування кришку бюкси з наважкою тримають закритою, хоча сам об'єкт висушують з відкритою кришкою. Стабільну масу досліджуваної наважки вважають досягнутою, коли різниця між двома останніми вимірюваннями не перевищує 0,001 грама. Остаточним результатом вважають середнє арифметичне значення з 2...3 паралельних вимірювань. Відхилення між паралельними вимірюваннями за цим методом не повинно перевищувати 1 %. Усі розрахунки проводяться з точністю до 0,01 %. Визначення вологості в тісті і готових виробах здійснюється відповідно до вимог стандарту ДСТУ 4910:2008 "Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток води та сухих речовин" [57].

2.2.2 Методика визначення вмісту сирої клейковини

Глютен - це в'язка, липка та гнучка маса, яка залишається після змивання тіста з пшеничного борошна. Вона складається з білків, таких як гліадин і глютенін, які не розчиняються у воді. Здатність пшеничного борошна утворювати пухирці та надавати пишність та пористість під час випікання залежить від кількості та якості глютену, який взаємодіє з дріжджами під час замісу тіста. Оцінка цих показників виконувалася відповідно до стандарту ДСТУ ISO 21415-1:2009. [58].

2.2.3 Методика визначення намоочуваності

Здатність печива до вбирання води визначається через вимірювання збільшення маси борошняних виробів після їх занурення у воду при 20°C протягом певного часу. Це відношення маси виробів після намоочування до їх сухої маси виражається у відсотках і є показником якості продукту.

Методика визначення водопоглинання, вказана у стандарті ГОСТ 10114-80 [59], полягає в вимірюванні співвідношення маси виробів після їх занурення у воду протягом 120 секунд до їх початкової маси, вираженого у відсотках. Для проведення цього вимірювання вироби розміщувалися у воді в спеціальній клітці, що складалася з нержавіючої металевої сітки.

Намочуваність виробів Н (%) розраховували за формулою:

$$H = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де: m_0 – маса пустої клітки після занурення у воду, кг;

m_1 – маса клітки із сухим зразком, кг;

m_2 – маса клітки із намоклим зразком, кг.

2.2.4 Методика визначення крихкості

Крихкість свідчить про ступінь свіжості і відображає термін зберігання продукту. Методика визначення крихкості проводиться шляхом вагового вимірювання згідно з процедурою, описаною у "Лабораторному практикумі з технології хлібопекарського та макаронного виробництва"[60].

З м'якушки вирізають два паралелепіпеди масою по 5 грам кожен і поміщають у конічну колбу об'ємом 250 см³. Вміст колби перемішують на вібраційному змішувачі протягом 5 хвилин. Кришки, що утворились під час тертя двох паралелепіпедів, збирають і зважують на вагах з точністю до 0,01 грама.

Крихкість, позначена як Х і виражена у відсотках до маси м'якушки виробу, визначається за допомогою формули:

$$X = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де: m_1 - маса крихти, г;

m_2 - маса наважки, г.

2.2.5 Методика визначення лужності

Для визначення рівня лужності у печиві застосовують метод титрування. Спочатку, 25 г подрібненого печива поміщають у конічну колбу об'ємом 500 мл, після чого додають 200 мл дистильованої води і ретельно змішують. Залишають на стоянні протягом 30 хвилин, змішуючи кожні 10 хвилин. Після цього отриманий розчин фільтрують через вату. Для титрування беруть 50 мл фільтрату

і додають розчин HCl або H₂SO₄ концентрацією 0,1 М до появи насиченого жовтого кольору, використовуючи бром тимоловий синій як індикатор.

Лужність X, град, розраховують за формулою:

$$X = \frac{V * V_2 * 100}{V_1 * g * 10} \quad (2.3)$$

де V – кількість 0,1 моль/дм³ кислоти, яка пішла на титрування, см³;

V_2 – загальний об'єм водної витяжки з наважкою, см³;

V_1 – об'єм водної витяжки, взятий для титрування, см³;

g – маса наважки, г.

Результат аналізу отримують як середнє арифметичне двох паралельних досліджень. Загальну кислотність визначають за тим же методом, як і лужність – титриметричним методом: до розчину додають три краплі 1 %-го розчину фенолфталеїну, титрують 0,1 моль/дм³ розчином гідроксиду натрію до появи рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хвилини [61].

2.2.6 Методика визначення виходу і упіку готових виробів

Під час підготовки та після теплової обробки, напівфабрикати та готові вироби вимірюються на електронних вагах з точністю до 0,02 грама. Вихід готових виробів визначається за допомогою формули, наведеної нижче:

$$Z = M_{\text{г.в.}} / M_{\text{н.ф.}} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де: Z – вихід готового продукту, %;

$M_{\text{г.в.}}$ – маса готового виробу після теплової обробки, кг;

$M_{\text{н.ф.}}$ – маса напівфабрикату, кг.

Під час процесу випікання продуктів із борошна завжди відбуваються втрати маси тіста, які називаються втратами маси внаслідок випікання. Цей процес кількісно виражають як відношення різниці між масою тіста до випікання і масою гарячого виробу [62].

2.2.7 Методика визначення органолептичних показників якості

Органолептичний аналіз є методом оцінки якості продукції, який дозволяє оцінити різні характеристики продукту, такі як зовнішній вигляд, колір, аромат, текстура та смак, швидко і одночасно. Ці показники важливі для виявлення ознак псування чи фальсифікації продукту згідно з вимогами нормативної документації, які проводяться за допомогою органів людського сприйняття: зору, смаку, нюху, дотику і, в окремих випадках, слуху. Методика органолептичного аналізу відповідає стандарту ДСТУ 4683:2006.

Оцінка зовнішнього вигляду відображає загальне враження про продукт. Під час візуальної оцінки виявляються такі аспекти, як наявність плісняви чи інших дефектів на поверхні виробу. Колір є ключовою ознакою якості, яка зазвичай першою привертає увагу споживача до товару і залежить від тривалості випікання, складу і умов зберігання. Запах і смак також є важливими показниками, що впливають на сприйняття продукту; ці властивості часто взаємопов'язані, оскільки багато смакових характеристик пов'язані з ароматом. Пористість виробу визначається при його розламуванні і є однією з ключових характеристик готового продукту, яка має велике значення для споживача. Консистенція готового продукту в значній мірі залежить від вмісту жирів, тривалості замісу та випікання.

Оцінка якості готових виробів після теплової обробки проводилась за допомогою бальної системи, що дозволяє кількісно оцінити якість продукту. Основні показники якості були оцінені за шкалою: зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція. Оцінка якості здійснювалась спеціальною дегустаційною комісією, складеною з п'яти осіб, згідно з розробленою методикою. Кожен учасник комісії оцінював результати за п'ятибальною шкалою. Середнє значення за п'ятибальною шкалою визначалося як середнє арифметичне балів, з урахуванням повторного проведення дегустації та коефіцієнта похибки. Після обробки результатів створюються розширені профілі органолептичних характеристик за допомогою комп'ютерної програми MS Excel.

2.2.8 Методика визначення дріжджів та пліснявих грибів

Для визначення наявності дріжджів та пліснявих грибів застосовують метод, описаний у ДСТУ 8447:2015 [64]. Цей метод полягає в засіві розведеного продукту на спеціальному живильному середовищі, що дозволяє встановити, чи належать мікроорганізми до дріжджів чи пліснявих грибів залежно від їхнього росту та форми клітин.

Дріжджі ростуть на агарових середовищах, утворюючи великі, виступаючі, блискучі, сіро-білі колонії з гладкою поверхнею та рівними краями. Під час їхнього розвитку спостерігається затемнення та запах бродіння. Плісняві гриби на тих же середовищах ростуть у вигляді міцелію різного кольору. Якщо під час аналізу продукту на живильному середовищі спостерігається ріст дріжджів та пліснявих грибів, то роблять висновок про їхню присутність у продукті. Кількість цих мікроорганізмів у 1 грамі продукту розраховують за допомогою формули:

$$X = \frac{A \cdot K \cdot P}{M} \quad (2.5)$$

де А – сума всіх підрахованих колоній на чашці Петрі;

К – кількість фізіологічного розчину, мл;

Р – кількість крапель в 1 мл;

М - наважка продукту, г.

2.2.9 Методика визначення кількості мезофільних, аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів

МАФАНМ є критерієм для виявлення всіх типів мікроорганізмів, здатних рости на певних середовищах за температури 37 °С протягом 48-72 годин. Оцінка кількості мезофільних, аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів проводиться відповідно до вимог ДСТУ 8446:2015 [65]. Отримані результати порівнюються з встановленими стандартами та СанПіН.

Для взважування досліджуваного зразка використовують технічні ваги з дотриманням правил стерильності. Взважену пробу поміщають у стерильну колбу і заливають фізіологічним розчином у співвідношенні 1:10, після чого добре збовтують. За допомогою стерильної піпетки переносять 1 краплю отриманої суспензії в чашку Петрі, а стерильним шпателем розподіляють по всій поверхні середовища для мікроорганізмів. Після цього чашку поміщають у термостат для культивування мікроорганізмів.

2.2.10 Методика обробки експериментальних даних

У кваліфікаційній роботі були використані передові комп'ютерні технології для обробки отриманих даних. Застосовані методи математичної статистики та кореляційного аналізу були реалізовані за допомогою обчислювальної техніки [66]. При порівнянні експериментальних результатів враховувалися стандартні похибки. В процесі досліджень проводилося не менше п'яти паралельних експериментів, з отриманих даних розраховувалося середнє арифметичне відхилення:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n X_s, \quad (2.6)$$

де X – середнє арифметичне відхилення;

X_s – значення отриманих експериментальних даних;

n – число експериментів.

Середньоквадратичне відхилення

$$S_{(x)} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (2.7)$$

Величина довірчої похибки

$$\varepsilon(x) = t(\alpha, \varphi) \cdot S(x), \quad (2.8)$$

де $t(\alpha, \varphi)$ – критерій Ст'юдента за величини довірчої вірогідності $\alpha = 0,95$ та числі ступенів вільності ($\varphi = n - 1, t(\alpha, \varphi) = 2,29$).

Відносну похибку ($\Delta x, \%$) визначали за формулою:

$$\Delta x = \varepsilon \frac{\bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100. \quad (2.9)$$

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Визначення фізико-хімічних показників вхідної сировини

Круасани є наймасовішим продуктом виробництва у хлібопекарній промисловості і його можуть вживати люди будь-якого віку. За результатами аналізу літератури, виявлено, що рослинний компонент, такий як кукурудзяне борошно (КБ) та порошок обліпихи не використовувалися у виготовленні круасанів відповідно до обраної рецептури. Це робить перспективним дослідження якості нових продуктів з використанням добавки. Органолептичні та фізико-хімічні властивості сировини відіграють важливу роль у розробці нових рецептур.

Усі використані для експериментів види сировини відповідали вимогам чинної нормативної документації. Були визначені фізико-хімічні показники сировини, результати яких наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Фізико-хімічні показники сировини ($n = 3$, $p \leq 0,05$)

Найменування показників	Пшеничне борошно	Кукурудзяне борошно
Вологість, %	14,0	12,0
Кислотність, град	2,40	2,6
Вміст білка, %	11,8	7,9
Масова частка металодомішок, %	Відсутні	Відсутні
Сторонні домішки, %	Відсутні	Відсутні

За встановленими показниками пшеничне борошно відповідає ДСТУ 46.004 - 99, кукурудзяне борошно відповідає ТУ У 15.6-13929625-001:2011. Як показано в таблиці, дослідний зразок цілнозернового кукурудзяного борошна має меншу вологість на 3 % порівняно з пшеничним борошном. Використання такої сировини з іншими фізико-хімічними показниками впливає на структурно-

механічні характеристики тіста і готових виробів. Тому наступним кроком наших досліджень стало обґрунтування впливу вказаних добавок на кількість та якість клейковини пшеничного борошна. Це важливо для визначення якості клейковини пшеничного борошна з використанням цільозернового кукурудзяного борошна.

Таблиця 3.2. -Хімічний склад борошна різних видів

Найменування показників	Пшеничне борошно	Кукурудзяне борошно
Волога %	14±0,13	12,4±0,13
Жири	2,3 ±0,14	1,8±0,13
Вміст білка, %	11,8±0,12	7,9±0,12
Вуглеводи	72,3 ±0,12	78±0,11
Зола	0,6 ±0,12	0,5±0,14

Кількість добавки і її співвідношення до кількості борошна пшеничного представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Кількісне співвідношення двох видів борошна

Найменування сировини	Зразки					
	№ 1 (контрольний зразок)	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Борошно пшеничне	100 %	90%	85%	80 %	75 %	70 %
Кукурудзяне борошно	-	10%	15 %	20 %	25 %	30 %

Результати впливу добавки на кількість клейковини пшеничного борошна представлені на рис. 3.1.

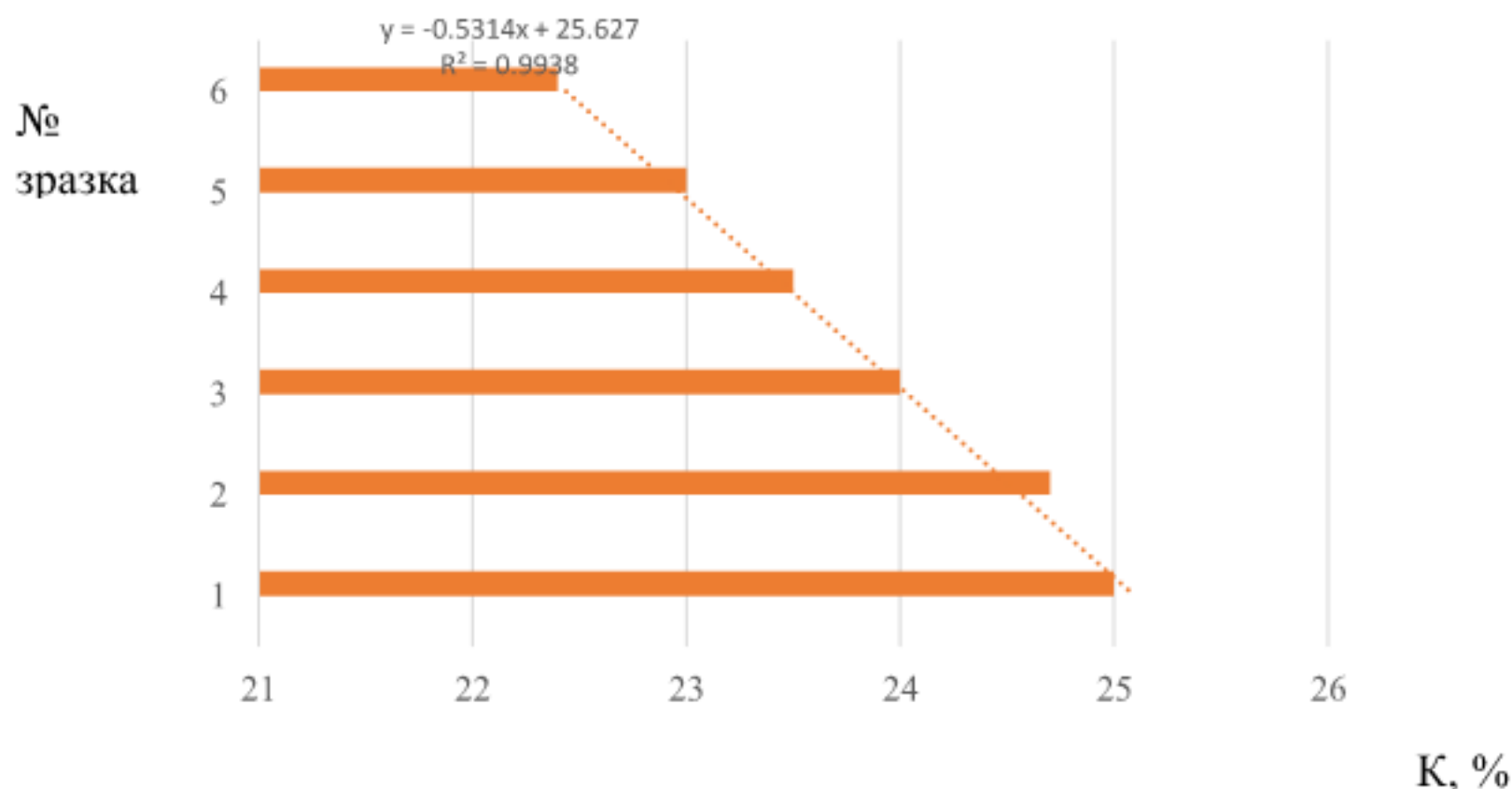


Рисунок - 3.1 Вплив добавки на кількість клейковини пшеничного борошна.

1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (КБ); 3 – зразок з 15 % (КБ); 4 – зразок з 20 % (КБ); 5 – зразок з 25 % (КБ); 6 – зразок з 30 % (КБ); а – кількість добавки, %. К – кількість клейковини, %.

В характеристиках інгредієнтів для виробництва борошняних кондитерських виробів, якість клейковини є ключовою, оскільки високий рівень клейковини в борошні може негативно вплинути на структурні та механічні характеристики готових продуктів. Встановлено, що зі збільшенням кількості цільнозернового кукурудзяного борошна в зразках зменшується кількість клейковини. Це пояснюється тим, що кукурудзяне борошно, по-перше, не містить білків, що сприяють формуванню клейковини, а по-друге, вказані добавки мають харчові волокна, які конкурують з білками за воду. Таким чином, зі збільшенням вмісту добавки до 30 %, кількість клейковини зменшується на 2,6 % у порівнянні з контрольним зразком. Зменшення кількості клейковини в тісті для круасанів може спричинити погіршення структури готової продукції і, разом з тим, покращити органолептичні властивості.

Наступною складовою є порошок отриманий з обліпихи. У свіжих достиглих плодах дикорослої алтайської обліпихи міститься до 3,5 % цукрів,

2,6 % органічних кислот, 83,...86,4 % води, 2,...7,8 % жирної олії, 8,6....272,5 мг% аскорбінової кислоти(вітаміну С), 0,9....10,9 мг% каротину, 0,016...0,035 —вітаміну В1, 0,1016...0,035 мг% вітаміну В₁ і 0,038—0,056 мг вітамін В₂. В олії з плодів — до 300 мг% каротиноїдів до 60 каротину, до 160 мг% вітаміну Е, а в олії з насіння — 3,2 мг% каротину і до 120 — токоферолів. З кори виділений *серотонін* — речовина, що має протипухлинну дію. У м'якуші плодів обліпихи знайдено ароматичну олію (8-12-30 %), цукри (до 2,5 %). В нашій роботі ми використовували порошок обліпихи, але щоб його винести в тісто його необхідно відновити до пастоподібної консистенції. Кількість відновленого порошку обліпихи може коливатися від 2 до 8%. Кількість вершкового масла для прошаровування виробу складає майже 40 % відносно маси борошна і 16 % відносно маси всієї сировини. Надругому етапі досліджень для обґрунтування технології круасанів підвищеної харчової цінності було запропоновано внести пюре обліпихи на заміну вершкового масла, яке використовується як жирова складова. Порошок обліпихи має природний кислий або кисло-солодкий смак (рН зазвичай становить приблизно 1,5 - 3,0). Така кислотність обумовлена високим вмістом органічних кислот (яблучної, винної, лимонної та бурштинової) і вітаміну прошаровування виробу. Дослідження провели згідно модельної системи №2, представленої в табл. 3.4

Таблиця 3.4. - Заміна масла на відновлений порошок обліпихи

Найменування сировини	Зразки					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Масло вершкове (МВ),%	100,0	98,0	96,0	94,0	92,0	90,0
Паста з обліпихи (ПО),%	-	1,0	2,0	4,0	5,0	6,0

Згідно літературних даних внесення відновлених порошків дозволяється в межах 1...10 %.

3.2. Розрахунок рецептури дослідних зразків круасанів

Основною сировиною для виробництва круасанів є борошно, жир і цукор. Додатковими інгредієнтами є дріжджі, розпушувач, меланж. Вид і якість борошна впливає на показники якості готових виробів. Нами були проведені попередні дослідження, в яких були встановлені межі кількості добавки. Встановлено, що внесення цілюзерного кукурудзяного борошна більше 30 % значно погіршує структуру виробу. Внесення добавки менше ніж 10 % не впливає на зміну органолептичних і фізико-хімічних показників. Тому подальші дослідження були направлені на вивчення впливу цілюзерного кукурудзяного борошна у кількості від 10 % до 30 % на структурно-механічні і органолептичні показники якості тіста і готових виробів.

Контрольним зразком обрано рецептуру круасанів, представлену в таблиці 3.5. Поверхня покрита цукровою пудрою. Маса 60 г, вологість виробу 11,76%. Уніфікована рецептура круасану «Французького з джемом» наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. – Уніфікована рецептура круасану (Контрольний зразок)

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т фази		На 1 т готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
Листковий напівфабрикат	92,5	635,00	587,4	635,00	587,4
Джем	68,0	350,00	238,00	350,00	238,00
Цукрова пудра	99,85	15,00	14,90	15,00	14,90
Всього	-	1000,00	840,30	1000,00	840,30
Разом	88,24	1000,00	840,30	1000,00	840,30

При виробництві круасану використовується і окремо рецептура самого листового напівфабрикату в якій передбачається використання розпушувача, заміна масла на пасту обліпихи та заміна частини пшеничного борошна на кукурудзяне. Щоб

Таблиця 3.6. - Уніфікована рецептура для виробництва листкового напівфабрикату вологістю $7,5 \pm 3,5\%$.

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т фази		На 1 т готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне в.с.	85,50	657,86	562,47	386,80	330,72
Масло вершкове	84,00	438,58	368,41	257,88	216,62
Меланж яєчний	27,00	33,34	9,00	19,59	5,29
Сіль кухонна	96,50	5,26	5,07	3,08	2,98
Кислота лимонна	98,00	0,87	0,85	0,50	0,49
Разом	-	1135,91	945,80	667,85	556,10
Вихід	88,50	1000,00	925,00	587,40	543,34

Таблиця 3.7.- Зведена рецептура круасанів «Французьких з джемом» онтрольний зразок

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 1 т готової продукції, кг	
		В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне в. с.	85,50	386,80	330,72
Масло вершкове	84,00	257,88	216,62
Меланж яєчний	27,00	19,59	5,29
Сіль кухонна	96,50	3,08	2,98
Кислота лимонна	98,00	0,5	0,48
Джем полуничний	68,00	350,00	238,00
Цукрова пудра	99,85	15,00	14,90
Разом	-	1032,85	808,99
Вихід	88,24	1000,00	882,4

Таблиця 3.8- Зведена рецептура круасанів «Французьких з джемом»
дослідний зразок

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 1 т готової продукції, кг	
		В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне в. с.	85,50	328,9	272,9
Борошно кукурудзяне	86,40	58,0	9,26
Масло вершкове	84,00	252,64	214,62
Порошок обліпихи	95,0	5,24	4,85
Поліпшувач борошна	0,00	3,29	0,00
Меланж яєчний	27,00	19,59	5,29
Сіль кухонна	96,50	3,08	2,98
Кислота лимонна	98,00	0,5	0,48
Джем полуничний	68,00	350,00	238,00
Цукрова пудра	99,85	15,00	14,90
Разом	-	1032,85	808,99
Вихід	96,89	1000,00	882,4

3.3 Визначення фізико-хімічних показників якості тіста і готових виробів

3.3.1 Визначення вологості зразків тіста

Вологість тіста є одним з ключових параметрів, що визначають якість готових кондитерських виробів. Її значення суттєво впливає на структурно-механічні характеристики печива, визначаючи текстуру, консистенцію та загальну якість кінцевого продукту. Регулювання вологості в процесі приготування тіста забезпечує необхідну здатність до формування, розширення під час випікання та утворення пористої структури виробу. Відхилення від оптимального рівня вологості, як у бік перевищення, так і у бік зменшення, може призвести до змін у текстурі та консистенції тіста, що негативно позначиться на якості готової продукції. Отже, контроль вологості тіста є критично важливим етапом у виробництві печива, необхідним для забезпечення його високої якості та привабливого зовнішнього вигляду. Визначення вологості здійснювалося

згідно зі стандартною методикою, наведеною у розділі 2. Результати наведені на рис. 3.2.

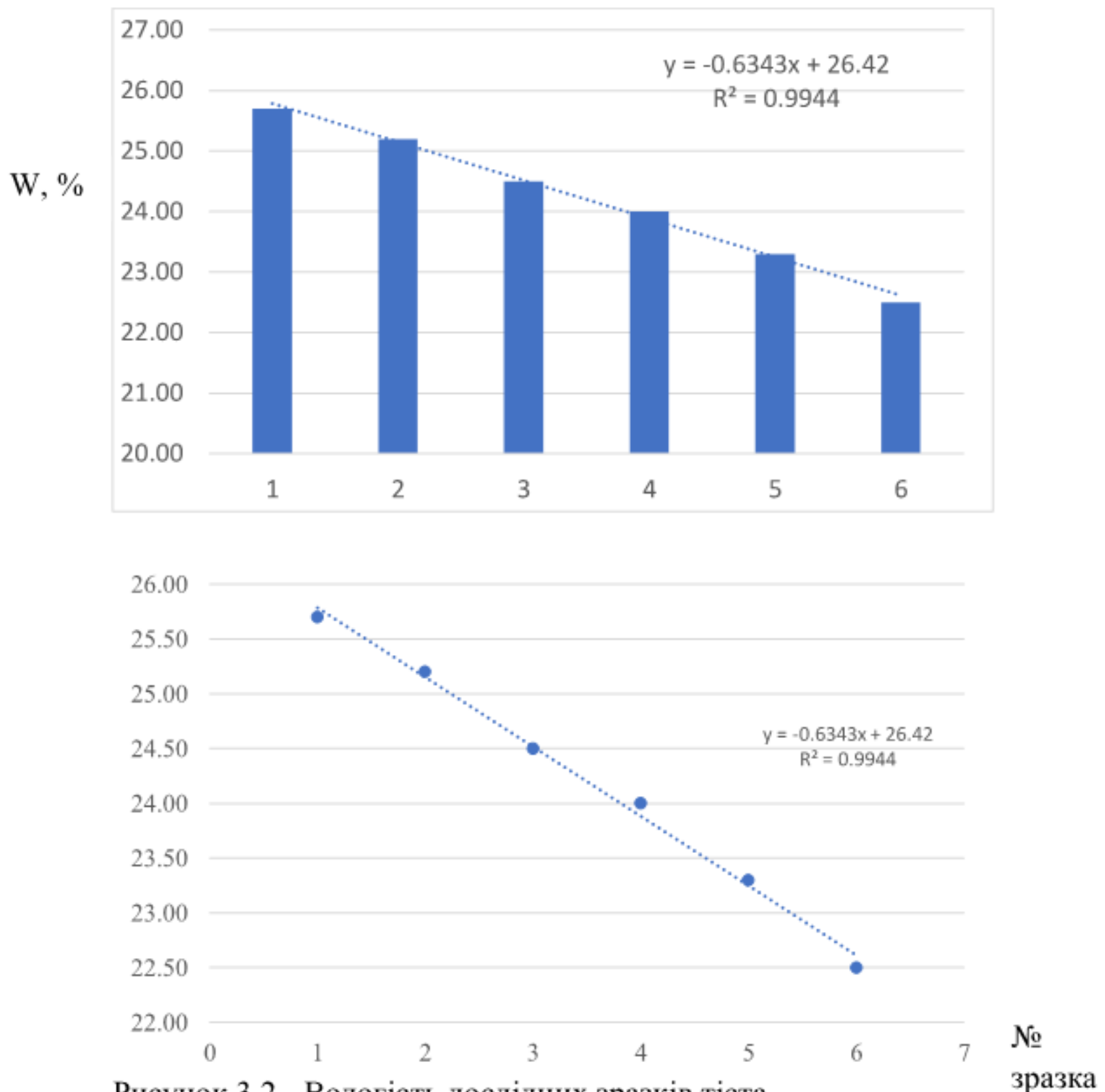


Рисунок 3.2 - Вологість дослідних зразків тіста.

W - вологість тіста, %; 1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (КБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

В ході експерименту було встановлено, що вологість тіста у зразках зменшувалась зі збільшенням кількості цільнозернового кукурудзяного борошна. Визначено, що вологість контрольного зразка тіста круасанів складала 25,7 %, тоді як вологість зразка з максимальною кількістю добавок становила 22,5 %. Це

свідчить про зниження вологості на 3,2%, що є значною різницею порівняно з контрольним зразком.

Зменшення вологості у зразках тіста для круасанів при збільшенні вмісту цільнозернового кукурудзяного борошна може бути пояснене підвищеним вмістом харчових волокон у такому тісті. Ці волокна, що надходять з добавками, вступають у конкуренцію за вільну вологу у системі тіста, що призводить до зменшення загальної вологості через їх взаємодію. Отримані результати підкреслюють важливість ретельного контролю та регулювання вмісту добавок у рецептурі тіста для досягнення оптимальних показників вологості та якості кінцевого продукту.

3.3.2 Визначення вологості зразків готових виробів

На наступному етапі нашого дослідження було здійснено визначення вологості готової продукції. Метод вимірювання вологості зразків базувався на техніці, описаній у розділі 2, і проводився на другий день після виготовлення. Споживчі властивості борошняних кондитерських виробів повинні відповідати стандартам, встановленим чинними ДСТУ.

Вологість круасанів представлено на рис. 3.3.

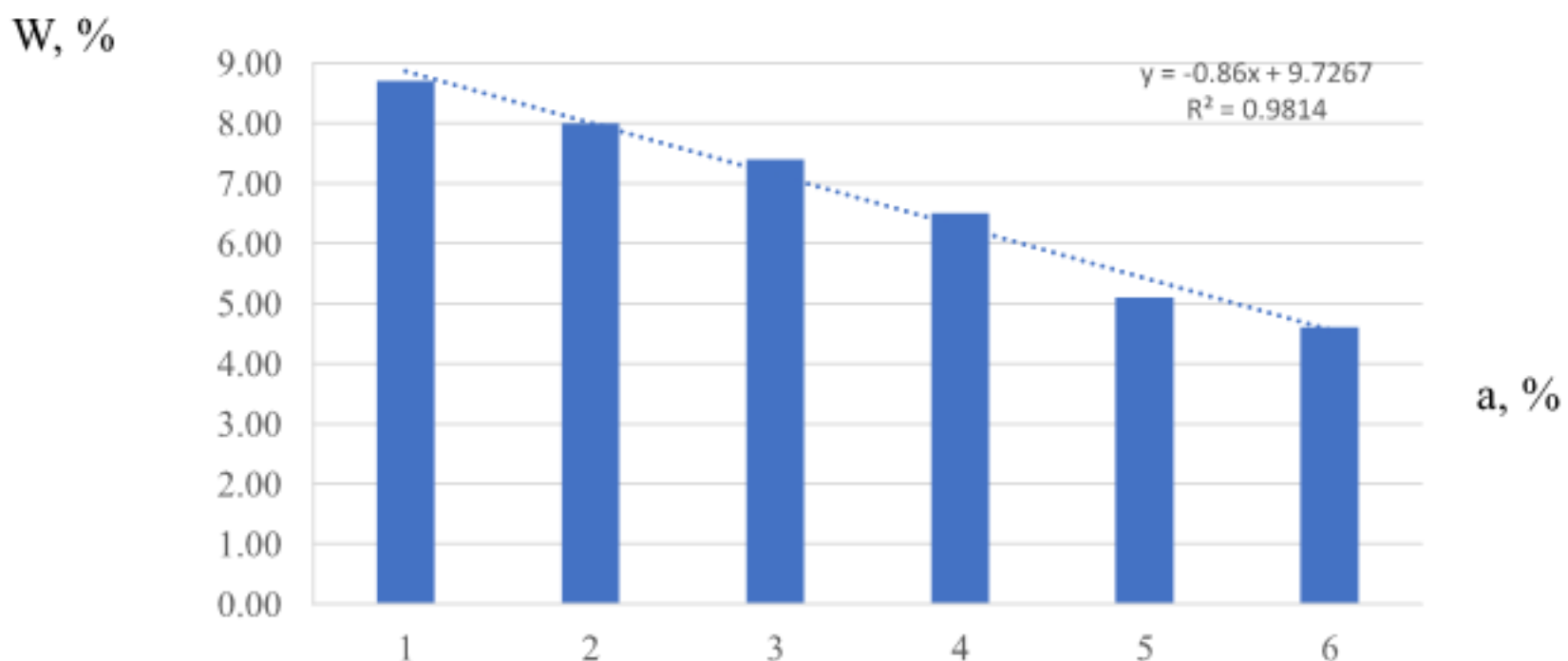


Рисунок 3.3 - Вологість зразків готових виробів. W - вологість виробів; 1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок

з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

У результаті досліджень було встановлено, що вологість контрольного зразка круасанів становить 8,70%, тоді як вологість зразка з максимальною кількістю суміші добавок дорівнює 4,60%. Це свідчить про зменшення вологості на 4,1%, що є значним показником порівняно з контрольним зразком. Цільнозернове кукурудзяне борошно, на відміну від пшеничного борошна вищого гатунку, містить вологоутримуючі речовини, здатні зв'язувати частину вільної води у тісті. Це призводить до зниження вмісту вільної води у зразках з добавками в діапазоні від 10% до 30% від маси борошна.

Тривалість і температура процесу випікання залишилися незмінними для всіх досліджених зразків. Вологість готових круасанів була виміряна відповідно до нормативних вимог, встановлених Державним стандартом України ДСТУ 4052:2017, що підтверджує відповідність продукції встановленим стандартам якості.

3.3.3 Визначення лужності зразків готових виробів

Лужність у борошняних кондитерських виробах пояснюється присутністю нерозкладених хімічних розпушувачів та аміаку, що утворюється внаслідок розпаду цих розпушувачів під час випікання. Підвищений вміст хімічних розпушувачів та аміаку впливає на смакові властивості борошняних кондитерських виробів. При розробці рецептури та процесу виробництва круасанів, що містять розпушувачі, необхідно визначати рівень лужності та порівнювати отримані результати зі стандартами, встановленими в ДСТУ 8709:2017 Вироби хлібобулочні листові. Загальні технічні умови. На основі даного стандарту різні виробники формують свої Технічні умови та розробляють технологічні інструкції.

Результати проведених досліджень наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9– Результати досліджень ($n = 3$, $p \leq 0,05$)

Показник	Контрольний зразок	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4	Зразок №5	Зразок №6
Лужність, град	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8

Було встановлено, що додавання цільнозернового кукурудзяного борошна спричиняє зміну рівня лужності готової продукції. Проте значення цих показників залишається в рамках встановлених норм, визначених стандартом.

3.4 Дослідження структурно-механічних показників зразків готових виробів

3.4.1 Визначення намочуваності круасанів

Намочуваність круасанів відображає відсоткове співвідношення пор у м'якушці до загального об'єму продукту. Цей показник має вирішальне значення для якості продукту, оскільки він безпосередньо впливає на його структуру, об'єм і сприйняття споживачем. Збільшення намочуваності сприяє пропорційному зростанню об'єму виробу, покращенню його сприйняття, зовнішньому вигляду і пористості, що робить продукт більш привабливим для споживача.

Намочуваність визначали за стандартною методикою, описаною в розділі 2. Результати цих досліджень представлені на рисунку 3.4.

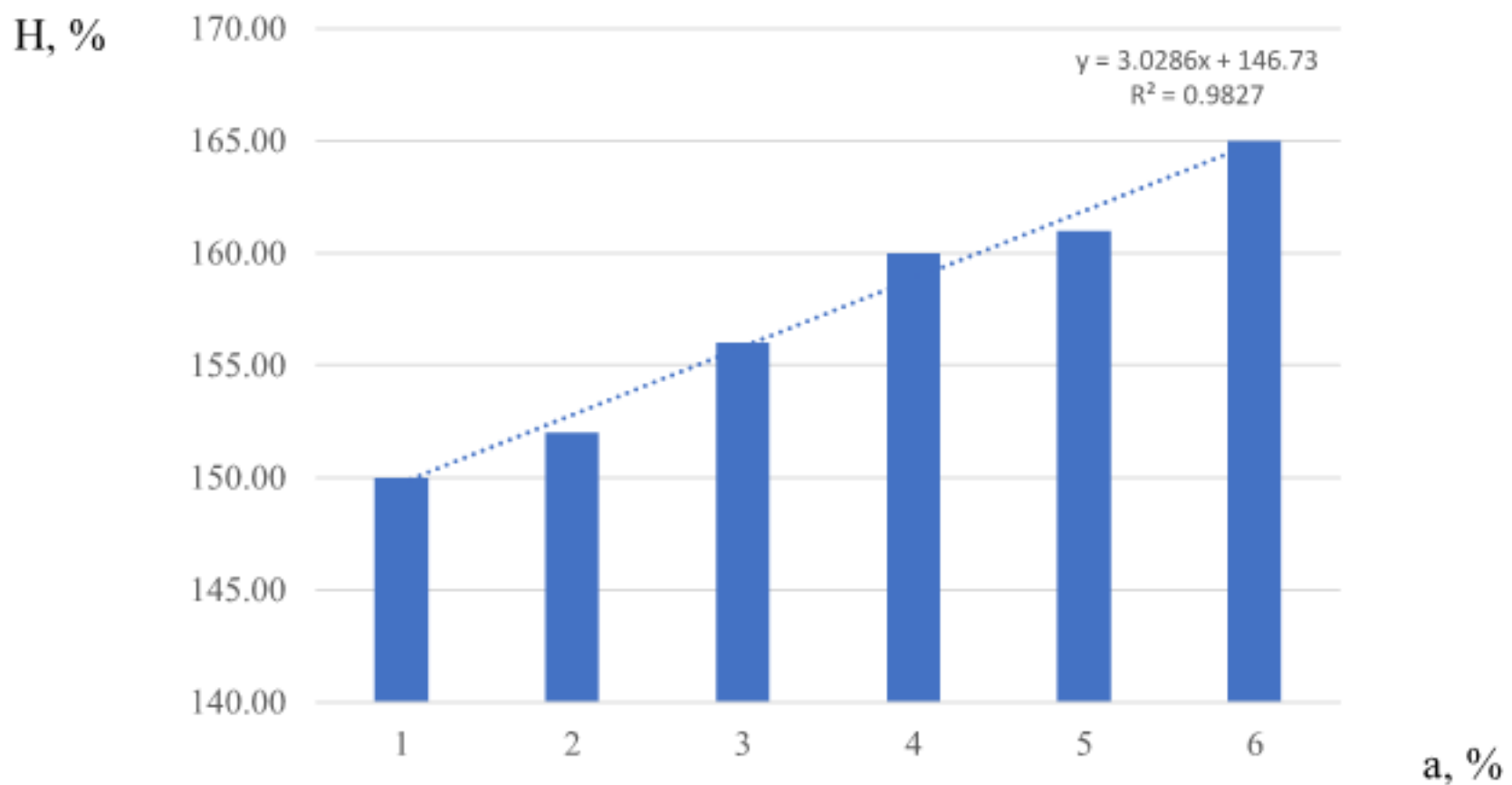


Рисунок 3.4 - Намочуваність круасанів.

Н – намочуваність, %; 1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Аналіз графіка даних вказує на незначне відхилення у рівнях намочуваності між контрольним зразком круасанів, який склав 150,0%, і зразком, до якого додано максимальну кількість добавки - 165,0%. Це відповідає збільшенню на 15,0% порівняно з контрольним зразком.

Введення цілнозернового кукурудзяного борошна у рецептуру круасанів призводить до підвищення рівнів намочуваності, оскільки самі добавки не містять клейковини. Збільшення кількості цілнозернового кукурудзяного борошна у складі виробів сприяє зростанню їхньої намочуваності. Важливо відзначити, що така добавка з відсутністю глютену спричиняє поліпшення структури готових виробів, зокрема, збільшенню пористості та покращенню зовнішнього вигляду.

Однак, виявлено, що подальше збільшення кількості добавки призводить до погіршення структури виробів. Зразки виявили зайву пористість та нерівномірну структуру, а також вищу крихкість. Тому не рекомендоване подальше збільшення кількості добавки у рецептурі виробу.

3.4.2 Визначення крихкості круасанів

Крихкість печива є важливою характеристикою, що визначає його структурні властивості та текстуру. Це властивість, яка виражається в легкості роз'єднання або руйнування печива при невеликому навантаженні або при контакті з їжею. Крихкість печива зазвичай пов'язана з його складом та технологією виробництва, включаючи вміст жирів, цукрів і води, а також процеси замісу та випічки. Чим більша крихкість, тим більше задоволення вона може доставити споживачеві, оскільки це свідчить про легкість і приємність у споживанні.

Круасаніви відрізняються тенденцією до легкого руйнування або розсипання при контакті або невеликому навантаженні, що залежить від складу і процесу виготовлення. Висока крихкість може бути результатом специфічних властивостей інгредієнтів або технологічних аспектів випічки, що призводять до формування крихких і легко розламуються виробів. Зазвичай, печиво з низьким рівнем крихкості має щільну та стійку структуру, в той час як печиво з вищим рівнем крихкості може бути менш стійким до тиску або механічних впливів, що призводить до його легкого руйнування.

Ми провели експеримент, щоб вивчити, як збільшення обсягу добавки у рецептурі впливає на крихкість печива. Крихкість визначається як співвідношення маси розсипу печива до загальної маси печива.

Отримані результати представлені на рисунку 3.5.

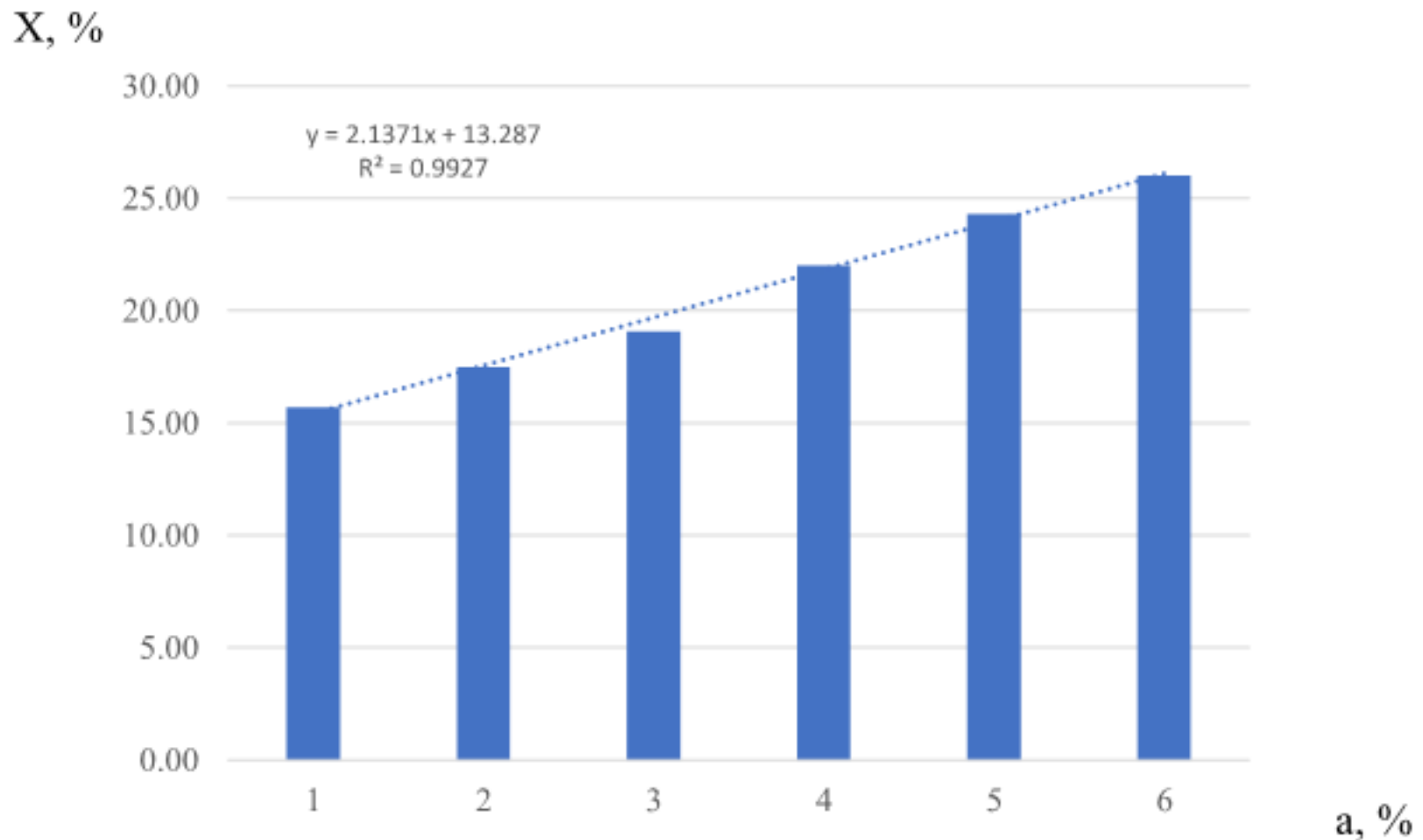


Рисунок 3.5 - Крихкість зразків готових виробів.

X – крихкість виробів; 1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Результати досліджень показують, що експериментальні зразки мають більші значення крихкості у порівнянні з контролем. Крихкість контрольного зразка складає 15,0 %, тоді як крихкість круасана з максимальною кількістю добавки становить 26,0%, що на 11,0 % перевищує показник контрольного зразка. Разом з тим, структура дослідних зразків цільнозерновим кукурудзяним борошном значно погіршилась, при збільшенні добавки до 30 % призводить до того, що круасан майже не тримає форму, стає крихким і ламким, що погіршує органолептичні показники виробів.

3.4.3 Визначення виходу і утіку готових зразків круасанів

При вивченні якості борошняних кондитерських виробів важливими технологічними параметрами є вихід продукції та характеристики після випікання готової продукції.

На рисунку 3.6 показана залежність виходу готової продукції від кількості доданих компонентів по рецептурі.

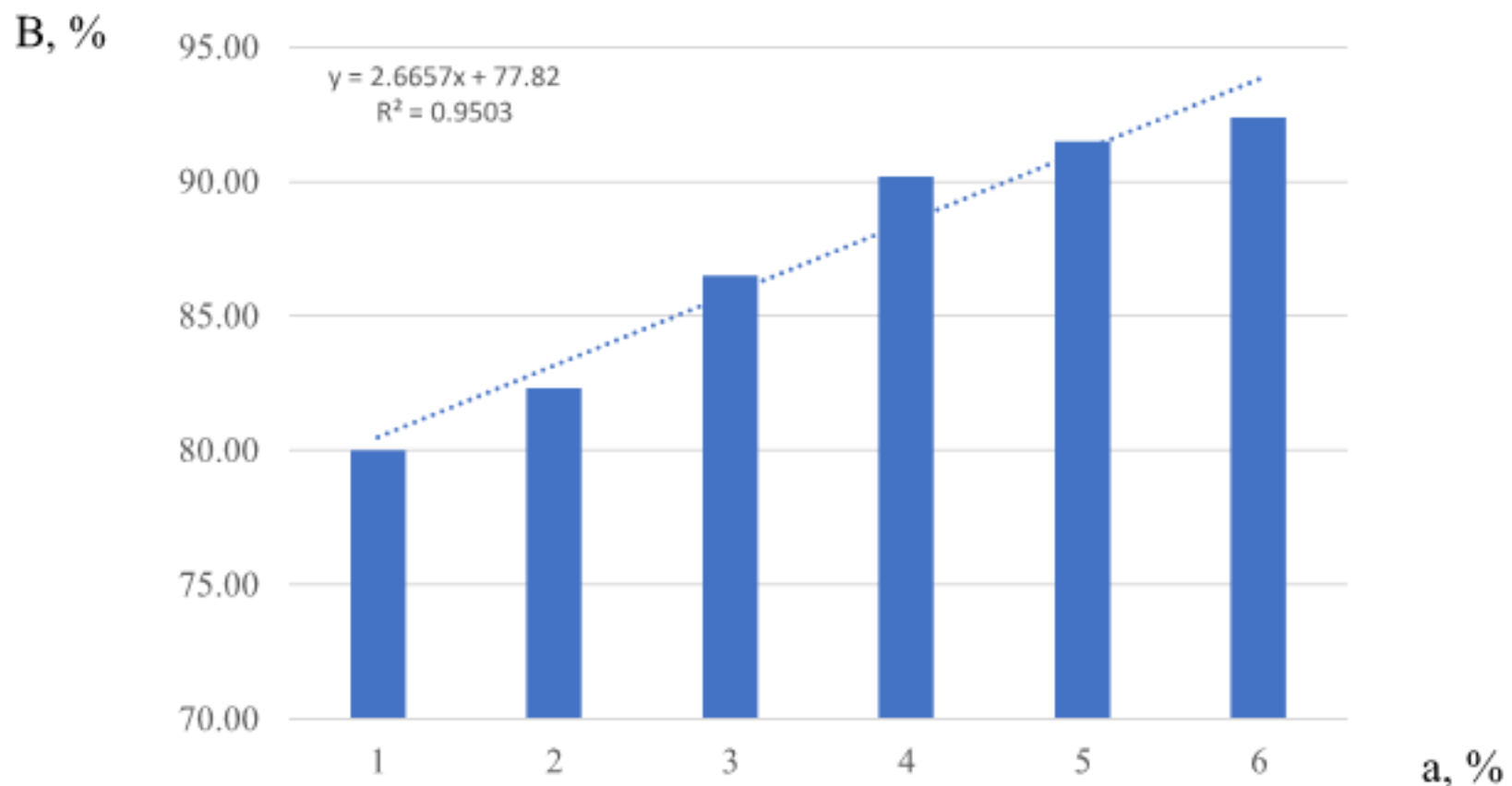


Рисунок 3.6 - Визначення виходу готових виробів.

В - вихід зразків, %; 1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Згідно аналізу даних рисунку 3.6 очевидно, що зі збільшенням кількості добавок спостерігається зростання виходу готових продуктів. Наприклад, контрольний зразок має вихід на рівні 80,0%. У той же час, продукція з мінімальною кількістю цільозернового кукурудзяного борошна досягає 82,3%, а з максимальною - 92,4%, що перевищує контрольний зразок на 12,4%.

Згідно з науковими джерелами, відомо, що цільозернове кукурудзяне борошно має вищу водопоглинальну здатність у порівнянні з пшеничним борошном завдяки високому вмісту харчових волокон, які здатні зв'язувати вільну вологу у системі. Підвищена водопоглинальна здатність таких добавок порівняно з пшеничним борошном призводить до збільшення виходу продуктів, оскільки вони ефективно утримують вологу під час процесу випікання.

При випіканні виробів з борошна завжди відбуваються втрати маси, відомі як упік. Цей процес кількісно виражається як відношення різниці між масою

сировини і масою готового виробу з борошна. За даними літературних джерел, упік виробів може становити від 6 до 14 % в залежності від різних чинників.

На рисунку 3.7 представлено дані упіку готових виробів.

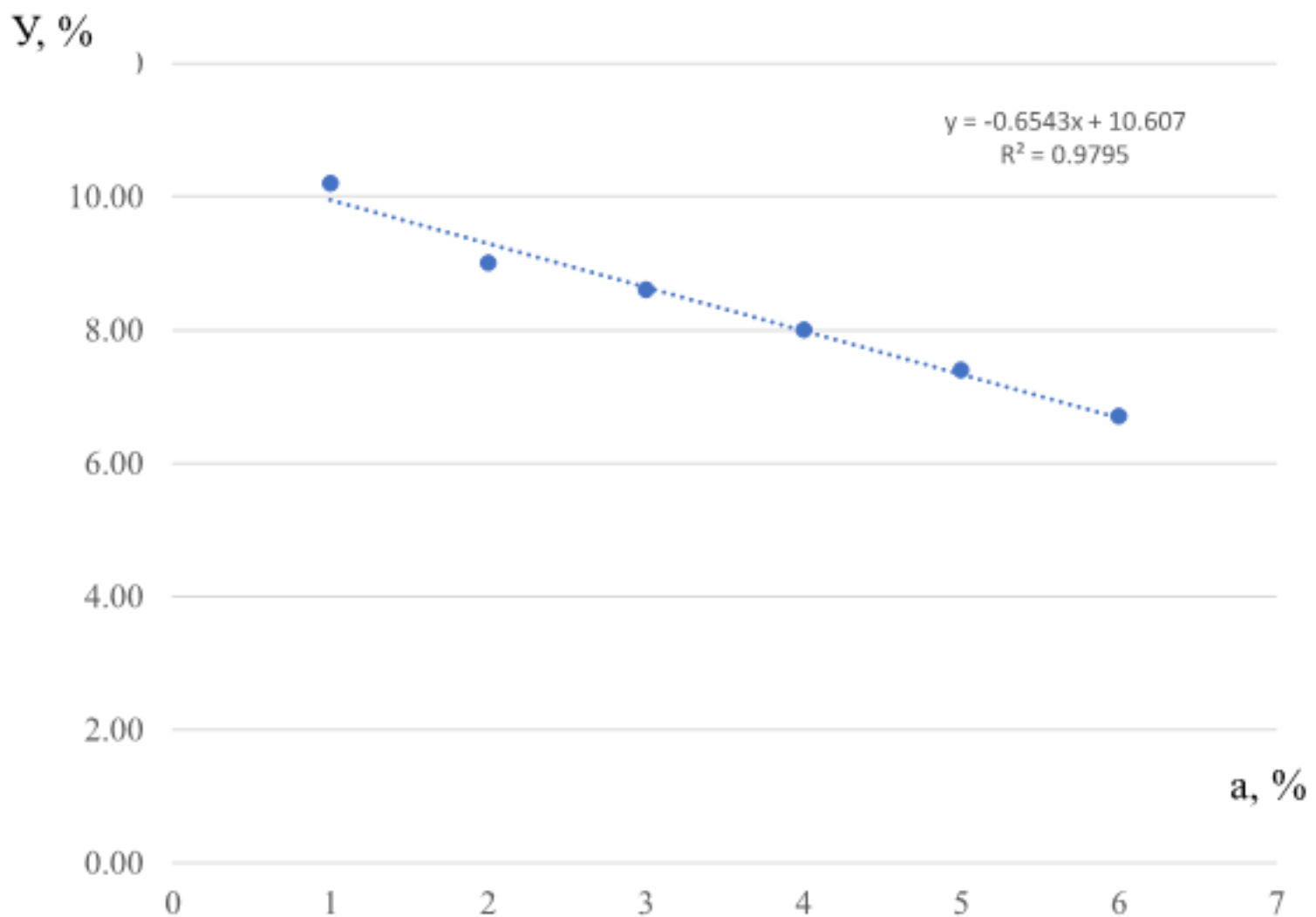


Рисунок 3.7 - Визначення упіку готових виробів.

У - упік зразків, %; 1 – контрольний зразок; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Згідно з даними, представленими на рисунку, можна помітити, що показник упіку готової продукції зменшується зі збільшенням кількості внесених добавок. Наприклад, упік контрольного зразка складає 10,0 %, у зразка з мінімальною кількістю добавок – 9,0 %, а у зразка з максимальною кількістю – 6,7 %, що на 3,3 % менше порівняно зі значенням контрольного зразка.

3.5. Дослідження зміни показників якості зразків готових виробів під час зберігання

3.5.1 Визначення зміни вологості виробів

Важливою частиною аналізу якості продукції є вивчення змін основних параметрів під час його зберігання. Для проведення експерименту ми зберігали печиво у картонній упаковці при температурі $(18 \pm 3) ^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря в межах 55–75 %. Ми проводили спостереження за змінами якості виробу протягом 1 та 7 днів зберігання. Результати наших досліджень відображені на рисунку 3.8 у вигляді діаграми вологості в залежності від тривалості зберігання.

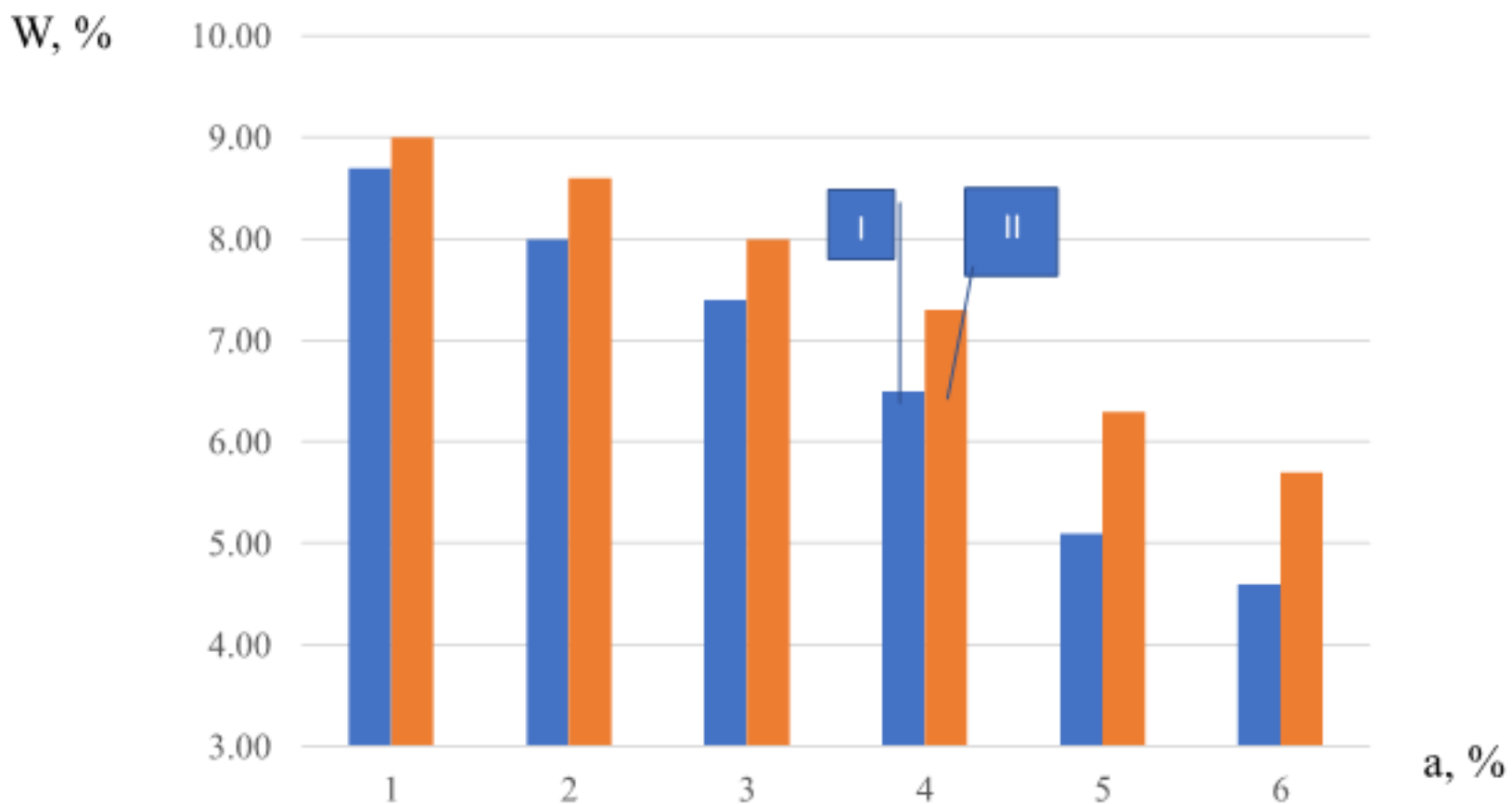


Рисунок 3.8 - Зміна вологості круасанів з добавкою після 7 діб зберігання.

W – вологість печива, %; 1 – контрольний зразок, I – зразок до зберігання, II – зразок після зберігання; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Під час зберігання було зафіксовано зростання вологості зразків. Наприклад, вологість контрольного зразка протягом 7 днів збільшилась на 0,3%.

А вологість зразка з максимальною кількістю добавок протягом 7 днів збільшилась на 1,10 %.

3.5.2 Визначення зміни намоочуваності виробів

Результати проведених досліджень зміни намоочуваності зразків готових виробів із сумісним використанням цільнозернового кукурудзяного борошна наведено на рис. 3.9.

Під час зберігання зразків круасанів, які включали цільнозернове кукурудзяне борошно, відзначено зміну їхньої намоочуваності. Зафіксовано, що протягом 7 днів намоочуваність контрольного зразка зменшилась на 5,0%, тоді як намоочуваність печива з максимальною кількістю добавок зменшилась на 6,0 %.

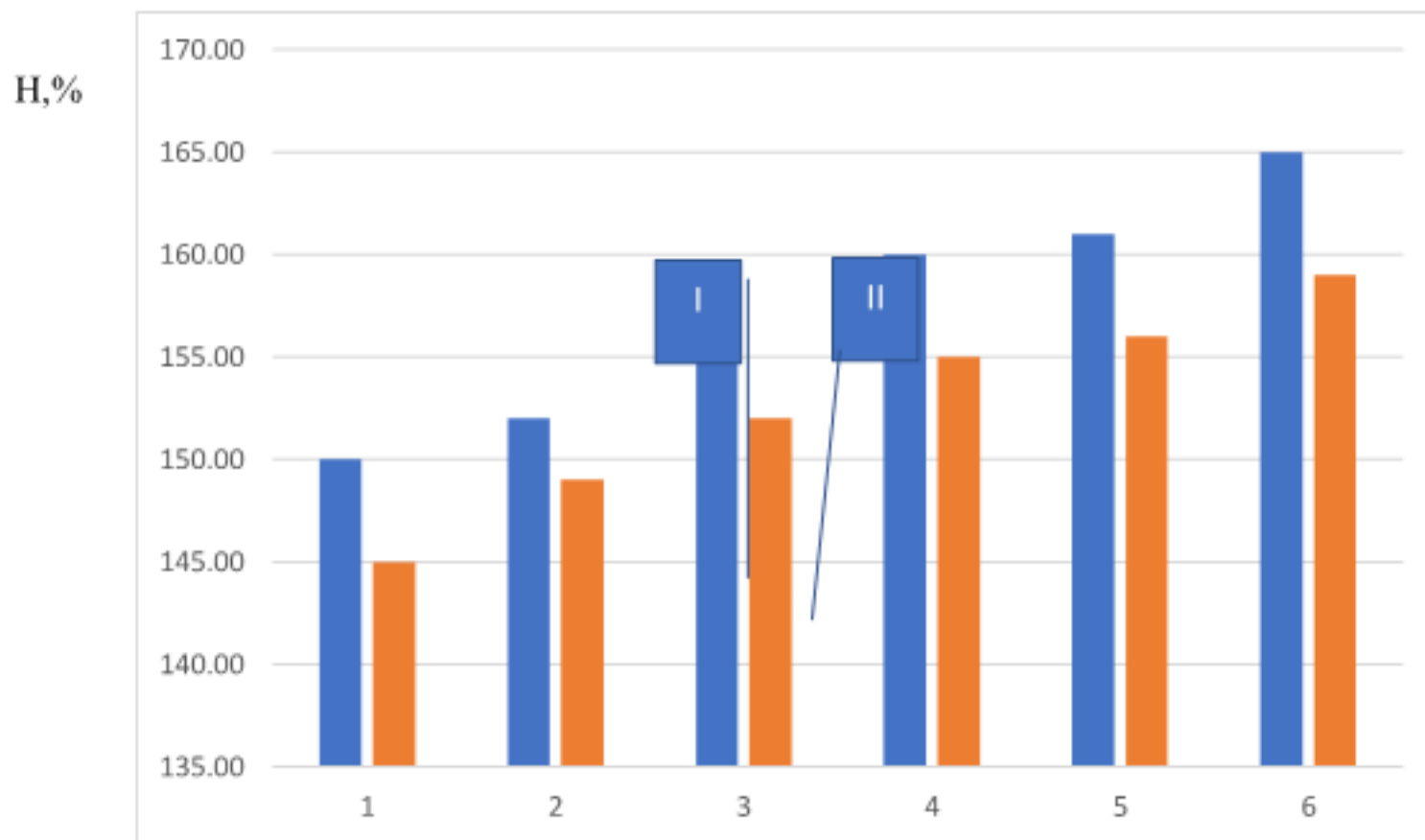


Рисунок 3.9 - Зміна намоочуваності круасанів з добавками г а, % діб зберігання.

Н – намоочуваність печива, %; I – зразок до зберігання, II – зразок після зберігання; 1 – контрольний зразок, а – зразок до зберігання, б – зразок після зберігання; 2 - зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 %

(ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Згідно з проведеними дослідженнями, встановлено, що протягом семиденного періоду зберігання печива з відповідними добавками не спостерігається значного погіршення його намочуваності. Однак для збереження відмінних структурно-механічних параметрів продуктів рекомендується упаковувати їх у спеціальну вологонепроникну плівку під час зберігання. Ця плівка запобігає проникненню вологи з зовнішнього середовища, що дозволяє зберігати свіжість та смак печива на тривалий час. Крім того, вона сприяє збереженню структурно-механічних параметрів печива, запобігаючи його механічному пошкодженню або руйнуванню під час транспортування та зберігання.

3.5.3 Визначення зміни крихкості виробів

Результати зміни крихкості виробів зразків круасанів з добавками представлено на рис. 3.10.

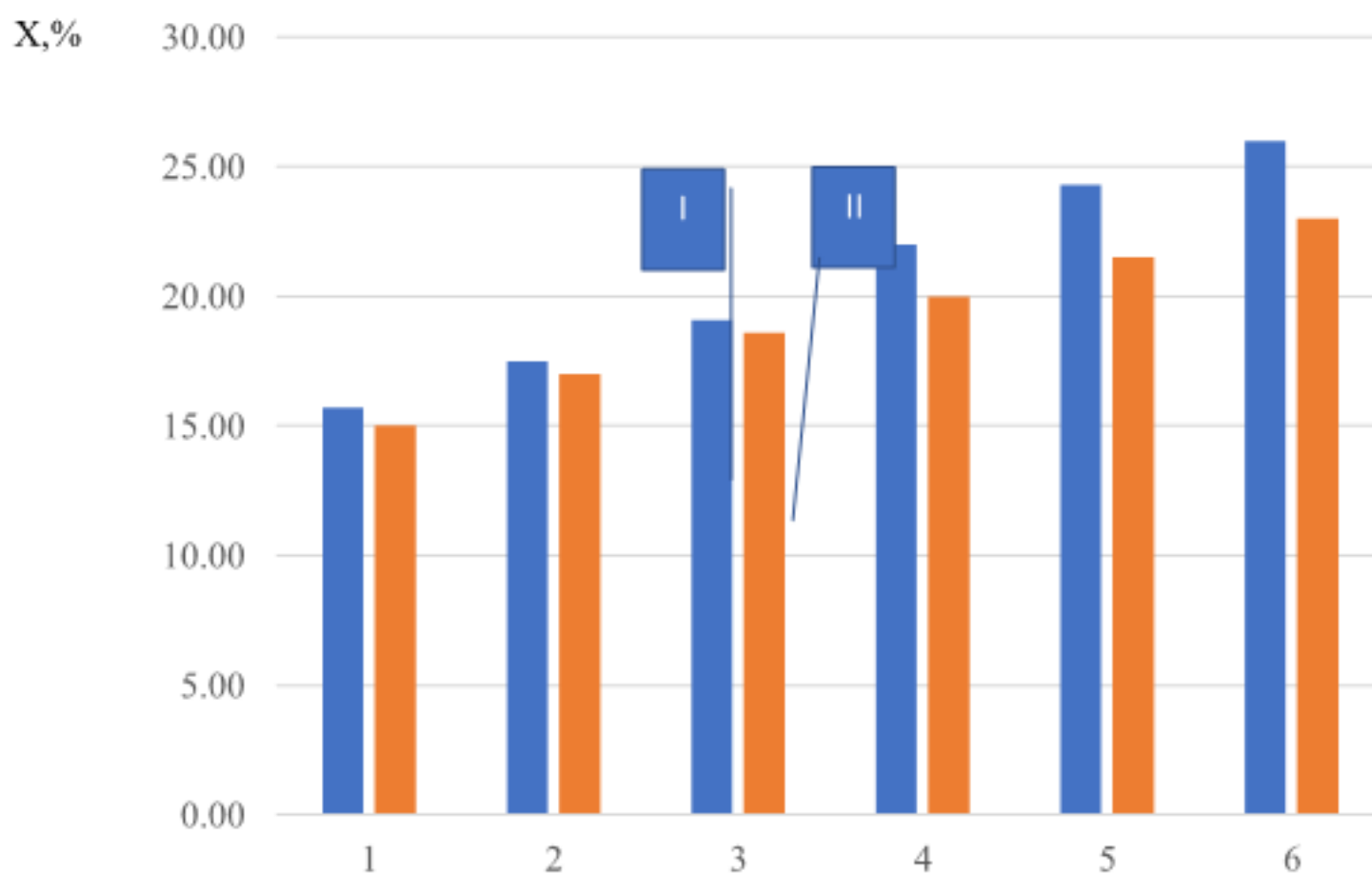


Рисунок 3.10 - Зміна крихкості круасанів з добавками піс а, % іб зберігання.

X – крихкість печива, %; I – зразок до зберігання, II – зразок після зберігання; 1 – контрольний зразок, а – зразок до зберігання, б – зразок після зберігання; 2 – зразок з 10 % (ЦКБ); 3 – зразок з 15 % (ЦКБ); 4 – зразок з 20 % (ЦКБ); 5 – зразок з 25 % (ЦКБ); 6 – зразок з 30 % (ЦКБ); а – кількість добавки, %.

Виявлено, що протягом 7 днів зберігання крихкість круасанів зменшилась. Крихкість контрольного зразка зменшилась на 0,7 % %, тоді як у зразка з максимальним вмістом добавки цей показник зменшився на 3,0 %. У процесі зберігання крихкість круасанів, виготовлених з цільнозерновим кукурудзяним борошном, зменшується через затримку процесу втрати свіжості продуктів. Це обумовлено збільшенням стійкої вологи в структурі печива протягом часу зберігання.

Отже в результаті проведених досліджень впливу кількості цільнозернового кукурудзяного борошна на фізико-хімічні, структурно-механічні показники напівфабрикатів і готових виробів можна зробити висновок, що найкращими показниками якості відрізнявся зразок круасанів, рецептура якого містила в своєму складі 20 % цільнозернового кукурудзяного борошна. В наступному підрозділі буде представлена рецептура даного зразка.

3.6. Обґрунтування технології круасанів з використанням цільнозернового кукурудзяного борошна

3.6.1 Розрахунок рецептури круасанів з добавкою

На основі досліджень з використанням модельних систем і розрахунків рецептури було створено рецептуру для борошняних кондитерських виробів у дослідному зразку. Для забезпечення стійких показників якості, включаючи структурно-механічні та фізико-хімічні характеристики, важливо проводити розрахунки за сухими речовинами. Була розроблена і представлена рецептура круасанів, яка відповідає найвищим стандартам якості.

Розрахована рецептура круасанів представлена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.10 – Рецептура круасанів з добавкою

Вироби	Круасан згідно ТУ Контроль	Круасан Дослідний зразок
Маса, кг	0,06	0,06
Вологість м'якушки, %	42,0	4,0
Кислотність, град	2,5	2,3
Розміри виробу, мм	70x125	70x125
Рецептура на 100 кг борошна, кг		
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	85
Борошно кукурудзяне	—	15
Дріжджі хлібопекарські	8,0	8,0
Сіль	1,5	1,5
Меланж	10,0	10,0
Масло	25,0	23,0
Поліпшувач борошна	-	1%
Кислота лимонна	0,12	-
Цукрова пудра	3,9	3,9
Порошок обліпихи	-	2,0
Технологічний режим		
Вологість тіста, %	30,0	
Тривалість випікання, хв	16	-
Температура води, °C	35	35
Бродіння тіста, хв	30	-
Вистоявання тістових заготовок, хв	35	35
Випікання, хв	16	16

3.6.2 Оптимізація рецептури круасанів

Нами було проаналізовано рецептуру розроблено зразка і встановлено, що кількість жиру в неї складає більше 25 % відповідно до кількості борошна. Для

створення рецептури із пониженим вмістом жиру і, разом з тим, зі збереженням показників якості розроблених виробів нами було проведено оптимізацію технології круасанів. Для того, щоб зменшити кількість дослідів нами було застосовано повний факторний експеримент ПФЕ 2^2 . Згідно теорії системного підходу технологію круасанів з цільозерновим кукурудзяним борошном можна представити у вигляді параметричної моделі, на яку впливають вхідні параметри:

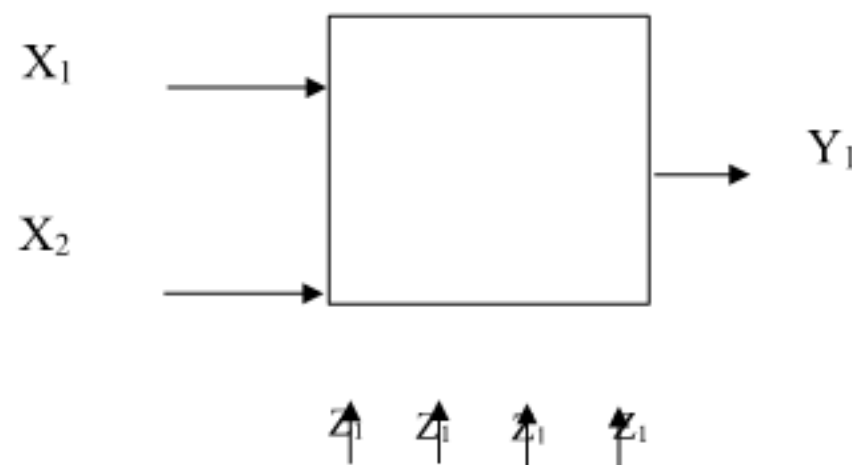


Рисунок 3.11. – Параметрична модель отримання круасанів

На систему впливають вхідні параметри, які поділяються на внутрішні X_i і зовнішні Z_i .

До внутрішніх параметрів відносяться:

X_1 – масова частка цільозернового кукурудзяного борошна, %;

X_2 – масова частка жиру по рецептурі, %;

До зовнішніх параметрів відносяться:

Z_1 – температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$;

Z_2 – відносна вологість повітря, %;

Z_3 – температура випікання тістових заготовок, $^{\circ}\text{C}$;

Z_4 – час випічки тістових заготовок, хв.

Зовнішні параметри прийняли незмінними.

Вихідним параметром прийняли намоочуваність круасанів - Y_1 . Для наукового обґрунтування розробки технології круасанів з цільозерновим кукурудзяним борошном і зі зменшеною кількістю жиру в рецептурі необхідно отримати залежність вихідних параметрів від вхідних.

Як показали попередні дослідження цільозернове кукурудзяне борошно варто вносити у кількості від 10 % до 30 % від сухих речових пшеничного борошна по рецептурі. Недоцільність використання добавки у кількості менше 10 % і більше 30 % в рецептурі круасанів була описана раніше. Що стосується жирового компонента, то його кількість в рецептурі ми будемо досліджувати у кількості від 5 % до 25 % від маси пшеничного борошна.

За результатами двухфакторного експерименту можна скласти рівняння регресії, в якому окрім лінійних членів, буде член, який враховує ефект парної міжфакторної взаємодії:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$$

Значимість коефіцієнтів визначали за критерієм Стюдента. Оцінку адекватності отриманого рівняння визначали по критерію Фішера.

Знаходимо центр експерименту і інтервал варіювання. Результати представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.11. – Рівні факторів варіювання

Внутрішні вхідні параметри	X_1	X_2
Центр експерименту	20	15
Інтервал варіювання	10	10
Верхній рівень	30	25
Нижній рівень	10	5

Складаємо матрицю експерименту для ПФЕ2²

Таблиця 3.12. – Матриця експерименту

u	X _{1u}	X _{2u}	C _{1u} , %	C _{2u} , %
1	-	-	10	5
2	-	+	10	25
3	+	-	30	5
4	+	+	30	25

Кожен дослід проводили у триразовій повторюваності. Результат реалізації плану представлено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.13. – Реалізація плану ПФЕ2²

u	X _{1u}	X _{2u}	X _{1u} X _{2u}	Y _{u1}	Y _{u2}	Y _{u3}	$\bar{y}_u$
1	-	-	+	150,00	160,00	165,00	158,30
2	-	+	-	152,00	161,00	166,00	159,60
3	+	-	-	153,00	163,00	167,00	161,00
4	+	+	+	154,00	164,00	168,00	162,00

$$b_0 = \frac{158,3+159,60+161,0+162,0}{4} = 160,23$$

Аналогічно розраховуємо інші коефіцієнти. І рівняння регресії буде мати вигляд:

$$y = 160,23 + 1,28x_1 + 0,56x_2 - 0,075x_1x_2$$

Визначили адекватність рівняння за критерієм Фішера. Рівняння адекватно описує процес.

3.6.3 Технологія приготування круасанів

Виготовлення круасанів на основі хімічних розпушувачів передбачає послідовність технологічних етапів, що включають змішування сухих компонентів, підготовку емульсії, змішування тіста, вилежування, формування заготовок, випікання та охолодження кінцевого продукту. Сухі компоненти, такі як пшеничне та цільнозернове кукурудзяне борошно, змішуються у спеціальному змішувачі протягом 3-5 хвилин. Під час створення емульсії рідкі компоненти, як от молоко та сольний розчин, попередньо підігріваються до температури 25°C, тоді як жир нагрівається до 40-50°C. Всі компоненти, за винятком жиру, гомогенізуються в гомогенізаторі протягом 5-7 хвилин. Додавання хімічних розпушувачів та ароматизаторів відбувається перед завершенням процесу змішування. Отримана суміш повинна мати однорідну консистенцію та досягати температури 25-30°C.

Далі емульсію надсилають до тістомісильної машини, де процес змішування тіста триває від 20 до 30 хвилин, залежно від типу обладнання, властивостей сировини та інших факторів. Готове тісто має температуру 30-40°C та вологість від 26% до 30%, залежно від рецептурних компонентів. Після змішування тісто піддається вилежуванню, що дозволяє виправити внутрішнє напруження та підвищити його пластичність.

Формування тістових заготовок відбувається за допомогою легких штамп-машин або ротаційних машин, з урахуванням необхідності проколювання для запобігання утворенню пухирців під час випікання. Процес випікання круасанів відбувається при температурі 210-300°C протягом 7-12 хвилин, після чого вони охолоджуються до 40°C та готуються до фасування і пакування. Технологічна схема виготовлення круасанів показано на рис. 3.12 (Додаток А).

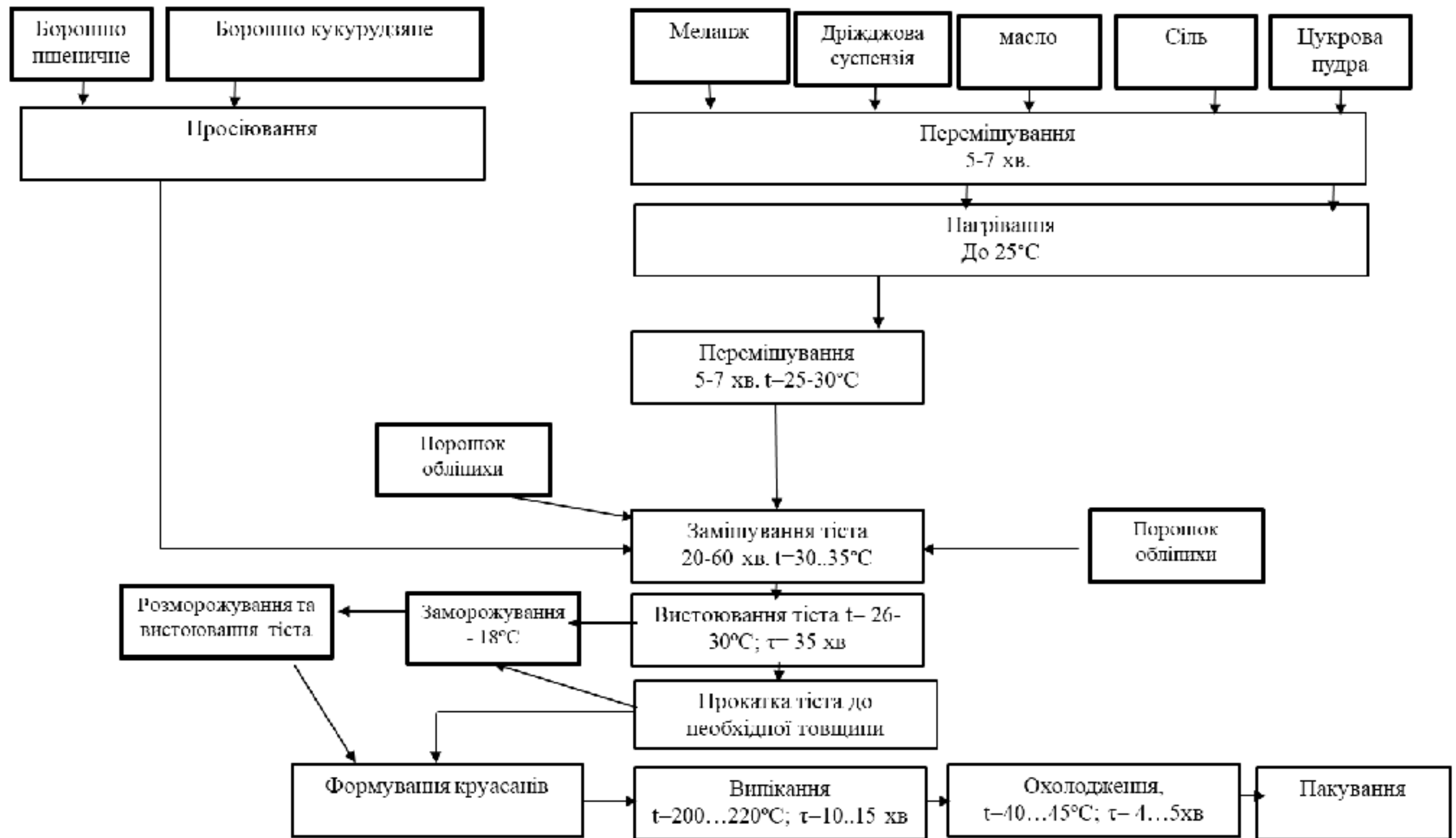


Рисунок 3.12 – Технологічна схема виробництва круасанів

3.6.4 Дослідження мікробіологічних показників виробів

Дослідження мікробіологічних параметрів розроблених борошняних кондитерських виробів проводилося відповідно до стандартних методик, викладених у розділі 2.

Мікробіологічні показники круасанів повинні відповідати вимогам, встановленим нормативно-правовими актами, що діють на території країни, яка прийняла стандарт. Аналіз якісного та кількісного складу мікроорганізмів здійснювався для порівняння контрольного та розробленого зразків. Проведений аналіз складу мікрофлори дозволив порівняти контрольний зразок з розробленим.

Встановлено, що розроблені зразки за мікробіологічними показниками відповідають вимогам ДСТУ 3781:2014.

Таблиця 3.14 - Мікробіологічні показники зразків виробів

Тривалість зберігання, діб	Кількість МАФанМ, КОЕ/г	БГКП (коліформи) в 0,1 г	Патогенні МО, у тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	Плісняви, КОЕ, в 1 г, Не більше ніж
Норма за ДСТУ 8709:2017 та ТУ 125-415-2019				
	Не більше ніж $1 \cdot 10^4$	Не допускається	Не допускається	-
Контрольний зразок				
1 доба	$0,90 \cdot 10^4$	не виявлено	не виявлено	-
7 доба	$0,95 \cdot 10^4$	не виявлено	не виявлено	-
Зразок 20:15% (ЦПБ:Ж)				
1 доба	$0,80 \cdot 10^4$	не виявлено	не виявлено	-
7 доба	$0,90 \cdot 10^4$	не виявлено	не виявлено	-

3.6.6 Дослідження органолептичних властивостей круасанів

Якість борошняних кондитерських виробів має відповідати сучасним стандартам і вимогам щодо органолептичних характеристик. Оцінку якості проводили для всіх проб, які мали різний вміст добавки. Під час оцінки органолептичних властивостей продукції звертали увагу на наступні аспекти: аромат, смак, вигляд після розлому, форму, поверхню, колір. Для проведення органолептичної оцінки використовувалась п'ятибальна шкала. Шкалу бальної оцінки наведено у табл. 3.15.

Таблиця 3.15 - Вплив добавки на органолептичні показники якості готових виробів

Показники	Органолептична оцінка якості зразків					
	контроль	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4	Зразок №5	Зразок №6
Форма	5	5	5	5	5	5
Поверхня	5	4	4	5	3	3
Колір	5	5	4	5	5	4
Вигляд у розламі	4	4	5	5	4	4
Смак і запах	5	5	5	5	5	4
Загальний бал	24	23	23	25	22	20
Середній бал	4,8	4,6	4,6	5	4,4	4

На рисунку 3.13 наведений профіль, який характеризує залежність органолептичної оцінки виробів від кількості цільозернового кукурудзяного борошна і жиру по рецептурі.

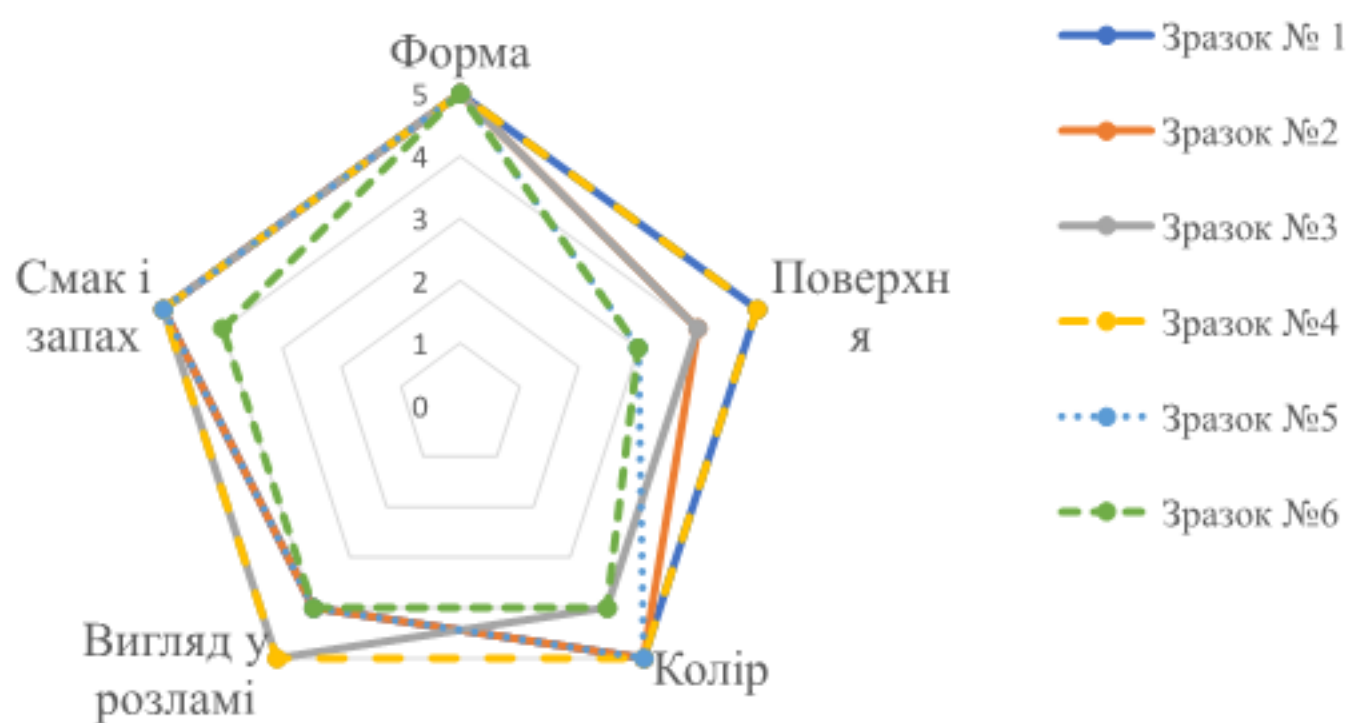


Рисунок 3.13 - Профіль органолептичної оцінки круасанів з добавками.



Рисунок 3.14 – Круасаніви з добавкою.

Отже, на основі результатів дослідження оптимальним виявився зразок, в якому містяться 20% цільозернового кукурудзяного борошна і 15 % жиру відповідно до кількості борошна пшеничного по рецептурі. Цей зразок відзначився найкращими характеристиками якості у порівнянні з іншими зразками за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними параметрами. Виявлено позитивний вплив добавки на органолептичні характеристики готових виробів: покращується колір і аромат виробів. Цільозернове кукурудзяне борошно надало жовтуватого відтінку готовим виробам і покращило їх аромат. Зменшення кількості жиру майже на 10 % зберегло найкращі структурно-механічні властивості продукту і, разом з тим, зменшило калорійність зразків

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз та систематизація вітчизняної та зарубіжної наукової літератури дозволили виявити основні напрямки удосконалення технології виробництва круасанів з використанням борошна з цільної кукурудзи

2. Збільшення вмісту добавки до 30% призвело до зменшення кількості клейковини на 2,6% порівняно з контрольним зразком

3. Додавання борошна з кукурудзи Збільшення його кількості призвело до зменшення вологості тіста у зразках. Вологість контрольного зразка тіста для круасанів становила 25,7%, тоді як вологість зразка максимальним додаванням становила 22,5%. Це свідчить про зменшення вмісту води на 3,2%, що є суттєвою різницею порівняно з контрольним зразком.

4. Вологість контрольного зразка круасанів становила 8,70%, тоді як вологість зразка з максимальною кількістю доданої добавки становила 4,60%. Це свідчить про зменшення вмісту води на 4,1%, що є значним показником порівняно з контрольним зразком.

5. Було виявлено, що додавання ціліззернового кукурудзяного борошна змінює ступінь лужності готового продукту. Однак значення цих показників залишилися в межах референтних значень, встановлених стандартом.

6. Намочуваність контрольного зразка круасану становила 150,0%, але спостерігається незначне відхилення від максимального додавання 165,0%. Це відповідає збільшенню на 15,0% порівняно з контрольним зразком.

7. Експериментальний зразок виявився більш крихким, ніж контрольний зразок. Крихкість контрольного зразка становить 15,0%, тоді як крихкість круасанів з максимальною кількістю добавок становить 26,0%, що на 11,0% вище, ніж у контрольного зразка.

8. Було доведено, що вихід готового продукту збільшується зі збільшенням кількості добавок. Наприклад, вихід контрольного зразка становить 80,0%. У той

же час вихід продукту з мінімальною кількістю доданого цільозернового кукурудзяного борошна склав 82,3%, а вихід продукту з максимальною кількістю - 92,4%, що на 12,4% вище, ніж у контрольного зразка.

9. Збільшився вміст вологи у зразках. Наприклад, вологість контрольного зразка збільшилася на 0,3% за сім днів. А вологість зразка з максимальним додаванням збільшилася на 1,10% за 7 днів.

10. Змочуваність контрольного зразка зменшилася на 5,0% протягом 7 днів, а змочуваність печива з максимальним додаванням зменшилася на 6,0%.

11. Було виявлено, що крихкість круасана зменшилася протягом 7 днів зберігання. Крихкість контрольного зразка зменшилася на 0,7%, тоді як зразок з максимальною кількістю добавок зменшився на 3,0%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патент № 123163 Україна, МПК A21D 13/36. Склад м'яких вафель : № u201709485 ; заявл. 28.09.2017 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3.
2. ДСТУ 3781:2014. Печиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-07-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 25 с.
3. Анфімова Н. А. Кулінарія : підручник. Київ : Академія, 2019. 400 с.
4. Шеманська Є.І., Радзівська І.Г. Технології рослинних олій, жирових і косметичних продуктів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2020. 182 с.
5. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Перспективні технологічні процеси виробництва оздоровчих продуктів: підручник. Київ: НУХТ, 2023. 268 с.
6. Bala B.K. Drying and storage of cereal grains (2th ed.). United Kingdom: Wiley Blackwell, 2017, 341 p.
7. Sharma, R., Nabi, B., Sharma, S. Cereal Processing Technologies. (1th Ed.). CRC Press, 2023, 507 p.
8. Грек О.В., Онопрійчук О.О. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини: підручник. Київ: НУХТ, 2020. 323 с.
9. Савченко О.А., Онопрійчук О.О., Грек О.В. Науково-практичні аспекти технології сиркових виробів із зерновими інгредієнтами: монографія. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ: Компрінт, 2021. 198 с.
10. Грабовська О. В. Технології крохмалю і крохмалепродуктів: підруч. Київ: НУХТ, 2019. 314 с. 8.14. Технології сушіння : навч. Посібник. В.В. Шутюк, Т.М. Левківська, О.В. Душак та ін. Київ : НУХТ; Арт., 2024. 355 с.
11. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В., Камінська С.В. Методологія наукових досліджень: підручник. Київ: НУХТ, 2023. 151 с.
12. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В., Камінська С.В. Біоактивні харчові компоненти і здоров'я: підручник. Київ: НУХТ, 2024. 269 с.
13. Сімахіна Г.О., Бажай-Жежерун С.А. Технологія природних харчових сорбентів: навч. посібник. Київ: НУХТ, 2024. 260 с.

14. Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О. Технологія продуктів функціонального призначення: підручник. Київ: НУХТ, 2024. 316 с.
15. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В., Башта А.О. Основи валеології. Оздоровчі аспекти харчування: підручник. Київ: Вид-во «Сталь», 2020. 324 с
16. . Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Борта А.В. Основи сушіння зерна. Одеса, 2022. 208 с. 8.21. Жигунов Д.О., Волошенко О.С., Брославцева І.В. Технологія та оцінка якості зернових продуктів. Херсон: Олді+, 2021. 364 с
17. Осокіна Н.М., Мостов'як І.І., Герасимчук О.П. та ін. Якість та облік зерна за приймання, оброблення і зберігання. К.: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 456 с 32
18. Станкевич Г.М., Жигунов Д.О., Мардар М.Р. Елеваторна і зернопереробна галузі: Ефективні технології та якість: монографія. Одеса: КП Одеська міська друкарня», 2021. 224 с.
19. Єремеева О.А., Харченко Є.І., Любич В.В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: монографія. К.: «ТРОПЕА», 2021. 160 с. Допоміжна 8.25. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробницт
20. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. 2–ге вид., перероб. і доп. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.
21. Сімахіна Г.О., Михайлова Р.В., Науменко Н.В. Алгоритм довголіття: здорове харчування та фізична рекреація. Київ: Вид-во «Сталь», 2025. 437 с.
22. Технологічне обладнання борошномельних і круп'яних підприємств: Підручник для студ ВНЗ. О.І. Гапонюк, Л.І. Гросул, І.І. Гапонюк та ін. Херсон: Олді-плюс, 2018. 752 с.
23. Simakhina G., Naumenko N. Nutritional and biological value of dried champignon powders. Ukrainian Food Journal. 2022. Vol. 11, issue 3. P. 448-457.
24. Жирнокислотний, стеариновий та ацилгліцериновий склад олій і жирів: довідник. І.В. Левчук, П.О. Некрасов, В.А. Кіщенко та ін. Київ: Видавництво «Сталь», 2020. 207 с.

25. Жири у виробництві харчової продукції: монографія. Л.З. Шильман, І.В. Сімакова, Н.В. Камсуліна та ін. Київ: Університетська книга, 2016. 278 с.
26. The Intensification of Dehydration Process of Pectin-Containing Raw Materials. I. Palamarchuk, O. Zozulyak, M. Mushtruk et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2022. Vol. 16. 15–26.
27. Українець А.І., Сімахіна Г.О., Науменко Н.В., Камінська С.В. Заморожені плодово-ягідні напівфабрикати: якість, безпека, ефективність: монографія. Київ: Сталь, 2019. 375 с.
28. Сімахіна Г.О., Гуліч М.П. Критерії віднесення харчових продуктів до категорії оздоровчих, функціональних. *Science and innovation of modern world. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2023. С. 209-216.
29. Технології продуктів оздоровчого харчування: монографія. М.Я. Бомба, О.М. Вівчарук, С.В. Майкова та ін. Львів: видавництво ЛНУ ім. І. Франка, 2023, 338 с.
30. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. Київ: «Кондор», 2019. 256 с.
31. Global Food Safety Initiative (Глобальна ініціатива з безпечності продуктів харчування - GFSI) - Режим доступу: <https://tms.ua/kachestvo-ibezopasnost-pishhevyh-produktov/global-food-safety-initiative/> (дата звернення: 12.06.2025)
32. The Food and Agriculture Organization (FAO) - Режим доступу: <https://www.fao.org/home/en> (дата звернення: 12.06.2025)
33. Ban C., Choi Y., Choi S. Effects of freezing rate and terminal freezing temperature on frozen croissant dough quality. *LWT – Food Science and Technology*. 2016. Vol. 73. P. 219–225. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.06.019.
34. Gulboeva Z., Masharipova Z., Jabborov A. The Influence of Flour Gluten on the Structure and Lamination of Croissants. *International Journal of Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 5, № 4. P. 45–50.

35. Mattice K. D., Marangoni A. G. Matrix Effects on the Crystallization Behaviour of Butter and Roll-in Shortening in Laminated Bakery Products. *Food Research International*. 2017. Vol. 99. P. 238–247. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.05.022.
36. Mattice K. D., Marangoni A. G. Gelatinized Wheat Starch Influences Crystallization Behaviour and Structure of Roll-in Shortenings in Laminated Bakery Products. *Food Research International*. 2018. Vol. 106. P. 981–989. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.01.025.
37. Effects of Sourdough on Rheological Properties of Dough, Quality Characteristics and Staling Time of Wholemeal Wheat Croissants. *International Journal of Food Studies*. 2023. Vol. 12, № 2. P. 155–168.
38. Bigels Containing Different Wax-Based Oleogels as Laminating Fat Replacers in Croissants. *Current Research in Food Science*. 2025. Vol. 11. Article 101042. DOI: 10.1016/j.crfs.2025.101042.
39. Penerapan Proses Pengolahan Croissant di Pastry & Bakery Section Hotel Ciputra World Surabaya. *Jurnal Arjuna*. 2024. Vol. 3, № 1. P. 22–31.
40. ДСТУ 2120:2021. Хлібопекарське виробництво. Терміни та визначення понять. Чинний від 2022-08-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ». 2024 36 с.
41. ДСТУ 4587:2023. Вироби булочні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2024-05-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 31 с.
42. ДСТУ 4587:2023. Вироби булочні. Загальні технічні умови. Поправка № 1 (ІПС № 6–2024). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024.
43. ДСТУ 7346:2013. Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови. Чинний від 2014-01-01. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 25 с.
44. Bigels Containing Different Wax-Based Oleogels as Laminating Fat Replacers in Croissants. *Current Research in Food Science*. 2025. Vol. 11. Article 101042. DOI: 10.1016/j.crfs.2025.101042.

45. Codex Alimentarius Commission. General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969). Rome : Food and Agriculture Organization ; World Health Organization, 2022. 56 p.
46. Effects of Sourdough on Rheological Properties of Dough, Quality Characteristics and Staling Time of Wholemeal Wheat Croissants. *International Journal of Food Studies*. 2023. Vol. 12, № 2. P. 155–168.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Фізико-хімічні показники дріжджів пресованих згідно ДСТУ 4812:2007

Найменування показника	Характеристика показника
Вологість, %, не більше	75
Підйом тіста до 70 мм, хв. Не більше	70
Кислотність 100 г дріжджів у перерахуванні на оцтову кислоту в день вироблення, мг, не більше	120
Кислотність 100 г дріжджів у перерахуванні на оцтову кислоту на 12-у добу зберігання при температурі від 0 до 4 °С, мг, не більше	300
Стійкість, год, не менш: для дріжджів, вироблених спеціалізованими заводами для дріжджів	60

Таблиця А. 2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники солі кухонної згідно ДСТУ 3583-15

Найменування показника	Норма для сорту		
	Екстра	Перший	Другий
Зовнішній вигляд	кристалічний сипкий		
Колір	Білий		
Смак	без стороннього присмаку		
Запах	Відсутній		
Масова частка води, %, не більше	0,10	0,70	0,70
Масова частка хлористого натрію, % не <	99,50	98,20	97,50
Масова частка кальцій-іона, %, не більше	0,02	0,35	0,55
Масова частка магній-іона, %, не більше	0,01	0,08	0,01
Масова частка сульфат-іона, %, не більше	0,20	0,85	1,20
Масова частка калій-іона, %, не більше	0,02	0,10	0,20

Продовження таблиці А. 3 - Органолептичні та фізико-хімічні показники солі кухонної згідно ДСТУ 3583-15

Найменування показника	Норма для сорту		
	Екстра	Перший	Другий
Масова частка оксиду заліза (III), %, не більше	0,005	0,040	0,040
pH розчину	6,5-8,0	не регламентується	
Крупність: до 0,5 мм включ., %, не менше	95,0	95,0	
понад 0,5 мм до 1,2 мм, %, не більше	5,0	5,0	

Таблиця А.4 – Мікробіологічні показники безпеки питної води згідно СанПін

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи
Число бактерій в 1 куб.см води, що досліджується (ЗМЧ)	Колоніютворючі одиниці (мікроорганізми)/куб.см КУО/куб.см	не більше 100*
Число бактерій групи кишкових паличок (коліформних мк.орг куб.дм води, що досліджується)	Колоніютворючі одиниці (мікроорганізми)/куб.дм КУО/куб.дм ганізмів) в	не більше 3**
Число термостабільних кишкових паличок (фекальних ко ліформ – індекс ФК) в 100 куб.см води, що досліджується	Колоніютворючі одиниці (мікроорганізми)/100 куб.см КУО/100 куб.см	відсутність ***
Число патогенних мікроорганізмів в 1 куб.дм води, що досліджується	Колоніютворючі одиниці (мікроорганізми)/куб.дм КУО/ куб.дм	відсутність ***
Число коліфагів у 1 куб.дм води, що досліджується	Бляшкоутворюючі одиниці/ куб.дм БУО/куб.дм	відсутність ***

Таблиця А.5 – Паразитологічні показники безпеки питної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи
Число патогенних кишкових найпростіших у 25 куб.дм води, що досліджується	(Клітини, цисти)/ 25 куб.дм	відсутність
Число кишкових гельмінтів у 25 куб.дм води, що досліджується	(Клітини, яйця, личинки)/ 25 куб.дм	відсутність

Таблиця А.6 – Токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу питної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи, не більше	Клас небезпек
1	2	3	4
Неорганічні компоненти			
Алюміній	мг/куб.дм	0,2 (0.5)*	2
Барій	мг/куб.дм	0,1	2
Миш'як	мг/куб.дм	0,01	2
Селен	мг/куб.дм	0,01	2
Свинець	мг/куб.дм	0,01	2
Нікель	мг/куб.дм	0,1	3
Нітрати	мг/куб.дм	45,0	3
Фтор	мг/куб.дм	1,5	3
Органічні компоненти			
Тригалометани (ТГМ, сума)	мг/куб.дм	0,1	2
Хлороформ	мг/куб.дм	0,06	2
дибромхлорметан	мг/куб.дм	0,01	2
тетрахлорвуглець	мг/куб.дм	0,002	2
Пестициди (сума)	мг/куб.дм	0,0001	**
Інтегральні показники			
Окислюваність (КМ№04)	мг/куб.дм	4,0	-
Загальний органічний вуглець	мг/куб.дм	3,0	-

Таблиця А.7 – Органолептичні показники якості цукру білого

Назва показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок. Цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, для цукру четвертої категорії допускають слабкий запах меляси
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію. Для цукрової пудри не визначають

Таблиця 2.9 – Фізико-хімічні показники якості цукру білого кристалічного

Найменування показника	Характеристика
Масова частка цукрози (в перерахунку на суху речовину), %, не менше	99,75
Масова частка редукуючих речовин (в перерахунку на суху речовину), %, не більше	0,050
Масова частка золи (в перерахунку на СР), %, не >	0,04
Кольоровість, не більше: умовних одиниць	0,8
Кольоровість, не більше: одиниць оптичної густини (одиниць ICNMSA)	104
Масова частка вологи, %, не більше	0,14
Масова частка феродомішок, %, не більше	0,0003

Таблиця А.8 – Органолептичні та фізико-хімічні показники олії соняшникової нерафінованої вищого гатунку

Найменування показника	Характеристика
Прозорість	Прозоре без осаду
Смак та запах	Притаманні олії соняшниковій без стороннього запаху, присмаку та гіркоти
Колірне число, мг йоду, не більше ніж	10
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	1,0
Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ О моль/кг, не > — під час випуску з підприємства — наприкінці терміну зберігання	3,0 10,0
Масова частка нежирових домішок, %	0,01
Масова частка вологи та летких речовин, %	0,10
Ступінь прозорості, фем, не більше ніж	25

Таблиця А. 9 – Допустимі рівні вмісту токсичних елементів і мікотоксинів в олії соняшниковій

Найменування токсичного елемента	Допустимі рівні, мг/кг, не більше
Миш'як	0,1
Мідь	0,5
Свинець	1,0
Кадмій	0,05
Цинк	5,0
Залізо	5,0
Афлатоксин В1	0,005

Таблиця А.10 – Органолептичні та фізико-хімічні показники маргарину столового ДСТУ 4465:2005

Найменування показника	Характеристика
Смак і запах	Чистий, з присмаком та запахом доданих смакових і ароматичних добавок. Сторонні не допускаються.
Консистенція	Пластична, щільна, однорідна при 20°С. Поверхня зрізу блискуча або слабко блискуча, суха на вигляд.
Колір	Від світло-жовтого до жовтого. Однорідний за всією масою.
Масова частка жиру, %	39-84
Масова частка солі, %	0 – 2,0
Кислотність Кеттсторфера, не більше ніж	2,5
Температура плавлення С	27,0-38,0
рН водної або водно-молочної фаз	4,2-5,5
Пероксидне число у жирі, ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O, не більше ніж	5
Масова частка лінольової з маргарину, % від суми ГОСТ 30623 жирних кислот, не менше ніж	20,0

Таблиця 2.13—Органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти ДСТУ 4621:2006

Назва показника	Значення показників для сортів	
	Вищого	першого
Зовнішній вигляд	Прозора сиропоподібна рідина без осаду та муті	
Запах	Слабкий, характерний для молочної кислоти	
Смак	Кислий, без стороннього присмаку	

Закінчення таблиці А.11—Органолептичні та фізико-хімічні показники
молочної кислоти ДСТУ 4621:2006

Назва показника	Значення показників для сортів	
	Вищого	першого
Масова частка загальної молочної кислоти, %, не менше ніж	40,0 ± 1,0	40,0 ± 1,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше ніж	37,5	37,5
Масова частка ангідридів, %, не більше ніж	2,5	2,5
Колірність, градуси, не більше ніж	6,5	10,0
Масова частка золи, %, не більше ніж	0,6	1,0
Масова частка заліза (Fe), %, не більше ніж	0,007	0,014
Масова частка сульфатів (SO ₄), %, не більше ніж	0,3	не нормується
Масова частка хлоридів (CL), %, не більше ніж	0,1	не нормується
Масова частка редукувальних речовин, %, не більше ніж	1,0	не нормується
Визначання наявності барію	Не допускається	не нормується
Визначання наявності ціанистоводневої кислоти	витримує випробовування на відсутність	
Визначання наявності фероціанідів	витримує випробовування на відсутність	
Визначання наявності вільної сірчаної кислоти	витримує випробовування на відсутність	

The image just with resolution 800x600 was not found in the file.