ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

Обґрунтування технології виробництва кексів з високою нутрицевничною цінністю

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Ксенія ЯКІВЕЦЬ

Керівник: _____ Яна ГЕЗЬ

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

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

Яківець Ксенії Олександрівни

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів з високою нутрицевтичною цінністю».
Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, ст. викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва печива за традиційною рецептурою. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз літературних джерел. 2 Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3 Експериментальна частина.

4 Охорона праці та довкілля при виробництві кексів. 5. Організаційно-економічна частина. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Ст. викладачка Яна ГЕЗЬ	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналіз літературних джерел	05.05-07.05.26	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	08.05-14.05.26	виконано
4	Експериментальна частина	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля при виробництві кексів	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Ксенія ЯКІВЕЦЬ
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів з високою нутрицевтичною цінністю»

Кваліфікаційна робота бакалавра: 91 сторінка друкованого тексту; 46 літературних джерел; 43 рисунки; 27 таблиць.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва кексів

Метою роботи є розроблення технології кексів із підвищеною нутрицевтичною цінністю шляхом використання сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників. Актуальність дослідження зумовлена зростанням поширеності цукрового діабету, ожиріння та інших захворювань, пов'язаних із надмірним споживанням цукру. Водночас зростає попит на функціональні харчові продукти з покращеним нутрієнтним складом. Тому перспективним напрямом є створення борошняних кондитерських виробів із використанням рослинної сировини та цукрозамінників.

У роботі виготовлено зразки кексів із різним ступенем заміни пшеничного борошна на сочевичне, різним вмістом моркви та використанням еритритолу і стевії замість цукру. За результатами органолептичної оцінки найкращими визнано зразки з 20–60 % сочевичного борошна та 20 % моркви. Встановлено, що сочевичне борошно підвищує вміст білка та покращує смакові властивості, а морква позитивно впливає на колір, смак і вологість виробів. Доведено можливість повної заміни цукру еритритолом і стевією.

Фізико-хімічні показники розроблених кексів відповідали вимогам нормативної документації. Розрахунки підтвердили підвищення вмісту білка та зниження кількості вуглеводів порівняно з контрольним зразком. Отримані результати свідчать про доцільність використання сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників у технології кексів функціонального призначення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КЕКСИ, БОРОШНО СОЧЕВИЦІ, МОРКВА, ЕРИТРИТОЛ, СТЕВІЯ, ЦУКРОЗАМІННИКИ.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 8
1.1 Актуальність виробництва кексів 8
1.2 Асортимент кексів представлених у роздрібній мережі 9
1.3 Характеристика борошна із червоної сочевиці 13
1.4 Характеристика моркви 15
1.5 Характеристика еретритолу і стевії 16
1.6 Обґрунтування виробництва кексів з використанням борошна сочевиці, моркви і замінників цукру 19
1.7 Мета і задачі дослідження 22
Висновки до розділу 23
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 24
2.1 Характеристика об'єктів досліджень 24
2.2 Методика виготовлення дослідних зразків кексів 34
2.3 Методики визначення показників якості дослідних зразків кексів 35
Висновки до розділу 39
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 40
3.1 Дослідження оптимального дозування сочевичного борошна, моркви і замінників цукру в рецептурі кексів 40
3.2 Опис технологічної схеми виробництва кексів 42
3.3 Результати експериментальних досліджень 43
3.4 Розрахунок поживної та енергетичної цінності 67
Висновки до розділу 71
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КЕКСІВ 73
4.1 Розроблення картки з безпеки праці для оператору цеху при виробництві кексів 73
4.2 Утилізація відходів від виробництва кексів 73
Висновки до розділу 75

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 76
5.1 Витрати на проведення досліджень 76
5.2 Витрати на матеріали для проведення дослідження 77
5.3 Витрати на оплату праці 78
5.4 Витрати на електроенергію 79
5.5 Витрати на амортизацію устаткування 80
5.6 Розрахунок ціни дослідження 82
Висновки до розділу 83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 84
БІБЛІОГРАФІЯ 86

ВСТУП

Борошняні кондитерські вироби відіграють важливу роль у структурі харчування населення України та багатьох країн світу, що зумовлено їх високими органолептичними показниками, доступністю та зручністю споживання. Водночас дана група продуктів характеризується рядом суттєвих недоліків, серед яких – недостатній вміст біологічно цінних нутрієнтів, зокрема вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон, на фоні підвищеного вмісту вуглеводів і жирів. Стійкий попит на борошняні кондитерські вироби зумовлює актуальність пошуку шляхів удосконалення їх рецептур та коригування хімічного складу з метою підвищення харчової й біологічної цінності. Одними з найбільш поширених представників цієї групи є кекси, які користуються популярністю серед споживачів різних вікових категорій. Традиційні рецептури кексів передбачають використання значної кількості рафінованої сировини, зокрема пшеничного борошна вищих сортів, цукру-піску та жирів. Такий склад обумовлює незбалансованість нутрієнтного профілю готової продукції, її низьку поживну цінність і високу енергетичну щільність. У зв’язку з цим доцільним є розроблення та впровадження нових нутритивно щільних кексів із використанням нетрадиційної сировини, що дозволить підвищити вміст есенційних речовин і надати виробам оздоровчих властивостей [1].

Сучасний розвиток кондитерської галузі спрямований на створення продуктів із функціональними властивостями та зниженою калорійністю. Ключовим стратегічним рішенням у цьому контексті є модифікація рецептур кексів шляхом комплексної заміни інгредієнтів. Наприклад, використання еритритолу та стевії замість цукру дозволяє досягти нульової енергетичної цінності солодкого компонента та забезпечити стабільність продукту при випіканні, а також паралельне додавання нетрадиційних видів борошна.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Актуальність виробництва кексів

Харчування є однією з базових потреб людини та невід’ємним чинником її життєдіяльності, виконуючи не лише функцію забезпечення енергією, а й важливу соціально-культурну роль. Постійне прагнення споживачів до різноманіття смаків і отримання гастрономічного задоволення зумовлює стійкий попит на борошняні кондитерські вироби, які традиційно асоціюються з емоційним комфортом і задоволенням. Ця група продуктів характеризується значною різноманітністю асортименту, що включає печиво, вафлі, торти, тістечка та кекси [2].

Кекс – це солодкий борошняний кондитерський виріб із здобного тіста, має ніжну й повітряну текстуру. Часто містить родзинки, цукати, горіхи, фруктові шматочки, може бути покритий глазур'ю, шоколадом, або посипаний цукровою пудрою. У виробництві традиційних кексів використовують наступну сировину: борошно пшеничне вищого сорту, яйця (меланж), цукор білий, маргарин, родзинки, сіль кухонна, розпушувачі [3].

Попри високі технологічні властивості, борошно пшеничне має низьку біологічну цінність. У процесі переробки зерна на борошно вищого гатунку видаляються алейроновий шар і зародок, які містять основну частку вітамінів (групи В, Е), мінеральних речовин та антиоксидантів. Саме через це кінцевий продукт втрачає біологічну цінність, перетворюючись переважно на джерело рафінованих вуглеводів з високим енергетичним, але низьким нутрієнтним потенціалом [4].

Цукор є простим вуглеводом, який не містить вітамінів, мінералів чи харчових волокон. Надмірне його споживання є фактором ризику розвитку захворювань, таких як ожиріння, карієс, цукровий діабет 2-го типу [5].

Під час виробництва маргарину відбувається часткова гідрогенізація рослинних олій, у результаті чого утворюються трансізомери жирних кислот.

Наявність трансжирів у харчових продуктах негативно впливає на ліпідний обмін, сприяє підвищенню рівня холестерину низької щільності та зниженню рівня холестерину високої щільності, що підвищує ризик розвитку серцево-судинних захворювань [6, 7].

Отже, розібравши детальніше склад кексів можна зробити висновок, що вони є висококалорійними продуктами з низьким вмістом харчових волокон, вітамінів, білків, мінеральних речовин тощо. Надмірне їх споживання негативно вплине на більшу частину населення, що підтверджує доцільність розробки нових рецептур кексів з метою поліпшення їх рецептурного складу і поживної цінності.

1.2 Асортимент кексів представлених у роздрібній мережі

Асортимент кексів на сьогоднішній день вражає своєю різноманітністю: від класичних виробів до кексів із різними наповнювачами. Але, незважаючи на широкий вибір, на ринку гостро відчувається потреба у продукції, яка б відповідала сучасним вимогам здорового харчування та задовольняла потреби різних категорій споживачів. Наразі основною сировиною для виробництва більшості видів кексів залишається пшеничне борошно вищого сорту та значна кількість цукру і жирів, що робить продукт бідним на вітаміни, мінерали, харчові волокна.

Саме тому актуальним напрямком розвитку кондитерської галузі є розширення асортименту кексів шляхом використання нетрадиційної сировини, що дозволяє підвищити біологічну цінність готових виробів.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано асортимент кексів, представлених у провідних торговельних мережах України, зокрема «Сільпо» та «VARUS» (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Асортимент кексів представлений в торгово-роздрібній мережі

Назва	Торгова марка	Магазин	Склад
1	2	3	4
Кекс O!Keks зі смаком шоколаду	Престиж	Varus	Начинка зі смаком шоколаду 24% (цукор, олія пальмова, вода питна, патока крохмальна кукурудзяна, модифікований крохмаль картопляний, какао-порошок, барвники: Е170(і), Е150d, емульгатор: лецитин соєвий (Е492), ароматизатор, гіркий шоколад, горіх лісовий), регулятор кислотності: лимонна кислота, стабілізатор: Е415, консервант: Е202, борошно пшеничне в/с, цукор, олія соняшникова, меланж яєчний, сироватка молочна суха, крохмаль картопляний модифікований, крохмаль кукурудзяний, мальтодекстрин кукурудзяний, волога утримуючий агент: гліцерин, підсолоджувач: сорбіт, розпушувачі тіста: Е450, Е500, глюкозний сироп, молоко сухе знежирене, емульгатори: Е472b, Е322 (соєвий лецитин), сіль кухонна, ароматизатори: «Ваніль», «Масло», регулятор кислотності: лимонна кислота, антиспікаючий агент: Е551.
Кекс Biscotti Кейк з ароматом лимона	Biscotti	Varus, Сільпо	Цукор, борошно пшеничне вс, меланж пастеризований (яйця курячі харчові), вода питна, олія ріпакова рафінована дезодорована, суміш суха (крохмаль пшеничний, цукрова пудра, цукор, крохмаль кукурудзяний, сироватка суха молочна, крохмаль, розпушувач гідрокарбонат натрію, натрію пірофосфат, ароматизатор

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
			Ваніль, регулятор кислотності кислота аскорбінова, консервант сорбат калію, барвник синтетичний тартразин), загущувач (крохмаль кукурудзяний, крохмаль картопляний), патока (сиропи глюкозні), вологоутримуючий агент гліцерин, паста-емульгатор (вода, емульгатор (суміш довголанцюгових моно- і дигліцерилових ефірів насичених і ненасичених жирних кислот), вологоутримуючий агент (пропілен гліколь), емульгатор (складні ефіри полімеризованих гліцеринів з харчовими жирними кислотами)), поліпшувач хлібопекарський (борошно пшеничне вс, емульгатори: моно і дигліцериди жирних кислот, лактилат натрію, стабілізатор: карбонат кальцію, технологічні допоміжні засоби: ферменти), ароматизатор Лимон, консерванти: сорбінова кислота, пропіонат кальцію
Кекси Varto з наповнювачем Пряжене Молоко	Varto	Varus	Наповнювач молоковмісний «Пряжене молоко» 25% (вода питна, цукор білий, суміш модифікованих крохмалів Е1442 та Е1422, сироватка молочна суха, олія пальмова рафінована дезодорована в натуральному та частково гідрогенізованому вигляді, сіль кухонна, консервант Е202, ароматизатор «Пряжене молоко»), регулятор кислотності Е270), борошно пшеничне вищого сорту, цукор

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
			білий, вода питна, порошок яєчний сухий, суміш для кексів «Monte Miko» (борошно пшеничне, сироватка молочна суха, какао порошок, крохмаль картопляний Е1414, розпушувачі (Е450і, Е500іі), емульгатор Е471, барвник Е150d (містить сульфіти), сіль кухонна, стабілізатор Е415, регулятор кислотності Е330, ароматизатори ванільний, «Шоколад»), олія соняшникова рафінована дезодорована, харчова добавка «Стабілан» (антиоксиданти (Е320, Е321), стабілізатор Е471, регулятор кислотності Е330, консервант Е200, борошно пшеничне).
Мафін Balviten з шоколадними краплями без глютена	Balviten	Сільпо	Цукор, соняшникова олія, яйця, картопляний крохмаль, темний шоколад 6,0% (цукор, маса какао мін. 41%, масло какао, емульгатор: соєвий лецитин; ванільний ароматизатор), вода, модифікований крохмаль, яєчний білок сухий, кокосовий жир у порошку, розпушувачі: дифосфати, бікарбонат натрію; зволожувачі: гліцерин, сорбіт; емульгатор: моно-і дигліцериди жирних кислот; мальтодекстрин, сіль, згущувач: ксантанова камедь; гороховий білок, натуральний ароматизатор, регулятор кислотності: лимонна кислота; консервант: сорбат калію.

Проведений аналіз борошняних кондитерських виробів дозволив встановити, що більшість представлених зразків мають надмірно високу

енергетичну цінність. Основним джерелом калорій є сахароза та гідрогенізовані жири, що свідчить про низьку біологічну цінність продукції. У складі кексів виявлено значну кількість консервантів, стабілізаторів та синтетичних ароматизаторів, що використовуються для подовження терміну придатності, але не сприяють покращенню функціональних властивостей.

Також використання пшеничного борошна вищого гатунку в рецептурах магазинних кексів робить їх продуктами з високим глікемічним навантаженням та низьким вмістом біологічно активних речовин. На прикладі аналізу мафіна ТМ Balviten виявлено, що сучасні безглютенові вироби часто базуються на використанні рафінованих крохмалів та великої кількості цукру. Це підтверджує актуальність дослідження – розробити рецептуру кексу, яка була б зі значно вищим вмістом білка та харчових волокон за рахунок використання функціональних видів борошна та моркви.

1.3 Характеристика борошна із червоної сочевиці

Сочевиця – культура, яка вирізняється своєю невибагливістю до умов вирощування, демонструючи відмінну продуктивність на чорноземах, а також на легких суглинних і супіщаних ґрунтах. Насіння сочевиці є справжнім концентратом поживних речовин: воно містить значну кількість рослинного білка (від 23% до 36%), вуглеводи (47–60%) та невелику частку корисних жирів (0,6–2%), доповнену багатим мінеральним комплексом (2,3–4,4%). Окрім високої енергетичної цінності, сочевиця є джерелом вітамінів А та групи В, а також широкого спектра життєво важливих мікроелементів, серед яких калій, залізо, йод, цинк та багато інших. Особливу біологічну цінність продукту надає наявність поліненасичених жирних кислот омега-3 та омега-6 [8].

Сочевиця за смаковими характеристиками, поживною цінністю та корисними для організму властивостями посідає провідне місце серед бобових культур. У 200 г цього продукту міститься добова норма багатьох необхідних поживних речовин. Страви із сочевиці особливо корисні для процесів

кровотворення. Її позитивний вплив зумовлений низьким глікемічним індексом (ГІ = 30), що сприяє кращому контролю рівня глюкози в крові, це робить сочевицю цінним продуктом для людей, які хворіють на цукровий діабет [9].

Борошно із сочевиці (рис. 1.1) – це порошкоподібний продукт, отриманий шляхом помелу зрілих бобів. Його колір може варіюватися залежно від сорту сочевиці – від світло-жовтого до зеленуватого або червонуватого відтінку. Харчова цінність сочевичного борошна зумовлена високим вмістом білка, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин. Сировиною для виробництва є повністю достиглі боби, які збирають після підсихання стручків – це є основною ознакою їх стиглості. У невеликих господарствах збирання здійснюють вручну, тоді як у великих аграрних підприємствах застосовують механізований спосіб.



Рисунок 1.1 – Борошно із насіння сочевиці

Сочевичне борошно не містить білкових фракцій гліадину та глютеніну, тому є безглютеновим продуктом і може використовуватися для створення нових видів безглютенових хлібобулочних та кондитерських виробів [10].

Технологічний процес виробництва включає кілька основних етапів. Спочатку стручки подають у спеціальний бункер, звідки вони надходять до сепаратора для очищення від домішок. Далі проводять обмолот із подальшим видаленням лушпиння у пристрої з регульованою частотою обертання, що

дозволяє зберегти цілісність зерен. Після цього боби промивають і висушують за допомогою спрямованого повітряного потоку. Завершальним етапом є подрібнення в млиновому механізмі з вбудованими ситами різного діаметра. Помел повторюють до отримання однорідної порошкоподібної маси, при цьому розмір частинок не повинен перевищувати 0,2 мм [11].

1.4 Характеристика моркви

Морква (рис. 1.2) – дворічна трав'яниста рослина, відноситься до одного із найпопулярніших коренеплодів, що вирощуються у всьому світі. Вміст вологи коливається від 86 до 89%. Коренеплоди моркви є важливим джерелом макро- та мікроелементів, зокрема калію (K), кальцію (Ca), фосфору (P), магнію (Mg) та натрію (Na). Також зафіксовано наявність заліза (Fe), марганцю (Mn) та мікрокількостей міді й цинку. Вітамінна цінність культури представлена насамперед високим вмістом β-каротину (провітаміну A), що забезпечує підтримку імунної системи та зорових функцій. Окрім того, морква багата на вітамін E (α-токоферол), вітаміни групи B (тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, фолієва кислота) та аскорбінову кислоту (вітамін C). Останній відіграє ключову роль як антиоксидант, сприяючи засвоєнню заліза та зміцненню імунітету [12].

Вуглеводна фракція моркви складається з простих цукрів (фруктози, глюкози, сахарози), незначної кількості крохмалю та високої частки харчових волокон. Згідно з класифікацією CODEX Alimentarius, морква розглядається як ефективне джерело пребіотиків. Клітковина коренеплодів представлена переважно целюлозою (35–48% від загальної кількості волокон), а також геміцелюлозою та лігніном. Такий склад сприяє нормалізації функцій кишечника, зниженню рівня холестерину та профілактиці серцево-судинних патологій [13]. Смакові властивості моркви зумовлені вмістом вільних амінокислот (зокрема глутамінової) та органічних кислот. Окрім аскорбінової, у коренеплодах виявлено бурштинову, лимонну, молочну, яблучну та галову

кислоти. Окремі сполуки, як-от бензойна та гідроксикорична кислоти, мають виражену антибактеріальну та протизапальну дію [14].



Рисунок 1.2 – Морква звичайна

Використання моркви у рецептурах кексів є ефективним способом збагачення кондитерських виробів дефіцитними мікронутрієнтами та покращення їхніх структурно-механічних показників. На основі аналізу хімічного складу коренеплоду можна виділити, що високий вміст харчових волокон (целюлози та геміцелюлози) і пектинових речовин сприяє утриманню вологи, що забезпечує тривале збереження свіжості кексів. Завдяки моркві кекс збагачується пребіотичними волокнами, які знижують глікемічне навантаження продукту [15].

1.5 Характеристика еретритолу і стевії

Сучасна тенденція до зниження вмісту цукру в раціоні спонукає харчових технологів до активного пошуку балансу між прагненням споживачів до смаку та використанням корисніших інгредієнтів. Цукор залишається ключовим компонентом багатьох продуктів не лише через солодкий смак, а й завдяки своїм

унікальним технологічним та сенсорним властивостям, які формують структуру та аромат їжі [16].

Проте його надмірне вживання несе серйозні ризики для здоров'я, провокуючи розвиток інсулінорезистентності, накопичення жиру в печінці, підвищення рівнів тригліцеридів і сечової кислоти, а також руйнування зубної емалі [17]. Враховуючи глобальне навантаження на систему охорони здоров'я, мінімізація споживання цукру стала пріоритетом, а натуральні підсолоджувачі почали розглядатися як ефективний інструмент для збереження звичних смакових якостей при меншій калорійності [18].

Попри поширення суперечливої та часто недостовірної інформації в медіа, споживачам важливо розуміти, що всі альтернативи цукру – як натуральні, так і синтетичні – проходять суворий науковий контроль, детальний аналіз та багатоетапні випробування перед допуском на ринок [19]. Використання підсолоджувачів чітко регламентується міжнародними правилами, а ініціативи щодо заміни цукру базуються на офіційних рекомендаціях ВООЗ, згідно з якими частка цукру не має перевищувати 10% від загальної добової калорійності протягом усього життя [20,21].

Еритритол належить до нового покоління цукрозамінників-поліолів, які мають низький глікемічний індекс, низьку калорійність та пребіотичні властивості. Його глікемічний індекс становить лише 17%, а енергетична цінність – 0,5 ккал/г, що у 7,5 разів менше, ніж у фруктози, і в 4 рази менше, ніж у лактитолу чи ізомальтитолу. Рівень солодкості еритритолу досить високий і складає 0,7 SES, проте він має специфічний охолоджуючий ефект, який зазвичай є небажаним у борошняних кондитерських виробах [22].

Дослідження показують, що еритритол впливає на процес піноутворення інакше, ніж цукор: він зменшує піноутворюючу здатність меланжу в меншій мірі. Максимальне піноутворення в системі з еритритолом досягається на 13-й хвилині збивання, тоді як із цукром – на 11-й хвилині. При цьому піна на основі еритритолу є менш стабільною через меншу дисперсність, тобто наявність

великої кількості великих повітряних бульбашок, що призводить до її швидшого руйнування.

Для використання еритритолу у виробництві кексів чи бісквітів необхідно застосовувати «теплий» спосіб збивання при температурі 40°С. Це дозволяє покращити кратність і дисперсність піни, а також знизити щільність тіста порівняно з традиційним способом приготування. Додатково для стабілізації властивостей та зменшення щільності тіста на 9% рекомендується вводити в рецептуру сухе знежирене молоко або какао-порошок [23].

Важливо змінити температурний режим випікання, оскільки традиційні 180°С призводять до отримання виробів із малим питомим об'ємом, щільною кірочкою та вираженим охолоджуючим ефектом. Оптимальним є випікання при 140°С, що забезпечує розвинену пористість, м'яку кірочку та повну ліквідацію охолоджуючого ефекту. Такий технологічний підхід дозволяє знизити глікемічність виробу на 49% та калорійність на 21%, що робить продукт придатним для дієтичного харчування та людей із цукровим діабетом [24].

Стевію у виробництві булочних виробів застосовують у вигляді рідкого екстракту з вологістю близько 94,8 %. Вона характеризується високою інтенсивністю солодкого смаку – екстракт є приблизно у 14 разів солодшим за білий кристалічний цукор, що дає можливість значно зменшувати його кількість у рецептурі. Так, для заміни 4,5 % цукру достатньо лише 0,3 % екстракту стевії. Дослідження підтверджують, що водний екстракт стевії дозволяє повністю виключити цукор із рецептури хлібобулочних виробів без погіршення їх якості. Оптимальне дозування становить 2 л на 100 кг борошна для збереження традиційних смакових властивостей і 10 л на 100 кг борошна – для виробництва функціональних виробів. Хліб із додаванням стевії має достатній об’єм, стійку форму, добре пропечений м’якуш, приємний солодкуватий смак і аромат. Крім того, стевія позитивно впливає на біотехнологічні процеси: покращує активність дріжджів, прискорює дозрівання напівфабрикатів і підвищує якість готової продукції [25].

Для забезпечення необхідної структури та маси виробів стевію доцільно поєднувати з наповнювачами або низькокалорійними підсолоджувачами, зокрема еритритолом і мальтодекстрином. Дослідження з виробництва безцукрових пончиків показали, що повна заміна цукру стевією в комбінації з еритритолом і мальтодекстрином забезпечує збереження показників якості. Вироби без цукру характеризуються доброю щільністю, рівномірною пористістю, привабливим кольором і достатньою тривалістю зберігання. Часткова заміна цукру (50 %) виявилася менш ефективною з точки зору органолептичних показників. Використання цукрових спиртів може підвищувати вологість продукції, а зі збільшенням частки еритритолу текстура виробів стає м’якшою та більш вологою [26].

1.6 Обґрунтування виробництва кексів з використанням борошна сочевиці, моркви і замінників цукру

Сучасна кондитерська промисловість перебуває в умовах постійного розвитку та необхідності адаптації до нових вимог ринку і споживачів. Одним із ключових напрямів удосконалення галузі є розширення асортименту продукції та впровадження інноваційних видів сировини, здатних забезпечити високу якість готових виробів, їхню харчову цінність і безпечність. У зв’язку зі зміною харчових уподобань населення та зростанням уваги до здорового способу життя традиційні інгредієнти, зокрема цукор, пшеничне борошно та жири рослинного походження, дедалі частіше потребують заміни або часткового коригування рецептур. Особливу актуальність набуває створення продукції функціонального та дієтичного призначення, яка може бути рекомендована людям із харчовими непереносимостями, алергічними реакціями або певними обмеженнями в раціоні. Використання альтернативних видів сировини дає змогу не лише підвищити біологічну цінність кондитерських виробів, а й покращити їх органолептичні показники, зберігаючи при цьому привабливий зовнішній вигляд, смак та аромат.

Башта А. О. [27] у своїй науковій роботі, присвяченій удосконаленню борошняних кондитерських виробів із використанням нетрадиційної рослинної сировини, досліджувала можливість застосування борошна сочевиці та шроту насіння льону. Сочевичне борошно вносили у рецептуру в кількості 5, 10, 15 та 20 %. За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш оптимальним є зразок із 10 % заміни. Дослідження також підтвердили підвищення харчової та біологічної цінності збагаченого продукту. Зокрема, коефіцієнт утилітарності білка, що характеризує ступінь його засвоєння організмом, у збагаченому виробі становив 70,8 %, тоді як у контрольному зразку – лише 62 %. Це свідчить про покращення амінокислотного складу продукції завдяки використанню сочевичного борошна та шроту насіння льону. Водночас коефіцієнт надлишковості амінокислотного складу знизився до 18,5 %, що вказує на більш раціональне використання незамінних амінокислот організмом людини.

Автори Челябієва В. М., Турінова І. В [28] у своїй роботі досліджували можливість використання борошна сочевиці у технології виробництва печива. Основною метою дослідження було підвищення біологічної цінності готових виробів, а також створення безглютенової продукції на основі рослинної сировини. У результаті проведених досліджень встановлено, що введення сочевичного борошна до рецептури печива сприяє збагаченню виробу поживними речовинами, зниженню його енергетичної цінності та подовженню терміну зберігання готової продукції. Отримані результати підтверджують перспективність використання борошна сочевиці у виробництві функціональних і безглютенових борошняних кондитерських виробів.

Мудрик М. В [29] у своєму дослідженні встановила, що використання морквяного та гарбузового пюре у технології кексів впливає на їх фізико-хімічні та органолептичні показники. Зі збільшенням кількості овочевих добавок знижувався вміст цукру та кислотність виробів, тоді як вологість підвищувалась через високий вміст вологи в овочевій сировині. Для покращення технологічних властивостей овочі попередньо запікали, що дозволило зменшити вологість і

зберегти поживні речовини. Дослідження показали, що оптимальним є внесення до 20 % морквяного або гарбузового пюре. Такі зразки характеризувалися хорошими органолептичними властивостями, привабливим зовнішнім виглядом та підвищеною біологічною цінністю. Водночас додавання 25 % овочевого пюре призводило до погіршення структури виробів та появи тріщин під час випікання.

Також встановлено, що заміна 20 % цукру та жиру овочевими пюре забезпечує отримання кексів із високими смаковими показниками та відповідністю вимогам нормативної документації.

Дорохович В. В. [30] у своїй роботі по борошняним кондитерським виробам для хворих на цукровий діабет провела дослідження, що введення морквяного пюре до складу борошняних кондитерських виробів впливає не лише на їх харчову цінність, а й на перебіг технологічного процесу. Було встановлено, що додавання морквяного пюре подовжує тривалість випікання приблизно на 5–6 %. Це пов’язано з наявністю у моркві значної кількості харчових волокон, які сприяють ущільненню структури тіста, утриманню вологи та уповільненню процесів теплопередачі й випаровування води під час термічної обробки.

Крім того, морквяне пюре є джерелом β-каротину – провітаміну А, що дозволяє підвищити біологічну цінність готових виробів. Використання морквяного пюре та соку у рецептурах бісквітів, кексів і білково-збивного печива сприяло збільшенню вмісту вітаміну А у продукції. Розрахунки показали, що споживання 100 г бісквіту забезпечує близько 23,5 % добової потреби у вітаміні А, 100 г кексу – приблизно 17,5 %, а 50 г білково-збивного печива – до 15 % добової норми.

У роботі [31] досліджувалась можливість удосконалення рецептури печива шляхом часткової заміни традиційної сировини на рослинні компоненти оздоровчого призначення. Цукор замінювали стевією у кількості від 20 до 100 %. Встановлено, що найбільш оптимальною є заміна 40–60 % цукру на порошок стевії, оскільки саме такі зразки мали найкращі органолептичні показники та приємні смакові властивості. Повна заміна цукру також виявилася можливою,

однак готові вироби характеризувалися більш щільною та твердою структурою під час розжовування.

Авторами [23] досліджено, що застосування еритритолу у виробництві бісквітів суттєво впливає на технологічний процес і властивості готової продукції. Виявлено, що під час випікання за традиційної температури 180 °С бісквіти з еритритолом мали менший питомий об’єм, щільну поверхню та характерний охолоджувальний присмак. З метою покращення якості виробів було запропоновано знизити температуру випікання до 140 °С. За таких умов готові бісквіти набували більш пухкої та пористої структури, м’якої скоринки й не мали вираженого охолоджувального ефекту. Також встановлено, що додавання сухого знежиреного молока та какао-порошку позитивно впливало на структурні характеристики виробів і сприяло покращенню їх консистенції.

1.7 Мета і задачі дослідження

Метою досліджень стала розробка рецептури кексів з використанням сочевичного борошна, моркви і цукрозамінників.

Завдання досліджень:

– розробити блок-схему виробництва кексів з використанням сочевичного борошна, моркви і цукрозамінників;

– виготовити дослідні зразки печива з використанням рослинної сировини і цукрозамінників;

– провести органолептичну і балову оцінку отриманих зразків кексів;

– визначити та порівняти фізико-хімічні показники якості дослідних зразків кексів;

– провести розрахунок поживної на енергетичної цінності кексів.

Висновки до розділу

На сьогодні одним із перспективних напрямів розвитку харчової промисловості є вдосконалення рецептур борошняних кондитерських виробів шляхом використання рослинної сировини та натуральних замінників цукру. Особливої уваги набуває застосування сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників, які дозволяють не лише урізноманітнити асортимент продукції, а й підвищити її харчову та біологічну цінність.

Використання сочевичного борошна у складі виробів сприяє збагаченню продукту рослинним білком, харчовими волокнами, вітамінами групи В та мінеральними речовинами. Завдяки цьому готові вироби характеризуються підвищеною поживною цінністю та можуть бути рекомендовані для раціонального і оздоровчого харчування.

Додавання моркви забезпечує підвищення вмісту клітковини, пектинових речовин, каротиноїдів, зокрема β-каротину, який є важливим джерелом провітаміну А. Крім того, морква позитивно впливає на органолептичні показники виробів, надаючи їм приємного кольору, смаку та аромату.

Застосування цукрозамінників у рецептурі дозволяє знизити вміст цукру та калорійність готової продукції, що є особливо актуальним для споживачів, які дотримуються принципів здорового харчування або обмежують споживання цукру. Такий підхід дає можливість створювати продукцію функціонального призначення, яка відповідає сучасним тенденціям харчування та потребам різних груп населення.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика об'єктів досліджень

Сировина є одним із ключових факторів, що визначає якість, поживну цінність, безпечність та технологічні властивості готових виробів. У технології кондитерських виробів спеціального призначення особливого значення набуває правильний підбір інгредієнтів, які не лише забезпечують необхідні органолептичні показники, а й формують функціональну спрямованість продукту. У зв’язку з цим у кваліфікаційній роботі особлива увага приділяється характеристиці основних видів сировини, що використовуються для розроблення кексів. Інгредієнти формують поживну цінність, структуру тіста та кінцеві споживчі властивості виробу, тому їх детальний аналіз є необхідним для обґрунтування технологічних рішень.

Для виробництва кексів з високою нітріцевничною щільністю використовувалась така сировина:

1) Борошно сочевиці червоної від «Органік-Еко-Продукт» (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Борошно червоної сочевиці «Органік-Еко-Продукт»

Борошно з червоної сочевиці є натуральним продуктом, отриманим із зернобобових культур, що відзначається приємним смаком і легким ароматом та є доцільним для використання у раціоні людей, які дотримуються принципів здорового харчування. Воно є цінним джерелом високоякісного рослинного білка, що дозволяє збагачувати рецептури функціональних і дієтичних виробів. Поживна цінність продукту наведена в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Харчова цінність сочевичного борошна на 100 г продукту

Білки	21,6 г
Жири	10,0 г
Вуглеводи	48,0 г
Енергетична цінність	1313 кДж

2) Борошно пшеничне «Дніпромлин» (рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Борошно пшеничне ТМ «Дніпромлин»

Пшеничне борошно - це побічний продукт переробки зерна пшениці, який отримують шляхом помелу очищеного зерна. Воно є однією з найважливіших складових у хлібопекарському, кондитерському та кулінарному виробництві завдяки своїм технологічним властивостям. Основними компонентами

пшеничного борошна є крохмаль, білки, жири, мінеральні речовини та вітаміни групи В. Особливе значення мають білки гліадин і глютенін, які під час замішування тіста утворюють клейковину. Саме вона забезпечує тісту еластичність, пружність і здатність утримувати вуглекислий газ у процесі бродіння, що сприяє формуванню пористої структури та пишності готових виробів. Поживна цінність представлена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Поживна цінність пшеничного борошна «Дніпромлин» на 100 г продукту

Білки	10,3 г
Жири	1,1 г
Вуглеводи	70 г
Енергетична цінність	1397,5 кДж

3) Масло вершкове, 82,5 % жиру, ТМ «Екстра» (рис.2.3)



Рисунок 2.3 – Масло вершкове ТМ «Екстра»

Масло є одним із ключових жирових компонентів у технології виготовлення кексів, оскільки істотно впливає на їх структуру, смак і якість готового виробу.

Вершкове масло – це молочний жир, який у кондитерському виробництві використовується для надання виробам ніжної, пористої та розсипчастої

структури. У рецептурах кексів воно виконує роль пластичного жирового компонента, що забезпечує рівномірний розподіл повітря під час збивання тіста.

У процесі приготування кексів вершкове масло:

- сприяє аерації тіста під час збивання з цукром (утворення стійкої піноподібної структури);
- забезпечує ніжну та розсипчасту консистенцію м’якушки;
- покращує смак і аромат готових виробів;
- уповільнює черствіння, підвищуючи свіжість продукції;
- сприяє рівномірному утворенню пористості [32].

Поживна цінність представлена в табл. 2.3

Таблиця 2.3 – Поживна цінність вершкового масла «Екстра» на 100 г продукту

Білки	0,5 г
Жири	82,5 г
Вуглеводи	0,8 г
Енергетична цінність	3122 кДж

4) Морква звичайна (рис.2.4)

Морква є коренеплодом овочевої культури, який широко застосовується у харчуванні та харчовій промисловості завдяки своїй високій поживній цінності, приємним смаковим властивостям і технологічній універсальності. Вона характеризується вираженим помаранчевим кольором, що обумовлений значним вмістом β-каротину (провітаміну А). Коренеплід має щільну, соковиту структуру та природну солодкість, що робить його привабливим для використання у різних видах харчових продуктів.



Рисунок 2.4 – Морква

У кондитерських виробах, таких як кекси, морква виконує такі функції:

- збагачує вироби природними цукрами та покращує смак;
- підвищує вологість тіста, роблячи м’якуш більш ніжним;
- впливає на колір (надає легкий жовто-оранжевий відтінок);
- покращує харчову цінність готового продукту.

Поживна цінність моркви наведено в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Поживна цінність моркви на 100 г продукту

Білки	0,93 г
Жири	0,24 г
Вуглеводи	9,58 г
Енергетична цінність	173 кДж

5) Цукор білий кристалічний ТМ «Розумний вибір» (рис. 2.5)



Рисунок 2.5 – Цукор білий ТМ «Розумний вибір»

Цукор – це харчовий продукт, основним компонентом якого є сахароза. Його отримують переважно з цукрових буряків або цукрової тростини шляхом очищення, кристалізації та висушування сиропу. Цукор має вигляд сипких кристалів білого кольору, солодкий смак і добре розчиняється у воді. У харчовій промисловості цукор виконує не лише роль підсолоджувача, а й важливі технологічні функції. Він бере участь у формуванні структури тіста, впливає на консистенцію, колір, смак і аромат готових виробів, а також сприяє утриманню вологи та подовженню терміну зберігання продукції. Під час термічної обробки цукор бере участь у процесах карамелізації та меланоїдиноутворення, що забезпечує утворення характерного кольору та смаку кондитерських і хлібобулочних виробів. Поживна цінність продукту наведена в табл. 2.5

Таблиця 2.5 –Поживна цінність цукру ТМ «Розумний вибір» на 100 г продукту

Білки	0,0 г
Жири	0,0 г
Вуглеводи	99,8 г
Енергетична цінність	1666 кДж

6) Еритритол MANTeca (рис.2.6)



Рисунок 2.6 – Еритритол ТМ MANTeca

Еритритол – це натуральний підсолоджувач із групи цукрових спиртів (поліолів), який широко використовується як замінник цукру в харчовій промисловості. Має нульову калорійність і не викликає різкого підвищення рівня глюкози в крові, тому часто застосовується у продуктах для діабетичного та дієтичного харчування. Він добре розчиняється у воді та має високу термічну стабільність, що дозволяє використовувати його у випічці [33].

7) Екстракт стевії від «Now Foods» (рис. 2.7)

Це натуральний цукрозамінник, який отримують із листя рослини стевії шляхом екстрагування солодких речовин. Екстракт стевії характеризується високою солодкістю, що у десятки разів перевищує солодкість сахарози, при цьому має низьку калорійність і практично не впливає на рівень глюкози в крові. У харчовій промисловості екстракт стевії широко застосовується у виробництві дієтичних, функціональних та низькокалорійних продуктів. Його використовують як альтернативу цукру у кондитерських, хлібобулочних та напоївних виробах, зокрема у продукції для людей, хворих на цукровий діабет.

Екстракт стевії дозволяє знизити енергетичну цінність готової продукції та зменшити її глікемічний індекс.



Рисунок 2.7 – Стевія ТМ «Now Foods»

8) Сода харчова ТМ «Розумний вибір» (рис. 2.8)

Сода – це харчова добавка, яка являє собою білий кристалічний порошок без запаху, добре розчинний у воді. У харчовій промисловості використовується переважно як хімічний розпушувач тіста. Під час нагрівання або взаємодії з кислотами харчова сода виділяє вуглекислий газ, який сприяє розпушенню тіста та формуванню пористої структури готових виробів. Завдяки цьому кондитерські та борошняні вироби набувають більшого об’єму, пухкості та м’якості. Має нульову поживну цінність.



Рисунок 2.8 – Сода харчова ТМ «Розумний вибір»

9) Оцет яблучний 6% ТМ «День у день» (рис. 2.9)



Рисунок 2.9 – Оцет яблучний ТМ «День у день»

Це натуральний продукт, який отримують шляхом ферментації яблучного соку або яблучної сировини. У процесі бродіння цукри перетворюються спочатку на спирт, а потім – на оцтову кислоту. Яблучний оцет має характерний кислий смак, світло-жовтий або бурштиновий колір та специфічний аромат.

До складу яблучного оцту входять органічні кислоти, мінеральні речовини, ферменти, пектинові речовини та незначна кількість вітамінів. У харчовій промисловості його використовують як регулятор кислотності, смако-ароматичну добавку та компонент для взаємодії з харчовою содою у борошняних виробах. Під час реакції яблучного оцту з гідрокарбонатом натрію виділяється вуглекислий газ, який сприяє розпушенню тіста та формуванню пористої структури готових виробів. У виробництві кондитерських і хлібобулочних виробів яблучний оцет також може позитивно впливати на смак, аромат і консистенцію продукції. Він є низькокалорійним продуктом, містить мінімум макронутрієнтів. Поживна цінність оцту наведена в табл.2.6.

Таблиця 2.6 – Поживна цінність оцту ТМ «День у день» на 100 г продукту

Білки	0,0 г
Жири	0,0 г
Вуглеводи	0,7 г
Енергетична цінність	75 кДж

10) Ванілін від ТМ «Мрія» (рис. 2.10)

Це ароматична речовина, яку використовують у харчовій промисловості для надання виробам характерного ванільного аромату та смаку. У кондитерському виробництві ванілін широко застосовують під час виготовлення печива, кексів, бісквітів, кремів та інших борошняних виробів. Він покращує органолептичні властивості продукції, підсилює аромат і сприяє формуванню більш приємного смакового профілю готових виробів. Ванілін використовують у невеликих кількостях, оскільки він має високу ароматичну активність. Ванілін не містить значної кількості вуглеводів і має низьку калорійність (табл. 2.7), тому може використовуватись у продуктах зі зниженим вмістом цукру та у виробах для людей, хворих на цукровий діабет. У поєднанні з цукрозамінниками ванілін допомагає покращити смак дієтичної продукції та маскувати можливі специфічні присмаки деяких підсолоджувачів.



Рисунок 2.10 – Ванілін ТМ «Мрія»

Таблиця 2.7 – Поживна цінність ваніліну ТМ «Мрія» на 100 г продукту

Білки	0,1 г
Жири	40 г
Вуглеводи	0,1 г
Енергетична цінність	659 кДж

2.2 Методика виготовлення дослідних зразків кексів

Для наукового дослідження як контрольний зразок було обрано кекс «Столичний», рецептура якого відповідає традиційній технології виробництва та слугувала базою для порівняння з розробленими дослідними зразками. Методика виготовлення передбачала попередню підготовку та зважування всіх рецептурних компонентів відповідно до рецептури. Яйця збивали з цукром до утворення однорідної пишної піни, після чого додавали вершкове масло та ретельно перемішували масу до однорідної консистенції. Далі до суміші вносили ванілін, сіль, харчову соду, попередньо погашену оцтом, та пшеничне борошно. Усі компоненти перемішували до утворення однорідного тіста.

Готове тісто розливали у підготовлені формочки та випікали за температури 200 °С протягом приблизно 13 хвилин до готовності виробів. Блок-схема представлена на рисунку 2.11.

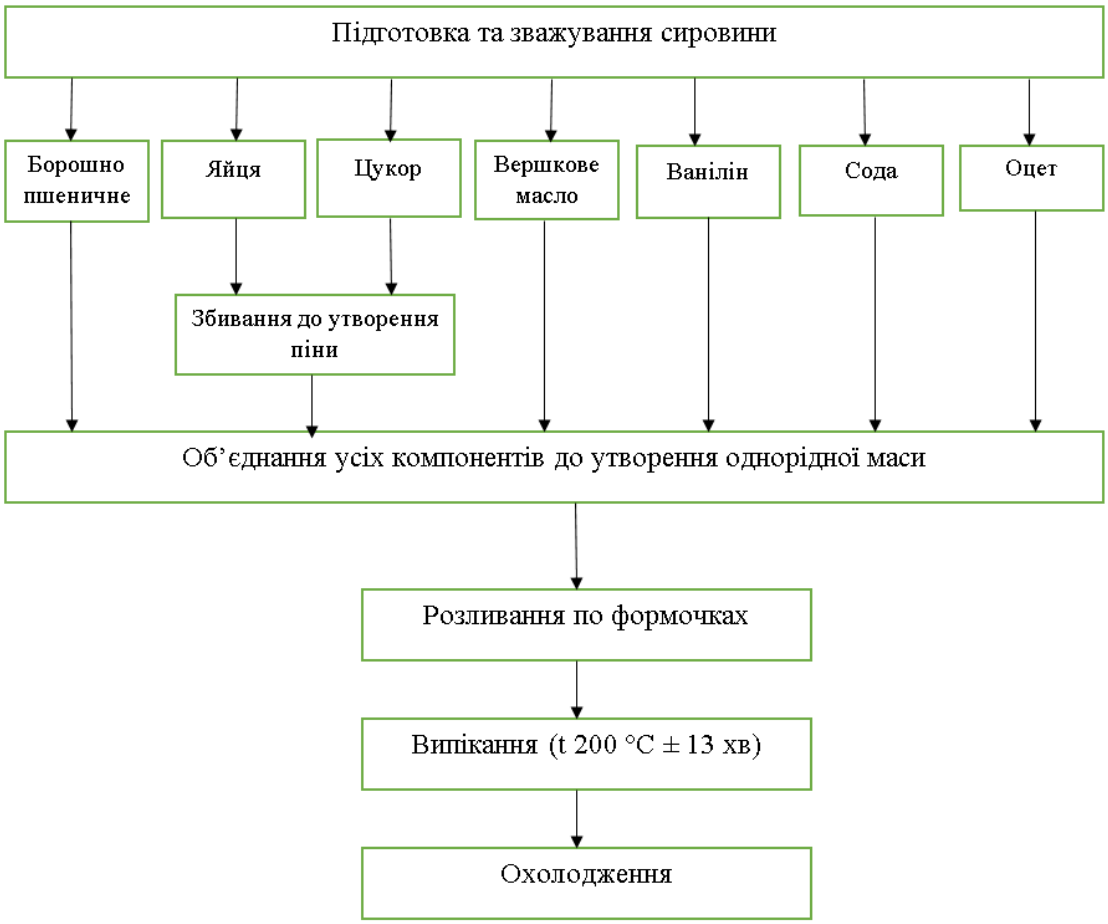


Рисунок 2.11 – Блок-схема виробництва контрольного зразка кексу

2.3 Методики визначення показників якості дослідних зразків кексів

Органолептична оцінка є важливим методом контролю якості харчових продуктів, який ґрунтується на використанні органів чуття людини для визначення їхніх споживчих властивостей. У процесі такої оцінки аналізують зовнішній вигляд, колір, консистенцію, запах і смак продукції. Цей підхід дозволяє оперативно оцінити якість як сировини, так і готових виробів, а також своєчасно виявити відхилення від встановлених вимог рецептури, технології виготовлення або оформлення.

Під час проведення органолептичної оцінки якості кексів використовували вимоги чинного стандарту ДСТУ 4505:2005 [34], який регламентує основні показники якості даного виду виробів. Результати органолептичного аналізу є

основою для оцінки якості готової продукції, а також дозволяють визначити доцільність удосконалення рецептури та технологічного процесу виробництва.

Визначення масової частки вологи методом прискореного висушування застосовується для оперативного отримання результатів шляхом термічного впливу на зразок при фіксованих параметрах температури та часу.

Для дослідження використовують наважку подрібненого виробу масою (3 ± 0,001) г. Зразок поміщають у заздалегідь підготовлену та зважену бюксу. Висушування проводять у сушильній шафі при температурі (130 ± 2) °С. Тривалість висушування залежить від виду виробу, для кексів – 40 хвилин. Після завершення процесу бюкси прикривають кришками та охолоджують у ексикаторі протягом 20 хвилин. Після чого проводять контрольне зважування.

Розрахунок масової частки вологи (W, %) здійснюють за формулою:

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

де, m_0 – маса порожньої бюкси, г;

m_1 – маса бюкси з наважкою до сушіння, г;

m_2 – маса бюкси з наважкою після сушіння, г.

Остаточний результат приймають як середнє арифметичне двох паралельних вимірювань, допустима розбіжність між якими не має перевищувати 0,3% (для продуктів з вологістю понад 20% – не більше 1,0%).

Показник лужності є специфічним для кондитерських виробів, у рецептуру яких входять хімічні розпушувачі лужного характеру (наприклад, сода або вуглеамонійна сіль). Лужність виражається в градусах, що відповідає кількості 1 моль/дм³ розчину кислоти, необхідної для нейтралізації лужних сполук у 100 г продукту.

Для визначення лужності титриметичним методом у конічну колбу місткістю 500 см³ поміщають 25 г ретельно подрібненого зразка, додають 250 см³ дистильованої води, колбу закривають пробкою та інтенсивно збовтують. Процес екстракції триває 30 хвилин (з повторним перемішуванням кожні 10 хвилин). Отриману суміш фільтрують крізь сухий складчастий фільтр. Для

титрування відбирають 50 см³ фільтрату, додають 2–3 краплі бромтимолового синього. Титрують розчином сірчаної або соляної кислоти (концентрацією 0,1 моль/дм³) до появи стійкого жовтого забарвлення.

Лужність (Х, град) розраховують за формулою:

$$X = \frac{V \cdot V_2 \cdot K \cdot 100}{V_1 \cdot G \cdot 10}, \quad (2.2)$$

де, V – об'єм 0,1 моль/дм³ розчину кислоти, витрачений на титрування, см³;

V_2 – загальний об'єм води для приготування витяжки (250 см³);

V_1 – об'єм витяжки, взятий для аналізу (50 см³);

K – поправковий коефіцієнт до титру кислоти;

G – наважка досліджуваного продукту, г;

1/10 – коефіцієнт перерахунку на 1 моль/дм³ розчин кислоти.

Допустиме відхилення між паралельними дослідами не повинно виходити за межі 0,2 градуса. Згідно з вимогами нормативної документації, готові вироби повинні відповідати встановленим стандартам за ключовими параметрами безпеки та якості відповідно до ДСТУ 4505:2005.

Методика визначення упікання полягає у встановленні втрати маси виробу під час випікання внаслідок випаровування вологи та часткового виділення летких речовин. Для цього зразки тіста зважують перед випіканням, а після завершення процесу випікання та охолодження повторно визначають їх масу. Показник упікання розраховують у відсотках як різницю між масою тіста до випікання та масою готового виробу після випікання відносно початкової маси.

Упікання (У, %) розраховують за формулою:

$$У = \frac{МДВ - МПВ}{МПВ} \cdot 100 \quad (2.3)$$

де МДВ – маса тістової заготовки до випікання, г;

МПВ – маса виробу після випікання, г.

Методика визначення усихання ґрунтується на встановленні втрати маси готового виробу під час охолодження та зберігання внаслідок подальшого випаровування вологи. Для цього готові вироби зважують після випікання та охолодження, а потім повторно після певного періоду зберігання. Різниця між цими показниками характеризує ступінь усихання продукції [35].

Усихання (у, %) визначають за формулою:

$$у = \frac{G1-Gn}{G1} \cdot 100 \qquad (2.4)$$

де G_1 – маса кексів в перший день, г;

G_n – маса кексів в останній день, г.

Поживна цінність харчових продуктів є однією з основних характеристик, що визначає їх значення у харчуванні людини. Вона характеризує здатність продукту забезпечувати організм необхідними поживними речовинами та енергією для підтримання фізіологічних процесів, росту, розвитку та нормальної життєдіяльності. Поживна цінність залежить від хімічного складу продукту, співвідношення основних нутрієнтів, вмісту біологічно активних речовин, ступеня їх засвоюваності та енергетичної цінності.

Основними складовими поживної цінності є білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна та вода. Білки виконують пластичну функцію в організмі, беруть участь у побудові клітин і тканин, синтезі ферментів, гормонів та імунних речовин. Особливе значення має амінокислотний склад білків і наявність незамінних амінокислот, які не синтезуються в організмі людини та повинні надходити з їжею. Біологічна цінність білків визначається ступенем їх засвоєння та збалансованістю амінокислотного складу.

Жири є важливим джерелом енергії та виконують резервну, захисну й структурну функції. Вони забезпечують організм жиророзчинними вітамінами, незамінними жирними кислотами та впливають на смакові властивості харчових продуктів. Вуглеводи є основним джерелом енергії для організму людини. До їх

складу входять прості цукри, крохмаль та харчові волокна. Надмірне споживання легкозасвоюваних вуглеводів може негативно впливати на стан здоров’я, тому сучасні технології харчових продуктів спрямовані на зниження вмісту цукру та використання альтернативних підсолоджувачів.

Важливу роль у формуванні поживної цінності відіграють вітаміни та мінеральні речовини. Вітаміни беруть участь у регуляції обмінних процесів, підтримують роботу імунної, нервової та серцево-судинної систем. Мінеральні речовини необхідні для формування кісткової тканини, підтримання водно-сольового балансу та функціонування ферментних систем організму. Харчові волокна позитивно впливають на роботу травної системи, сприяють нормалізації рівня глюкози та холестерину в крові [36]. Розрахунок поживної та енергетичної цінності готових виробів проводили у відповідності до стандартної методики, наведеної у методичних рекомендаціях [37].

Висновки до розділу

У даному розділі було проведено детальну характеристику основної та допоміжної сировини, що використовується у виробництві кексів. Розглянуто її поживну цінність. Також наведено методики визначення основних показників якості готових виробів. Описано технологію виготовлення контрольного зразка та побудовано технологічну блок-схему виробництва, яка відображає послідовність основних операцій під час приготування виробів.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження оптимального дозування сочевичного борошна, моркви і замінників цукру в рецептурі кексів

Встановлення оптимального дозування сочевичного борошна, моркви та замінників цукру в рецептурі кексів є важливим етапом розроблення технології виробів підвищеної харчової цінності та зниженої глікемічності. Дослідження спрямоване на визначення таких концентрацій обраних інгредієнтів, які забезпечують високу якість готової продукції без погіршення її органолептичних та фізико-хімічних показників.

Основною метою дослідження є встановлення оптимального дозування сочевичного борошна (СБ), моркви (М) та цукрозамінників, а саме екстракту стевії та еритритолу, у рецептурі (табл. 3.1 – 3.3), що сприятиме підвищенню поживної та біологічної цінності готових виробів. Використання зазначених компонентів дозволить збагатити продукцію білками, харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами та іншими біологічно активними сполуками, а також знизити її глікемічне навантаження.

Таблиця 3.1 – Рецептури кексів з використанням борошна сочевиці

Найменування	Контроль	20% СБ	40% СБ	60% СБ	80% СБ	100% СБ
Борошно пшеничне вищого ґатунку, г	80	64	48	32	16	0
Борошно сочевичне, г	–	16	32	48	64	80
Масло вершкове, г	75	75	75	75	75	75
Цукор, г	100	100	100	100	100	100
Яйця, г	75	75	75	75	75	75
Сода, г	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Сіль, г	1	1	1	1	1	1
Ванілін, г	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Оцет яблучний, г	20	20	20	20	20	20

Таблиця 3.2 – Рецептури кексів з використанням борошна сочевиці та моркви

Найменування	Контроль	10% М	15% М	20% М	25% М
Борошно пшеничне вищого ґатунку, г	32	32	32	32	32
Борошно сочевичне, г	48	48	48	48	48
Морква, г	–	8	12	16	20
Масло вершкове, г	75	75	75	75	75
Цукор, г	100	100	100	100	100
Яйця, г	75	75	75	75	75
Сода, г	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Сіль, г	1	1	1	1	1
Ванілін, г	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Оцет яблучний, г	20	20	20	20	20

Таблиця 3.3 – Рецептури кексів з використанням борошна сочевиці, моркви та цукрозамінників

Найменування	Контроль	Стевія	Еритритол
Борошно пшеничне вищого ґатунку, г	32	32	32
Борошно сочевичне, г	48	48	48
Морква, г	16	16	16
Масло вершкове, г	75	75	75
Цукор, г	100	–	–
Стевія, г	–	1	–
Еритритол, г	–	–	150
Яйця, г	75	75	75
Сода, г	2,5	2,5	2,5
Сіль, г	1	1	1
Ванілін, г	0,1	0,1	0,1
Оцет яблучний, г	20	20	20

Солодкість еритритолу становить приблизно 60–70 % від солодкості цукру, тому для забезпечення еквівалентного рівня солодкості замість 100 г цукру необхідно використовувати близько 150 г еритритолу. Порошковий очищений екстракт стевії характеризується дуже високою підсолоджувальною здатністю. Для заміни 100 г цукру достатньо приблизно 0,3–0,8 г екстракту стевії. У рецептурі було використано 1 г стевії.

На основі розроблених рецептур було виготовлено дослідні зразки кексів, після чого проведено дослідження їхніх органолептичних та фізико-хімічних

показників з метою оцінки впливу внесених рецептурних змін на якість готових виробів.

3.2 Опис технологічної схеми виробництва кексів

Технологія виготовлення дослідних зразків кексів здійснювалася за аналогічною схемою, наведеною в пункті 2.2. Відмінність полягала у заміні цукру на досліджувані цукрозамінники відповідно до розроблених рецептур. Перед внесенням до тіста моркву очищали, подрібнювали на дрібній тертці та віджимали для видалення надлишкової вологи. Підготовлену моркву вносили після додавання борошна та інших сухих компонентів, після чого тісто ретельно перемішували до отримання однорідної консистенції. Блок-схему виробництва кексів із використанням сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників наведено на рис. 3.1.

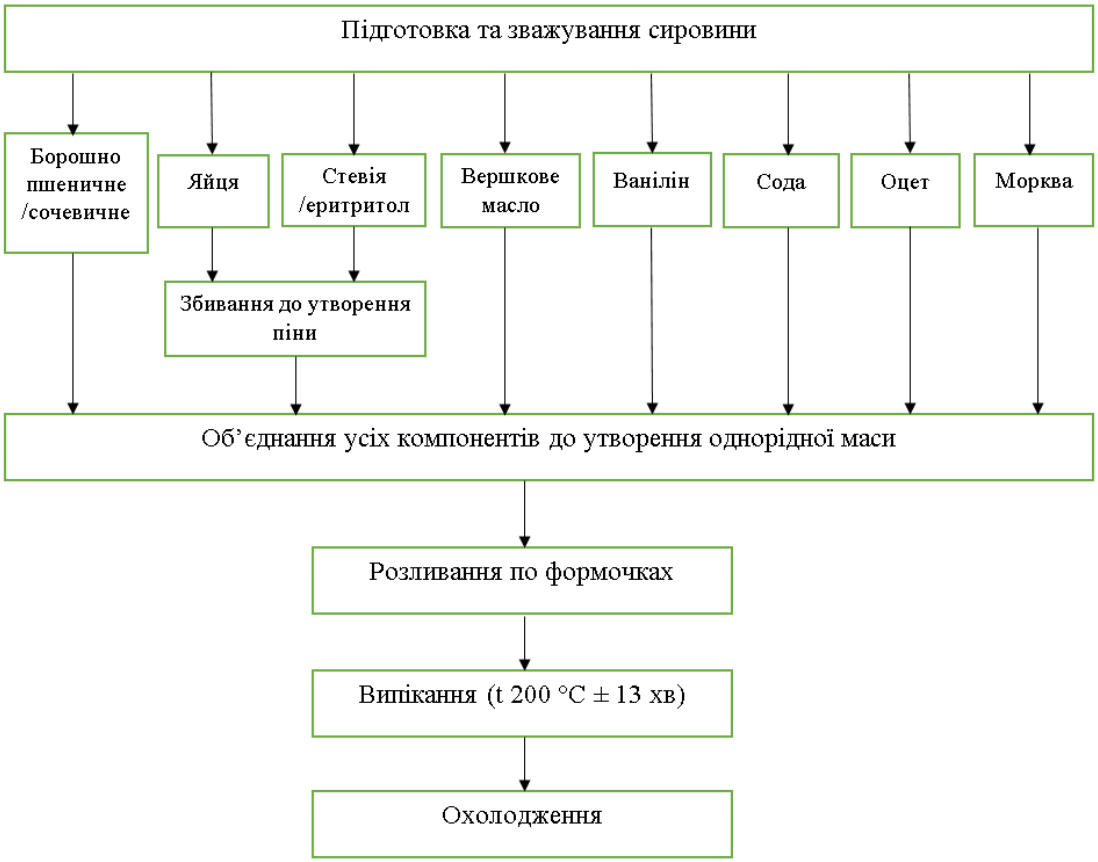


Рисунок 3.1 – Блок-схема виробництва кексів з додаванням сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників

3.3 Результати експериментальних досліджень

Після виготовлення дослідних зразків кексів було проведено оцінку їх органолептичних та фізико-хімічних показників якості. На першому етапі досліджували вплив сочевичного борошна на якість готових виробів. Для цього частину пшеничного борошна в рецептурі замінювали сочевичним у кількостях 20 %, 40 %, 60 %, 80 % та 100 %. Відповідно до встановлених методик (пункт 2.3) було проведено органолептичний аналіз дослідних зразків та їх бальну оцінку, результати яких наведено в табл.3.4.

Таблиця 3.4 – Огранолептична оцінка якості кексів з додаванням борошна сочевиці

Назва показника	Характеристика					
	Контроль	20% СБ	40% СБ	60% СБ	80% СБ	100% СБ
Форма	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів
Поверхня	непідгоріла	непідгоріла	непідгоріла	непідгоріла	непідгоріла	непідгоріла
Колір	Світло-жовтий	Карамельний	Золотистий	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Світло-коричневий
Вид в розломі	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, нерівномірна пористість	Добре пропечений кекс, нерівномірна пористість
Смак та запах	Властиві даному виду кекса	Ніжний смак, злегка відчутний присмак сочевичного борошна	Помірно відчутно присмак сочевичного борошна	Гармонійний смак, легкий післясмак	Яскраво виражений смак бобових, сочевичного борошна та характерний післясмак	Яскраво виражений смак бобових, сочевичного борошна та характерний післясмак

Зовнішній вигляд та вид в розломі випечених зразків кексів з додаванням борошна сочевиці у різних кількостях зображено на рис. 3.2 – 3.8.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд кексів з додаванням сочевичного борошна



Рисунок 3.3 – Вид в розломі контрольного зразка кексу

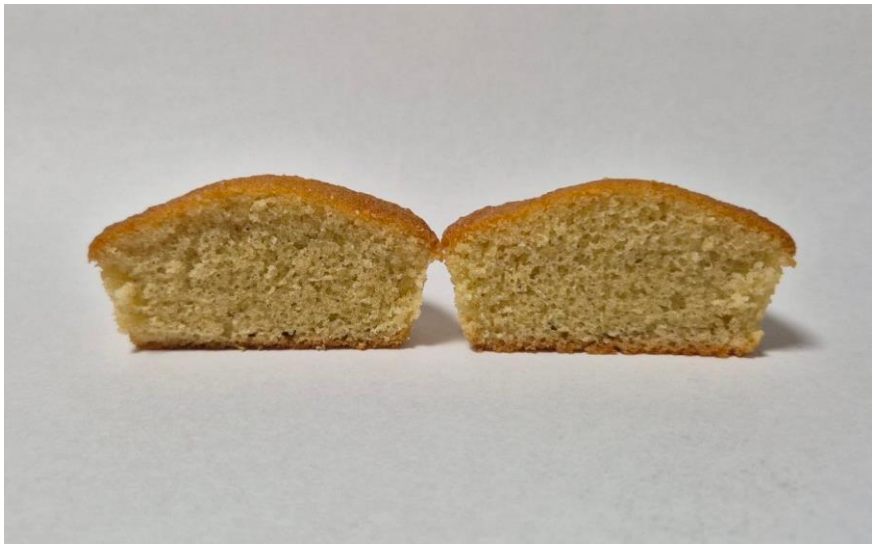


Рисунок 3.4 – Вид в розломі кексу з додаванням 20 % СБ



Рисунок 3.5 – Вид в розломі кексу з додаванням 40 % СБ



Рисунок 3.6 – Вид в розломі кексу з додаванням 60 % СБ



Рисунок 3.7 – Вид в розломі кексу з додаванням 80 % СБ



Рисунок 3.8 – Вид в розломі кексу з додаванням 100 % СБ

Для отриманих зразків було проведено балову оцінку кексів, результати представлено на рис. 3.9 – 3.14.

З рис. 3.9 видно, що контрольний зразок отримав одну з найвищих оцінок за показником виду в розломі, що зумовлено добре розвиненою та рівномірною пористістю м’якуша. Водночас за формою цей зразок отримав найнижчі бали, а за смаковими властивостями він дещо поступався окремим дослідним зразкам, які характеризувалися більш вираженим смаком.



Рисунок 3.9 – Балова оцінка контрольного зразка

Наступний дослідний зразок отримав найвищі оцінки за показниками форми, поверхні та кольору. Виріб характеризувався правильною формою, рівномірно забарвленою поверхнею та привабливим зовнішнім виглядом. Крім того, кекс зберіг добре розвинену пористу структуру м’якуша. Як видно з рис. 3.10, смакові властивості цього зразка суттєво покращилися порівняно з контрольним.

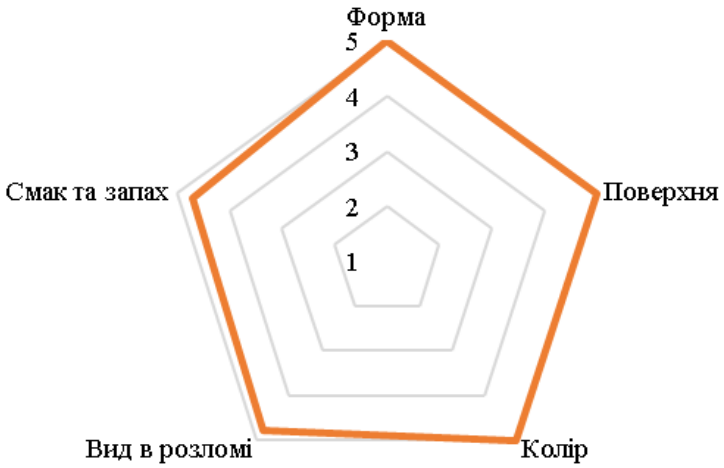


Рисунок 3.10 – Балова оцінка зразка з 20% СБ

Як показано на рис. 3.11, наступний дослідний зразок характеризується привабливим золотистим кольором скоринки, а також дрібною та рівномірно розподіленою пористістю м’якуша. Порівняно з попередніми зразками його смак і аромат стали більш насиченими та виразними, набуваючи характерних приємних відтінків, властивих виробам із підвищеним вмістом сочевичного борошна.

Попри значну заміну пшеничного борошна, зразок із додаванням 60 % сочевичного борошна зберіг правильну форму та достатній об’єм (рис. 3.12). Виріб характеризувався насиченим золотисто-коричневим кольором і привабливим зовнішнім виглядом. М’якуш мав добре розвинену, рівномірну та ніжну структуру з дрібною пористістю. За органолептичними показниками цей зразок отримав одну з найвищих оцінок, оскільки відзначався найбільш гармонійним смаком та вираженим приємним ароматом серед усіх досліджуваних варіантів.

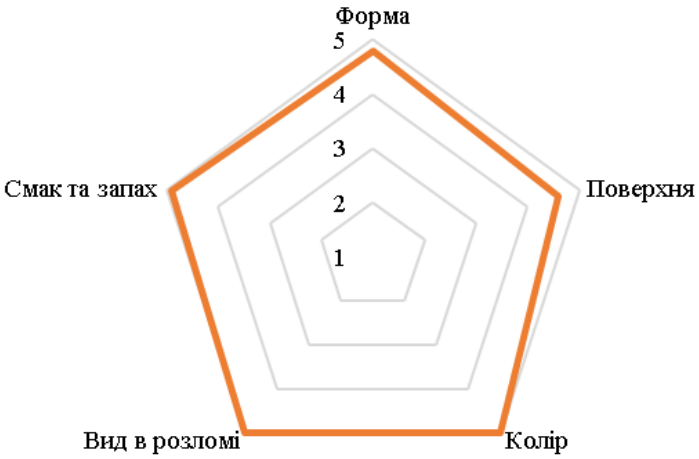


Рисунок 3.11 – Балова оцінка зразка з 40% СБ



Рисунок 3.12 – Балова оцінка зразка з 60% СБ

Як показано на рис. 3.13, наступний дослідний зразок зберіг характерну округлу форму, проте його висота дещо зменшилася, а поверхня стала більш плоскою. Колір виробу став темнішим порівняно з попередніми зразками. Структура м’якуша характеризувалася нерівномірною пористістю та меншою пухкістю. Крім того, у смаку та ароматі почав домінувати характерний бобовий присмак, який негативно впливає на загальну органолептичну оцінку виробу.

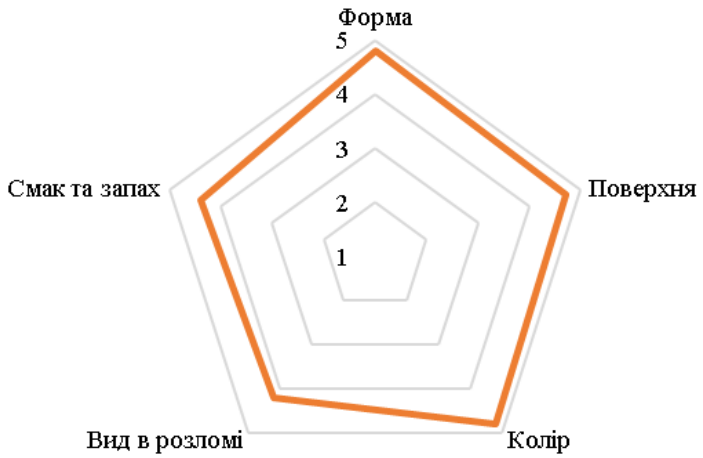


Рисунок 3.13 – Балова оцінка зразка з 80% СБ



Рисунок 3.14 – Балова оцінка зразка з 100% СБ

Останній дослідний зразок характеризувався найбільш вираженим осіданням та погіршенням структурних властивостей. М’якуш став щільним, а пористість – нерівномірною та слабко розвиненою. Як видно з рис. 3.14, цей зразок отримав найнижчу оцінку за смаковими показниками. У готовому виробі чітко відчувався виражений бобовий смак та характерний післясмак сочевиці, що суттєво погіршувало його органолептичні властивості.

Отримані результати свідчать (рис. 3.15), що внесення сочевичного борошна у помірних кількостях позитивно впливає на органолептичні показники кексів. Зі збільшенням частки сочевичного борошна до 20–60 % покращувалися

смакові властивості виробів, аромат ставав більш насиченим, а колір м’якуша та скоринки набував приємного золотистого відтінку. Крім того, кекси зберігали достатній об’єм, правильну форму та добре розвинену пористу структуру.

Подальше збільшення вмісту сочевичного борошна до 80 та 100 % негативно позначалося на якості готових виробів. Спостерігалося зменшення об’єму та осідання кексів, м’якуш ставав більш щільним і важким, а пористість – нерівномірною. Також у смаку та ароматі починав домінувати характерний бобовий присмак сочевиці, що знижувало загальну органолептичну оцінку продукції. Таким чином, найбільш доцільним є використання сочевичного борошна в кількості 20–60 % від маси пшеничного борошна, оскільки саме за такого дозування досягається оптимальне поєднання високих органолептичних показників та належної структури виробів.

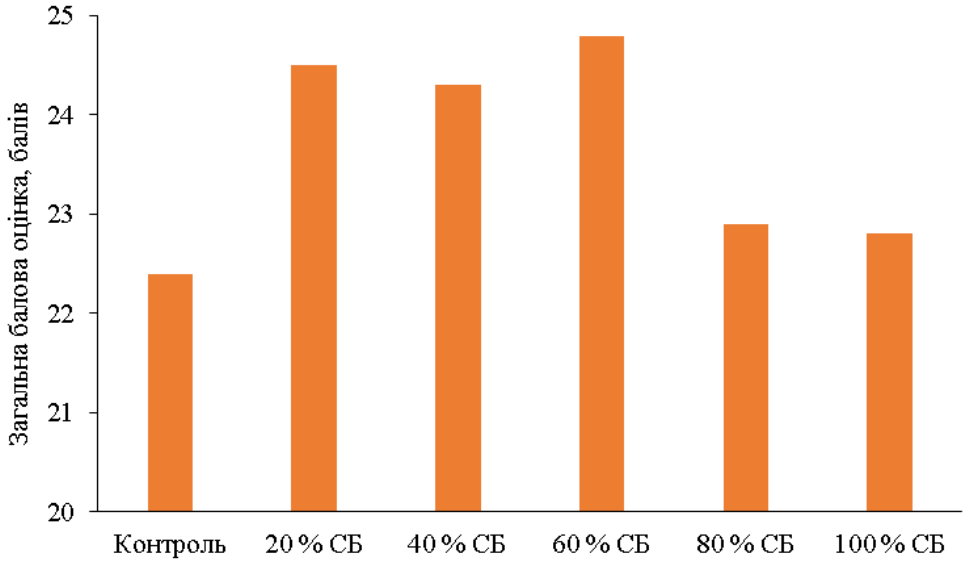


Рисунок 3.15 – Загальна балова оцінка кексів з додаванням сочевичного борошна

Наступним етапом дослідження було виготовлення зразків кексів із додаванням моркви до оптимально обраної рецептури з використанням сочевичного борошна. Моркву вносили у кількостях 10 %, 15 %, 20 % та 25 % з метою встановлення її впливу на органолептичні показники якості готових

виробів. Після провели органолептичну оцінку якості, результати наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Огранолептична оцінка якості кексів з додаванням борошна сочевиці та моркви

Назва показника	Характеристика				
	Контроль	10 % М	15 % М	20 % СБ	25 % СБ
Форма	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів	Правильна, без надломів
Поверхня	непідгоріла	непідгоріла	непідгоріла	непідгоріла	Непідгоріла, присутні невеликі тріщіни
Колір	Світло-коричневий	Золотавий	Золотавий	Золотавий	Темно-золотавий
Вид в розломі	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу	Добре пропечений кекс, присутня нерівномірна пористість	Добре пропечений кекс, присутня активна нерівномірна пористість
Смак та запах	Гармонійний смак, легкий післясмак	Морква майже не відчувається	Морква майже не відчувається	Ледь відчутний смак моркви	Відчутно присмак моркви

Зовнішній вигляд та вид в розломі кексів з додаванням сочевичного борошна та моркви зображено на рис. 3.16- 3.21



Рисунок 3.16 – Зовнішній вигляд кексів з додаванням сочевичного борошна та моркви



Рисунок 3.17 – Вид в розломі контрольного зразка кексу з 60 % СБ



Рисунок 3.18 – Вид в розломі кексу з додаванням 10% М



Рисунок 3.19 – Вид в розломі кексу з додаванням 15% М



Рисунок 3.20 – Вид в розломі кексу з додаванням 20% М



Рисунок 3.21 – Вид в розломі кексу з додаванням 25% М

Далі було проведено балову оргнолептичну оцінку якості, результати представлено на діаграмах (рис. 3.22 – 3.25).



Рисунок 3.22 – Балова оцінка зразка з 10 % М

З рис. 3.22 видно, що дослідний зразок характеризується правильною формою та привабливим зовнішнім виглядом. Поверхня виробу рівна, непідгоріла, а колір набуває приємного золотавого відтінку. М’якуш має достатньо розвинену структуру, а смак залишається гармонійним і приємним. Водночас за такого дозування моркви її присмак і аромат виражені слабо та практично не відчуваються в готовому виробі.



Рисунок 3.23 – Балова оцінка зразка з 15 % М

На діаграмі (рис. 3.23) бачимо, що зразок із додаванням 15 % моркви за органолептичними показниками майже не відрізняється від попереднього варіанта. Виріб зберігає привабливий зовнішній вигляд, належну структуру та приємний смак, однак характерний морквяний смак і аромат залишаються слабко вираженими та практично не впливають на загальне сприйняття готового продукту.

З рис. 3.24 видно, що кекс із додаванням 20 % моркви зберіг правильну форму та рівну поверхню без видимих дефектів. Колір виробу став більш насиченим і привабливим, що позитивно вплинуло на його зовнішній вигляд. Водночас у структурі м’якуша спостерігається незначна нерівномірність пористості, однак це не погіршує загального враження від виробу. За показниками смаку та аромату даний зразок отримав найвищі оцінки, оскільки

характеризувався гармонійним смаком і легким приємним морквяним присмаком.



Рисунок 3.24 – Балова оцінка зразка з 20 % М

З додаванням 25 % моркви зовнішній вигляд кексу починає дещо погіршуватися (рис.3.25). На поверхні виробу з’являються невеликі тріщини. Колір стає більш насиченим і набуває характерного помаранчевого відтінку. У структурі м’якуша спостерігається виражена нерівномірна пористість, що негативно впливає на загальну оцінку. Водночас смак та аромат виробу залишаються на високому рівні. Завдяки підвищеному вмісту моркви кекс набуває приємного солодкуватого присмаку та характерного аромату, що позитивно впливає на його органолептичні властивості.



Рисунок 3.25 – Балова оцінка зразка з 25 % М

З аналізу органолептичних показників дослідних зразків (рис. 3.26) можна зробити висновок, що найбільш доцільним є внесення 20 % моркви до рецептури кексу. Саме цей зразок характеризувався найкращим поєднанням органолептичних властивостей: привабливим зовнішнім виглядом, правильною формою, насиченим кольором та гармонійним смаком. Морква надавала виробу приємного характерного присмаку та аромату, водночас зміни структури і зовнішнього вигляду залишалися в межах допустимих значень. Подальше збільшення її кількості не забезпечувало суттєвого покращення смакових властивостей, проте негативно впливало на структуру та зовнішній вигляд готових виробів.

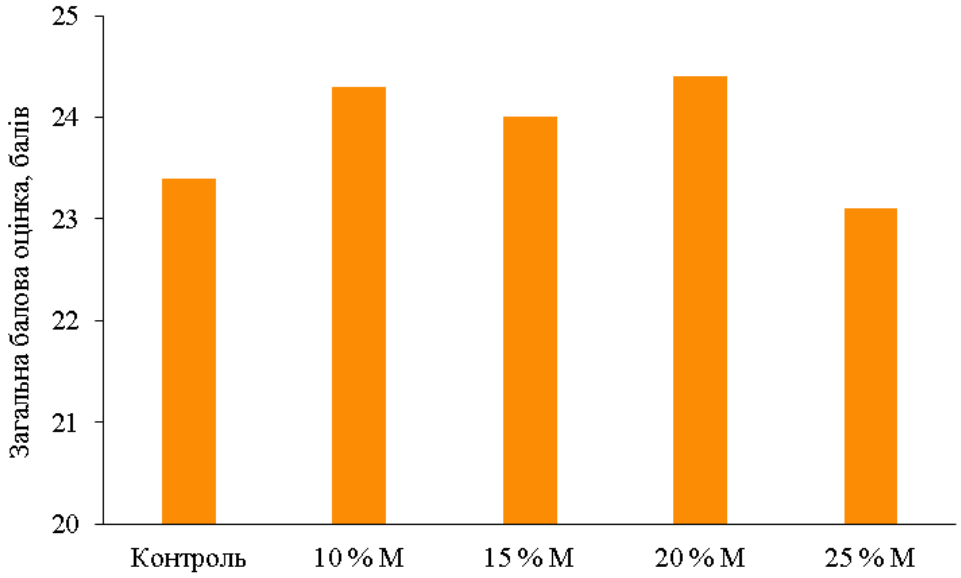


Рисунок 3.26 – Загальна балова оцінка кексів з додаванням сочевичного борошна та моркви

Після визначення оптимального дозування моркви наступним етапом дослідження було вивчення можливості заміни цукру на цукрозамінники. Для цього на основі зразка з оптимальним вмістом сочевичного борошна та моркви було виготовлено дослідні зразки із використанням екстракту стевії та еритритолом. Після випікання готові вироби піддавали органолептичній оцінці з метою визначення впливу заміни цукру на смак, аромат, колір, структуру та загальну якість кексів. Результати проведених досліджень наведено в таб. 3.6.

Таблиця 3.6 – Огранолептична оцінка якості кексів з додаванням борошна сочевиці, моркви та цукрозамінників

Назва показника	Характеристика		
	Контроль	Стевія	Еритритол
Форма	Правильна, без надломів	Правильна, відповідає формі, встановленій за рецептурою	Правильна, відповідає формі, встановленій за рецептурою
Поверхня	непідгоріла	Непідгоріла, наявні тріщини. Схожа на поверхню мафіна	Непідгоріла, наявні незначні тріщини
Колір	Золотавий	Золотисто-коричневий	Коричневий
Вид в розломі	Добре пропечений кекс, присутня нерівномірна пористість	Добре пропечений кекс, присутня нерівномірна пористість	Добре пропечений кекс, пористість рівномірна
Смак та запах	Ледь відчутний смак моркви	Солодкість ледь відчутна	Властивий, солодкий. Відчувається охолоджений ефект

Фото готових виробів зображено на рис. 3.27 – 3.30.



Рисунок 3.27 – Зовнішній вигляд кексів виготовлених з додаванням СБ, М на цукрозамінниках



Рисунок 3.28 – Вид в розломі контрольного зразка з 60 % СБ та 20 % М



Рисунок 3.29 – Вид в розломі кексу виготовленого на стевії



Рисунок 3.30 – Вид в розломі кексу виготовленого на еритритолі

Балова оцінка органолептичних показників якості представлена на рис. 3.31 – 3.33

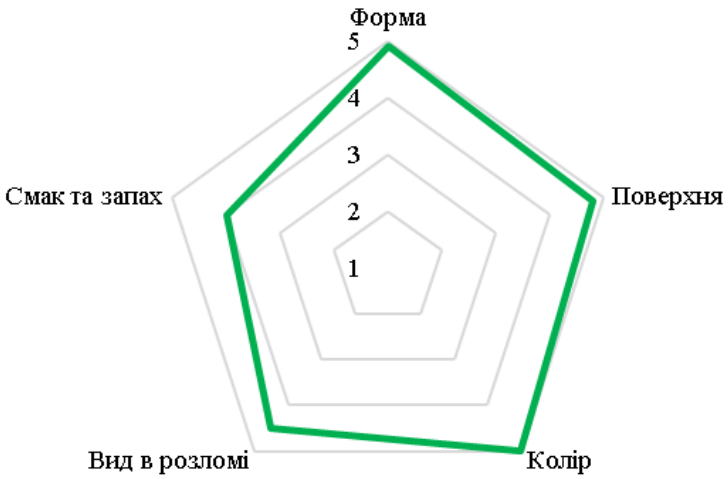


Рисунок 3.31 – Балова оцінка кексу на стевії

З діаграми (рис. 3.31) видно, що дослідний зразок має правильну форму, проте на його поверхні спостерігаються незначні тріщини. Структура м'якуша характеризується нерівномірною пористістю та наявністю окремих порожнин, що дещо погіршує загальне враження від виробу. Смак кексу є нейтральним, однак рівень солодкості виявився недостатнім і майже не відчувається. Водночас сторонніх присмаків та запахів не виявлено, що свідчить про відсутність негативного впливу використаного цукрозамінника на органолептичні властивості виробу.



Рисунок 3.32 – Балова оцінка кексу на еритритолі

Наступний дослідний зразок характеризувався незначними тріщинами на поверхні, які не суттєво впливали на його зовнішній вигляд. У розломі кекс мав добре сформовану структуру з рівномірно розподіленою пористістю. За органолептичними показниками виріб відзначався приємним солодким смаком. Особливістю зразка була наявність характерного легкого прохолодного ефекту, властивого еритритолу, проте не погіршував загального смакового сприйняття виробу.

Проведені дослідження показали (рис. 3.33), що використання досліджуваних цукрозамінників у рецептурі кексів є доцільним. Незважаючи на окремі незначні недоліки зовнішнього вигляду, зокрема появу невеликих тріщин на поверхні або нерівномірної пористості, дослідні зразки характеризувалися

задовільними органолептичними показниками. Встановлено, що еритритол забезпечує достатній рівень солодкості та сприяє формуванню виробів із гармонійним смаком, хоча для нього характерний легкий охолоджувальний ефект. Зразки зі стевією не мали сторонніх присмаків, однак рівень солодкості виявився недостатньо вираженим. У зв'язку з цим доцільним є збільшення дозування екстракту стевії в рецептурі для досягнення більш вираженого солодкого смаку та покращення органолептичних характеристик готових виробів. Загалом використання як еритритолу, так і екстракту стевії може бути рекомендоване при розробленні кексів зі зниженою глікемічністю.

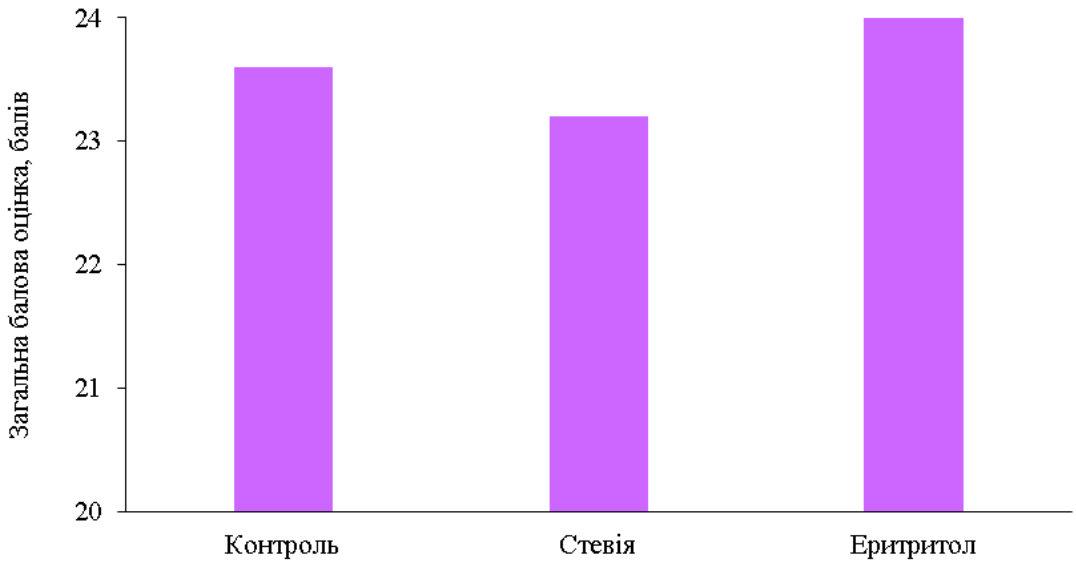


Рисунок 3.33 – Загальна балова оцінка кексів з додаванням борошна сочевиці, моркви та цукрозамінників

Після органолептичної оцінки було проведено визначення фізико-хімічних показників якості дослідних зразків кексів. Дослідження здійснювали відповідно до методик, наведених у підрозділі 2.3. Визначали показники вологості, лужності, упікання та усихання готових виробів. Отримані значення порівнювали з вимогами чинної нормативної документації ДСТУ 4505:2005. Отримані результати наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники якості кексів з додаванням борошна сочевиці

Зразок	Масова частка вологи, %	Лужність, град.	Упікання, %	Усихання, %
Контроль	11,2	1,8	11,20±0,77	2,11
20 % СБ	13,8	1,8	14,44±1,71	5,48
40 % СБ	11,2	1,8	10,21±0,93	3,01
60 % СБ	9,9	1,9	10,81±0,73	0,84
80 % СБ	14,5	1,9	16,60±2,97	4,67
100 % СБ	14,3	2	13,02±1,20	6,25

З діаграми (рис. 3.34) бачимо, що найвищі показники вологості виявлено у зразках з максимальним дозуванням СБ, це свідчить про те, що велика його концентрація найсильніше утримує воду у готовому продукті. Майже всі дослідні зразки відповідають стандарту, вийнятком став зразок з 60 % СБ, який на 0,1% не відповідав нормативному значенню.

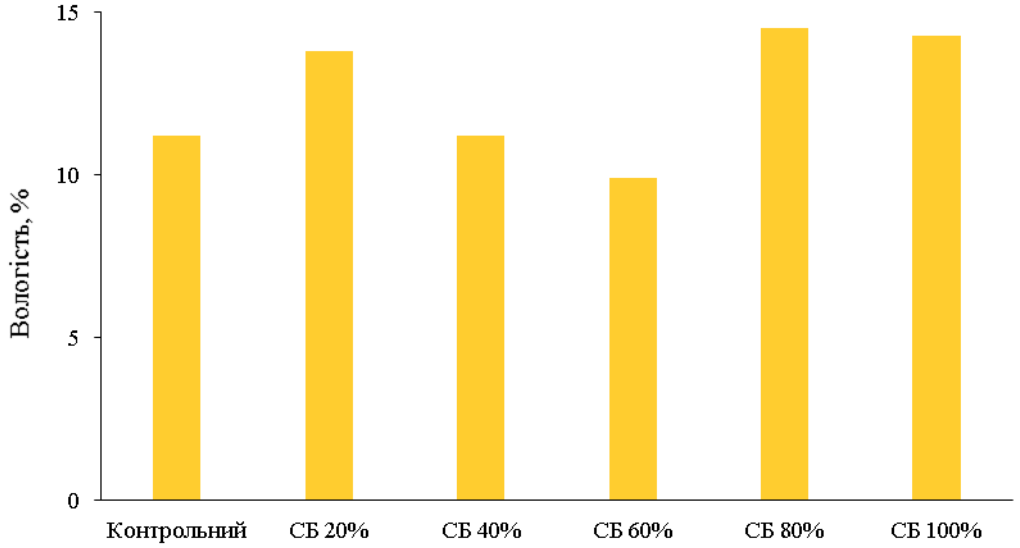


Рисунок 3.34 – Показники вологості кексів з додаванням борошна сочевиці

З рис. 3.35 бачимо, що всі зразки відповідали межам стандарту. Також спостерігаємо, що зі збільшенням дозування борошна сочевиці, зростає лужність готових виробів. Це може бути пов’язано з власним мінеральним складом сочевиці та її впливом на лужність тіста.

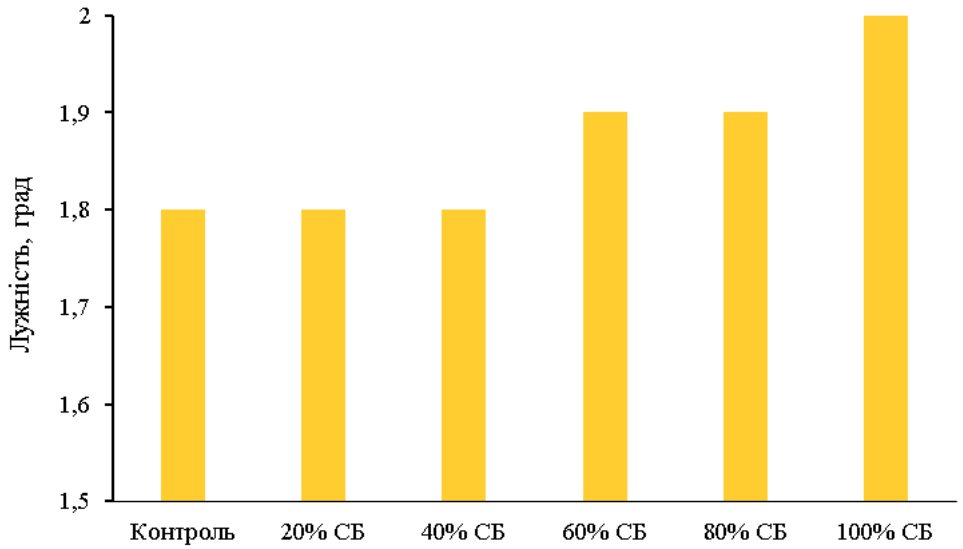


Рисунок 3.35 – Показники лужності кексів з додаванням борошна сочевиці

За результатами проведених досліджень встановлено, що внесення сочевичного борошна суттєво впливає на втрати маси виробів під час випікання та подальшого охолодження. Найменші показники упікання спостерігалися у зразках із вмістом 40 % та 60 % сочевичного борошна, що свідчить про їхню кращу здатність утримувати вологу в процесі термічної обробки. Крім того, зразок із 60 % сочевичного борошна характеризувався найнижчим показником усихання, що вказує на високу вологоутримувальну здатність виробу та сприяє збереженню його свіжості після випікання. Найбільш інтенсивне усихання було зафіксовано у зразка зі 100 % заміною пшеничного борошна на сочевичне. Це може бути пов’язано зі зміною структури м’якуша та зниженням здатності виробу утримувати вологу під час зберігання. Такі зміни потенційно можуть призвести до швидшого черствіння продукції та скорочення терміну її зберігання. Отримані результати підтверджують доцільність використання сочевичного борошна в кількості до 60 %, оскільки саме за такого дозування забезпечуються оптимальні показники упікання та усихання.

Далі визначали такі ж фізико-хімічні показники для кексів з додаванням моркви, результати представлені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Фізико-хімічні показники якості кексів з додаванням борошна сочевиці та моркви

Зразок	Масова частка вологи, %	Лужність, град.	Упікання, %	Усихання, %
Контроль	9,9	1,9	10,81±0,73	0,84
М 10%	12,2	1,9	6,54±1,30	0,47
М 15%	12,4	1,8	6,17±0,71	0,68
М 20%	16,1	1,7	15,92±1,24	5,49
М 25%	16	1,7	13,14±1,17	3,94

Аналіз масової частки вологи у кексах із додаванням моркви свідчить про позитивний вплив даної добавки на цей показник. Порівняно з контрольним зразком у всіх дослідних варіантах спостерігалося підвищення вологості, при цьому отримані значення не перевищували стандарт. Також бачимо на діаграмі (рис. 3.36), що зі збільшенням концентрації моркви відбувається поступове зростання масової частки вологи у готових виробах. Це зумовлено високим вмістом вологоутримувальних компонентів у моркві – пектину та клітковини, які звязують воду і перешкоджають її випаровуванню під час випікання.

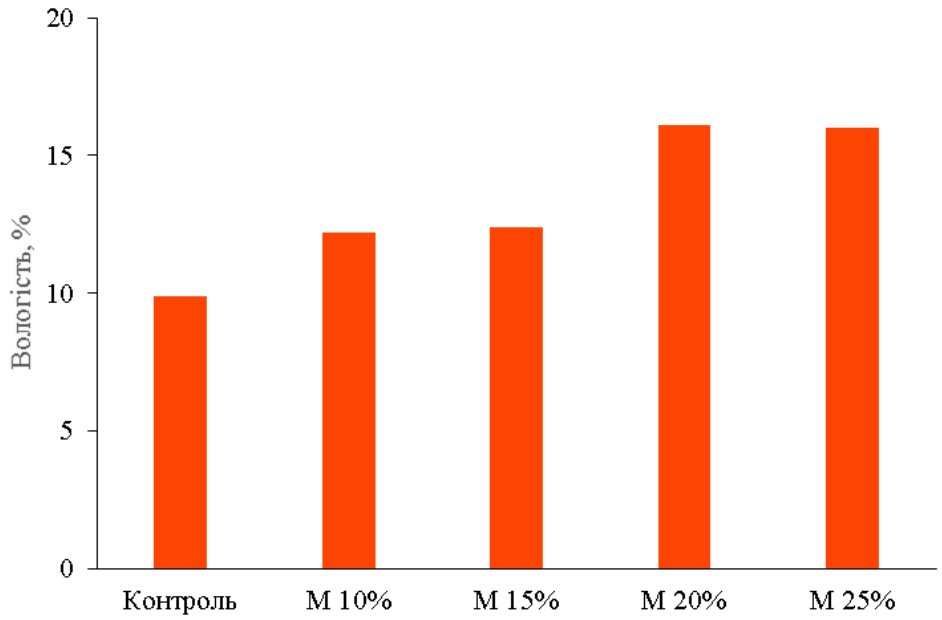


Рисунок 3.36 – Показники вологості кексів з додаванням борошна сочевиці та моркви

За результатами проведених досліджень лужності (рис. 3.37), усі зразки відповідають стандарту. Також бачимо, що збільшення моркви в рецептурі дає зниження лужності готових кексів, оскільки морква в своєму складі містить природні органічні кислоти, які вступають в реакцію нейтралізації з содою, завдяки чому загальна лужність готових виробів знижується.

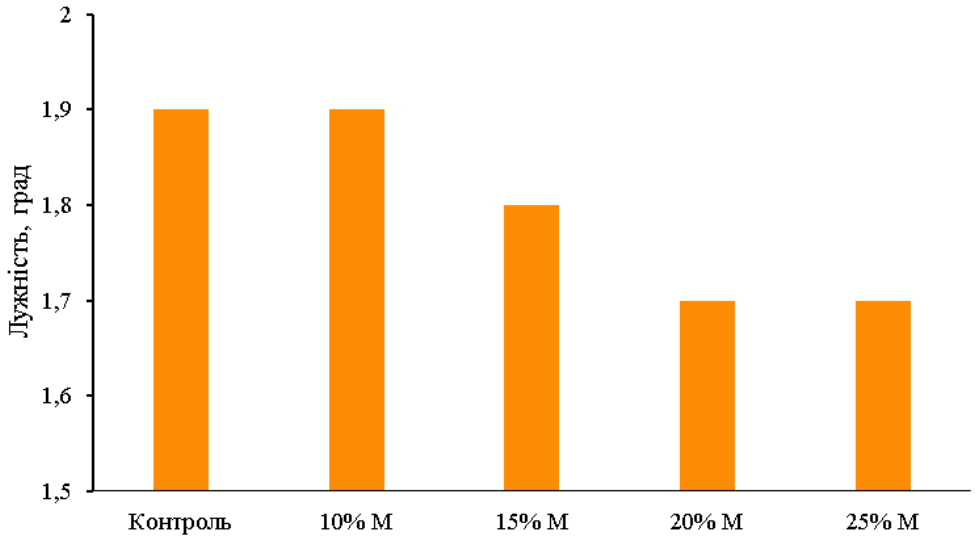


Рисунок 3.37 – Показники лужності кексів з додаванням борошна сочевиці та моркви

Аналіз показників упікання та усихання показав, що найнижче значення упікання було у зразка з додаванням 15 % моркви, що свідчить про кращу здатність тіста утримувати вологу під час термічної обробки. Зразок із 10 % моркви характеризувався найменшим показником усихання, який був суттєво нижчим порівняно з контрольним зразком. Це вказує на ефективне утримання вологи у виробі після випікання. Проте подальше збільшення частки моркви в рецептурі призводило до зростання показників упікання та усихання. Ймовірно, це пов’язано зі зміною структури тіста та підвищенням вмісту вільної вологи, яка інтенсивніше випаровується під час випікання та охолодження. Таким чином, надмірне внесення моркви може негативно впливати на здатність виробів зберігати вологу та підтримувати оптимальну структуру м’якуша.

Далі було проведено визначення фізико-хімічних показників кексів, виготовлених із використанням цукрозамінників. Дослідження виконували за аналогічними методиками з визначенням масової частки вологи, лужності, упікання та усихання. Отримані результати наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники якості кексів з додаванням борошна сочевиці, моркви та цукрозамінників

Зразок	Масова частка вологи, %	Лужність, град.	Упікання, %	Усихання, %
Контроль	16,1	1,7	15,92±1,24	5,49
Стевія	20,9	1,7	17,54±1,78	8,35
Еритритол	15,6	1,7	10,78±0,63	3,79

Як видно з рис. 3.38, найвище значення вологи має зразок, виготовлений із використанням стевії. Зразок на еритритолі мав показник вологості, близький до контрольного зразка. Такий результат пояснюється тим, що еритритол за своїми технологічними властивостями та вологоутримувальною здатністю є більш наближеним до цукру, ніж стевія. Усі дослідні зразки відповідали вимогам нормативної документації за показником вологості, що свідчить про можливість використання досліджуваних цукрозамінників у технології кексів.

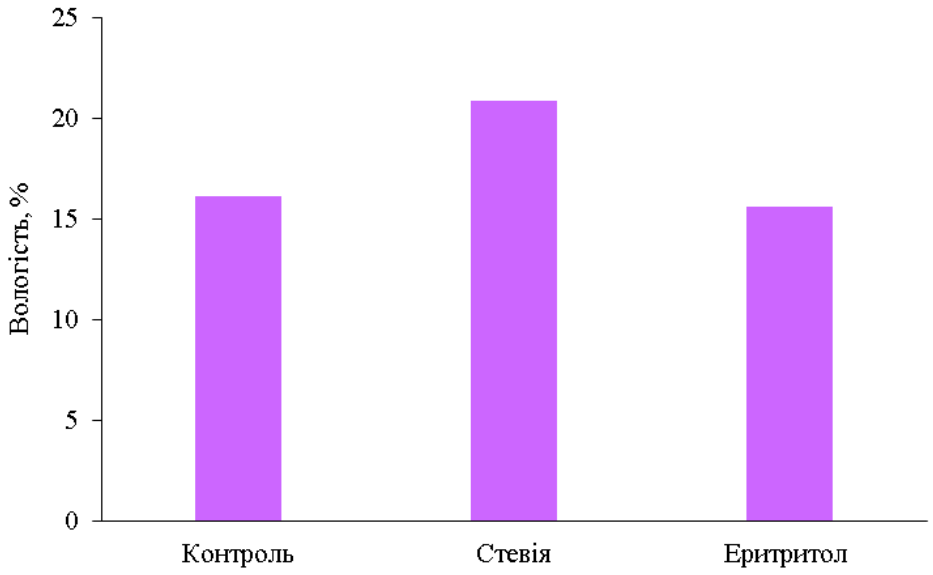


Рисунок 3.38 – Показники вологості кексів, виготовлених на цукрозамінниках

З аналізу даних, наведених на рис. 3.39, можна зробити висновок, що використання стевії та еритритолу не впливає на показник лужності готових виробів. Значення лужності для всіх дослідних зразків залишаються на рівні контрольного зразка. Це свідчить про те, що досліджувані цукрозамінники не змінюють кислотно-лужний баланс тіста та не впливають на перебіг процесів, пов'язаних із дією хімічних розпушувачів. Усі отримані значення відповідають вимогам нормативної документації.

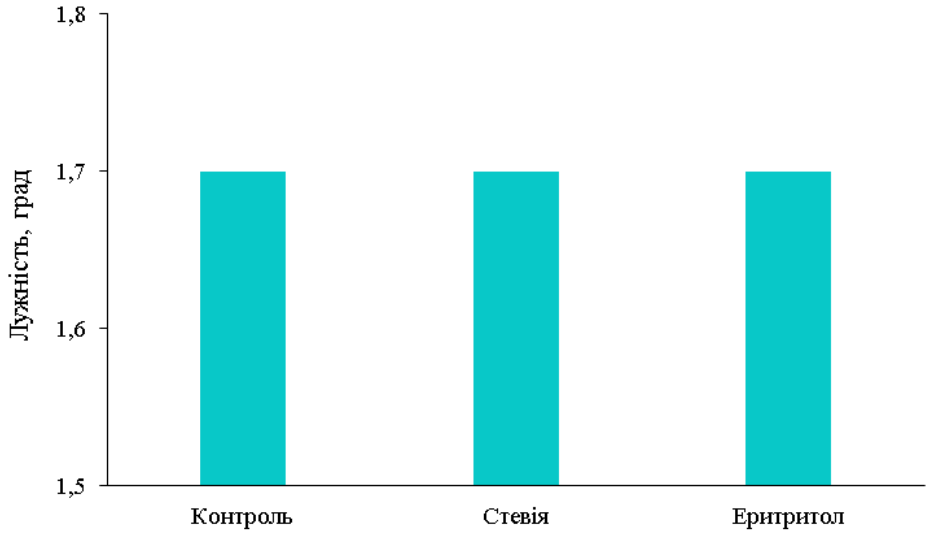


Рисунок 3.39 – Показники лужності кексів, виготовлених на цукрозамінниках

Аналіз показників упікання та усихання показує, що найменше значення упікання було зафіксовано у зразка, виготовленого з використанням еритритолу. Це можна пояснити тим, що під час випікання еритритол частково кристалізується та сприяє стабілізації структури виробу, завдяки чому зменшуються втрати вологи та маси. Найбільші втрати під час випікання спостерігалися у зразка зі стевією. Ймовірно, це пов'язано з тим, що стевія використовується у дуже малих кількостях і не виконує структуроутворювальної функції цукру. У результаті в тісті залишається більша кількість вільної вологи, яка інтенсивно випаровується під час термічної обробки.

Аналогічна ситуація спостерігалася і за показником усихання. Найменших втрат маси під час охолодження зазнав зразок з еритритолом, тоді як найбільші

значення усихання були у виробі зі стевією. Отримані результати свідчать, що еритритол краще сприяє утриманню вологи в структурі кексів як під час випікання, так і після нього, забезпечуючи більш стабільні фізико-хімічні показники готової продукції.

3.4 Розрахунок поживної та енергетичної цінності

Поживна та енергетична цінність є одними з найважливіших показників якості харчових продуктів, оскільки вони характеризують їхню здатність забезпечувати організм необхідними поживними речовинами та енергією. Енергетична цінність визначає кількість енергії, яку отримує організм при споживанні продукту, а вміст основних нутрієнтів дозволяє оцінити його біологічну та харчову повноцінність.

Білки є основним пластичним матеріалом для побудови та відновлення тканин організму, беруть участь у синтезі ферментів, гормонів та інших біологічно активних речовин. Жири виконують енергетичну функцію, входять до складу клітинних мембран і забезпечують засвоєння жиророзчинних вітамінів. Вуглеводи є основним джерелом енергії для організму та відіграють важливу роль у забезпеченні нормального перебігу обмінних процесів. Харчові волокна сприяють покращенню роботи травної системи та підтриманню нормальної мікрофлори кишечника [38].

Для оцінки ефективності розробленої рецептури було проведено розрахунок поживної та енергетичної цінності контрольного зразка кексу (табл. 3.10), а також дослідних зразків з оптимальним вмістом сочевичного борошна (табл.3.11), моркви (табл.3.12) та еритритолом (табл. 3.13). Як сказано в пункті 2.3, розрахунки проводили відповідно до стандартних методик. Аналіз одержаних даних дозволив визначити зміни харчової цінності кексів унаслідок заміни традиційних інгредієнтів на функціональну сировину та обґрунтувати доцільність використання розроблених рецептур.

Таблиця 3.10 – Розрахунок поживної та енергетичної цінності контрольного зразка

Найменування	Маса в рецептурі , г	Коефіцієнт, К	Поживна цінність, г/100 г		
			білки	жири	вуглеводи
Борошно пшеничне вищого ґатунку	80	0,23	10,3	1,1	70
Масло вершкове	75	0,21	0,5	82,5	0,8
Цукор	100	0,28	–	–	99,8
Яйця	75	0,21	12,5	10	0,7
Сода	2,5	0,01	–	–	–
Сіль	1	0,003	–	–	–
Ванілін	0,1	0,0003	0,1	40	0,1
Оцет яблучний	20	0,06	–	–	0,7
Всього	353,6				

Розрахунок коефіцієнта для пшеничного борошна:

$$К1 = \frac{80}{353,6} = 0,23$$

Подібним чином розраховуються й інші коефіцієнти, підсумкові дані можна побачити в табл. 3.10.

Розрахунок вмісту білка:

$$Б = (10,3 \times 0,23) + (0,5 \times 0,21) + (12,5 \times 0,21) + (0,1 \times 0,0003) = 5,1 \times 4 = 20,4 \text{ ккал}$$

Розрахунок вмісту жиру:

$$Ж = (1,1 \times 0,23) + (82,5 \times 0,21) + (10 \times 0,21) + (40 \times 0,0003) = 19,69 \times 9 = 177,21 \text{ ккал}$$

Розрахунок вмісту вуглеводів:

$$В = (70 \times 0,23) + (0,8 \times 0,21) + (99,8 \times 0,28) + (0,7 \times 0,21) + (0,1 \times 0,0003) + (0,7 \times 0,06) = 44,4 \times 4 = 177,6 \text{ ккал}$$

Розрахунок загальної калорійності кексів:

$$Кз = 20,4 + 177,21 + 177,6 = 375,21 \text{ ккал}$$

Розрахунок поживної та енергетичної цінності кексів із вмістом 60 % сочевичного борошна проводили аналогічно до контрольного зразка. Результати наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Розрахунок поживної та енергетичної цінності зразка кексу з вмістом 60 % сочевичного борошна

Найменування	Маса в рецептурі , г	Коефіцієнт, К	Поживна цінність, г/100 г		
			білки	жири	вуглеводи
Борошно пшеничне вищого ґатунку	32	0,09	10,3	1,1	70
Борошно сочевичне	48	0,14	21,6	10	48
Масло вершкове	75	0,21	0,5	82,5	0,8
Цукор	100	0,28	–	–	99,8
Яйця	75	0,21	12,5	10	0,7
Сода	2,5	0,01	–	–	–
Сіль	1	0,003	–	–	–
Ванілін	0,1	0,0003	0,1	40	0,1
Оцет яблучний	20	0,06	–	–	0,7
Всього	353,6				

За таким самим принципом розраховували і для кексів з вмістом 60 % сочевичного борошна та 20 % моркви. Отримані результати в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Розрахунок поживної та енергетичної цінності зразка кексу з вмістом 60 % сочевичного борошна та 20 % моркви

Найменування	Маса в рецептурі , г	Коефіцієнт, К	Поживна цінність, г/100 г		
			білки	жири	вуглеводи
1	2	3	4	5	6
Борошно пшеничне вищого ґатунку	32	0,09	10,3	1,1	70

Продовження табл. 3.12

1	2	3	4	5	6
Борошно сочевичне	48	0,13	21,6	10	48
Морква	16	0,04	0,93	0,24	9,58
Масло вершкове	75	0,2	0,5	82,5	0,8
Цукор	100	0,27	–	–	99,8
Яйця	75	0,2	12,5	10	0,7
Сода	2,5	0,007	–	–	–
Сіль	1	0,003	–	–	–
Ванілін	0,1	0,0003	0,1	40	0,1
Оцет яблучний	20	0,05	–	–	0,7
Всього	369,6				

Також аналогічним способом було проведено розрахунок поживної та енергетичної цінності кексів, виготовлених із використанням 60 % сочевичного борошна, 20 % моркви та еритритолом. Отримані результати наведено в табл. 3.13.

Таблиця 3.13 – Розрахунок поживної та енергетичної цінності зразка кексу з вмістом 60 % сочевичного борошна, 20 % моркви та еритритолом

Найменування	Маса в рецептурі , г	Коефіцієнт, К	Поживна цінність, г/100 г		
			білки	жири	вуглеводи
Борошно пшеничне вищого ґатунку	32	0,08	10,3	1,1	70
Борошно сочевичне	48	0,11	21,6	10	48
Морква	16	0,04	0,93	0,24	9,58
Масло вершкове	75	0,18	0,5	82,5	0,8
Еритритол	150	0,36	–	–	–
Яйця	75	0,18	12,5	10	0,7
Сода	2,5	0,01	–	–	–
Сіль	1	0,002	–	–	–
Ванілін	0,1	0,0002	0,1	40	0,1
Оцет яблучний	20	0,05	–	–	0,7
Всього	419,6				

Загальні результати розрахунку поживної та енергетичної цінності контрольного та дослідних зразків кексів наведено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Поживна та енергетична цінність кексів

Зразок	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
Контроль	5,1	19,69	44,4	375,21
БС 60 %	6,68	20,94	41,3	380,38
БС 60 % + М 20 %	6,37	19,92	40,2	365,59
БС 60 % + М 20 % + еритритол	5,58	17,86	11,57	229,3

За результатами розрахунку поживної та енергетичної цінності кексів досліджено, що заміна 60 % пшеничного борошна на сочевичне сприяла підвищенню вмісту білків та незначному зростанню енергетичної цінності. Одночасно спостерігалося зменшення вмісту вуглеводів, що свідчить про покращення поживного складу виробу. Додавання 20 % моркви до рецептури дозволило додатково знизити вміст вуглеводів. Найбільш зміни відбулися при використанні цукрозамінників. Найкращі результати щодо зниження калорійності виявлено для зразка з еритритолом. Його енергетична цінність становила 229,3 ккал, вміст вуглеводів знизився до 11,57 г, що майже у 4 рази менше за контрольний зразок.

Отже, використання 60 % сочевичного борошна, 20 % моркви та еритритолу є доцільним, оскільки дозволяє підвищити харчову цінність кексів, збільшити вміст білка та суттєво знизити кількість вуглеводів і калорійність готових виробів. Найбільш ефективним з точки зору зменшення енергетичної цінності та вуглеводного навантаження виявився зразок із використанням еритритолу.

Висновки до розділу

За результатами проведених досліджень було розроблено блок-схему виробництва кексів з використанням сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників, а також визначено їх оптимальні дозування у рецептурі.

За результатами органолептичної оцінки встановлено, що найбільш доцільною є заміна 60 % пшеничного борошна на сочевичне. Таке дозування забезпечувало формування виробів із приємним смаком, насиченим кольором,

добре розвиненою структурою м’якуша та високими загальними органолептичними показниками. Подальше збільшення кількості сочевичного борошна призводило до ущільнення структури, погіршення пористості та появи вираженого бобового присмаку.

Дослідження впливу моркви показало, що оптимальним є її внесення у кількості 20 %. За такого дозування кекси набували приємного морквяного присмаку та аромату, більш насиченого кольору і привабливого зовнішнього вигляду. Збільшення вмісту моркви до 25 % спричиняло появу активної нерівномірної пористості виробів.

Органолептична оцінка кексів із використанням цукрозамінників підтвердила доцільність застосування як стевії, так і еритритолу. При цьому зразки на еритритолі характеризувалися більш збалансованим смаком і кращими структурними показниками, тоді як для зразків зі стевією доцільним є подальше коригування дозування з метою підвищення рівня солодкості.

Фізико-хімічний аналіз показав, що всі дослідні зразки відповідали вимогам нормативної документації за показниками вологості та лужності. Внесення моркви сприяло підвищенню вологості готових виробів, а використання сочевичного борошна впливало на показники упікання та усихання. Найкращу вологоутримувальну здатність продемонстрували зразки із 60 % сочевичного борошна та кекси, виготовлені з використанням еритритолу.

Розрахунок поживної та енергетичної цінності показав, що розроблені кекси характеризуються підвищеним вмістом білка та зниженим вмістом вуглеводів порівняно з контрольним зразком. Найнижчу енергетичну цінність мав зразок із використанням еритритолу, що свідчить про перспективність його застосування у виробництві кексів зі зниженою глікемічністю.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КЕКСІВ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці для оператору цеху при виробництві кексів

Процес виготовлення дослідних зразків кексів, а також проведення органолептичних і фізико-хімічних досліджень, передбачених завданням кваліфікаційної роботи, здійснювали в навчальній лабораторії харчових технологій кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Лабораторія оснащена необхідним технологічним обладнанням та вимірювальними приладами для приготування борошняних кондитерських виробів, зокрема посудом, вагами, планетарним міксером, духовою шафою та іншим допоміжним інвентарем.

Матеріально-технічне забезпечення лабораторії відповідає сучасним вимогам до підготовки фахівців за спеціальністю «Харчові технології» та дозволяє проводити науково-дослідну роботу з дотриманням необхідних умов технологічного процесу. У лабораторії створено безпечні умови праці відповідно до вимог охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Оскільки об’єктом дослідження є технологія виробництва кексів з високою нутрицевтичною цінністю, було розроблено карту безпеки праці (рис. 4.1), призначену для працівника, який здійснює приготування та випікання кексових виробів.

4.2 Утилізація відходів від виробництва кексів

Раціональне поводження з відходами харчових виробництв є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку підприємств. Сучасні підходи передбачають не лише видалення відходів, а й максимальне повернення їх у господарський обіг як вторинної сировини або джерела енергії. Відповідно до Закону України «Про управління відходами» [39], пріоритетними

напрямами є запобігання утворенню відходів, їх повторне використання, рециклінг та інші способи відновлення ресурсів [40].

1. Загальна інформація

1. Місце роботи – лінія з виробництва кексів.
2. Вид робіт – виробництво борошняних кондитерських виробів.
3. Посада – оператор лінії.
4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00 – 18:30; 19:00 – 06:30).
5. Проходження медогляду – 1 раз на рік.
6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців.
7. Термін дії картки: до 01.12.2029 р.

2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту

1. Головний убір – 1 раз на рік.
2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців.
3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці.
4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.

3. Вимоги перед початком роботи

1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання.
2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону.
3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огороджень приводів робочих органів.
4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.
5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу.
6. Про виявлені порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.

4. Вимоги під час роботи

1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення робіт.
2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипані сипкі продукти, розлиті рідкі тісто.
3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями.
4. Можна використовувати тільки справне устаткування, пристосування, інструмент.
5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідальний інструктаж та навчання.

5. Вимоги після закінчення роботи

1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце.
2. Зняти і здати на зберігання спецодяг і засоби індивідуального захисту.
3. Виконати правила особистої гігієни.
4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.

6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях

1. Негайно припинити всі роботи.
2. Вимкнути все обладнання.
3. Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.

Контакти служб екстреної допомоги

Внутрішні службові номери:
Майстер відділення: 000-00-00
Служба охорони праці:
000-00-00 – головний інженер.
000-00-00 – медичний кабінет.

НОМЕР ТЕЛЕФОНУ ДЛЯ ВСІХ ВИДІВ ЕКСТРЕНОЇ ДОПОМОГИ 112



Рисунок 4.1 – Картка безпека праці при виробництві кексів

Під час виробництва кексів утворюються органічні відходи у вигляді залишків тіста, бракованої продукції, рослинної сировини та відходів від підготовки інгредієнтів. Згідно із сучасними тенденціями управління відходами, такі матеріали розглядаються не як сміття, а як потенційний ресурс для подальшої переробки. Одним із найбільш перспективних напрямів є виробництво органічних добрив шляхом компостування, що дозволяє повернути

поживні речовини до природного кругообігу та зменшити навантаження на полігони відходів [41].

Серед інноваційних технологій особливу увагу приділяють біоконверсії органічних відходів та анаеробному зброджуванню з отриманням біогазу. Такі методи дають змогу одночасно вирішувати екологічні та енергетичні завдання, знижуючи обсяги відходів і забезпечуючи виробництво відновлюваних джерел енергії. Використання подібних технологій відповідає принципам циркулярної економіки та ресурсозбереження, які сьогодні активно впроваджуються в країнах Європейського Союзу та поступово інтегруються в українську практику [42].

Окремим напрямом екологічної діяльності підприємств є очищення стічних вод, що утворюються в процесі миття обладнання, інвентарю та виробничих приміщень. Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище стічні води проходять механічне очищення від твердих домішок, а за потреби – біологічне та фізико-хімічне очищення. Комплексне використання сучасних технологій поводження з відходами дозволяє знизити екологічні ризики виробництва, підвищити ефективність використання ресурсів та забезпечити відповідність діяльності підприємства вимогам чинного природоохоронного законодавства України.

Висновки до розділу

У розділі розглянуто основні питання охорони праці та екологічної безпеки під час виробництва кексів. Розроблено карту безпеки праці для працівника лінії з виробництва борошняних кондитерських виробів, що містить основні вимоги безпечного виконання робіт. Також проаналізовано способи утилізації відходів харчових виробництв та заходи щодо очищення стічних вод. Встановлено, що дотримання вимог охорони праці та екологічного законодавства забезпечує безпечні умови праці та мінімізує негативний вплив виробництва на навколишнє середовище.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Основною метою діяльності будь-якого підприємства є досягнення максимального прибутку. Важливим чинником ринкового успіху є рівень виробничих витрат, оскільки їх зниження за незмінного рівня ринкових цін дозволяє підприємству отримувати більший прибуток [43].

Витрати – це виражений у грошовій формі обсяг ресурсів, що фактично використовується підприємством для досягнення певної мети незалежно від джерел фінансування і спрямований на отримання економічних вигод у процесі господарської діяльності. Витрати діяльності підприємства класифікують за такими економічними елементами: матеріальні витрати, амортизаційні відрахування, відрахування на соціальні заходи, витрати на оплату праці та інші операційні витрати [44].

Витрати на матеріали для проведення досліджень охоплюють сукупність грошових затрат, пов’язаних із придбанням усіх необхідних компонентів і допоміжних засобів, що використовуються у процесі виконання експериментальних робіт. До них належать основна сировина для виготовлення продукції, а також допоміжні інгредієнти, витратні матеріали, необхідні для проведення лабораторного контролю якості. Крім того, до цієї категорії включають витрати на тару, пакувальні матеріали, засоби для підготовки та обробки сировини, а також матеріали, що використовуються для забезпечення технологічного процесу дослідження.

Витрати на оплату праці є важливою складовою собівартості продукції та включають грошові виплати працівникам, які беруть участь у виконанні виробничих і дослідницьких робіт [45]. До цієї категорії належить заробітна плата технологів, лаборантів, операторів обладнання та інших працівників, задіяних у процесі виготовлення та дослідження продукції.

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування є складовою загальних витрат підприємства. До них належать витрати на електроенергію, технічне обслуговування, поточний ремонт обладнання, а також амортизаційні відрахування. Амортизація являє собою поступове перенесення вартості основних засобів на собівартість продукції впродовж строку їх експлуатації. Згідно з сучасними підходами до управління витратами, впровадження більш ефективного обладнання та працезберігаючих технологій сприяє зменшенню експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності праці та оптимізації структури собівартості продукції [46].

5.2 Витрати на матеріали для проведення дослідження

Розрахунок матеріальних витрат, пов'язаних із виготовленням дослідних зразків кексів з використанням сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників, здійснювали за такою формулою:

$$M = \sum m_i \, Ц_i \qquad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого матеріалу;

$Ц_i$ – ціна одиниці матеріалу, грн.

На основі рецептурного складу дослідних зразків було визначено потребу в основній та допоміжній сировині, а також розраховано витрати на її придбання. Результати проведених розрахунків наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них

Найм-ня матеріалу	Од. Виміру	К-ть дослідів	Кількість повторно-стей	Витрати матеріалу, кг (л)	Ціна за одиницю, грн./кг (л)	Витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7
Борошно пшеничне вищого ґатунку	кг	11	1	0,432	28,83	12,45

Продовження табл. 5.1

Борошно сочевичне	Кг	11	1	0,528	234	123,55
Морква	кг	6	1	0,088	34,89	3,07
Масло вершкове	кг	12	1	0,9	166,67	150
Цукор	кг	10	1	1	27,90	27,90
Стевія	кг	1	1	0,001	12714,29	12,71
Еритритол	кг	1	1	0,15	985,71	147,86
Яйця	кг	12	1	0,9	84,60	76,14
Сода	кг	12	1	0,03	52,6	1,58
Сіль	кг	12	1	0,012	14,90	0,18
Ванілін, г	кг	12	1	0,0012	1530	1,84
Оцет яблучний, г	кг	12	1	0,24	52,6	12,62
Всього						569,90

5.3 Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці є обов'язковою складовою діяльності підприємства та здійснюються незалежно від обсягів виробництва продукції чи отриманого прибутку. Розмір заробітної плати визначається відповідно до встановлених посадових окладів або тарифних ставок, кількості фактично відпрацьованого часу, чисельності працівників та рівня їх кваліфікації. До складу цих витрат входить оплата праці працівників, які безпосередньо беруть участь у виробничому процесі та забезпечують його організацію і контроль. Результати розрахунку витрат на оплату праці наведено в табл. 5.2.

Розрахунок заробітної плати керівника здійснювали за такою формулою:

$$ВЗП = Сз \cdot К, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де *Сз* – середньочасовий заробіток,

К – кількість людино-годин, год;

$$ВЗП = 95{,}29 \cdot 10 = 952{,}9$$

Таблиця 5.2 – Витрати на оплату праці робітників

Посада	Місячний оклад, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник	13553,69	95,29	10	952,9

Нарахування на соціальне страхування (22%) розраховують за формулою:

$$\text{СЦ} = \frac{\text{ВЗП} \cdot 22}{100}, \text{грн.} \quad (5.3)$$

де *ФЗП* – фонд заробітної плати, грн.

$$\text{СЦ} = \frac{952{,}9 \cdot 22}{100} = 209{,}64 \text{ грн.}$$

У харчовій промисловості соціальне страхування відіграє важливу роль у системі захисту працівників. Це зумовлено тим, що значна частина технологічних процесів супроводжується фізичними навантаженнями, роботою за підвищених температур та використанням автоматизованого обладнання й механізмів. У зв’язку з цим роботодавець зобов’язаний забезпечувати належні та безпечні умови праці, а також гарантувати працівникам соціальний захист у випадку нещасних випадків на виробництві або виникнення професійних захворювань.

5.4 Витрати на електроенергію

Розрахунок витрат на електроенергію здійснюють за такою формулою:

$$E = M \cdot T \cdot a \quad (5.4)$$

де *M* – потужність устаткування, кВт;

T – роботи на даній установці в процесі дослідження, год.;

а – чинний тариф за 1 кВт (а = 10,80 грн.).

Загальну потужність використовуваного обладнання визначають на основі кількості задіяних приладів та їхньої споживаної потужності. Сумарні витрати на електроенергію наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Загальна вартість споживаної електроенергії

Найменування устаткування	Тривалість роботи, год	Споживана потужність, кВт	Витрати ел. енергії, кВт	Загальна вартість ел. енергії, грн..
Шафа сушильна СЕШ-3М	3	0,2	0,6	6,48
Планетарний міксер	1	1,5	1,5	16,2
Духова шафа	2,8	2,5	7	75,6
Ваги лабораторні	5	0,012	0,06	0,65
Світло у лабораторії	20	0,1	2	21,6
Холодильник	72	0,12	7,2	77,76
Ноутбук	60	0,06	3,6	38,88
Разом	163,8	4,5	22	237,17

5.5 Витрати на амортизацію устаткування

Витрати на амортизацію обладнання, що використовувалося під час проведення досліджень, подано в табл. 5.4.

Розрахунок амортизаційних витрат здійснюють за відповідною формулою:

$$\text{А} = \frac{\Ф \cdot \text{Н} \cdot t}{100 \cdot 365} \qquad (5.5)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

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

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

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

365 – кількість днів у році.

Таблиця 5.4 – Витрати на амортизацію устаткування

Найменування	Кількість	Тривалість роботи, днів	Первинна вартість, грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, грн.
Шафа сушильна СЕШ-3М	1	0,125	3000	6,3	0,06
Планетарний міксер	1	0,042	4000	15	0,07
Духова шафа	1	0,117	2000	6,3	0,04
Ваги лабораторні	1	0,208	4300	8,8	0,22
Холодильник	1	3	7000	15	8,7
Ноутбук	1	2,5	25000	20	34,25
Разом					43,34

Накладні витрати приймаються у розмірі 80 % від заробітної плати, розрахунок здійснювали за такою формулою:

$$НВ = \frac{ВЗП \cdot 80}{100}, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

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

$$НВ = \frac{952{,}9 \cdot 80}{100} = 762{,}32 \text{ грн}$$

Підсумкові результати розрахунків усіх витрат, пов’язаних із проведенням досліджень, наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Кошторис витрат	Сума, грн.
Витрати на сировину	569,90
Витрати на оплату праці	952,9
Нарахування	209,64
Електроенергія	237,17
Амортизація	43,34
Накладні витрати	762,32
Усього витрат	2775,27

5.6 Розрахунок ціни дослідження

Вартість проведення науково-дослідної роботи визначається на основі сукупності витрат, пов'язаних із виконанням дослідження. До її складу входять витрати на сировину та матеріали, оплату праці виконавців, відрахування на соціальні заходи, амортизацію обладнання, витрати на електроенергію та інші накладні витрати. Комплексна оцінка зазначених витрат дозволяє визначити фактичну собівартість проведення дослідження та оцінити економічну ефективність виконаної роботи. Ціну науково-дослідної роботи розраховують з урахуванням загальної суми витрат та нормативного рівня рентабельності. Розрахунок здійснювали за такою формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot С}{100}, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність (30%).

$$Ц = 2775{,}27 + \frac{30 \cdot 2775{,}27}{100} = 3607{,}85 \text{ грн}$$

У межах дослідження було проведено порівняльний розрахунок ціни розроблених кексів з сочевичним борошном, морквою та з використанням різних видів замінників цукру – стевії та еритритолу. Розрахунок здійснювався з урахуванням прямих матеріальних витрат на сировину, а також накладних витрат на електроенергію, амортизацію технологічного устаткування та націнки на прибуток, передбаченої нормативним рівнем рентабельності. За результатами обчислень, ціна 100 г готових кексів із використанням стевії становила 315 грн. Ціна за один кекс – 95 грн. Для зразка з еритритолом ціна 100 г продукту становила 310 грн.

Висновки до розділу

У даному розділі було проведено економічні розрахунки, пов’язані з розробленням кексів із високою нутрицевтичною цінністю. Здійснено розрахунок основних витрат, зокрема витрат на сировину та матеріали, оплату праці, соціальне страхування, електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати. На основі проведених розрахунків встановлено, що загальна сума витрат на виконання досліджень становить 3607,85 грн. Також було проведено порівняльну оцінку вартості розроблених кексів із використанням різних цукрозамінників.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було досліджено можливість розроблення кексів з підвищеною нутрицевтичною цінністю шляхом заміни пшеничного борошна на сочевичне, збагачення рецептури морквою та виключення цукру із застосуванням цукрозамінників.

Проведено аналіз наукової літератури та сучасних тенденцій у виробництві функціональних борошняних кондитерських виробів. Надано характеристику сировини, що використовувалася під час досліджень, розглянуто її хімічний склад, поживну та біологічну цінність. Розроблено блок-схему технологічного процесу виробництва кексів.

У результаті органолептичних досліджень встановлено, що оптимальним є використання 20 – 60 % сочевичного борошна від загальної кількості борошняної сировини. Внесення такої кількості позитивно впливає на смак, аромат і структуру виробів, тоді як подальше збільшення дозування призводить до погіршення пористості, ущільнення м’якуша та появи вираженого бобового присмаку. Дослідження впливу моркви показало, що найбільш доцільним є її внесення у кількості 20 %, що забезпечує приємний смак, привабливий зовнішній вигляд та високі органолептичні показники готових виробів.

Встановлено можливість заміни цукру еритритолом та стевією. Обидва цукрозамінники дозволяють отримати вироби зі зниженою глікемічністю. При цьому використання стевії потребує подальшого коригування дозування для досягнення більш вираженої солодкості готових виробів.

За результатами фізико-хімічних досліджень встановлено, що всі розроблені зразки відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 за показниками вологості та лужності. Внесення сочевичного борошна, моркви та цукрозамінників впливало на показники вологоутримувальної здатності, упікання та усихання виробів.

Результати розрахунку поживної та енергетичної цінності засвідчили, що розроблені кекси відзначаються підвищеним вмістом білка та зниженим вмістом

вуглеводів порівняно з контрольним зразком. Найменшу енергетичну цінність мав зразок із використанням еритритолу, що підтверджує доцільність його застосування у технології кексів зі зниженою глікемічністю.

Проведено економічні розрахунки розробленої технології та визначено основні витрати на проведення досліджень. На основі цього встановлено, що загальна сума витрат на виконання досліджень становить 3607,85 грн., а ціна одного кексу виходить 95 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., Михненко І. Використання борошна із насіння нішевих культур у технології виробництва кексів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*. 2021. № 4(10). С. 94–100.

2. Резвих Н. І., Федоренко Л. Є. Аналіз споживання борошняних кондитерських виробів у харчуванні людини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 5. С. 77–82.

3. Ковальчук Х. І. Аналіз безпечності кексів з нетрадиційною сировиною / Х. І. Ковальчук // Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта : матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 22–23 березня 2016 р.). Полтава : ПУЕТ, 2016. С. 126–129.

4. Богомолов О. В., Шерстюк В. С., Гарник Л. П., Гурський П. В. Переробні і харчові виробництва : навч. посіб. Харків : ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2021. 138 с.

5. Покотилюк Ю. О., Корецька І. Л. Використання еритритолу у технології білкового напівфабрикату // Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії : матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції, 16–17 грудня 2024 р., м. Черкаси. Черкаси : ЧДТУ, 2025. С. 51–53.

6. Liu W. H., Inbaraj B. S., Chen B. H. Analysis and formation of trans fatty acids in hydrogenated soyabean oil during heating. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 104, No. 4. P. 1740–1749.

7. Котелевич В. А., Гуральська С. В., Гончаренко В. В. Актуальні проблеми небезпечності транс-жирів в харчових продуктах // Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства : збірник праць за підсумками XII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 18–19 квітня 2024 р.). Київ : РВВ НУБіП України, 2024. С. 300–301.

8. Арсеньєва Л. Ю., Доценко В. Ф., Головченко О. В., Бондар Н. П. Оцінка харчової цінності та безпечності використання борошна з насіння бобових. *Харчова промисловість*. 2004. № 4. С. 48–50.

9. Сімахіна Г. О. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування. Київ : НУХТ, 2011. 295 с.

10. Корецька І. Л., Рибаченко М. С., Кравчук Н. М. Забезпечення продуктів харчування білковими інгредієнтами // Scientific monograph «Economics, management and technologies: modern trends in changing world». Riga, Latvia : Baltic Research Institute of Transformation Economic Area Problems, 2023. С. 551–567. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-25.

11. Майкова С. В., Маслійчук О. Б., Федина Л. О., Бомба М. Я., Максимець О. Б. Інноваційні технології приготування м'ясних січених страв з використанням нетрадиційної сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 5. С. 56–64.

12. Yusuf E., Tkach K., Turkevych I. P., Voydylo A., Nowicka P. Analysis of chemical compounds in different carrot cultivars including qualification and quantification of sugars, organic acids, minerals and bioactive compounds using UPLC. *European Food Research and Technology*. 2021. Vol. 247, № 12. P. 3055–3069. DOI: 10.1007/s00217-021-03836-1.

13. Sharma K. D., Karki S., Thakur N. S., Attri S. Chemical composition, functional properties and processing of carrot – a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2012. Vol. 49, No. 1. P. 22–32.

14. Mandrich L., Esposito A. V., Costa S., Caputo E. Chemical composition, functional and anticancer properties of carrot. *Molecules*. 2023. Vol. 28, No. 20. Art. 7161.

15. Дорохович В. В. Доцільність застосування продуктів переробки моркви для надання функціональних властивостей діабетичним бісквітам і кексам : дис. ... д-ра філософії : 181 Харчові технології. Київ : Національний університет харчових технологій, 2020. 196 с.

16. Ferretti F., Malorgio G. Food policy: balancing health and market in the era of ultra-processed foods. *Agricultural and Food Economics*. 2024. Vol. 12, No. 1. Art. 20. DOI: 10.1186/s40100-024-00323-8.

17. Rippe J. M., Angelopoulos T. J. Relationship between added sugars consumption and chronic disease risk factors: current understanding. *Nutrients*. 2016. Vol. 8, No. 11. Art. 697. DOI: 10.3390/nu8110697.

18. O'Toole T. P., Blank H. M., Flores-Ayala R. et al. Five priority public health actions to reduce chronic disease through improved nutrition and physical activity. *Health Promotion Practice*. 2022. Vol. 23, No. 5. P. 715–722. DOI: 10.1177/15248399221108942.

19. Mora M. R., Dando R. Sensory properties and metabolic effects of natural and synthetic sweeteners. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021. Vol. 20. P. 1554–1583.

20. Turck D. et al. Tolerable upper intake level for dietary sugars. *EFSA Journal.* 2022. Vol. 20, No. 2. Art. e07074. DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7074.

21. Dragomir N., Grigore D. M., Pogurschi E. N. Beyond sugar: a holistic review of sweeteners and their role in modern nutrition. *Foods*. 2025. Vol. 14, No. 18. Art. 3182. DOI: 10.3390/foods14183182.

22. Grembecka M. Sugar alcohols – their role in the modern world of sweeteners: a review. *European Food Research and Technology*. 2015. Vol. 241. P. 1–14.

23. Дорохович В. В., Абрамова А. Г. Інноваційна технологія бісквітних напівфабрикатів із використанням цукрозамінника нового покоління – еритритолу. *Харчова промисловість*. 2013. № 14. С. 32–36.

24. Дорохович В. В. Цукровий діабет, розроблення та збільшення виробництва кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет – актуальні завдання кондитерської галузі // Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 9 вересня 2015 р.). Київ : НУХТ, 2015. С. 23–27.

25. Зарецька Д. К., Сердюк М. Є. Стевія медова – як натуральний замінник цукру // Актуальні питання виробництва плодоовочевої продукції та винограду :

матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 22 квітня 2021 р. Мелітополь : Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021. С. 146–148.

26. Картиннік Ж.-Л. О. Проєкт виробництва булочних виробів оздоровчого призначення, збагачених екстрактом стевії : кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 181 «Харчові технології». Київ : Національний університет харчових технологій, 2023. 90 с.

27. Башта А. О. Використання нетрадиційної рослинної сировини у технологіях виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення // Виклики сьогодення та новації у харчових технологіях і готельно-ресторанному бізнесі : матеріали науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з міжнародною участю, 27 травня 2021 р. Київ : НУХТ, 2021. С. 1–4.

28. Челябієва В. М., Турінова І. В. Використання борошна сочевиці у рецептурі печива. *Харчова промисловість*. 2019. Т. 30 (69), № 1, ч. 2. С. 91–94.

29. Мудрик М. В. Розроблення технології борошняних кондитерських виробів на основі фітозбагачувачів для моно-кондитерської : кваліфікаційна робота бакалавра спеціальності 181 «Харчові технології». Київ : Національний університет харчових технологій, 2022. 95 с.

30. Дорохович В. В. Борошняні кондитерські вироби для хворих на цукровий діабет із застосуванням продуктів переробки моркви. *Наукові праці НУХТ*. 2020. Т. 26, № 1. С. 238–244. DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-1-28.

31. Козинець І. О. Використання борошна з насіння чіа і порошку стевії при виробництві печива // Інжиніринг технологій і технічних систем агропромислового комплексу : збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (15 листопада 2024 р.). Частина 2. Інноваційні технології харчової промисловості. – Дніпро : ДДАЕУ, 2024. – С. 15–17.

32. Султанов Ю. А., Духу Т. А. Вплив особливостей жирових продуктів на якість і терміни придатності кондитерських і хлібобулочних виробів. *Харчова промисловість*. 2017. № 3. С. 32–33.

33. Erythritol // PubChem. National Center for Biotechnology Information. URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Erythritol (дата звернення: 09.06.2026).

34. ДСТУ 4505:2005. Кекси. Загальні технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.

35. Міщенко Б. І. Розширення асортименту безглютенових кексів зниженої глікемічності для ЗРГ : кваліфікаційна робота магістра спец. 181 «Харчові технології». Київ : НУХТ, 2024. 138 с.

36. Сорокман Т. В., Макарова О. В., Попелюк Н. О., Черней Н. Я. Основи раціонального харчування : навч. посіб. [Електронне видання]. Чернівці : Буковинський державний медичний університет, 2025. 225 с. ISBN 978-617-519-17-5.

37. Гезь Я. В. Методичні рекомендації до практичних занять з навчальної дисципліни «Теоретичні основи харчових технологій» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» ОПП «Харчові технології». Дніпро : ДДАЕУ, 2023. С. 6–9.

38. Кручаниця М. І., Миронюк І. С., Розумикова Н. В., Брич В. В., Кіш В. П., Слабкий Г. О. Основи харчування : підручник. Ужгород : РІК-У, 2019. 252 с.

39. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX // Відомості Верховної Ради України. 2023. № 17. Ст. 75.

40. Книщук Н. І. Перспективні стратегії утилізації харчових відходів : магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю Е2 «Екологія». Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2025. 78 с.

41. Гевлич Т. І., Міхєєнко В. М. Технології переробки харчових відходів: вітчизняний та закордонний досвід. *Збірник наукових праць ДонНАБА*. 2019. № 4(18). С. 94–103.

42. Власенко І. В., Постова В. В. Аналіз сучасних інноваційних методів утилізації відходів. *Економіка і організація управління*. 2020. № 3(39). С. 30–40.

43. Максименко Д. В., Перевузник Т. М. Аналіз витрат підприємства на виробництво продукції. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2017. № 23(18). С. 204–210.

44. Кудлак В. Я., Мессарош А. В. Сутність та структура витрат підприємства // Актуальні задачі сучасних технологій : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. 2017. Т. 3. С. 189–190.

45. Бондаренко Н. М., Бобирь О. І. Методичні підходи до аналізу витрат на оплату праці. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2022. Вип. 43. С. 19–25.

46. Курило О. Б., Петрушка Т. О., Симак А. В. Вплив працезберігаючих технологічних змін на процес структурування витрат підприємства. *Інтернаука. Серія: Економічні науки*. 2018. № 7. С. 43–50.