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, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського

Виконав: здобувач вищої освіти 3ск курсу,
групи ХТС-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Микола ПЕРЕПЕЛИЦЯ

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

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

«___» _____ 2026 р.

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

Перепелиці Миколі Миколайовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського».
Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року №875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 15 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва кексів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Оглядовий розділ. 2. Дослідницько-аналітичний розділ. 3. Експериментальний розділ. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Організаційно-економічний розділ. Загальні висновки і пропозиції. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження. 2) Характеристика ядер волоського горіха та продуктів його переробки. 3) Результати експериментальних досліджень. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища 5) Організаційно-економічний розділ. 6) Загальні висновки і пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	Доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина	01.05.26	15.06.2026

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-03.05.2026	
2	Оглядовий розділ	04.05-17.05.2026	
3	Дослідницько-аналітичний розділ	18.05-20.05.2026	
4	Експериментальний розділ	21.05-31.05.2026	
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	01.06-03.06.2026	
6	Організаційно-економічний розділ	04.06-07.06.2026	
7	Загальні висновки і пропозиції, бібліографія	08.06-10.06.2026	
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.06-14.06.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Микола ПЕРЕПЕЛИЦЯ
(підпис)

Керівник роботи _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського».

Кваліфікаційна робота бакалавра: 66 с., 8 рис., 18 табл., 40 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва кексів.

Метою роботи є розроблення рецептури кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського.

Методи дослідження. Дослідні зразки кексів, збагачених продуктами переробки ядер волоського горіха, виготовляли на основі рецептури кексу «Столичний» із подальшим випіканням за температури 200 °С протягом 20 хв. Масову частку вологи у готових виробах визначали методом висушування наважки до сталої маси з використанням вагів-вологоміра «RADWAG MA 110 R». Кольорові характеристики продуктів переробки ядер волоського горіха та готових кексів оцінювали за системою CIE Lab* за допомогою портативного колориметра «Linshang LS173». Вміст білків, жирів, клітковини та зольних речовин встановлювали із застосуванням загальноприйнятих стандартних методів хімічного аналізу. Реологічні властивості дослідних зразків визначали за допомогою пенетрометра.

У кваліфікаційній роботі досліджено можливість використання продуктів переробки ядер волоського горіха для збагачення кексів та підвищення їх поживної цінності. Проведено аналіз сучасних наукових підходів до створення функціональних борошняних кондитерських виробів і обґрунтовано доцільність використання клітковини, борошна та білкового концентрату, отриманих із макухи волоського горіха після видобування олії. Визначено фізико-хімічні характеристики продуктів переробки ядер волоського горіха та встановлено, що вони є цінним джерелом рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин та залишкової олії. Розроблено рецептури кексів, у яких 25 % пшеничного борошна замінено відповідно на клітковину, горіхове борошно та білковий концентрат волоського горіха. Досліджено вплив зазначених інгредієнтів на технологічні, органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості кексів. Встановлено, що використання продуктів переробки волоського горіха забезпечує формування приємного горіхового смаку та аромату, сприяє підвищенню вологоутримувальної здатності виробів і не призводить до суттєвого погіршення їх споживчих властивостей. Найкращі результати за сукупністю органолептичних показників отримано для зразка з додаванням борошна з ядер волоського горіха.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИРОБИ КОНДИТЕРСЬКІ БОРОШНЯНІ, КЕКСИ, ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБКИ ЯДЕР ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА, КЛІТКОВИНА, БОРОШНО, БІЛКОВИЙ КОНЦЕНТРАТ, РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ.

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ 7
1.1 Борошняні кондитерські вироби як основа для створення продуктів підвищеної поживної цінності 7
1.2 Хімічний склад, харчова цінність і функціональні властивості ядер горіха волоського та продуктів їх переробки 8
1.3 Наукові аспекти створення функціональних та оздоровчих кексів 12
Висновки до розділу 15
2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ 17
Висновки за розділом 24
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ 26
Висновки за розділом 39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 42
4.1 Загальні положення охорони праці та техніки безпеки при виробництві кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського 42
4.2 Розробка картки безпеки праці при виробництві кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського 45
4.3 Вимоги безпеки та охорони довкілля під час поводження з побічними продуктами та відходами виробництва 45
Висновки до розділу 48
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 50
5.1 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи 50
5.2 Розрахунок вартості дослідження 54
5.3 Техніко-економічні показники виробництва кексів в лабораторних умовах 55
Висновки за розділом 57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ 59
БІБЛІОГРАФІЯ 62
ДОДАТКИ 66

ВСТУП

Традиційні борошняні кондитерські вироби, до яких належать кекси, характеризуються високою енергетичною цінністю за рахунок значного вмісту жирів і легкозасвоюваних вуглеводів, проте часто містять недостатню кількість повноцінних білків, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних компонентів. У зв'язку з цим актуальним є пошук натуральних рослинних інгредієнтів, здатних підвищити нутрієнтну щільність таких виробів без погіршення їх споживчих властивостей.

Одним із перспективних джерел функціональних інгредієнтів є продукти переробки ядер волоського горіха, отримані після видобування олії. Макуха волоського горіха та продукти її фракціонування характеризуються високим вмістом рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин та залишкової кількості цінної горіхової олії. Крім того, вони містять природні антиоксиданти, фенольні сполуки, токофероли та поліненасичені жирні кислоти, які мають важливе значення для профілактики серцево-судинних захворювань та підтримання нормального функціонування організму.

Використання клітковини, борошна та білкового концентрату з макухи волоського горіха у рецептурі кексів дозволяє підвищити вміст білка та харчових волокон у готових виробах, покращити їх амінокислотний склад та збагатити продукцію мінеральними речовинами. Харчові волокна сприяють нормалізації роботи травної системи, а рослинний білок підвищує біологічну цінність виробів та сприяє формуванню більш збалансованого харчового раціону.

Важливою перевагою продуктів переробки волоського горіха є їх природне походження та відсутність потреби у використанні синтетичних харчових добавок. Завдяки характерному горіховому смаку та аромату вони можуть позитивно впливати на органолептичні властивості кексів, формуючи нові споживчі характеристики продукції та розширюючи асортимент кондитерських виробів функціонального призначення.

Не менш важливим є екологічний та економічний аспект. Використання продуктів переробки макухи волоського горіха сприяє комплексній переробці сировини, підвищенню ефективності виробництва горіхової олії та реалізації принципів безвідходних технологій. Це дозволяє створювати нові види харчових продуктів із високою доданою вартістю та забезпечувати більш раціональне використання природних ресурсів.

Таким чином, збагачення кексів продуктами переробки ядер волоського горіха є перспективним напрямом удосконалення технології борошняних кондитерських виробів, який дозволяє підвищити їх поживну та біологічну цінність, розширити асортимент функціональних харчових продуктів, покращити споживчі властивості готової продукції та забезпечити більш ефективне використання вторинної рослинної сировини.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва кексів.

Предмет дослідження – склад, показники якості та реологічні властивості кексів.

Метою роботи є розроблення рецептури кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

1. Розробити та виготовити дослідні зразки кексів із використанням продуктів переробки ядер волоського горіха як інгредієнтів для збагачення.

2. Провести комплексну органолептичну оцінку отриманих виробів та встановити вплив внесених добавок на їх споживчі властивості.

3. Дослідити фізико-хімічні показники якості кексів, зокрема визначити масову частку вологи, білків, жирів, клітковини та зольних речовин, а також розрахувати їх поживну та енергетичну цінність.

4. Оцінити реологічні властивості готових виробів та встановити вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на структурно-механічні характеристики кексів.

1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

1.1 Борошняні кондитерські вироби як основа для створення продуктів підвищеної поживної цінності

Загально відомим фактом є те, що борошняні кондитерські вироби є невіддільним елементом повсякденного раціону населення багатьох країн. Стабільна затребуваність цієї групи товарів (зокрема різних видів печива, вафель, кексів, пряників та ін.) пояснюється їхніми відмінними споживчими властивостями та тривалістю зберігання. Водночас традиційні технології виробництва базуються на використанні сировини з високою енергетичною цінністю, але низькою біологічною масою через брак вітамінів, мінералів та клітковини. Зазначений дисбаланс викликає потребу у модернізації рецептурного складу кондитерських виробів задля підвищення їхньої нутритивної цінності.

За останні десятиліття одним із пріоритетних напрямів розвитку харчової промисловості стало створення функціональних харчових продуктів. Згідно з сучасними науковими підходами, функціональні продукти повинні не лише забезпечувати організм енергією та основними нутрієнтами, а й позитивно впливати на фізіологічні функції організму, сприяти профілактиці захворювань та підтриманню здоров'я людини. Саме тому борошняні кондитерські вироби розглядають як перспективну основу для введення функціональних інгредієнтів природного походження [1].

Науковці відзначають, що значне поширення борошняних кондитерських виробів серед населення робить їх ефективними носіями біологічно активних речовин. У роботах українських дослідників наголошується, що збагачення традиційних харчових продуктів є одним із найбільш доступних способів корекції харчового статусу населення без істотної зміни харчових звичок споживачів [2, 3].

Особливого значення набуває використання рослинної сировини як джерела харчових волокон, антиоксидантів, вітамінів та мінеральних речовин. За даними

сучасних досліджень, до рецептур борошняних кондитерських виробів успішно вводять порошки плодів та ягід, продукти переробки зернових та бобових культур, насіння олійних рослин, а також різноманітні горіхові інгредієнти. Такі компоненти дозволяють підвищити поживну та біологічну цінність виробів, покращити антиоксидантний потенціал продукції та розширити її функціональні властивості [4–9].

Одним із найбільш перспективних об'єктів збагачення серед борошняних кондитерських виробів є кекси. Це пояснюється особливостями їх рецептурного складу та технології виробництва. Завдяки наявності значної кількості жирових компонентів і пористої структури кекси характеризуються високою технологічною сумісністю з рослинними добавками різного походження. Багато досліджень свідчать, що введення рослинних порошків, харчових волокон, горіхової сировини та продуктів її переробки дозволяє підвищити вміст білків, мінеральних речовин та антиоксидантів без істотного погіршення органолептичних показників продукції [10].

Сучасні тенденції розвитку харчових технологій також передбачають максимальне використання вторинних ресурсів харчових виробництв. Особливий інтерес становлять продукти переробки горіхової сировини, які після основного виробництва містять значну кількість білків, харчових волокон, мінеральних речовин та фенольних сполук. Використання таких інгредієнтів у технології борошняних кондитерських виробів відповідає принципам ресурсозбереження та сталого розвитку харчової промисловості.

1.2 Хімічний склад, харчова цінність і функціональні властивості ядер горіха волоського та продуктів їх переробки

Горіх волоський (*Juglans regia L.*) є однією з найцінніших горіхоплідних культур світу та характеризується високою поживною, біологічною та технологічною цінністю. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам Україна входить до числа провідних виробників волоського горіха в Європі, що

створює передумови для його широкого використання у харчовій промисловості. Значні обсяги вирощування та переробки цієї культури забезпечують доступність сировини для виробництва продуктів функціонального та оздоровчого призначення [11, 12]. Зовнішній вигляд плодів волоського горіха на різних стадіях достигання наведено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Плоди волоського горіха (*Juglans regia L.*): у зеленому оплодні та після достигання

Основною цінною частиною плоду є ядро, яке залежно від сорту становить від 45 до 60 % його маси. Ядра волоського горіха характеризуються високою концентрацією поживних речовин та належать до продуктів із найбільшою енергетичною цінністю серед рослинної сировини. Калорійність 100 г ядер становить у середньому 650–700 ккал, що обумовлено високим вмістом ліпідів. Вміст жиру в ядрах коливається від 54 до 72 %, білка – від 14 до 24 %, вуглеводів – від 7 до 15 %, а харчових волокон – від 4 до 8 % залежно від сорту, умов вирощування та ступеня стиглості плодів [11, 13, 14].

Особливу харчову цінність волоського горіха визначає його жирнокислотний склад. Основну частину ліпідів становлять ненасичені жирні кислоти, серед яких переважають лінолева (ω-6), олеїнова (ω-9) та α-ліноленова (ω-3) кислоти. Частка

поліненасичених жирних кислот може перевищувати 70 % загальної кількості ліпідів. Завдяки такому складу регулярне споживання продуктів на основі волоського горіха сприяє нормалізації ліпідного профілю крові, зниженню ризику розвитку серцево-судинних захворювань та підтриманню антиоксидантного статусу організму [15].

Ядра волоського горіха є також цінним джерелом рослинного білка. Горіховий білок характеризується високою біологічною цінністю та містить значну кількість незамінних амінокислот, зокрема аргініну, лейцину, валіну, ізолейцину та фенілаланіну. Аргінін відіграє важливу роль у синтезі оксиду азоту, який бере участь у регуляції судинного тонусу та процесів кровообігу. Саме тому продукти переробки волоського горіха розглядають як перспективне джерело рослинного білка для функціонального харчування [14, 16].

Важливою особливістю волоського горіха є високий вміст біологічно активних сполук. У ядрах ідентифіковано значні кількості токоферолів, каротиноїдів, фітостеролів, фенольних кислот, флавоноїдів та інших антиоксидантів. За вмістом поліфенольних сполук волоський горіх перевищує багато інших горіхоплідних культур. Основними фенольними компонентами є галова, елагова, кавова та ферулова кислоти, а також катехіни та кверцетин. Ці сполуки забезпечують антиоксидантну, протизапальну та кардіопротекторну дію, що підтверджено численними дослідженнями. Крім макронутрієнтів, ядра волоського горіха містять широкий спектр мінеральних речовин. Найбільша кількість припадає на калій, магній, кальцій, фосфор, залізо, цинк та мідь. Вміст магнію і калію обумовлює позитивний вплив на функціонування серцево-судинної та нервової систем, тоді як цинк і мідь беруть участь у ферментативних процесах та антиоксидантному захисті організму. Серед вітамінів найбільше значення мають токофероли (вітамін Е), фолієва кислота та вітаміни групи В [14, 17, 18].

Завдяки такому хімічному складу волоський горіх належить до функціональних харчових інгредієнтів природного походження. Його регулярне споживання пов'язують зі зниженням ризику розвитку серцево-судинних захворювань, метаболічного синдрому, окремих форм онкологічних захворювань та

нейродегенеративних порушень. Антиоксидантні властивості горіха обумовлені комплексною дією поліфенолів, токоферолів та ненасичених жирних кислот [19, 20].

Одним із найважливіших продуктів переробки ядер волоського горіха є харчова олія. Її отримують шляхом холодного або гарячого пресування, а також екстракційними методами. Горіхова олія характеризується високою поживною цінністю та приємними органолептичними властивостями. Вона містить до 90 % ненасичених жирних кислот і значну кількість природних антиоксидантів, що робить її перспективним компонентом функціональних харчових продуктів [21, 22].

Особливий інтерес для харчової промисловості становлять продукти, що утворюються після видобування олії. Найбільш цінним серед них є макуха волоського горіха. Унаслідок часткового видалення олійної фракції в макусі концентруються білки, харчові волокна, мінеральні речовини та фенольні сполуки. Вміст білка в макусі може досягати 30–40 %, що значно перевищує його концентрацію в багатьох традиційних видах рослинної сировини. Подальше подрібнення макухи дозволяє отримати напівзнежирене або знежирене горіхове борошно. Такий продукт характеризується високим вмістом рослинного білка, харчових волокон, антиоксидантів і може використовуватися як функціональний інгредієнт у технології хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів. Дослідження показують, що додавання горіхового борошна підвищує поживну цінність продукції, збільшує вміст білка та мінеральних речовин, а також покращує смакові характеристики готових виробів [22, 23].

Особливо перспективним є використання продуктів переробки волоського горіха у виробництві різних борошняних виробів. Встановлено, що заміна частини пшеничного борошна горіховим борошном або макухою сприяє збільшенню вмісту білка, харчових волокон та антиоксидантів. Крім того, такі інгредієнти надають виробам характерного горіхового смаку й аромату, покращують водоутримувальну здатність тіста та сприяють формуванню приємної структури м'якушки [23, 24].

У останні роки значну увагу приділяють комплексному використанню побічних продуктів переробки волоського горіха. За даними сучасних досліджень,

макуха, перегородки, зелені оплодні та інші вторинні продукти містять значні кількості поліфенольних сполук та можуть використовуватися як джерела природних антиоксидантів і функціональних інгредієнтів для харчових систем різного призначення [17, 25, 26].

Таким чином, ядра волоського горіха та продукти їх переробки характеризуються високою поживною і біологічною цінністю, є джерелом повноцінного рослинного білка, ненасичених жирних кислот, харчових волокон, мінеральних речовин та антиоксидантів. Завдяки комплексу функціональних властивостей вони становлять значний інтерес для створення продуктів оздоровчого та функціонального призначення, зокрема борошняних кондитерських виробів, збагачених продуктами переробки ядер волоського горіха.

1.3 Наукові аспекти створення функціональних та оздоровчих кексів

Кекси, серед групи борошняних кондитерських виробів, є перспективними об'єктами для створення функціональних харчових продуктів. Це пов'язано з їх високою популярністю серед населення, широкими можливостями модифікації рецептурного складу та здатністю включати значну кількість інгредієнтів рослинного походження без істотного погіршення споживчих властивостей продукції.

Сучасні наукові дослідження свідчать, що основними напрямами створення функціональних кексів є підвищення вмісту білка, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, поліфенольних сполук та інших біологічно активних компонентів. Для цього використовують різноманітні види рослинної сировини, продукти її переробки, а також побічні продукти харчових виробництв, які характеризуються високою поживною цінністю та функціональними властивостями [27].

Одним із найбільш поширених підходів є використання харчових волокон. Відомо, що сучасний раціон більшості населення характеризується недостатнім рівнем їх споживання. Харчові волокна сприяють нормалізації діяльності

шлунково-кишкового тракту, позитивно впливають на ліпідний обмін, сприяють підтриманню нормального рівня глюкози в крові та забезпечують триваліше відчуття ситості. У зв'язку з цим значна кількість наукових робіт присвячена використанню джерел харчових волокон у технології кексів. Так, у роботі [28] доведена можливість використання яблучних вичавок у виробництві кексів із підвищеним вмістом харчових волокон та антиоксидантів. Аналогічні результати отримані при застосуванні порошків із виноградних вичавок, бурякового жому та інших продуктів переробки рослинної сировини [29].

Окремий напрям досліджень пов'язаний зі збагаченням кексів білковими компонентами. З метою підвищення біологічної цінності виробів використовують борошно бобових культур, продукти переробки сої, нуту, сочевиці, люпину та інших джерел рослинного білка. У роботах авторів встановлено, що введення білковмісної рослинної сировини сприяє підвищенню поживної цінності виробів та покращує амінокислотний склад готової продукції. Водночас надмірне внесення таких інгредієнтів може негативно впливати на структуру та органолептичні показники кексів, що потребує оптимізації рецептур [30, 31, 32].

У останні роки значну увагу приділяють використанню плодово-ягідної сировини та продуктів її переробки. Рослинні порошки, отримані з ягід, фруктів та овочів, є джерелом природних антиоксидантів, вітамінів та мінеральних речовин. Дослідження показують, що використання порошків чорниці, журавлини, чорної смородини, гарбуза, моркви та інших культур дозволяє суттєво підвищити антиоксидантну активність готових виробів та покращити їх функціональні властивості. Крім того, природні пігменти рослинного походження позитивно впливають на зовнішній вигляд продукції та сприяють формуванню привабливого кольору м’якушки [33, 34].

Важливим напрямом сучасних досліджень є створення кексів із використанням горіхової сировини. Горіхи характеризуються високим вмістом повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, токоферолів, фітостеролів, поліфенольних сполук та мінеральних речовин. Зокрема, доведено ефективність застосування порошку листя волоського горіха в поєднанні з гороховим борошном

для підвищення біологічної цінності виробів. Оцінка експериментальних зразків підтвердила покращення їхнього нутрієнтного профілю, високу органолептичну якість [35].

У науковій літературі описано численні приклади використання горіхового борошна, подрібнених ядер горіхів, шротів та макухи у технології кексів. Встановлено, що заміна частини пшеничного борошна горіховими продуктами сприяє підвищенню вмісту білків, жирів, харчових волокон та мінеральних речовин. Водночас горіхова сировина покращує смак та аромат готових виробів, надаючи їм характерних горіхових нот [24].

Суттєву увагу сучасні дослідники приділяють використанню вторинних ресурсів харчових виробництв. Концепція циркулярної економіки передбачає максимальне залучення побічних продуктів до повторного використання як цінної сировини. У цьому контексті значний інтерес становлять макуха та шрот, отримані після вилучення олії з насіння та горіхів. Такі продукти містять значні кількості білка, клітковини та мінеральних речовин, що робить їх перспективними інгредієнтами для створення функціональних кондитерських виробів [36].

Поряд із підвищенням поживної цінності важливим завданням є забезпечення високих органолептичних показників функціональних кексів. Наукові дослідження свідчать, що надмірне введення рослинних добавок може призводити до ущільнення структури тіста, зниження питомого об'єму виробів, погіршення кольору та смаку. Саме тому більшість сучасних робіт спрямована на визначення оптимальних дозувань функціональних інгредієнтів, які забезпечують максимальне збагачення продукції без погіршення її якості.

У останні роки активно розвивається напрям створення безглютенових та низькокалорійних кексів [37, 38]. Зростання кількості людей із целіакією та непереносимістю глютену обумовило необхідність розроблення альтернативних рецептур. Так, розроблено технологію безглютенових кексів із суміші кукурудзяного та рисового борошна (60–70 % та 40–30 % відповідно) з додаванням концентрату молочного білка, що підвищує поживну цінність виробу [39]. Науково обґрунтовано технологію безглютенових кексів на основі гречаного та рисового

борошна з додаванням 10–15 % насіння чіа як джерела рослинного білка, жирних кислот (ω-3), антиоксидантів та клітковини. Використання цієї сировини покращує органолептичні й фізико-хімічні показники виробів, забезпечує високу якість та подовжені терміни зберігання готової продукції [40].

Аналіз сучасних наукових публікацій свідчить, що найбільш перспективними напрямами створення функціональних та оздоровчих кексів є використання харчових волокон, білкових концентратів рослинного походження, плодово-ягідної сировини, горіхів та продуктів їх переробки. Особливу увагу приділяють застосуванню вторинних продуктів переробки рослинної сировини як джерел біологічно активних речовин та компонентів із високою функціональною цінністю.

Висновки до розділу

Борошняні кондитерські вироби є перспективними об'єктами для створення продуктів підвищеної поживної та біологічної цінності завдяки можливості введення до їх рецептури функціональних інгредієнтів рослинного походження. Визначено, що кекси характеризуються високою технологічною сумісністю із збагачувальними добавками та користуються стабільним попитом серед споживачів, що обумовлює доцільність їх використання як основи для створення функціональних продуктів.

Проведений аналіз показав, що ядра волоського горіха та продукти їх переробки є цінним джерелом рослинного білка, ненасичених жирних кислот, харчових волокон, мінеральних речовин і біологічно активних сполук антиоксидантної дії. Особливу цінність становлять макуха та горіхове борошно, які утворюються в процесі виробництва олії та характеризуються високим вмістом білків, клітковини та фенольних сполук.

Встановлено, що сучасні наукові дослідження спрямовані на розроблення функціональних та оздоровчих кексів шляхом використання рослинної сировини, продуктів її переробки та вторинних ресурсів харчових виробництв. Аналіз результатів вітчизняних і зарубіжних досліджень підтвердив перспективність

використання горіхової сировини для підвищення поживної цінності, антиоксидантної активності та покращення органолептичних властивостей кексів. Водночас питання використання продуктів переробки ядер волоського горіха у технології кексів потребує подальшого наукового обґрунтування щодо оптимальних дозувань та впливу на якість готової продукції.

2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Актуальність проведення досліджень щодо збагачення кексів продуктами переробки ядер волоського горіха зумовлена сучасними тенденціями розвитку харчової промисловості, спрямованими на створення продуктів підвищеної поживної та біологічної цінності. Традиційні борошняні кондитерські вироби, зокрема кекси, користуються стабільним попитом серед споживачів завдяки приємним органолептичним властивостям та доступності. Водночас вони характеризуються високою енергетичною цінністю та часто недостатнім вмістом повноцінних білків, харчових волокон, мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. У зв'язку з цим актуальним завданням є удосконалення їх рецептурного складу шляхом використання натуральної рослинної сировини, здатної підвищити нутрієнтну цінність готової продукції.

Перспективним джерелом таких інгредієнтів є продукти переробки ядер волоського горіха, отримані після видобування олії. Макуха волоського горіха та продукти її фракціонування (клітковина, борошно, білковий концентрат) характеризуються високим вмістом рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин та залишкової кількості цінної горіхової олії. Крім того, вони містять поліненасичені жирні кислоти, токофероли, фенольні сполуки та інші природні антиоксиданти, які позитивно впливають на поживну та біологічну цінність харчових продуктів.

Особливої актуальності дослідження набувають у контексті зростання попиту на функціональні харчові продукти та натуральні інгредієнти рослинного походження. Використання продуктів переробки волоського горіха у технології кексів дозволяє не лише підвищити вміст білка та харчових волокон, а й збагатити вироби мінеральними речовинами та біологічно активними компонентами. Це сприяє формуванню більш збалансованого складу продукції та розширенню асортименту виробів оздоровчого та профілактичного призначення.

Важливим є також економічний та екологічний аспекти. Використання макухи волоського горіха як харчового інгредієнта забезпечує більш повне

використання сировинних ресурсів, підвищує ефективність виробництва горіхової олії та сприяє реалізації принципів безвідходних технологій та циркулярної економіки. Переробка вторинної сировини у продукти з високою доданою вартістю дозволяє розширити асортимент конкурентоспроможної продукції та підвищити рентабельність виробництва.

Отже, дослідження щодо збагачення кексів продуктами переробки ядер волоського горіха є актуальним науково-практичним напрямом, спрямованим на створення борошняних кондитерських виробів підвищеної поживної та біологічної цінності, раціональне використання вторинної рослинної сировини, розширення асортименту функціональних харчових продуктів та впровадження ресурсозберігаючих технологій у харчовій промисловості.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва кексів. Предмет дослідження – склад, показники якості та реологічні властивості кексів. Метою роботи є розроблення рецептури кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

1. Розробити та виготовити дослідні зразки кексів із використанням продуктів переробки ядер волоського горіха як інгредієнтів для збагачення.

2. Провести комплексну органолептичну оцінку отриманих виробів та встановити вплив внесених добавок на їх споживчі властивості.

3. Дослідити фізико-хімічні показники якості кексів, зокрема визначити масову частку вологи, білків, жирів, клітковини та зольних речовин, а також розрахувати їх поживну та енергетичну цінність.

4. Оцінити реологічні властивості готових виробів та встановити вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на структурно-механічні характеристики кексів.

У табл. 2.1 наведено фізико-хімічні показники якості ядер волоського горіха та продуктів його переробки (рис. 2.1), використаних для збагачення кексів.



Рисунок 2.1 – Продукти переробки ядер волоського горіха, використані в дослідженні

Таблиця 2.1 – Характеристика ядер волоського горіха, макухи, отриманої після пресування, клітковини, борошна та білкового концентрату

Показник	Значення				
	Ядра	Макуха	Клітковина	Борошно	Білковий концентрат
Вологість, %	5,23±0,07	8,06±0,10	7,91±0,01	7,46±0,02	7,37±0,06
Масова частка протеїну, %*	20,92±1,07	50,65±0,53	39,69±0,03	51,97±0,02	57,63±0,03
Масова частка олії, %*	69,08±1,02	19,72±0,89	20,09±0,04	21,75±0,04	24,88±0,03
Масова частка клітковини, %*	9,92±0,22	5,62±0,13	9,17±0,02	5,72±0,03	2,93±0,02
Масова частка золи, %*	1,92±0,03	5,07±0,06	4,43±0,02	5,08±0,03	5,23±0,04

* - у перерахунку на суху речовину

Ядра волоського горіха характеризувалися високим вмістом олії – 69,08 %, що підтверджує їх високу олійність та цінність як сировини для виробництва

рослинної олії. Після пресування вміст олії у макусі знизився до 19,72 %, що свідчить про ефективність процесу вилучення жирової фракції. Водночас у макусі залишалася значна кількість залишкової олії, яка може підвищувати поживну та енергетичну цінність продуктів її подальшої переробки. Унаслідок видобування олії масова частка протеїну зросла з 20,92 % у ядрах до 50,65 % у макусі, тобто більш ніж у 2,4 раза. Це пояснюється концентрацією білкових речовин у сухому залишку після вилучення основної частини жиру. Отриманий результат свідчить про високу білкову цінність макухи та доцільність її використання для виробництва білкових інгредієнтів.

Подальше фракціонування макухи сприяло перерозподілу основних компонентів між окремими фракціями. Найвищий вміст протеїну встановлено у білковому концентраті – 57,63 %, що на 6,98 відсоткових пунктів більше, ніж у вихідній макусі, та майже у 2,8 раза більше порівняно з ядрами волоського горіха. Борошно також характеризувалося високим вмістом білка – 51,97 %, тоді як клітковина містила 39,69 % протеїну. Це свідчить про ефективність процесу фракціонування щодо концентрування білкових речовин у дрібнодисперсній фракції. Вміст олії також поступово зростав від клітковини (20,09 %) до борошна (21,75 %) та білкового концентрату (24,88 %). Таким чином, білковий концентрат характеризувався одночасно найвищим вмістом білка та жиру, що забезпечує його високу поживну та енергетичну цінність. Аналіз вмісту клітковини показав протилежну закономірність. Найбільша її кількість була характерна для фракції клітковини – 9,17 %, що практично відповідало рівню у вихідних ядрах (9,92 %). У борошні цей показник зменшувався до 5,72 %, а в білковому концентраті становив лише 2,93 %. Це свідчить про концентрацію оболонкових частинок та грубих харчових волокон переважно у крупнішій фракції.

Вміст мінеральних речовин після пресування зріс із 1,92 % у ядрах до 5,07 % у макусі внаслідок концентрації сухих речовин після вилучення олії. Найвищу зольність виявлено у білковому концентраті (5,23 %), тоді як у борошні та клітковині цей показник становив відповідно 5,08 і 4,43 %. Це свідчить про достатньо високу мінеральну цінність усіх отриманих продуктів переробки.

Вологість досліджуваних зразків знаходилася в межах від 7,37 до 8,06 %, що відповідає рівню, придатному для подальшого зберігання та використання у харчових технологіях. Найнижчий вміст вологи спостерігався у білковому концентраті, а найвищий – у макусі.

Таким чином, фракція клітковини є перспективним джерелом харчових волокон, борошно характеризується збалансованим співвідношенням білка, жиру та вуглеводних компонентів, а білковий концентрат відзначається найвищим вмістом протеїну та залишкової олії. Це підтверджує доцільність їх використання як інгредієнтів для збагачення кексів.

Для проведення експериментальних досліджень використовували сировину, яка відповідала вимогам чинної нормативної документації (рис. 2.2), і комплекс лабораторного та контрольно-вимірювального обладнання, яке забезпечувало підготовку сировини, виготовлення дослідних зразків кексів та визначення їх фізико-хімічних показників якості (рис. 2.3).



Рисунок 2.2 – Сировина, використана у дослідженні*

Примітка: *Схему згенеровано за допомогою засобів штучного інтелекту відповідно до даних, наданих автором.



Рисунок 2.3 – Устаткування застосоване в дослідженні*

Примітка: *Схему згенеровано за допомогою засобів штучного інтелекту відповідно до даних, наданих автором.

За прототип обрано традиційну рецептуру кексу «Столичний». Для формування рецептур дослідних зразків здійснювали часткову заміну пшеничного борошна у контрольному варіанті на продукти переробки макухи волоського горіха. Ступінь заміни становив 25 % від загальної кількості борошна. У результаті було сформовано чотири варіанти кексів:

– зразок №1 – контрольний, виготовлений за традиційною рецептурою;

– зразок №2 – із заміною 25 % пшеничного борошна на клітковину волоського горіха;

– зразок №3 – із заміною 25 % пшеничного борошна на борошно волоського горіха;

– зразок №4 – із заміною 25 % пшеничного борошна на білковий концентрат волоського горіха.

Виготовлення дослідних зразків кексів здійснювали за однаковою технологічною схемою. На першому етапі проводили підготовку та зважування сировини відповідно до рецептурного складу (табл. 2.2). Далі борошно, цукор білий, розпушувач і ванільний цукор просіювали для забезпечення однорідності суміші та аерації компонентів. Вершкове масло попередньо розтоплювали до рідкого стану. Після цього всі інгредієнти змішували до утворення однорідного тіста, яке розподіляли у форми для випікання. Перед завантаженням виробів духову шафу розігрівали до температури 200 °С. Випікання кексів здійснювали протягом 20 хв до досягнення готовності та формування характерних органолептичних властивостей готових виробів.

Таблиця 2.2 – Рецептурні співвідношення дослідних зразків кексів на 100 г готового продукту

Компоненти	№ дослідного зразка			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Борошно пшеничне вищого сорту	31,2	23,4	23,4	23,4
Клітковина волоського горіха	-	7,8	-	-
Борошно волоського горіха	-	-	7,8	-
Білковий концентрат волоського горіха	-	-	-	7,8
Цукор білий	23,4	23,4	23,4	23,4

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5
Родзинки	23,4	23,4	23,4	23,4
Масло вершкове	23,3	23,3	23,3	23,3
Меланж	18,7	18,7	18,7	18,7
Розпушувач	0,1	0,1	0,1	0,1
Сіль	0,1	0,1	0,1	0,1
Ароматизатор	0,1	0,1	0,1	0,1

Під час оцінювання показників якості дослідних зразків кексів орієнтувалися на вимоги ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Визначення масової частки вологи у готових виробах здійснювали відповідно до ДСТУ 4910:2008. Вміст білка (протеїну) в кондитерських виробах досліджували згідно з ДСТУ 7169:2010. Кількість ліпідів оцінювали відповідно до ДСТУ 5060:2008, який регламентує методи визначання масової частки жиру. Наявність сирої клітковини у зразках встановлювали за загальним методом відповідно до ДСТУ ISO 5498:2004. Масову частку загальної золи в готових кексах аналізували згідно з ДСТУ 4672:2006.

Висновки за розділом

Обґрунтовано доцільність використання продуктів переробки ядер волоського горіха для збагачення кексів та підвищення їх поживної цінності. Встановлено, що макуха волоського горіха, отримана після видобування олії, є цінною вторинною сировиною, яка характеризується високим вмістом протеїну, мінеральних речовин та залишкової кількості олії. Дослідження фізико-хімічних показників продуктів переробки показало, що внаслідок подрібнення та фракціонування макухи утворюються фракції з різним хімічним складом та функціональними властивостями. Найвищий вміст протеїну встановлено у білковому концентраті (57,63 %), борошно характеризувалося високим вмістом

білка (51,97 %) та збалансованим складом поживних речовин, а фракція клітковини містила найбільшу кількість харчових волокон (9,17 %). Отримані результати підтверджують перспективність використання зазначених продуктів як функціональних інгредієнтів у технології борошняних кондитерських виробів.

Для проведення досліджень використано сировину, якість якої відповідала вимогам чинної нормативної документації, а також комплекс сучасного лабораторного обладнання, що забезпечував виготовлення дослідних зразків та визначення їх показників якості. На основі традиційної рецептури кексу «Столичний» розроблено варіанти виробів, у яких 25 % пшеничного борошна замінювали відповідно на клітковину, борошно та білковий концентрат волоського горіха. Такий рівень заміни дозволяє оцінити вплив різних продуктів переробки волоського горіха на якість готових виробів та встановити найбільш перспективний інгредієнт для подальшого використання у виробництві кексів.

Розроблена схема досліджень, підібрані методики аналізу та сформовані дослідні зразки створюють необхідну науково-методичну основу для подальшого вивчення органолептичних, фізико-хімічних, поживних, енергетичних та реологічних показників кексів, збагачених продуктами переробки ядер волоського горіха.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

У табл. 3.1 наведені результати визначення величини упікання, усихання та підйому зразків кексів.

Таблиця 3.1 – Величина упікання, усихання та підйому зразків кексів

Назва показника	№ зразка			
	1	2	3	4
Величина упікання, %	7,55	8,92	6,53	6,85
Величина усихання, %	1,60	1,47	2,09	1,90
Абсолютний підйом, мм	35,6	24,3	23,2	26,2
Відносний підйом, %	62,02	48,41	44,62	47,90

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.1, свідчить, що заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки ядер волоського горіха впливає на процес випікання та формування структури кексів.

Величина упікання у дослідних зразках змінювалася в межах від 6,53 до 8,92 %. Найбільше значення цього показника зафіксовано для зразка №2 із додаванням клітковини волоського горіха (8,92 %), що на 1,37 процентного пункту більше порівняно з контролем. Це може бути пов’язано з інтенсивнішим випаровуванням вологи під час випікання внаслідок високого вмісту харчових волокон. Найменше упікання спостерігалося у зразка №3 із додаванням горіхового борошна (6,53 %), що свідчить про кращу здатність утримувати вологу в структурі тіста. Для зразка №4 з протеїном волоського горіха величина упікання становила 6,85 %, що також було нижчим за контрольний показник.

Показник усихання після випікання перебував у межах від 1,47 до 2,09 %. Найменше усихання мав зразок №2 (1,47 %), що свідчить про здатність клітковини утримувати вологу під час охолодження виробів. Найбільше значення було зафіксовано для зразка №3 (2,09 %), тоді як у зразка №4 усихання становило 1,90 %, що дещо перевищувало контрольний показник (1,60 %).

Аналіз показників підйому показав, що найкращі результати мав контрольний зразок №1. Абсолютний підйом становив 35,6 мм, а відносний – 62,02 %. Внесення продуктів переробки волоського горіха призводило до зниження об'єму виробів. Найменший абсолютний підйом спостерігався у зразка №3 з горіховим борошном (23,2 мм), тоді як у зразків №2 і №4 цей показник становив відповідно 24,3 та 26,2 мм. Аналогічна тенденція відзначена і для відносного підйому, який знизився до 48,41 % у зразка №2, 44,62 % у зразка №3 та 47,90 % у зразка №4. Зменшення підйому пояснюється частковою заміною пшеничного борошна інгредієнтами, що не містять клейковини, внаслідок чого погіршується здатність тіста утримувати газоподібні продукти розпушення.

Загалом використання продуктів переробки ядер волоського горіха змінює технологічні властивості кексів. Найбільш наближеним до контрольного зразка за показниками підйому виявився зразок №4 із додаванням білкового концентрату, тоді як зразок №3 із горіховим борошном характеризувався найменшим підйомом. Водночас усі дослідні зразки зберігали задовільні показники формування структури, що підтверджує можливість використання продуктів переробки волоського горіха у технології кексів підвищеної поживної цінності.

Після приготування зразків кексів (рис. 3.1) було проведено оцінювання їх органолептичних показників якості. Органолептичні характеристики готових виробів – кексів – наведено в табл. 3.2.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зразків кексів*

Примітка: *Рисунок згенеровано за допомогою засобів штучного інтелекту із використанням фото отриманих зразків кексів і даних, наданих автором.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості дослідних зразків кексів

№ зразка	Назва показника				
	Форма	Поверхня	Колір	Смак та запах	Вид в розломі
Зразок №1	Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів.	Непідгоріла, наявні незначні тріщини і розриви.	Світло-коричневий	Властиві даному виду кексів, без сторонніх присмаків та запаху	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу.
Зразок №2	Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів.	Непідгоріла, наявні незначні тріщини і розриви.	Темно-коричневий	Властиві даному виду кексів, з приємним горіховим присмаком	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу.
Зразок №3	Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів.	Непідгоріла, наявні незначні тріщини і розриви.	Темно-коричневий	Властиві даному виду кексів, з приємним горіховим присмаком	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу.
Зразок №4	Правильна, відповідає формі, у якій випікався виріб, без надломів.	Непідгоріла, наявні незначні тріщини і розриви.	Темно-коричневий	Властиві даному виду кексів, з приємним горіховим присмаком	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу.

Аналіз результатів органолептичної оцінки, наведених у табл. 3.2, показав, що всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови» та характеризувалися задовільними споживчими властивостями.

За показниками форми та поверхні суттєвих відмінностей між зразками не встановлено. Усі кекси мали правильну форму, відповідали конфігурації форм для випікання, не містили надломів, а їх поверхня була непідгорілою з незначними тріщинами та розривами, що є характерним для виробів даного виду.

Найбільш помітні зміни спостерігалися за показником кольору. Контрольний зразок №1 характеризувався світло-коричневим забарвленням, тоді як у зразках №2–№4 із додаванням продуктів переробки ядер волоського горіха колір став темно-коричневим. Потемніння виробів можна пояснити природним кольором горіхової сировини, а також активнішим перебігом реакцій меланоїдиноутворення під час випікання внаслідок підвищеного вмісту білкових речовин.

За показниками смаку та запаху всі дослідні зразки характеризувалися властивими кексам органолептичними характеристиками без сторонніх присмаків і запахів. Водночас зразки №2, №3 та №4 відрізнялися наявністю приємного горіхового присмаку та аромату, що підвищувало їхню смакову привабливість та підкреслювало використання продуктів переробки ядер волоського горіха у рецептурі.

Аналіз вигляду виробів у розломі показав, що всі кекси були добре пропеченими, без ознак закалу та непромісу, що свідчить про правильний вибір режимів випікання та відсутність негативного впливу досліджуваних інгредієнтів на процес формування структури м’якушки.

Таким чином, використання клітковини, борошна та білкового концентрату з ядер волоського горіха не погіршило органолептичні показники якості кексів. Навпаки, додавання цих інгредієнтів сприяло формуванню приємного горіхового смаку й аромату та наданню виробам більш насиченого кольору, що може позитивно впливати на їх споживчу привабливість.

Додатково до органолептичного (візуального) оцінювання кольору зразків виконано колориметричне дослідження із використанням портативного колориметру «Linshang LS173» (табл. 3.3) у системі CIELab*. Колір визначали в розломі готових виробів.

Таблиця 3.3 – Результати визначення кольору зразків кексів у розломі

Назва показника	Дослідний зразок			
	№1	№2	№3	№4
Колір кексу				
L*	61,80	46,24	48,91	49,73
a*	1,41	4,72	3,25	3,02
в*	22,38	14,28	16,62	17,42

Аналіз результатів визначення кольорових характеристик кексів у системі CIE Lab*, наведених у табл. 3.3, свідчить про суттєвий вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на забарвлення м'якушки готових виробів.

Найбільше значення показника світлоти L* було характерне для контрольного зразка №1 і становило 61,80, що свідчить про світліший колір м'якушки. У дослідних зразках із додаванням продуктів переробки волоського горіха цей показник зменшувався до 46,24–49,73, тобто м'якушка ставала суттєво темнішою. Найнижче значення світлоти зафіксовано у зразка №2 з клітковиною волоського горіха (46,24), що пояснюється більш темним природним кольором клітковини та наявністю частинок оболонки горіха.

Показник a*, який характеризує інтенсивність червоного відтінку, у контрольному зразку становив 1,41. У дослідних зразках його значення зросло до 3,02–4,72. Найбільший показник спостерігався у зразка №2 (4,72), що свідчить про посилення червонувато-коричневих тонів у забарвленні виробів. Для зразків №3 та №4 значення показника становили відповідно 3,25 та 3,02, що також перевищувало контрольний рівень.

Показник b*, який характеризує жовту складову кольору, для контрольного зразка дорівнював 22,38. Після внесення продуктів переробки волоського горіха його значення знизилося до 14,28–17,42. Найменшу інтенсивність жовтого кольору мав зразок №2, тоді як у зразків №3 та №4 цей показник був дещо вищим і становив відповідно 16,62 та 17,42.

Отримані результати свідчать, що додавання клітковини, борошна та білкового концентрату з ядер волоського горіха призводить до формування більш темного та насиченого коричневого кольору м'якушки кексів. Найбільш виражений вплив на колір виробів мала клітковина волоського горіха (зразок №2), тоді як борошно та білковий концентрат забезпечували менш інтенсивне потемніння. Такі зміни можна вважати позитивними, оскільки вони надають виробам характерного «горіхового» зовнішнього вигляду та підкреслюють використання натуральної рослинної сировини у рецептурі.

Для комплексного оцінювання якості готових кексів проведено дегустаційне дослідження, у ході якого зразки аналізували за органолептичними показниками: форма, стан поверхні, колір, вигляд у розломі, смак та запах. Усереднені результати бальної оцінки наведено в табл. 3.4. При визначенні інтегрального показника якості застосовували коефіцієнти вагомості, для смаку – 3, для запаху – 2, для вигляду у розломі – 2, а для форми, поверхні та кольору – по 1. На основі отриманих даних побудовано органолептичний профіль дослідних кексів (рис. 3.2) та гістограму загальної оцінки якості (рис. 3.3).

Таблиця 3.4 – Органолептичні показники якості зразків кексів

№	Показник	Дослідні зразки кексів			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
1	Форма	5	5	5	5
2	Поверхня	5	5	5	5
3	Колір	5	4,6	5	4,8
4	Запах	5	5	5	5

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
5	Смак	5	4,6	5	4,2
6	Вид у розломі	5	4,8	4,8	4,2
Загальна органолептична оцінка		50,00	48,0	49,6	45,8

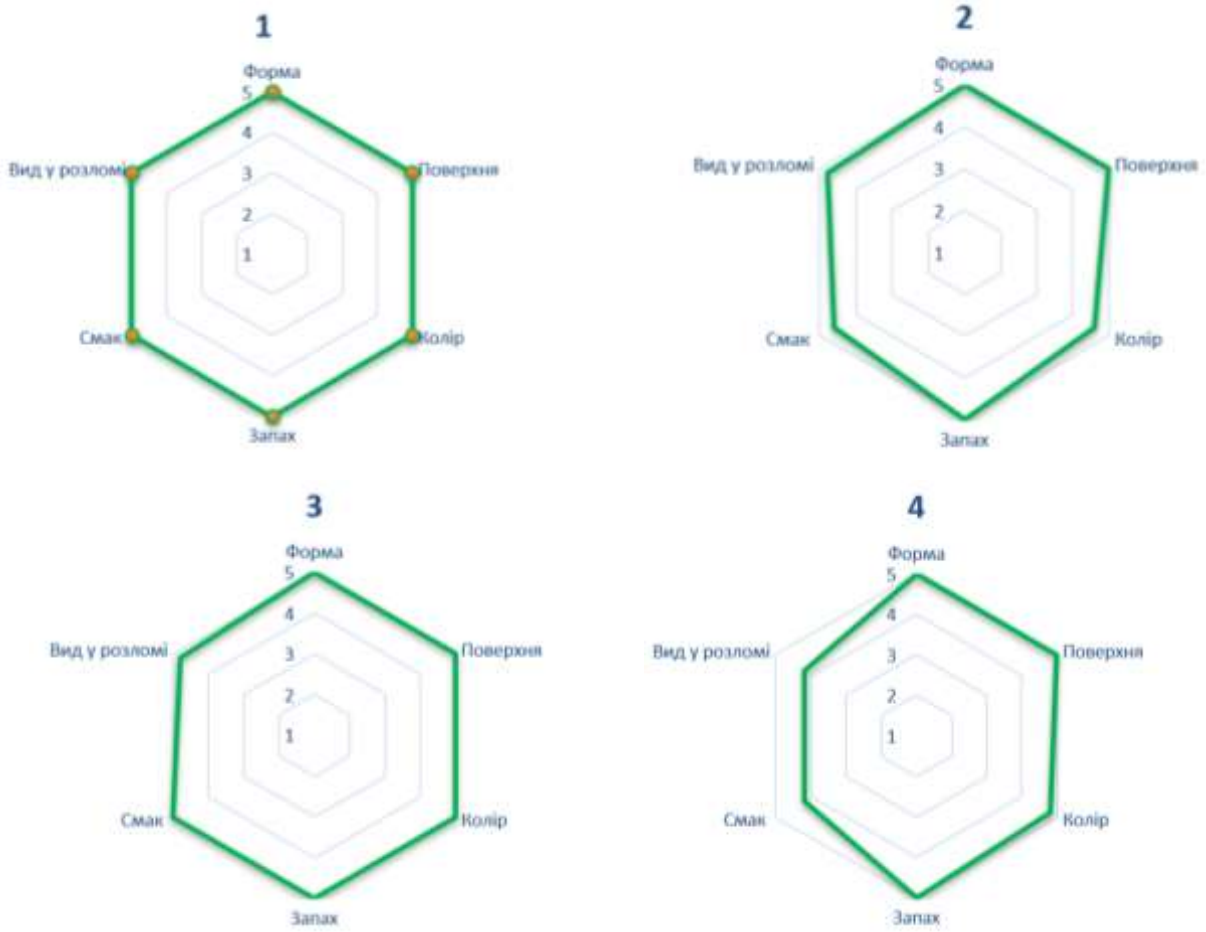


Рисунок 3.2 – Органолептичний профіль зразків кексів

Аналіз результатів дегустаційної оцінки, наведених у табл. 3.4, свідчить про високий рівень органолептичної якості всіх дослідних зразків кексів. Загальні оцінки перебували в межах від 45,8 до 50,0 балів, що підтверджує можливість використання продуктів переробки ядер волоського горіха у технології кексів без суттєвого погіршення їх споживчих властивостей.



Рисунок 3.3 – Загальна органолептична оцінка

Контрольний зразок №1 отримав максимальну оцінку – 50,0 балів, оскільки за всіма досліджуваними показниками був оцінений на найвищому рівні. Це свідчить про традиційно високі органолептичні характеристики кексів, виготовлених за класичною рецептурою.

Серед дослідних зразків найкращі результати продемонстрував зразок №3 із додаванням борошна з ядер волоського горіха, який отримав 49,6 балів. Він не поступався контролю за показниками форми, поверхні, кольору, запаху та смаку, а незначне зниження оцінки спостерігалося лише за показником вигляду у розломі (4,8 бали). Отримані результати свідчать про високу сумісність горіхового борошна з рецептурою кексів та його позитивний вплив на органолептичні властивості виробів.

Зразок №2 із додаванням клітковини волоського горіха отримав 48,0 балів. Незважаючи на дещо нижчі оцінки кольору (4,6 бали), смаку (4,6 бали) та вигляду у розломі (4,8 бали), загальна якість виробу залишалася високою. Зниження окремих показників можна пояснити більш темним кольором клітковини та її впливом на структуру м’якушки.

Найменшу загальну оцінку мав зразок №4 із використанням білкового концентрату волоського горіха – 45,8 балів. Основне зниження оцінки було пов’язане зі смаком (4,2 бали) та виглядом у розломі (4,2 бали). Ймовірно, високий

вміст білкових речовин вплинув на формування структури виробу та дещо змінив його смакові характеристики. Водночас навіть цей зразок отримав достатньо високий рівень дегустаційної оцінки.

Аналіз органолептичного профілю (рис. 3.2) та загальної оцінки якості (рис. 3.3) підтверджує, що найбільш наближеним до контрольного зразка за сукупністю органолептичних показників є кекс із додаванням борошна з ядер волоського горіха. Загалом усі дослідні зразки характеризувалися високою споживчою привабливістю, а використання продуктів переробки ядер волоського горіха дозволило надати виробам характерних горіхових відтінків смаку та аромату без суттєвого погіршення їх якості.

Визначено вологість готових виробів, яка становила для дослідного зразку №1 – 22,71 %, для дослідного зразку №2 – 23,74 %, для дослідного зразку №3 – 26,12 %, для дослідного зразку №4 – 27,01 %. Аналіз результатів визначення вологості готових виробів показав, що використання продуктів переробки ядер волоського горіха сприяє підвищенню вологовмісту кексів порівняно з контрольним зразком.

Найменшу вологість мав контрольний зразок №1, для якого цей показник становив 22,71 %. У дослідних зразках із додаванням продуктів переробки волоського горіха вологість була вищою та знаходилася в межах від 23,74 до 27,01 %. Для зразка №2 із додаванням клітковини волоського горіха вологість становила 23,74 %, що на 1,03 процентного пункту більше порівняно з контролем. Підвищення показника пояснюється високою водоутримувальною здатністю харчових волокон, які здатні зв’язувати та утримувати значну кількість вологи у структурі виробу. У зразка №3 із додаванням горіхового борошна вологість досягала 26,12 %, що на 3,41 процентного пункту перевищувало контрольний показник. Це свідчить про здатність компонентів горіхового борошна, зокрема білків і залишкової олії, сприяти утриманню вологи та формуванню більш соковитої консистенції м’якушки. Найвищий показник вологості було зафіксовано у зразка №4 з білковим концентратом волоського горіха – 27,01 %, що на 4,30 процентного пункту більше порівняно з контролем. Отримані результати свідчать про найбільш виражені

водоутримувальні властивості білкового концентрату, білки якого здатні ефективно зв’язувати воду та утримувати її в структурі кексу.

Таким чином, додавання продуктів переробки ядер волоського горіха сприяє підвищенню вологості готових кексів. Найбільший вплив на цей показник мав білковий концентрат, дещо менший – горіхове борошно, тоді як клітковина забезпечувала помірне підвищення вологості. Зростання вологовмісту може позитивно впливати на м’якість, соковитість та збереження свіжості виробів під час зберігання.

Подальшим етапом дослідження стало визначення хімічного складу зразків, які були визначені кращими після дегустації, зокрема масової частки білків, жирів, харчових волокон та золи (табл. 3.5), а також розрахунок їх поживної та енергетичної цінності (табл. 3.6).

Таблиця 3.5 – Склад дослідних зразків кексів

Назва показника*	Зразок №1	Зразок №3
Вміст протеїну, %	9,47	19,89
Вміст жирів, %	19,97	25,13
Вміст клітковини, %	0,04	1,43
Масова частка золи, %	1,61	2,74

*у перерахунку на сухі речовини

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.5, свідчить про суттєвий позитивний вплив горіхового борошна на поживну цінність кексів. Порівняння контрольного зразка №1 із дослідним зразком №3 показало значне підвищення вмісту основних поживних компонентів.

Вміст протеїну у контрольному зразку становив 9,47 %, тоді як у зразку №3 він зріс до 19,89 %. Таким чином, кількість білка збільшилася на 10,42 процентного пункту, або більш ніж у 2,1 рази. Це свідчить про високу ефективність використання горіхового борошна для збагачення кексів рослинним білком та

підвищення їх біологічної цінності. Масова частка жирів також збільшилася – з 19,97 до 25,13 %, тобто на 5,16 процентного пункту або на 25,8 %. Таке зростання пояснюється наявністю у складі горіхового борошна залишкової кількості олії, багатої на поліненасичені жирні кислоти, які мають високу фізіологічну цінність. Найбільш виражені зміни спостерігалися щодо вмісту клітковини. У контрольному зразку її кількість становила лише 0,04 %, тоді як у дослідному – 1,43 %. Таким чином, вміст харчових волокон зріс більш ніж у 35 разів, що надає виробу функціональних властивостей та сприяє підвищенню його поживної цінності. Масова частка золи також збільшилася з 1,61 до 2,74 %, або на 70,2 %. Підвищення цього показника свідчить про збагачення кексів мінеральними речовинами, що містяться у горіховому борошні.

Отримані результати підтверджують, що використання борошна з ядер волоського горіха у технології кексів дозволяє суттєво підвищити вміст білків, жирів, харчових волокон та мінеральних речовин. Найбільш значущими є зростання вмісту протеїну та клітковини, що дає підстави розглядати зразок №3 як виріб підвищеної поживної та біологічної цінності з ознаками функціонального продукту.

Таблиця 3.6 – Поживна та енергетична цінність дослідних зразків кексів

№ дослідного зразку	Вміст			Енергетична цінність, кКал/100 г
	білків, г/100 г	жирів, г/100 г	вуглеводів, г/100 г	
№1	9,47	19,97	68,92	479,44
№3	19,89	25,13	50,81	498,81

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.6, свідчить, що використання борошна з ядер волоського горіха суттєво впливає на поживну та енергетичну цінність кексів, підвищуючи їх поживну та енергетичну цінність.

Вміст білків у контрольному зразку №1 становив 9,47 г/100 г продукту, тоді як у дослідному зразку №3 цей показник зріс до 19,89 г/100 г. Таким чином,

кількість білка збільшилася на 10,42 г/100 г, або на 110,0 %. Таке зростання пояснюється високим вмістом протеїну в горіховому борошні та свідчить про ефективне збагачення кексів рослинним білком. Вміст жирів також підвищився з 19,97 до 25,13 г/100 г продукту, тобто на 5,16 г/100 г або на 25,8 %. Зростання цього показника обумовлене наявністю у складі горіхового борошна залишкової олії, багатої на поліненасичені жирні кислоти, які мають високу фізіологічну цінність та сприяють покращенню жирнокислотного складу виробів. Водночас кількість вуглеводів у дослідному зразку зменшилася з 68,92 до 50,81 г/100 г, тобто на 18,11 г/100 г або на 26,3 %. Це є позитивним результатом, оскільки частина традиційних вуглеводних компонентів була замінена більш цінними білковими та жировими речовинами горіхового походження.

Енергетична цінність кексів після внесення горіхового борошна дещо зросла. Якщо для контрольного зразка вона становила 479,44 ккал/100 г, то для зразка №3 – 498,81 ккал/100 г. Підвищення калорійності на 19,37 ккал/100 г, або на 4,0 %, пояснюється збільшенням вмісту білків і особливо жирів, які мають високу енергетичну цінність.

Отримані результати свідчать, що використання борошна з ядер волоського горіха дозволяє суттєво покращити нутрієнтний склад кексів: більш ніж удвічі підвищити вміст білка, збільшити кількість корисних жирів та одночасно знизити частку вуглеводів. Незважаючи на незначне зростання калорійності, дослідний зразок №3 характеризується значно вищою поживною та біологічною цінністю порівняно з традиційним кексом і може бути віднесений до виробів функціонального призначення.

Досліджено реологічні властивості дослідних зразків кексів після випікання (табл. 3.7, рис. 3.4).

Аналіз результатів дослідження профілю текстури кексів, наведених у табл. 3.7, свідчить про суттєвий вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на структурно-механічні властивості готових виробів.

Показник твердості характеризує опір м’якушки деформації та є одним із основних критеріїв оцінювання текстури кексів. Найвищу твердість під час

першого стиснення мав контрольний зразок №1 – 2580,3 гс. У зразку №2 з клітковиною волоського горіха цей показник дещо знизився до 2471,6 гс, що свідчить про незначне пом'якшення структури виробу. Більш виражене зменшення твердості спостерігалося у зразку №3 з горіховим борошном (2195,8 гс), тоді як найменшу твердість мав зразок №4 з білковим концентратом – 1458,9 гс, що на 43,5 % менше порівняно з контролем. Аналогічна закономірність спостерігалася і для показника твердості під час другого стиснення.

Таблиця 3.7 – Результати аналізу профілю текстури кексів

Показник	№ дослідного зразку кексів			
	1	2	3	4
Твердість 1, гс	2580,3	2471,6	2195,8	1458,9
Твердість 2, гс	2281,9	2189,9	2055,2	1386,2
Стійкість	0,180	0,545	0,217	0,172
Індекс пружності	0,703	0,703	0,744	0,703
Когезивність	0,590	0,504	0,955	0,659
Жувальність	1069,6	875,2	1559,3	675,5

Показник стійкості характеризує здатність структури чинити опір деформації. Найвище його значення зафіксовано у зразка №2 (0,545), що більш ніж утричі перевищувало показники інших зразків. Це свідчить про формування більш щільної та стабільної структури кексу внаслідок внесення клітковини волоського горіха. Для контрольного зразка, а також зразків №3 та №4 значення показника перебували в межах 0,172–0,217.

Індекс пружності у всіх зразках змінювався незначно та становив 0,703–0,744. Найвищу пружність мав зразок №3 із додаванням горіхового борошна (0,744), що свідчить про кращу здатність виробу відновлювати форму після механічного навантаження. Для решти зразків значення показника були однаковими та становили 0,703.

Когезивність характеризує внутрішню зв'язність структури м'якушки. У контрольному зразку її значення становило 0,590. У зразку №2 воно дещо знизилося до 0,504, тоді як у зразку №4 збільшилося до 0,659. Найвище значення когезивності встановлено для зразка №3 – 0,955, що свідчить про високу цілісність та міцність внутрішньої структури виробу. Ймовірно, це пов'язано з оптимальним співвідношенням білкових, жирових та вуглеводних компонентів у горіховому борошні.

Показник жувальності є комплексною характеристикою текстури та залежить від твердості, пружності й когезивності. Найнижчу жувальність мав зразок №4 (675,5), що підтверджує його найбільш м'яку консистенцію. Для контрольного зразка цей показник становив 1069,6. У зразку №2 жувальність дорівнювала 875,2, тоді як максимальне значення зафіксовано у зразка №3 – 1559,3. Це пояснюється поєднанням високої когезивності та пружності його структури.

Таким чином, використання продуктів переробки ядер волоського горіха дозволяє цілеспрямовано регулювати текстурні властивості кексів. Клітковина забезпечує формування більш стійкої структури, білковий концентрат сприяє отриманню найбільш м'якої м'якушки, а горіхове борошно забезпечує найкраще поєднання пружності, когезивності та жувальності. За сукупністю структурно-механічних показників найбільш збалансованими властивостями характеризувався зразок №3 з додаванням борошна з ядер волоського горіха.

Висновки за розділом

Виготовлено 4 дослідні зразки кексів. Заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки ядер волоського горіха суттєво впливає на технологічні показники кексів. Додавання клітковини сприяло збільшенню упікання та зменшенню усихання виробів, тоді як використання горіхового борошна і протеїну забезпечувало краще утримання вологи під час випікання. Водночас усі дослідні зразки характеризувалися меншими показниками абсолютного та відносного

підйому порівняно з контролем, що пов’язано зі зниженням частки клейковинних білків у рецептурі. Найбільш наближеним до контрольного зразка за показниками підйому виявився кекс із додаванням протеїну волоського горіха.

Результати органолептичних досліджень показали, що всі зразки кексів із додаванням продуктів переробки ядер волоського горіха відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 та характеризувалися високими споживчими властивостями. Використання клітковини, борошна та білкового концентрату сприяло формуванню більш насиченого темно-коричневого кольору м’якушки та приємного горіхового смаку й аромату. Найбільший вплив на колір виробів мала клітковина волоського горіха, тоді як борошно і білковий концентрат забезпечували менш виражене потемніння. За результатами дегустаційної оцінки найкращим серед дослідних зразків виявився кекс із додаванням борошна з ядер волоського горіха (49,6 бала), який був найбільш наближеним до контрольного зразка за сукупністю органолептичних показників.

Дослідження показали, що використання продуктів переробки ядер волоського горіха сприяє підвищенню вологості кексів, що позитивно впливає на їх м’якість, соковитість та збереження свіжості. Найвищий вміст вологи було зафіксовано у зразку з додаванням білкового концентрату волоського горіха. Встановлено, що внесення горіхового борошна суттєво покращує поживну цінність виробів. У дослідному зразку вміст протеїну зріс більш ніж у 2 рази, значно підвищилися вміст жирів, клітковини та мінеральних речовин, а кількість вуглеводів зменшилася. Це свідчить про збагачення кексів цінними нутрієнтами та надання їм функціональних властивостей. Поживна цінність кексів із горіховим борошном суттєво зросла за рахунок підвищення вмісту білків і корисних жирів, тоді як енергетична цінність збільшилася лише незначно. Отримані результати підтверджують доцільність використання борошна з ядер волоського горіха у технології кексів для створення виробів підвищеної поживної та біологічної цінності.

Результати дослідження профілю текстури показали, що продукти переробки ядер волоського горіха суттєво впливають на структурно-механічні властивості

кексів. Додавання білкового концентрату забезпечувало найбільш м’яку структуру виробів, про що свідчило значне зниження показників твердості та жувальності. Клітковина волоського горіха сприяла формуванню більш стійкої та щільної структури, тоді як горіхове борошно забезпечувало найвищі показники пружності, когезивності та жувальності. За сукупністю досліджених параметрів найбільш збалансованими текстурними властивостями характеризувався зразок із додаванням борошна з ядер волоського горіха, що свідчить про його перспективність для використання у технології кексів підвищеної поживної цінності.

З урахуванням сукупності технологічних, поживних та органолептичних показників найбільш доцільною для впровадження у виробництво є рецептура зразка №3 – кекси, збагачені напівзнежиреним борошном з ядер волоського горіха.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Загальні положення охорони праці та техніки безпеки при виробництві кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського

Під час виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського, в умовах лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету необхідно дотримуватись вимог чинного законодавства України з охорони праці, санітарних норм, правил пожежної безпеки та внутрішніх інструкцій з експлуатації обладнання.

Лабораторія кафедри харчових технологій оснащена лабораторним обладнанням для підготовки сировини, замішування тіста, випікання та охолодження готових виробів. Роботи виконуються особами, які пройшли вступний і первинний інструктажі з охорони праці та ознайомлені з правилами безпечної роботи на обладнанні. Також до виконання робіт допускаються особи, які мають відповідну підготовку та ознайомлені з можливими небезпечними та шкідливими виробничими факторами. Під час роботи всі учасники повинні використовувати санітарний одяг: халат, головний убір, змінне взуття, а за необхідності – захисні рукавиці.

Виробництво кексів включає такі основні технологічні операції: приймання та підготовку сировини, подрібнення ядер волоського горіха або продуктів їх переробки, дозування компонентів рецептури, замішування тіста, формування виробів, випікання, охолодження та оцінку якості готової продукції. Кожен із етапів супроводжується впливом певних виробничих факторів, що можуть становити небезпеку для працюючих.

Основними вимогами безпеки під час роботи є:

1. підтримання належного санітарного стану робочих місць;
2. справність електрообладнання та заземлення;
3. дотримання правил експлуатації теплового обладнання;
4. недопущення перевантаження електромережі;

5. використання справного лабораторного інвентарю;

6. забезпечення достатнього освітлення та вентиляції лабораторного приміщення;

7. своєчасне прибирання залишків сировини та готової продукції з робочих поверхонь.

Під час підготовки сировини можливе утворення пилу від подрібнених продуктів переробки волоського горіха та борошна. За підвищеної концентрації пил може подразнювати слизові оболонки органів дихання та очей. Тому рекомендується використовувати місцеву вентиляцію та регулярно проводити вологе прибирання приміщення.

Особливу увагу необхідно приділяти безпечній експлуатації електромеханічного обладнання (міксерів, подрібнювачів, тістомісильних машин). Забороняється виконувати очищення або ремонт обладнання під час його роботи. Перед початком роботи необхідно перевірити справність пускових пристроїв, електропроводки та захисних кожухів.

Під час випікання кексів основну небезпеку становлять підвищені температури поверхонь пекарських шаф та гарячих форм для випікання. Для запобігання термічним опікам слід використовувати термостійкі рукавиці та спеціальні прихватки. Забороняється залишати працююче теплове обладнання без нагляду.

У лабораторії повинні бути наявні первинні засоби пожежогасіння, аптечка першої допомоги, плани евакуації та інструкції з пожежної безпеки. Евакуаційні проходи необхідно утримувати вільними від сторонніх предметів.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати під час виробництва кексів із використанням продуктів переробки ядер волоського горіха, наведені в табл. 4.1.

Важливим елементом профілактики виробничого травматизму є систематичне проведення інструктажів з охорони праці та контроль за виконанням вимог безпеки.

Таблиця 4.1 – Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати під час виробництва кексів із використанням продуктів переробки ядер волоського горіха

Технологічна операція	Небезпечний або шкідливий фактор	Можливі наслідки	Заходи безпеки
Підготовка борошна та горіхової сировини	Пил борошна та подрібнених горіхів	Подразнення органів дихання та очей	Вентиляція, вологе прибирання
Подрібнення продуктів переробки горіхів	Рухомі частини обладнання	Травмування рук	Захисні кожухи, дотримання інструкцій
Дозування сировини	Незручна робоча поза	Втома, перенапруження	Раціональна організація робочого місця
Замішування тіста	Рухомі механізми міксера	Травми кінцівок	Заборона втручання під час роботи обладнання
Робота з електрообладнанням	Електричний струм	Електротравми	Заземлення, перевірка справності обладнання
Випікання кексів	Висока температура печей та форм	Термічні опіки	Використання термостійких рукавиць
Виймання готових виробів	Гарячі поверхні та пара	Опіки	Дотримання безпечних прийомів роботи
Прибирання лабораторії	Волога підлога	Падіння та травми	Своєчасне прибирання і попереджувальні знаки

Особи, які працюють у лабораторії, повинні знати порядок надання домедичної допомоги при опіках, порізах, ураженні електричним струмом та інших нещасних випадках.

Мікроклімат лабораторії повинен відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Температура повітря має підтримуватися в межах 18–22 °С, відносна вологість – 40–60 %, а освітленість робочих поверхонь повинна забезпечувати комфортне виконання технологічних операцій та контроль якості продукції.

4.2 Розробка картки безпеки праці при виробництві кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського

На рис. 4.1 наведено картку безпеки праці для оператора технологічного процесу виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського.

4.3 Вимоги безпеки та охорони довкілля під час поводження з побічними продуктами та відходами виробництва

Під час проведення досліджень із виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського в лабораторних умовах утворюються побічні продукти та відходи харчового виробництва. Незважаючи на незначні обсяги таких відходів у порівнянні з промисловими підприємствами, їх збір, зберігання та утилізація повинні здійснюватися відповідно до вимог охорони праці, виробничої санітарії та екологічної безпеки.

До основних побічних продуктів і відходів, які можуть утворюватися під час виконання досліджень, належать залишки борошна, цукру, продуктів переробки ядер волоського горіха, яєчної шкаралупи, пакувальних матеріалів, а також невикористані або браковані зразки готової продукції. За умови несвоєчасного видалення такі відходи можуть сприяти погіршенню санітарного стану

приміщення, розвитку мікроорганізмів та створювати ризик виникнення алергічних реакцій у чутливих осіб.

<table>
<tr>
<td>1. Загальна інформація
1. Місце роботи – лінія з виробництва кексів.
2. Вид робіт – виробництво кексів.
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 повторного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців.
7. Термін дії картки: до 01.12.2030 р.</td>
<td>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту
1. Санітарний одяг (4 комплекти) – 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.</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Вимоги перед початком роботи
1. До роботи допускають лише повнолітніх осіб, які пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання.
2. Перед початком роботи співробітник 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.</td>
<td>4. Вимоги під час роботи
1. Співробітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб
2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипану сировину, розлиті речовини.
3. Під час роботи з гарячими поверхнями необхідно застосовувати жаростійкі засоби захисту рук.
4. Дозволено використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристрої.
5. Заборонено доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.</td>
</tr>
<tr>
<td>5. Вимоги після закінчення роботи
1. Після завершення роботи необхідно привести в порядок робоче місце, інструменти та пристрої прибрати у спеціально відведене місце.
2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту.
3. Дотримуватися правил особистої гігієни.
4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт необхідно доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.</td>
<td>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях
1. Негайно припинити всі роботи.
2. Вимкнути все обладнання та пристрої;
3. Терміново доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Контакти служб екстреної допомоги</td>
</tr>
<tr>
<td>Внутрішні службові номери:
Майстер відділення: 000-00-00
Служба охорони праці:
000-00-00 – головний інженер,
000-00-00 – медичний кабінет.</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці для оператора лінії

Характеристика побічних продуктів та способи поводження з ними під час виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристика побічних продуктів та способи поводження з ними під час виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського

Вид побічного продукту або відходу	Джерело утворення	Потенційний вплив на довкілля та безпеку праці	Спосіб поводження
Залишки борошна та продуктів переробки ядер волоського горіха	Дозування та підготовка сировини	Утворення пилу, забруднення робочих поверхонь, можливі алергічні реакції	Збирання в окремі контейнери, своєчасне видалення та вологе прибирання
Яєчна шкаралупа	Підготовка яєць до виробництва	Погіршення санітарного стану приміщення при накопиченні	Збирання в спеціальні ємності та видалення разом з органічними відходами
Залишки тіста та бракована продукція	Замішування тіста, випікання та оцінка якості виробів	Можливий розвиток мікроорганізмів при тривалому зберіганні	Видалення в контейнери для органічних відходів після завершення робіт
Паперова та картонна упаковка	Розпакування сировини	Накопичення твердих побутових відходів	Окремий збір для подальшої переробки або утилізації
Полімерні пакувальні матеріали	Упаковка сировини та допоміжних матеріалів	Засмічення навколишнього середовища	Роздільний збір та передача на перероблення або утилізацію

Усі харчові відходи повинні збиратися в окремі контейнери або ємності з кришками та регулярно видалятися з приміщення лабораторії. Забороняється накопичення органічних відходів на робочих столах або поблизу технологічного обладнання. Після завершення робіт необхідно провести очищення обладнання, інвентарю та робочих поверхонь із застосуванням дозволених мийних засобів.

Особлива увага повинна приділятися поводженню з пакувальними матеріалами. Паперову, картонну та полімерну упаковку доцільно збирати окремо для подальшого вивезення або передачі на перероблення. Такий підхід сприяє зменшенню навантаження на навколишнє середовище та відповідає принципам раціонального використання ресурсів.

Для запобігання негативному впливу на довкілля забороняється викидати залишки харчової сировини, жировмісні продукти або мийні засоби у місцях, не призначених для їх утилізації. Відведення стічних вод після миття обладнання повинно здійснюватися через систему каналізації університету відповідно до санітарно-гігієнічних вимог.

Під час проведення досліджень у лабораторії необхідно забезпечувати економне використання води та електроенергії. Після завершення роботи всі електроприлади повинні бути вимкнені від мережі, а водопровідні крани – закриті. Це дозволяє не лише підвищити рівень безпеки праці, але й зменшити споживання природних ресурсів.

Висновки до розділу

У розділі розглянуто основні вимоги охорони праці, техніки безпеки та захисту навколишнього середовища під час виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського, в умовах лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Встановлено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати під час виконання технологічних операцій, а також визначено заходи щодо їх попередження. Розроблено картку безпеки праці для оператора

технологічного процесу, яка сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки та профілактиці травматизму. Проаналізовано особливості поводження з побічними продуктами та відходами, що утворюються під час проведення досліджень, і запропоновано заходи щодо їх безпечного збирання, зберігання та утилізації.

Дотримання вимог охорони праці, виробничої санітарії та екологічної безпеки забезпечує створення безпечних умов праці, підтримання належного санітарного стану лабораторії та мінімізацію негативного впливу дослідних робіт на навколишнє середовище. Запропоновані заходи відповідають специфіці досліджень та сприяють безпечному проведенню технологічного процесу.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

У процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи здійснено розрахунок витрат, необхідних для проведення експериментальних досліджень. Формування витрат базувалося на попередньо складеному кошторисі та включало вартість основних і допоміжних матеріалів, оплату праці, енергетичні витрати, амортизаційні відрахування, накладні та додаткові витрати.

Розрахунок витрат на основні і допоміжні матеріали проводили за формулою (5.1):

$$m = \Sigma\, m_1 \cdot Ц_1 \qquad (5.1)$$

де, m_1 – кількість витраченого *i*-го матеріалу;

$Ц_1$ – ціна одиниці *i*-го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	2	3	4	5
1	Борошно пшеничне вищого сорту, кг	28,90	0,563	16,27
2	Ядра волоського горіха, кг	300,00	0,300	90,00
3	Цукор білий кристалічний, кг	27,90	0,520	14,51

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
4	Родзинки, кг	282,50	0,040	11,30
5	Масло вершкове, кг	476,11	0,520	247,58
6	Яйця курячі, шт	5,34	9	48,06
7	Розпушувач, кг	580,00	0,003	1,74
8	Сіль, кг	14,90	0,002	0,03
9	Цукор ванільний, кг	190,00	0,016	3,04
Всього				432,53

Результати розрахунків заробітної плати керівника наукового дослідження наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньогодинний заробіток, грн/год	Кільк. людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікацій-ної роботи	14574,00	101,21	20	2024,20
			Всього	2024,20

Нарахування на заробітну плату складають 22 % від фонду робочого часу. Відповідно, до визначеної суми заробітної плати вони становлять:

$$Н = \frac{2024{,}20 \cdot 22}{100} = 445{,}32 \text{ грн}$$

Витрати на спожиту електроенергію обчислювали за формулою (5.2):

$$Е = М \cdot К \cdot Т \cdot а \qquad (5.2)$$

де, М − потужність використаного електрообладнання, кВт;

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

Т − час роботи обладнання, год.;

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

а = 9,83 грн./(кВт/год.).

Дослідження проводили з використанням наступного обладнання: лабораторні ваги «TBE-1-0,01»; лабораторний млин «HC-1000Y»; духова шафа «ASEL»; міксер «Bosch MFQ 3010»; пенетрометр; колориметр портативний «Linshang LS173»; ваги-вологомір «Radwag MA 110.R»; ноутбук «Asus».

Результати розрахунку витрат на електроенергію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

Обладнання	Потужність електро-обладнання, кВт	Час роботи обладнання, год	Витрати на електроенергію, грн
Лабораторні ваги «TBE-1-0,01»	0,012	1	0,11
Лабораторний млин «HC-1000Y»	3,20	0,1	2,83
Міксер «Bosch MFQ 3010»	0,30	0,5	1,33
Духова шафа «ASEL»	2,10	2	37,16
Ваги-вологомір «Radwag MA 50.R»	0,300	4,5	11,94
Ноутбук «Asus»	0,02	40	7,08
Всього			60,45

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання виконували за формулою (5.3):

$$A = \frac{Ф \cdot Н \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.3)$$

де, А − амортизаційні відрахування, грн;

Ф − вартість обладнання, грн;

Н − річна норма амортизації, %;

t − тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів в році.

Підсумки розрахунків витрат на амортизацію обладнання наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Лабораторні ваги «ТВЕ-1-0,01»	8790,00	10	0,08	0,19
Лабораторний млин «НС-1000Y»	10800,00	10	0,009	0,03
Колориметр «Linshang LS173»	21900,00	10	0,009	0,05
Міксер «Bosch MFQ 3010»;	999,00	10	0,04	0,01
Духова шафа «ASEL»	4099,00	15	0,17	0,29
Ваги-вологомір «Radwag MA 50.R»	67600,00	15	0,375	10,42
Ноутбук «Asus»	36000,00	25	3,33	82,11
Всього				93,10

Накладні витрати, що пов’язані з обслуговуванням лабораторного обладнання приймають на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{2024{,}20 \cdot 80}{100} = 1619{,}36 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	432,53
Заробітна плата	2024,20
Нарахування на заробітну плату	445,32
Електроенергія	60,45
Амортизація	93,10
Накладні витрати	1619,36
Всього	4674,96

Загальна вартість дослідження склала 4674,96 грн.

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Вартість науково-дослідної роботи розраховували з урахуванням витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, а також рентабельності, застосовуючи при цьому наступний математичний вираз (5.4):

$$Ц = С + \frac{Р \cdot С}{100} \qquad (5.4)$$

де, Ц − вартість дослідження, грн;

С − витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 4674{,}96 + \frac{30 \cdot 4674{,}96}{100} = 6077{,}45 \text{ грн}$$

Загальна сума витрат, спрямованих на реалізацію досліджень у межах кваліфікаційної роботи, становить 6077,45 грн.

5.3 Техніко-економічні показники виробництва кексів в лабораторних умовах

У табл. 5.6 представлено результати розрахунку очікуваної собівартості 1 кг кексів. Економічні показники для зразків кексів із додаванням напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха, виготовлених у лабораторних умовах, наведено в табл. 5.7.

Таблиця 5.6 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, зразок №1

Найменування статей калькуляції	Виробництво кексів за класичною рецептурою		
	Кількість	Ціна (грн.)	Сума (грн.)
1	2	3	4
Сировина та основні матеріали:			
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	0,428	28,90	12,37
Цукор білий кристалічний, кг	0,321	27,90	8,95
Родзинки, кг	0,099	282,50	27,97
Масло вершкове, кг	0,321	476,11	152,83
Яйця курячі, шт	6	5,34	32,04
Розпушувач, кг	0,0004	580,00	0,23
Сіль, кг	0,0013	14,90	0,02
Ванільний цукор, кг	0,0099	190,00	1,88
Зворотні відходи, що реалізуються:	-	-	-
Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг			*236,29*
Допоміжні і таропакувальні матеріали:			
Форми для кексів, шт.	13	0,23	2,99
Картонні коробки, шт	1	18,65	18,65
Разом			*21,55*

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4
Паливо і енергія на технологічні цілі:			
Електроенергія, кВт.год:	2,41	9,83	23,71
Разом			*23,71*
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання			-
Амортизаційні відрахування			*1,43*
Вихід готової продукції, кг	1		
Виробнича собівартість 1 кг готового продукту			**282,98**

Таблиця 5.7 – Техніко-економічні показники виробництва кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з ядер волоського горіха, зразок №3

Найменування статей калькуляції	Виробництво кексів, збагачених напівзнежиреним борошном з ядер волоського горіха		
	Кількість	Ціна (грн.)	Сума (грн.)
Сировина та основні матеріали:			
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	0,370	28,90	10,69
Борошно з ядер волоського горіха, кг	0,214	148,80	31,84
Цукор білий кристалічний, кг	0,278	27,90	7,76
Родзинки, кг	0,099	282,50	27,97
Масло вершкове, кг	0,278	476,11	132,35
Яйця курячі, шт	5	5,34	26,70
Розпушувач, кг	0,0004	580,00	0,23
Сіль, кг	0,0011	14,90	0,02
Ванільний цукор, кг	0,0086	190,00	1,63
Зворотні відходи, що реалізуються:	-	-	-
Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг			*239,19*
Допоміжні і таропакувальні матеріали:			
Форми для кексів, шт.	13	0,22	2,86
Картонні коробки, шт	1	18,60	18,60
Разом			*21,46*
Паливо і енергія на технологічні цілі:			
Електроенергія, кВт.год:	2,41	9,83	23,71
Разом			*23,71*
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання			-
Амортизаційні відрахування			*1,43*
Вихід готової продукції, кг	1		
Виробнича собівартість 1 кг готового продукту			**285,79**

Аналіз результатів, наведених у табл. 5.6–5.7, показав, що заміна частини пшеничного борошна напівзнежиреним борошном із ядер волоського горіха практично не вплинула на загальний рівень виробничої собівартості кексів, проте дозволила суттєво підвищити їх поживну цінність.

Виробнича собівартість 1 кг контрольного зразка кексів становила 282,98 грн, тоді як для дослідного зразка №3 вона дорівнювала 285,79 грн, що лише на 2,81 грн, або 0,99 %, більше порівняно з традиційною рецептурою. Така незначна різниця свідчить про економічну доцільність використання горіхового борошна як функціонального інгредієнта.

Середня роздрібна вартість кексів на українському ринку залежить від рецептури, складу та сегмента продукції: кекси масового виробництва – 180–280 грн/кг; кекси з горіхами, сухофруктами та функціональними інгредієнтами – 300–450 грн/кг; крафтові та спеціалізовані вироби здорового харчування – 400–700 грн/кг. Отримана виробнича собівартість контрольного зразка (282,98 грн/кг) та кексу з борошном із ядер волоського горіха (285,79 грн/кг) відповідає нижній межі преміального сегмента. З урахуванням стандартної рентабельності виробництва на рівні 25–30 % рекомендована відпускна ціна може становити:

- контрольний зразок – 354–368 грн/кг;
- кекс із борошном волоського горіха – 357–372 грн/кг.

Такі ціни є конкурентоспроможними для сегмента функціональних кондитерських виробів та відповідають сучасним тенденціям ринку здорового харчування.

Висновки за розділом

У результаті виконання організаційно-економічних розрахунків визначено витрати, пов’язані з проведенням досліджень та виробництвом дослідних зразків кексів із використанням напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха. Встановлено, що загальна сума витрат на проведення наукових досліджень становила 4674,96 грн, а з урахуванням нормативного рівня рентабельності (30 %) вартість виконання дослідження склала 6077,45 грн.

Проведений розрахунок техніко-економічних показників виробництва кексів показав, що виробнича собівартість 1 кг контрольного зразка становить 282,98 грн,

тоді як для кексів із додаванням напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха – 285,79 грн. Збільшення собівартості становило лише 2,81 грн/кг, або 0,99 %, що свідчить про економічну доцільність використання даного функціонального інгредієнта.

Порівняння отриманих результатів із середніми цінами на кекси, представлені на ринку України, показало, що розроблений продукт є конкурентоспроможним та відповідає сегменту борошняних кондитерських виробів підвищеної поживної цінності. Рекомендована відпускна ціна кексів із борошном із ядер волоського горіха становить 357–372 грн/кг, що узгоджується з ринковими цінами на продукцію преміального та функціонального призначення.

Отже, використання напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха у технології кексів є не лише технологічно обґрунтованим, а й економічно ефективним, оскільки забезпечує суттєве підвищення поживної та біологічної цінності виробів за мінімального збільшення виробничих витрат.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виготовлено 4 дослідні зразки кексів. Заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки ядер волоського горіха суттєво впливає на технологічні показники кексів. Додавання клітковини сприяло збільшенню упікання та зменшенню усихання виробів, тоді як використання горіхового борошна і протеїну забезпечувало краще утримання вологи під час випікання. Водночас усі дослідні зразки характеризувалися меншими показниками абсолютного та відносного підйому порівняно з контролем, що пов'язано зі зниженням частки клейковинних білків у рецептурі. Найбільш наближеним до контрольного зразка за показниками підйому виявився кекс із додаванням протеїну волоського горіха.

2. Результати органолептичних досліджень показали, що всі зразки кексів із додаванням продуктів переробки ядер волоського горіха відповідали вимогам ДСТУ 4505:2005 та характеризувалися високими споживчими властивостями. Використання клітковини, борошна та білкового концентрату сприяло формуванню більш насиченого темно-коричневого кольору м'якушки та приємного горіхового смаку й аромату. Найбільший вплив на колір виробів мала клітковина волоського горіха, тоді як борошно і білковий концентрат забезпечували менш виражене потемніння. За результатами дегустаційної оцінки найкращим серед дослідних зразків виявився кекс із додаванням борошна з ядер волоського горіха (49,6 бала), який був найбільш наближеним до контрольного зразка за сукупністю органолептичних показників.

3. Дослідження показали, що використання продуктів переробки ядер волоського горіха сприяє підвищенню вологості кексів, що позитивно впливає на їх м'якість, соковитість та збереження свіжості. Найвищий вміст вологи було зафіксовано у зразку з додаванням білкового концентрату волоського горіха. Встановлено, що внесення горіхового борошна суттєво покращує поживну цінність виробів. У дослідному зразку вміст протеїну зріс більш ніж у 2 рази, значно підвищилися вміст жирів, клітковини та мінеральних речовин, а кількість

вуглеводів зменшилася. Це свідчить про збагачення кексів цінними нутрієнтами та надання їм функціональних властивостей. Поживна цінність кексів із горіховим борошном суттєво зросла за рахунок підвищення вмісту білків і корисних жирів, тоді як енергетична цінність збільшилася лише незначно. Отримані результати підтверджують доцільність використання борошна з ядер волоського горіха у технології кексів для створення виробів підвищеної поживної та біологічної цінності.

4. Результати дослідження профілю текстури показали, що продукти переробки ядер волоського горіха суттєво впливають на структурно-механічні властивості кексів. Додавання білкового концентрату забезпечувало найбільш м'яку структуру виробів, про що свідчило значне зниження показників твердості та жувальності. Клітковина волоського горіха сприяла формуванню більш стійкої та щільної структури, тоді як горіхове борошно забезпечувало найвищі показники пружності, когезивності та жувальності. За сукупністю досліджених параметрів найбільш збалансованими текстурними властивостями характеризувався зразок із додаванням борошна з ядер волоського горіха, що свідчить про його перспективність для використання у технології кексів підвищеної поживної цінності.

З урахуванням сукупності технологічних, поживних та органолептичних показників найбільш доцільною для впровадження у виробництво є рецептура зразка №3 – кекси, збагачені напівзнежиреним борошном з ядер волоського горіха.

5. Розглянуто основні вимоги охорони праці, техніки безпеки та захисту навколишнього середовища під час виробництва кексів, збагачених продуктами переробки ядер горіха волоського, в умовах лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Встановлено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть виникати під час виконання технологічних операцій, а також визначено заходи щодо їх попередження. Розроблено картку безпеки праці для оператора технологічного процесу, яка сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки та профілактиці травматизму. Проаналізовано особливості поводження з побічними

продуктами та відходами, що утворюються під час проведення досліджень, і запропоновано заходи щодо їх безпечного збирання, зберігання та утилізації.

6. Визначено витрати, пов’язані з проведенням досліджень та виробництвом дослідних зразків кексів із використанням напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха. Встановлено, що загальна сума витрат на проведення наукових досліджень становила 4674,96 грн, а з урахуванням нормативного рівня рентабельності (30 %) вартість виконання дослідження склала 6077,45 грн. Проведений розрахунок техніко-економічних показників виробництва кексів показав, що виробнича собівартість 1 кг контрольного зразка становить 282,98 грн, тоді як для кексів із додаванням напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха – 285,79 грн. Збільшення собівартості становило лише 2,81 грн/кг, або 0,99 %, що свідчить про економічну доцільність використання даного функціонального інгредієнта. Порівняння отриманих результатів із середніми цінами на кекси, представлені на ринку України, показало, що розроблений продукт є конкурентоспроможним та відповідає сегменту борошняних кондитерських виробів підвищеної поживної цінності. Рекомендована відпускна ціна кексів із борошном із ядер волоського горіха становить 357–372 грн/кг, що узгоджується з ринковими цінами на продукцію преміального та функціонального призначення. Отже, використання напівзнежиреного борошна з ядер волоського горіха у технології кексів є не лише технологічно обґрунтованим, а й економічно ефективним, оскільки забезпечує суттєве підвищення поживної та біологічної цінності виробів за мінімального збільшення виробничих витрат.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Лебеденко Т.Є., Кожевнікова В.О., Ткачук О.В., Євлаш В.В. Виробництво борошняної продукції: значення і завдання в продовольчій безпеці українців, проблеми і виклики сьогодення та післявоєнної трансформації. *Наукові праці НУХТ*. 2024. Т. 30, №5. С. 183–198.

2. Коркач Г.В., Котузаки О.М., Хвостенко К.В. Пробіотики та пребіотики – функціональні інгредієнти для кондитерської промисловості. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. Vol. 32, No. 1. P. 119–130.

3. Дорохович В.В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23, №4. С. 199–206.

4. Коркач Х.В., Котузакі О.М., Брайтенмозер Л., Бенер Д., Хугі К., Крусір Г.В. Інноваційна технологія виробництва печива на основі використання вторинних продуктів переробки сої. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Vol. 31, No. 1. P. 128–139.

5. Салєба Л.В., Нестерук В.П., Семешко О.Я. Використання інулінвмісної сировини у технології функціонального пісочного печива. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2026. №1 (96). С. 185–192.

6. Лебединець В.Т., Багрій Л.М., Ярошик У.І. Дикорослі ягоди – цінна сировина у виробництві борошняних кондитерських виробів. *Проблеми клінічної педіатрії*. 2017. С. 157–160.

7. Антоненко А.В., Бровенко Т.В., Василенко О.В., Стукальська Н.М., Криворучко М.Ю., Толок Г.А. Технологія кондитерських виробів з використанням порошків тропічних рослин. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки.* 2022. №3. С. 100–109.

8. Палько Н.С. Технологія пісочних тістечок із білковими збагачувачами. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2018. №20. С. 77–82.

9. Касабова К.Р., Гревцева Н.В., Шидакова-Каменюка О.Г., Омельченко О.В. Використання вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництв

у технології здобного печива. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2017. №35. С. 5–11.

10. Самохвалова О.В., Касабова К.Р., Олійник С.Г. Технологія маффінів оздоровчого призначення : монографія. Харків: Технологічний Центр, 2015. 120 с.

11. Меженський В.М. Волоський горіх (*Juglans regia* L.). Київ: Ліра-К, 2020. 184 с.

12. Мазур К., Гонтарук Я. Стан та перспективи розвитку вирощування та переробки горіху волоського в Україні. *Економічний дискурс*. 2021. №1–2. С. 18–28.

13. Amaral J.S., Casal S., Pereira J.A., Seabra R.M., Oliveira B.P.P. Effects of cultivar, geographical location and crop season on the lipid profile of walnuts (*Juglans regia L.*). *Food Chemistry*. 2013. Vol. 88. P. 373–379.

14. Martínez M.L., Labuckas D.O., Lamarque A.L., Maestri D.M. Walnut (Juglans regia L.): Genetic resources, chemistry and by-products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016. Vol. 90. P. 1959–1967.

15. Fatima T., Showkat U., Hussain S.Z. Nutritional and health benefits of walnuts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7. P. 1269–1271.

16. Burbano J.J., Correa M.J. Composition and physicochemical characterization of walnut flour, a by-product of oil extraction. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2021. Vol. 76, No. 2. P. 238–245.

17. Zhan Y., Ma M., Chen Z., Ma A., Li S., Xia J., Jia Y. A review on extracts, chemical composition and product development of Walnut Diaphragma Juglandis Fructus. *Foods*. 2023. Vol. 12, No. 18. Art. 3379.

18. Cosmulescu S., Trandafir I., Nour V. Phenolic acids and flavonoids in walnut tissues. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2014. Vol. 42. P. 412–417.

19. Mukarram S.A., Wandhekar S.S., Ahmed A.E.M. et al. Global perspectives on the medicinal implications of green walnut and its benefits: A comprehensive review. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, No. 5. Art. 433.

20. Liu Y., Zhang X., Wang H. The road to reuse of walnut by-products: A comprehensive review of bioactive compounds, extraction and identification methods,

biomedical and industrial applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2024. Vol. 143. Art. 104264.

21. Gao Y. et al. Extraction, chemical components, bioactive functions and adulteration identification of walnut oils: A review. *Grain & Oil Science and Technology*. 2024. Vol. 7, No. 1. P. 30–41.

22. Ojeda-Amador R.M., Salvador M.D., Gómez-Alonso S., Fregapane G. Characterization of virgin walnut oils and their residual cakes produced from different varieties. *Food Research International*. 2018. Vol. 108. P. 396–404.

23. Bantea-Zagareanu V. Effects of defatted walnut meal as a potential ingredient in bread: Physicochemical, rheological, functional and sensory properties. *Journal of Engineering Science*. 2023. Vol. 30, No. 1. P. 187–206.

24. Bakkalbaşı E., Meral R., Dogan I.S. Bioactive compounds and sensory properties of cakes enriched with walnut press-cake. *Journal of Food Quality*. 2015. Vol. 38. P. 422–430.

25. Jahanban-Esfahlan A., Ostadrahimi A., Tabibiazar M., Amarowicz R. A comprehensive review on the chemical constituents and functional uses of walnut (*Juglans spp*.) husk. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20, No. 16. Art. 3920.

26. Mateș L., Rusu M. E., Popa D.S. Phytochemicals and biological activities of walnut septum: A systematic review. *Antioxidants*. 2023. Vol. 12, No. 3. Art. 604.

27. Маринець М.В., Дзюндзя О.В. Удосконалення технології кексів за рахунок використання місцевої сировини. *Праці ТДАТУ.* 2020. №20. С. 208–217.

28. Sudha M.L., Baskaran V., Leelavathi K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 104, No. 2. P. 686–692.

29. Ткаченко Л., Очколяс О., Іванюта А., Харсіка І., Момот І. Використання рослинної сировини для підвищення біологічної цінності мафінів. *Здоров'я людини і нації.* 2025. Т. 3, №2. С. 81–92.

30. Лозова Т.М. Поліпшення білкового та амінокислотного складу кондитерських виробів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2020. №23. С. 102–109.

31. Lee D.P., Gan A.X., Kim J.E. Incorporation of biovalorised okara in biscuits: Improvements of nutritional, antioxidant, physical, and sensory properties. *LWT – Food Science and Technology*. 2020. Vol. 134. Art. 109902.

32. Грабовська О., Літвінов А. Технологія кексів з використанням білкового концентрату бобів *Vicia faba. Товари і ринки*. 2024. №4. С. 101–112.

33. Лебединець А.І. Харчова цінність збагачених масляних кексів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2025. № 41. С. 75–81.

34. Гаврилишин В.В., Лебединець А.І. Розробка і оптимізація рецептурного складу кексів із додаванням борошна з батату. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки».* 2025. №1. С. 79–86.

35. Палько Н.С., Давидович О.Я., Заяць С.В., Горобець О.М. Удосконалення технології кексів з використанням нетрадиційної сировини. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки».* 2024. №2. С. 12–17.

36. Pycia K., Juszczak L. Influence of hazelnut and walnut oil cakes powder on thermal and rheological properties of wheat flour. *Foods*. 2023. Vol. 12, No. 22. Art. 4060.

37. Погорельська А.С., Павлюченко О.С., Кузьмін О.В., Польовик В.В., Силка І.М. Теоретичні аспекти доцільності створення безглютенових кексів, збагачених сиром кисломолочним, для закладів ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ.* 2023. №1 (29). С. 151–162.

38. Челябієва В.М., Симко А.О. Використання чаю матча в технології безглютенових кексів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2021. №26. С. 65–70.

39. Юдіна Т.І., Безрученко О.М., Агапова О.В. Безглютенові кекси з борошном круп'яних культур. Обладнання та технології харчових виробництв. 2020. № 1 (40). С. 19–25.

40. Мацук Ю.А., Колпікова Є.О., Іщенко Н.В. Обґрунтування технології безглютенових кексів із додаванням насіння чіа. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки».* 2020. №1(91). DOI: 10.37734/2518-7171-2019-1-1.

ДОДАТКИ