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 печива здобного, збагаченого 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»

_____ Нікіта ТОМАШЕВСЬКИЙ

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

Томашевському Нікіті Сергійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва печива здобного, збагаченого 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 печива здобного.

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 _____ Нікіта ТОМАШЕВСЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер горіха волоського».

Кваліфікаційна робота бакалавра: 67 с., 6 рис., 15 табл., 30 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва печива здобного.

Метою роботи є розроблення рецептури печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер горіха волоського.

Методи дослідження. Дослідні зразки печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, виготовляли на основі рецептури печива пісочного із подальшим випіканням за температури 200 °С протягом 15 хв. Масову частку вологи у готових виробах визначали методом висушування наважки до сталої маси з використанням вагів-вологоміра «RADWAG MA 110 R». Кольорові характеристики готових виробів 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.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технології печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха. Проаналізовано сучасний стан виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення та перспективи використання продуктів переробки ядер волоського горіха у харчових технологіях. Досліджено хімічний склад ядер волоського горіха, макухи та продуктів її фракціонування – клітковини, борошна та білкового концентрату. Розроблено рецептури трьох зразків печива здобного, у яких 25 % пшеничного борошна замінювали відповідно клітковиною, борошном або білковим концентратом з ядер волоського горіха. Проведено комплексне оцінювання якості дослідних зразків за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками. Використання продуктів переробки ядер волоського горіха впливає на колірні характеристики та вологість тіста, сприяє формуванню приємного горіхового смаку й аромату готових виробів та не погіршує їх споживчих властивостей. Найвищу органолептичну оцінку отримав зразок із додаванням білкового концентрату волоського горіха. Внесення білкового концентрату дозволяє суттєво підвищити поживну цінність печива: вміст протеїну зріс на 56,7 %, жирів – на 47,6 %, клітковини – у 2,5 рази, мінеральних речовин – на 56,1 % порівняно з контрольним зразком. Енергетична цінність виробів збільшилася лише на 3,3 %. Рекомендовано до виробництва печиво здобне із заміною 25 % пшеничного борошна на білковий концентрат з ядер волоського горіха, яке характеризується високими органолептичними показниками, покращеним нутрієнтним складом та підвищеною біологічною цінністю.

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

ЗМІСТ

ВСТУП 5
1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ 7
1.1 Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення 7
1.2 Характеристика продуктів переробки ядер горіха волоського та перспективи їх використання у харчових технологіях 9
1.3 Аналіз наукових досліджень щодо використання продуктів переробки ядер горіха волоського у технології різних видів печива 11
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 правила безпеки та охорони праці при виробництві здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха 42
4.2 Розробка картки безпеки праці при виробництві здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер горіха волоського 45
4.3 Екологічні аспекти поводження з побічними продуктами і відходами при виробництві здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха 45
Висновки до розділу 50
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 52
5.1 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи 52
5.2 Розрахунок вартості дослідження 57
Висновки за розділом 57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ 58
БІБЛІОГРАФІЯ 62
ДОДАТКИ 66

ВСТУП

Одним із актуальних напрямів розвитку сучасної харчової промисловості є створення продуктів підвищеної поживної та біологічної цінності з використанням вторинних ресурсів переробної галузі. Особливої уваги набуває виробництво борошняних кондитерських виробів функціонального призначення, оскільки традиційне здобне печиво характеризується високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і жирів та порівняно низьким вмістом білків, харчових волокон та мінеральних речовин.

Перспективною сировиною для збагачення кондитерських виробів є продукти переробки макухи ядер волоського горіха, що утворюється після видобування олії. Незважаючи на вилучення значної частини ліпідів, така макуха зберігає високий вміст білкових речовин, харчових волокон, мінеральних елементів та біологічно активних сполук. Залежно від способу переробки з неї можуть бути отримані горіхове борошно, клітковина та білкові концентрати, які є цінними функціональними інгредієнтами для харчової промисловості.

Актуальність використання продуктів переробки макухи волоського горіха у технології здобного печива обумовлена також зростанням попиту споживачів на продукти здорового харчування. Сучасний споживач дедалі більше уваги приділяє не лише смаковим властивостям продукції, а й її поживній цінності, вмісту білка, харчових волокон та натуральності сировини. Збагачення печива продуктами переробки волоського горіха дозволяє підвищити вміст рослинного білка, харчових волокон та мінеральних речовин, одночасно формуючи приємний горіховий смак та аромат виробів.

Важливим аспектом є також ресурсозбереження та впровадження принципів циркулярної економіки. Використання макухи волоського горіха як сировини для виробництва харчових інгредієнтів забезпечує комплексну переробку рослинної сировини, зменшує кількість відходів олійного виробництва та сприяє підвищенню економічної ефективності підприємств.

Крім того, застосування продуктів переробки макухи ядер волоського горіха дозволяє розширити асортимент функціональних кондитерських виробів вітчизняного виробництва, знизити залежність від імпортних білкових та клітковинних добавок та створити конкурентоспроможну продукцію з високою доданою вартістю.

Отже, виробництво здобного печива, збагаченого продуктами переробки макухи ядер волоського горіха, є актуальним напрямом наукових досліджень і практичного впровадження, оскільки поєднує підвищення поживної цінності продукції, раціональне використання вторинної сировини, розширення асортименту функціональних продуктів та реалізацію принципів сталого розвитку харчової промисловості.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є технологічний процес виробництва печива здобного.

Предмет дослідження – склад, показники якості та реологічні властивості печива здобного.

Метою роботи є розроблення рецептури печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер горіха волоського.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

1. Розробити та виготовити дослідні зразки печива здобного 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 печива здобного, 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 печива здобного.

1. ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

1.1 Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення

Борошняні кондитерські вироби посідають важливе місце у структурі харчування населення багатьох країн світу та характеризуються стабільним споживчим попитом. До цієї групи належать різноманітні види печива, вафель, пряників, кексів, тістечок та інших виробів, які відзначаються привабливими органолептичними властивостями, високою енергетичною цінністю та тривалим терміном зберігання. Водночас традиційні рецептури борошняних кондитерських виробів переважно містять значну кількість легкозасвоюваних вуглеводів і жирів, проте характеризуються недостатнім вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних компонентів. У зв'язку з цим актуальним напрямом розвитку харчових технологій є вдосконалення рецептурного складу таких виробів шляхом використання натуральної рослинної сировини та функціональних інгредієнтів [1].

Одним із пріоритетних напрямів сучасної харчової науки є створення продуктів функціонального призначення, здатних не лише задовольняти енергетичні потреби організму, а й позитивно впливати на стан здоров'я людини. Згідно із сучасними концепціями функціонального харчування, такі продукти повинні сприяти підтриманню фізіологічних функцій організму, підвищенню його адаптаційних можливостей та профілактиці аліментарно-залежних захворювань. Завдяки широкому поширенню та регулярності споживання борошняні кондитерські вироби розглядають як ефективну основу для введення функціональних інгредієнтів природного походження [2].

Дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців свідчать про значний потенціал використання нетрадиційної рослинної сировини для підвищення поживної та біологічної цінності кондитерських виробів. Зокрема, до складу печива успішно вводять плодово-ягідні порошки, продукти переробки зернових та бобових

культур, насіння олійних рослин, харчові волокна, білкові концентрати та горіхову сировину. Використання таких інгредієнтів сприяє збільшенню вмісту білків, мінеральних речовин, антиоксидантів та харчових волокон, а також дозволяє розширити асортимент продукції оздоровчого призначення [3–5].

Серед борошняних кондитерських виробів особливий інтерес становить здобне печиво, яке завдяки своїм технологічним властивостям є перспективним об'єктом для функціонального збагачення. Рецептурний склад здобного печива передбачає використання значної кількості жирових компонентів, що забезпечує добру сумісність виробу з рослинними добавками та сприяє рівномірному розподілу функціональних інгредієнтів у структурі тіста. Крім того, здобне печиво характеризується високою популярністю серед споживачів різних вікових груп, що робить його ефективним носієм біологічно активних речовин.

Особливо перспективним напрямом є використання продуктів переробки ядер волоського горіха. Волоський горіх відзначається високим вмістом повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, мінеральних речовин (калію, магнію, фосфору, кальцію, цинку) та фенольних сполук, які проявляють антиоксидантні властивості. Продукти його переробки зберігають значну частину цінних нутрієнтів та можуть використовуватися як функціональні інгредієнти для підвищення біологічної цінності харчових продуктів [6, 7].

Важливим аспектом сучасних харчових технологій є також раціональне використання вторинних ресурсів харчових виробництв. Продукти переробки ядер волоського горіха, які утворюються після отримання основної продукції, містять значну кількість поживних речовин та біологічно активних компонентів, тому можуть розглядатися як цінна вторинна сировина. Їх використання у технології здобного печива відповідає принципам ресурсозбереження, безвідходного виробництва та сталого розвитку харчової промисловості [8].

1.2 Характеристика продуктів переробки ядер горіха волоського та перспективи їх використання у харчових технологіях

Волоський горіх (*Juglans regia L.*) належить до найцінніших горіхоплідних культур світу та характеризується високою поживною, біологічною та економічною цінністю. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам Україна входить до числа провідних виробників волоського горіха, а щорічні обсяги його вирощування створюють значний потенціал для розвитку переробної промисловості та розширення асортименту продуктів функціонального призначення [6, 7].

Основною товарною частиною плоду є ядро, частка якого залежно від сорту може варіювати від 45 до 60 % від загальної маси горіха. Ядра характеризуються високою енергетичною цінністю та містять широкий комплекс поживних та біологічно активних речовин. Вміст жиру у ядрах коливається в межах 53–70 %, білка – 14–25 %, а також вони є джерелом харчових волокон, вітамінів групи В, токоферолів, фітостеролів, мінеральних речовин та фенольних сполук [6, 9]. Особливу цінність становлять поліненасичені жирні кислоти, насамперед лінолева та α-ліноленова, які належать до незамінних нутрієнтів та відіграють важливу роль у профілактиці серцево-судинних захворювань [10, 11].

За даними сучасних досліджень, волоські горіхи характеризуються одним із найвищих серед горіхоплідних культур рівнів антиоксидантної активності, що зумовлено значним вмістом поліфенолів, флавоноїдів та інших біологічно активних сполук [12].

Одним із основних продуктів переробки ядер є горіхова олія, яку отримують шляхом холодного або гарячого пресування, а також екстракційними методами. Вона характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот, токоферолів, фітостеролів і каротиноїдів, завдяки чому має виражені антиоксидантні властивості та високу біологічну цінність [11, 13]. Горіхову олію широко використовують у виробництві різноманітних функціональних харчових продуктів. Останніми роками значну увагу приділяють її використанню для створення структурованих жирових систем (олеогелів), які можуть замінювати тверді жири у рецептурах

борошняних кондитерських виробів, сприяючи зниженню вмісту насичених жирних кислот та трансізомерів [14].

Особливий інтерес для харчової промисловості становлять побічні продукти олійного виробництва – макуха волоського горіха. У процесі вилучення олії в ній концентруються білки, харчові волокна, мінеральні речовини та фенольні сполуки, що робить її перспективною сировиною для створення продуктів оздоровчого та функціонального призначення [15, 16]. Вміст білка у знежиреній горіховій макусі може досягати 30–40 %, що дозволяє розглядати її як цінне джерело рослинного протеїну [17].

Після подрібнення макухи отримують горіхове борошно, яке дедалі ширше використовують у харчових технологіях. Введення такого борошна до складу хлібобулочних і кондитерських виробів сприяє підвищенню вмісту білка, харчових волокон, мінеральних речовин та антиоксидантів у готовій продукції. Крім того, горіхове борошно покращує смакові властивості виробів, формуючи специфічні горіхові характеристики [15, 17]. Середній хімічний склад основних продуктів переробки ядер волоського горіха наведений в табл. 1.1. Значення можуть варіювати залежно від сорту горіха, умов вирощування та технології переробки. У таблиці наведено середні показники за даними наукових джерел [11, 15–20].

Таблиця 1.1 – Середній хімічний склад основних продуктів переробки ядер волоського горіха

Показник	Горіхова олія	Макуха волоського горіха	Горіхове борошно (знежирене)
1	2	3	4
Волога, %	до 0,2	5–8	6–10
Білки, %	залишки	30–40	35–45
Жири, %	99,0–99,8	10–20	8–15
Вуглеводи, %	–	15–25	15–25
Харчові волокна, %	–	8–15	10–18

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
Зола (мінеральні речовини), %	до 0,1	4–6	4–7
Енергетична цінність, ккал/100 г	880–900	380–450	320–420
Поліненасичені жирні кислоти, % від загального жиру	60–75	55–70	50–65
Токофероли (вітамін Е), мг/100 г	30–50	8–15	5–12
Поліфенольні сполуки	+	++	++
Антиоксидантна активність	висока	висока	висока

Для технології здобного печива використання продуктів переробки ядер волоського горіха є особливо актуальним. Завдяки високому вмісту жирів і білків вони добре поєднуються з традиційними рецептурними компонентами та сприяють формуванню покращених органолептичних характеристик готового продукту. Крім того, збагачення здобного печива горіховою сировиною дозволяє підвищити вміст ессенціальних жирних кислот, антиоксидантів, мінеральних речовин та харчових волокон, що відповідає сучасним тенденціям розвитку функціонального харчування, а також дозволяє впроваджувати раціональне використання вторинних ресурсів горіхопереробної галузі.

1.3 Аналіз наукових досліджень щодо використання продуктів переробки ядер горіха волоського у технології різних видів печива

Аналіз наукових досліджень показує, що останніми роками одним із перспективних напрямів розвитку технології борошняних кондитерських виробів є використання нетрадиційної рослинної сировини та вторинних продуктів її переробки для підвищення поживної та біологічної цінності готової продукції.

Різні види печива є зручною матрицею для внесення функціональних інгредієнтів завдяки широкому поширенню серед населення та відносно простій технології виробництва. Використання продуктів переробки волоського горіха

дозволяє не лише покращити поживну цінність виробів, але й надати їм нових смакових та ароматичних властивостей [8].

Значна кількість наукових досліджень присвячена використанню горіхового борошна, отриманого з ядер волоського горіха або продуктів їх олійного пресування. За даними науковців роботи [15] горіхове борошно характеризується високим вмістом білка, харчових волокон та антиоксидантів, що робить його перспективним інгредієнтом для функціональних харчових продуктів. Автори встановили, що таке борошно має добрі водоутримувальні та жироутримувальні властивості, що є важливим для виробництва борошняних кондитерських виробів.

Дослідження авторів [21] було присвячене вивченню впливу борошна волоського горіха на властивості печива з цільнозернового борошна. Автори використовували заміну пшеничного борошна горіховим у кількості від 2 до 10 %. Отримані результати показали підвищення вмісту білка, жиру та мінеральних речовин у готових виробах. Крім того, печиво характеризувалося покращеними органолептичними показниками та достатньою стабільністю під час зберігання. Найкращі результати були отримані при внесенні 6–8 % горіхового борошна.

У роботі [17] встановлено, що знежирене борошно з макухи волоського горіха може успішно використовуватися у складі кондитерських виробів без погіршення їх мікробіологічної стабільності та споживчих властивостей.

Особливу увагу заслуговують дослідження щодо використання горіхового шроту або макухи у виробництві печива типу макаронс. Розробники запропонували часткову заміну мигдального борошна шротом волоського горіха. Застосування шроту дозволяє знизити собівартість продукції, покращити її нутритивний профіль та забезпечити високі споживчі характеристики готових кондитерських виробів [22].

Українські науковці також активно досліджують можливості використання горіхових шротів у технології печива. Зокрема, у роботах [23, 24] розглядалося використання композиції кунжутного та горіхового шроту у технології пісочного печива. Суміш шротів у співвідношенні 70:30 вносили до рецептури в кількості 20 % із заміною частини пшеничного борошна. Встановлено, що додавання композиції

сприяє підвищенню вмісту білків, харчових волокон і мінеральних речовин, зокрема кальцію, магнію, фосфору та заліза. Результати досліджень показали, що печиво зі шротами характеризувалося високими органолептичними показниками та кращою стійкістю до окиснення під час зберігання. Через 25 діб зберігання перекисне число жиру було на 16,6 % нижчим порівняно з контрольним зразком, що свідчить про антиоксидантну дію компонентів шроту.

Сучасні дослідження демонструють, що продукти переробки волоського горіха можуть виконувати не лише функцію харчового збагачувача, а й впливати на структурно-механічні властивості тіста. Завдяки високому вмісту білків та харчових волокон вони здатні змінювати водопоглинальну здатність тіста, впливати на його пластичність та формостійкість. Це особливо важливо для технології здобного печива, де якість тіста безпосередньо визначає структуру та текстуру готових виробів [17].

Окремий напрям наукових досліджень пов'язаний із використанням горіхового шроту для стабілізації жирової фази кондитерських виробів. У роботах [25, 26] показано можливість застосування горіхового шроту під час виробництва здобного печива з використанням рідких рослинних олій. Автори встановили, що внесення шроту сприяє покращенню структури виробів та підвищує їхню поживну цінність за рахунок додаткового надходження білків та харчових волокон.

Поряд із використанням горіхового борошна та макухи перспективним напрямом удосконалення рецептур борошняних кондитерських виробів є застосування олії волоського горіха як функціонального жирового компонента. За результатами проведених досліджень в роботі [27] встановлено, що заміна до 20 % вершкового масла олією волоського горіха у рецептурі пісочного печива сприяє покращенню його органолептичних показників, зокрема формуванню приємного горіхового смаку та аромату, а також розсипчастої консистенції виробів.

Цікавими є дослідження роботи [28] щодо використання дієтичної добавки «Клітковина ядер волоського горіха» у технології цукрового печива. Добавку вносили до рецептури в кількості 4, 8, 12 та 16 % від загальної маси сировини. Результати досліджень показали, що використання добавки сприяє покращенню

фізико-хімічних показників виробів, зокрема підвищенню намочуваності та зниженню щільності печива, що позитивно впливає на формування його пористої структури. Встановлено, що оптимальним є внесення клітковини ядер волоського горіха у кількості 8 % від рецептурної суміші. За такого дозування печиво зберігало високі органолептичні показники, мало приємний смак і аромат, однорідну пористу структуру та відповідало вимогам нормативної документації.

Також ряд досліджень щодо розроблення безглютенового печива свідчать про перспективність використання подрібнених ядер волоського горіха як функціонального інгредієнта. У ході роботи [29] частину кукурудзяного борошна замінювали волоськими горіхами в кількості 5–20 %. Встановлено, що зі збільшенням частки горіхової сировини у рецептурі підвищувався вміст білка, жиру, харчових волокон та мінеральних речовин, а також зростала енергетична цінність готових виробів. Дослідні зразки характеризувалися покращеними органолептичними показниками, зокрема вираженим горіховим смаком і ароматом, інтенсивність яких зростала зі збільшенням вмісту горіхів. Найкращі результати за показниками поживної цінності та сенсорної оцінки були отримані при внесенні 15–20 % подрібнених ядер волоського горіха.

У роботі [30] встановлено, що додавання горіхового борошна до складу безглютенових борошняних сумішей суттєво впливає на структурно-механічні властивості тіста. Зі збільшенням вмісту горіхового борошна підвищувалися показники в'язкості, консистенції, міцності та когезії тіста, що свідчить про покращення його технологічних властивостей. Мікроструктурний аналіз показав формування більш розвиненої білкової матриці з включенням крохмальних зерен, жирових крапель та частинок харчових волокон. Крім того, внесення горіхового борошна сприяло зв'язуванню води у системі та покращенню реологічних характеристик безглютенового тіста. Отримані результати свідчать, що борошно з макухи волоського горіха може ефективно використовуватися як функціональний інгредієнт у технології безглютенових борошняних виробів, забезпечуючи не лише підвищення їх поживної цінності, а й покращення технологічних властивостей тіста та якості готової продукції.

Узагальнення результатів наукових досліджень свідчить, що продукти переробки ядер волоського горіха є перспективною сировиною для виробництва функціональних борошняних кондитерських виробів. Їх використання забезпечує підвищення вмісту рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин, токоферолів та фенольних сполук, а також сприяє покращенню антиоксидантних властивостей продукції. Водночас більшість досліджень присвячена використанню горіхового борошна або макухи у борошняних виробах та окремих видах печива, тоді як питання застосування продуктів переробки ядер волоського горіха у технології саме здобного печива вивчене недостатньо. Це зумовлює актуальність проведення подальших досліджень, спрямованих на розроблення рецептур та технологічних режимів виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха.

Висновки до розділу

Аналіз наукових джерел та сучасного стану харчової індустрії підтверджує високу актуальність розроблення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення.

Традиційні рецептури здобного печива відзначаються значним вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і жирів, проте мають дефіцит ессенціальних мікронутрієнтів та біологічно активних речовин. Ефективним шляхом розв'язання цієї проблеми є використання нетрадиційної рослинної сировини, серед якої особливий потенціал мають продукти переробки ядер волоського горіха – олія, макуха та борошно. Завдяки унікальному хімічному складу ці інгредієнти дозволяють суттєво підвищити вміст повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, мінеральних речовин та антиоксидантів у готовій продукції. Крім того, залучення побічних продуктів олійного пресування до виробництва виробів повністю відповідає принципам ресурсозбереження та сталого розвитку харчової промисловості.

Численні вітчизняні та зарубіжні дослідження доводять, що внесення горіхової сировини позитивно впливає на органолептичні, фізико-хімічні та реологічні показники різних видів печива, а також уповільнює процеси окиснення жирової фази під час зберігання.

Разом з тим, питання комплексного використання продуктів переробки ядер волоського горіха безпосередньо у технології здобного печива залишається вивченим недостатньо. Це обумовлює доцільність та науково-практичну значущість подальших експериментальних досліджень, спрямованих на обґрунтування рецептурного складу та параметрів виробництва нового асортименту збагаченого здобного печива.

2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості одним із пріоритетних напрямів є створення продуктів підвищеної поживної та біологічної цінності, здатних задовольняти потреби населення у повноцінному та збалансованому харчуванні. Особливої актуальності набуває розроблення функціональних борошняних кондитерських виробів, оскільки традиційне печиво належить до продуктів масового споживання, проте характеризується високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і жирів та недостатньою кількістю білків, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин.

Перспективним шляхом підвищення поживної цінності печива є використання продуктів переробки ядер волоського горіха, які утворюються після видобування олії. До таких продуктів належать горіхове борошно, клітковина та білкові концентрати. Незважаючи на вилучення частини жиру, вони зберігають значну кількість рослинного білка, харчових волокон, мінеральних речовин, фенольних сполук та інших біологічно активних компонентів, що робить їх цінною сировиною для створення функціональних харчових продуктів.

Актуальність таких досліджень також зумовлена зростанням попиту на продукти здорового харчування. Сучасні споживачі все частіше надають перевагу виробам із підвищеним вмістом білка та харчових волокон, натуральним складом та додатковими корисними властивостями. Використання продуктів переробки волоського горіха дозволяє не лише покращити нутрієнтний склад печива, а й надати йому приємного горіхового смаку та аромату, що підвищує його споживчу привабливість.

Важливим аспектом є й раціональне використання вторинної сировини. Продукти переробки ядер волоського горіха є побічними продуктами олійного виробництва, тому їх залучення до рецептур харчових продуктів відповідає сучасним принципам ресурсозбереження, циркулярної економіки та безвідходних технологій. Це дозволяє зменшити втрати цінних поживних речовин, підвищити ефективність переробки сировини та збільшити додану вартість готової продукції.

Крім того, використання вітчизняної горіхової сировини сприяє розвитку національного агропромислового комплексу, зменшенню залежності від імпортних функціональних інгредієнтів та розширенню асортименту конкурентоспроможних кондитерських виробів українського виробництва.

Отже, дослідження щодо збагачення печива продуктами переробки ядер волоського горіха є актуальними з наукового, технологічного, економічного та екологічного погляду, оскільки спрямовані на створення харчових продуктів підвищеної поживної цінності, раціональне використання вторинних ресурсів та впровадження принципів сталого розвитку у харчовій промисловості.

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

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання дослідження:

1. Розробити та виготовити дослідні зразки печива здобного 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 печива здобного, 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 печива здобного.

На рис. 2.1 наведено фізико-хімічні показники якості ядер волоського горіха та продуктів його переробки, використаних для збагачення печива здобного.

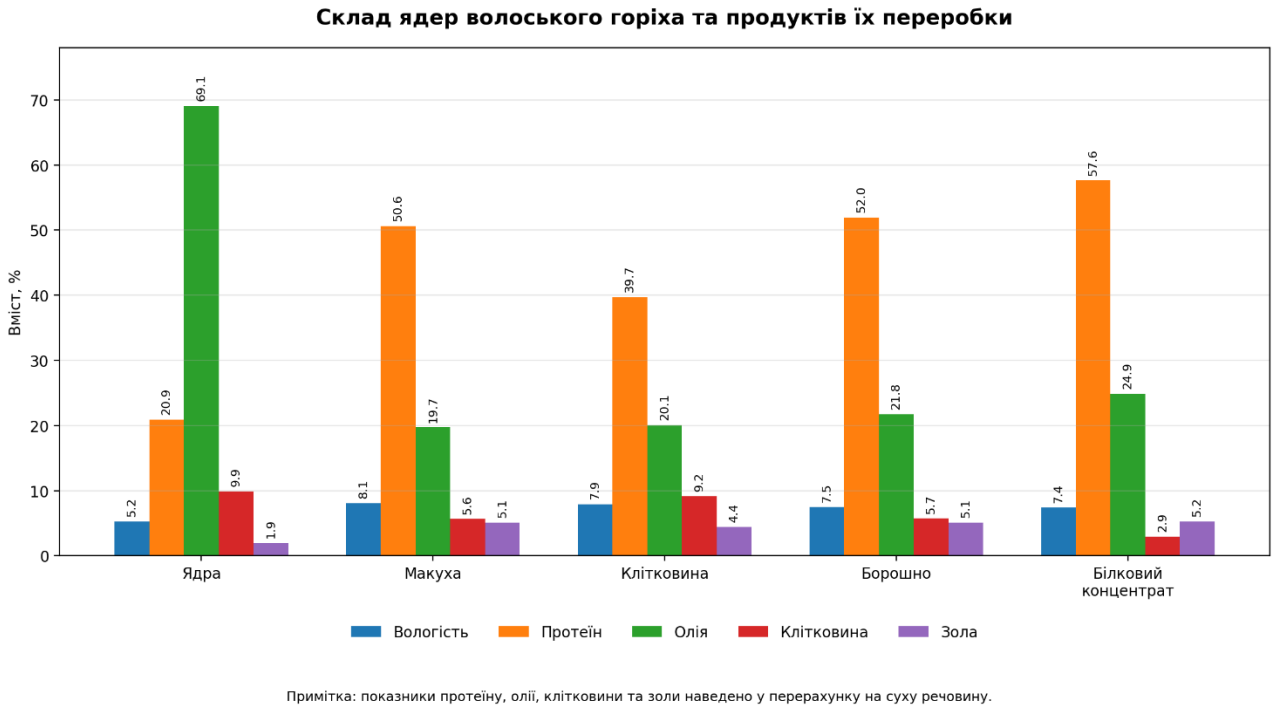


Рисунок 2.1 – Фізико-хімічні показники якості ядер волоського горіха та продуктів його переробки, використаних у дослідженні

Аналіз отриманих результатів свідчить, що ядра волоського горіха відзначаються високою олійністю, оскільки масова частка олії в них становила 69,08 %. Це підтверджує їх значну цінність як сировини для виробництва рослинних олій. Після механічного пресування вміст жиру в макусі зменшився до 19,72 %, що свідчить про ефективне вилучення олійної фракції. Водночас у пресовому залишку зберігалася певна кількість залишкової олії, яка може підвищувати поживну та енергетичну цінність продуктів подальшої переробки.

Видалення основної частини ліпідів супроводжувалося суттєвим підвищенням концентрації білкових речовин. Якщо у вихідних ядрах вміст протеїну становив 20,92 %, то в макусі він досягав 50,65 %, тобто збільшився більш ніж у 2,4 рази. Такі зміни обумовлені концентруванням сухих речовин після вилучення олії та свідчать про значний потенціал макухи як сировини для одержання білкових інгредієнтів.

Подальше подрібнення та фракціонування макухи забезпечило диференціацію її складу залежно від розміру частинок. Найвищий вміст протеїну був характерний для білкового концентрату – 57,63 %, що перевищувало показник

макухи на 6,98 відсоткових пунктів і майже у 2,8 рази – показник вихідних ядер. Високим вмістом білка також відзначалося борошно (51,97 %), тоді як у фракції клітковини цей показник становив 39,69 %. Отримані результати підтверджують ефективність фракціонування як способу концентрування білкових компонентів у дрібнодисперсних фракціях.

Подібна тенденція спостерігалася і щодо вмісту жиру. Його кількість поступово зростала від клітковини (20,09 %) до борошна (21,75 %) та білкового концентрату (24,88 %). Завдяки цьому білковий концентрат характеризувався найвищою концентрацією як білкових, так і жирових компонентів, що зумовлює його високу поживну цінність.

На відміну від протеїну та олії, вміст клітковини зменшувався зі зменшенням розміру частинок. Максимальне значення було зафіксовано у фракції клітковини – 9,17 %, що майже відповідало показнику вихідних ядер волоського горіха (9,92 %). У борошні масова частка клітковини становила 5,72 %, а в білковому концентраті – лише 2,93 %. Це свідчить про концентрування оболонкових елементів та харчових волокон переважно у крупнішій фракції.

Після пресування спостерігалося також зростання вмісту мінеральних речовин: масова частка золи збільшилася з 1,92 % у ядрах до 5,07 % у макусі. Найвищий показник зольності був характерний для білкового концентрату (5,23 %), тоді як у борошні та клітковині він становив відповідно 5,08 і 4,43 %. Це свідчить про достатньо високий рівень мінеральної цінності всіх продуктів переробки.

Вологість досліджуваних зразків змінювалася незначно та знаходилася в межах 7,37–8,06 %, що відповідає вимогам до сипких харчових інгредієнтів та забезпечує їх придатність до зберігання. Найменшу вологість мав білковий концентрат, а найбільшу – макуха.

Таким чином, отримані продукти переробки характеризуються різним функціональним призначенням. Фракція клітковини може розглядатися як джерело харчових волокон, борошно відзначається збалансованим вмістом основних поживних речовин, а білковий концентрат характеризується найвищою концентрацією протеїну та залишкової олії. Це підтверджує перспективність їх

використання як функціональних інгредієнтів для збагачення печива здобного та підвищення його поживної цінності.

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 печива здобного 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.

За прототип обрано традиційну рецептуру печива пісочного. 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 печива пісочного:

– 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.



Рисунок 2.3 – Устаткування застосоване в дослідженні*

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

Виготовлення дослідних зразків печива пісочного здійснювали за однаковою технологічною схемою. На першому етапі проводили підготовку та зважування сировини відповідно до рецептурного складу (табл. 2.1). Далі борошно, цукор білий, розпушувач просіювали для забезпечення однорідності суміші та аерації

компонентів. Спочатку змішували масло вершкове і цукор, далі поступово додавали меланж та інші рецептурні компоненти, окрім борошна пшеничного і горіхових добавок, масу перемішували до однорідного стану, наприкінці вводили борошно та перемішували до однорідного стану. Для дослідних зразків замінювали 25 % борошна пшеничного на продукти переробки макухи із ядер горіха волоського – клітковину, борошно та білкового концентрату. Далі формували тістові заготовки. Перед завантаженням виробів духову шафу розігрівали до температури 200 °С. Випікання печива пісочного здійснювали протягом 15 хв до досягнення готовності та формування характерних органолептичних властивостей готових виробів.

Таблиця 2.1 – Рецептурні співвідношення дослідних зразків печива пісочного на 100 г готового продукту

Компоненти	№ дослідного зразка			
	1	2	3	4
Борошно пшеничне вищого сорту	51,54	38,65	38,65	38,65
Клітковина волоського горіха	-	12,89	-	-
Борошно волоського горіха	-	-	12,89	-
Білковий концентрат волоського горіха	-	-	-	12,89
Цукор білий	20,62	20,62	20,62	20,62
Масло вершкове	30,92	30,92	30,92	30,92
Меланж	7,21	7,21	7,21	7,21
Розпушувач	0,1	0,1	0,1	0,1
Сіль	0,2	0,2	0,2	0,2
Ароматизатор	0,2	0,2	0,2	0,2

Під час оцінювання показників якості дослідних зразків печива пісочного орієнтувалися на вимоги ДСТУ 3781:2014 «Печиво. 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 готовому печиві аналізували згідно з ДСТУ 4672:2006.

Висновки за розділом

У дослідницько-аналітичному розділі обґрунтовано доцільність використання продуктів переробки ядер волоського горіха для збагачення печива здобного та визначено основні напрями проведення експериментальних досліджень. Встановлено, що продукти переробки волоського горіха характеризуються високою поживною цінністю та можуть бути ефективно використані як функціональні інгредієнти у технології борошняних кондитерських виробів.

Проаналізовано фізико-хімічний склад ядер волоського горіха, макухи та продуктів її фракціонування. Встановлено, що після пресування вміст протеїну в макусі зріс до 50,65 %, а після подальшого фракціонування найбільшу концентрацію білка мав білковий концентрат – 57,63 %. Водночас фракція клітковини характеризувалася найвищим вмістом харчових волокон (9,17 %), а борошно відзначалося збалансованим співвідношенням основних поживних компонентів. Отримані результати підтверджують перспективність використання зазначених продуктів для підвищення поживної та біологічної цінності кондитерських виробів.

Для проведення досліджень підібрано сировину, що відповідає вимогам чинної нормативної документації, та визначено комплекс лабораторного обладнання, необхідного для виготовлення дослідних зразків та контролю їх якості. Розроблено рецептури чотирьох зразків печива пісочного, у яких 25 % пшеничного

борошна замінювали відповідно клітковиною, борошном або білковим концентратом із ядер волоського горіха.

Сформовано технологічну схему виготовлення дослідних зразків печива та визначено методики оцінювання їх якості відповідно до чинних стандартів. Передбачено проведення органолептичних, фізико-хімічних та структурно-механічних досліджень, що забезпечує комплексний підхід до оцінювання впливу продуктів переробки волоського горіха на властивості готових виробів.

Отже, результати аналізу складу продуктів переробки ядер волоського горіха та розроблені методичні підходи створюють науково-практичне підґрунтя для подальших експериментальних досліджень, спрямованих на обґрунтування рецептур і технології печива здобного підвищеної поживної цінності.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

У таблиці 3.1 наведено результати визначення вологості та кольору тіста для виготовлення дослідних зразків печива пісочного.

Таблиця 3.1 – Характеристика тіста для виготовлення дослідних зразків печива пісочного

Назва показника	№ дослідного зразка			
	1	2	3	4
Колір L A B	 76,46 0,85 21,52	 42,83 9,61 11,22	 54,16 6,58 20,93	 56,90 6,96 20,36
Вологість, %	23,00	22,00	23,60	24,00

Результати дослідження кольорових характеристик у системі CIE Lab* та вологості тіста свідчать про суттєвий вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на зовнішній вигляд та фізико-хімічні властивості. Найбільше значення показника світлоти L* було характерне для контрольного зразка №1 і становило 76,46, що свідчить про світлий колір тістових заготовок пісочного печива. Внесення продуктів переробки волоського горіха призводило до зменшення цього показника та потемніння тістових заготовок. Найнижче значення світлоти зафіксовано у зразка №2 із клітковиною волоського горіха (42,83), що на 43,9 % менше порівняно з контролем. Для зразків №3 та №4 значення L* становили відповідно 54,16 та 56,90, тобто вони були темнішими за контрольний зразок, але світлішими порівняно зі зразком із клітковиною.

Показник a*, який характеризує інтенсивність червоного відтінку, у контрольному зразку становив лише 0,85, що відповідає світлому жовтувато-кремовому кольору тістових заготовок традиційного печива. У дослідних зразках цей показник суттєво зріс: до 9,61 у зразка №2, 6,58 у зразка №3 та 6,96 у зразка №4. Найбільш виражені червонувато-коричневі тони спостерігалися у тістових

заготовок з клітковиною волоського горіха, що можна пояснити наявністю оболонкових частинок.

Значення показника b*, який характеризує жовту складову кольору, для контрольного зразка становило 21,52. У зразку №2 воно зменшилося майже удвічі – до 11,22, що свідчить про істотне послаблення жовтих відтінків унаслідок внесення клітковини. Для зразків №3 та №4 показник b* становив відповідно 20,93 та 20,36, тобто був близьким до контрольного значення. Це свідчить про те, що борошно та білковий концентрат волоського горіха меншою мірою впливали на жовту складову кольору тістових заготовок.

Аналіз вологості тіста показав, що всі дослідні зразки характеризувалися близькими значеннями показника, які перебували в межах 22,00–24,00 %. Найменшу вологість мало тісто з клітковиною волоського горіха (22,00 %), що незначно нижче порівняно з контролем (23,00). Водночас внесення горіхового борошна сприяло незначному підвищенню вологості до 23,60 %, а найбільше значення зафіксовано для зразка №4 із білковим концентратом (24,00 %). Це пояснюється високою водоутримувальною здатністю білкових речовин, які ефективно зв’язують та утримують вологу у структурі виробу.

Після приготування зразків печива пісочного було проведено оцінювання їх органолептичних показників якості. Органолептичні характеристики готових виробів – печива пісочного – наведено в табл. 3.2.

Результати органолептичної оцінки, наведені в табл. 3.2, свідчать про те, що всі дослідні зразки печива здобного відповідали вимогам до даного виду продукції (ДСТУ 3781:2014 «Печиво. Загальні технічні умови») та характеризувалися високими споживчими властивостями. Використання продуктів переробки ядер волоського горіха не спричинило негативного впливу на основні органолептичні показники виробів. За показниками форми та стану поверхні відмінностей між зразками не виявлено. Усі вироби мали правильну форму з чітко вираженими фігурними краями, без вм’ятин та механічних пошкоджень. Поверхня печива була рівною, непідгорілою, без здутин, тріщин, пухирців та сторонніх вкраплень, що свідчить про правильно підібрані режими замішування тіста та випікання.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості дослідних зразків печива здобного

№ зразка	Назва показника				
	Форма	Поверхня	Колір	Смак та запах	Вид в розломі
Зразок №1	Без вм'ятин, з фігурними краями, що відповідають формі, без пошкоджень	Непідгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули, і вкраплень крихт.	Рівномірний, світло-жовтий	Властиві здобному печиву, без сторонніх запахів і присмаків	Пропечене, наявна рівномірна пористість
Зразок №2	Без вм'ятин, з фігурними краями, що відповідають формі, без пошкоджень	Непідгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули, і вкраплень крихт.	Коричнево-бежевий	Властиві здобному печиву, з приємним запахом і присмаком горіхопродуктів	Пропечене, наявна рівномірна пористість
Зразок №3	Без вм'ятин, з фігурними краями, що відповідають формі, без пошкоджень	Непідгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули, і вкраплень крихт.	Світло-кремовий	Властиві здобному печиву, з приємним запахом і присмаком горіхопродуктів	Пропечене, наявна рівномірна пористість
Зразок №4	Без вм'ятин, з фігурними краями, що відповідають формі, без пошкоджень	Непідгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули, і вкраплень крихт.	Світло-кремовий	Властиві здобному печиву, з насиченим запахом і присмаком горіхопродуктів	Пропечене, наявна рівномірна пористість

Найбільш помітні зміни спостерігалися за показником кольору. Контрольний зразок №1 характеризувався рівномірним світло-жовтим забарвленням, типовим для традиційного здобного печива. Внесення продуктів переробки волоського горіха сприяло зміні кольору готових виробів. Найтемніше забарвлення мав зразок №2 із додаванням клітковини волоського горіха, для якого був характерний коричнево-бежевий колір. Зразки №3 та №4, збагачені відповідно горіховим борошном і білковим концентратом, мали світло-кремовий відтінок, що свідчить про менш виражений вплив цих інгредієнтів на колір виробів. Потемніння печива можна пояснити природним кольором продуктів переробки волоського горіха та інтенсивнішим перебігом реакцій Майяра під час випікання.

За показниками смаку та запаху всі дослідні зразки зберігали характерні властивості здобного печива та не мали сторонніх присмаків або запахів. Водночас використання продуктів переробки волоського горіха позитивно вплинуло на сенсорні характеристики виробів. У зразках №2 та №3 відзначався приємний горіховий аромат і смак, тоді як у зразка №4 вони були найбільш вираженими та насиченими. Це свідчить про здатність білкового концентрату найбільшою мірою формувати характерний горіховий смаковий профіль.

Оцінка вигляду у розломі показала, що всі дослідні зразки були добре пропеченими та характеризувалися рівномірною пористістю. Ознак непропеченості, ущільнених ділянок або дефектів структури не виявлено, що свідчить про відсутність негативного впливу досліджуваних інгредієнтів на формування структури м’якушки.

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 печива здобного

Назва показника	Дослідний зразок			
	№1	№2	№3	№4
Колір кексу				
L*	71,95	49,55	50,43	53,07
a*	7,15	7,53	8,43	7,89
в*	31,60	15,83	21,41	25,42

Результати дослідження кольорових характеристик печива здобного у системі CIE Lab*, наведені в табл. 3.3, свідчать про суттєвий вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на забарвлення готових виробів. Найвище значення показника світлоти L* було характерне для контрольного зразка №1 і становило 71,95, що свідчить про світле забарвлення традиційного пісочного печива. Внесення продуктів переробки волоського горіха призводило до помітного зменшення світлоти та потемніння виробів. Найнижче значення показника L* зафіксовано у зразка №2 із додаванням клітковини волоського горіха (49,55), що на 22,40 одиниці менше порівняно з контролем. Для зразків №3 та №4 значення світлоти становили відповідно 50,43 та 53,07, тобто вони також були значно темнішими за контрольний зразок, але дещо світлішими порівняно зі зразком із клітковиною. Отримані результати підтверджують, що найбільший вплив на потемніння печива має саме клітковинна фракція, яка містить більше оболонкових частинок та природних пігментів.

Показник a* характеризує інтенсивність червоної складової кольору. У контрольному зразку його значення становило 7,15. Після внесення продуктів переробки волоського горіха цей показник дещо зростав: до 7,53 у зразка №2, 8,43 у зразка №3 та 7,89 у зразка №4. Найвищий показник a* був характерний для зразка №3 з додаванням горіхового борошна, що свідчить про більш виражені червонувато-коричневі відтінки у його забарвленні. Зростання значень a* можна пояснити активнішим перебігом реакцій меланоїдиноутворення під час випікання та наявністю природних фенольних сполук волоського горіха.

Показник b*, який характеризує інтенсивність жовтого кольору, у контрольному зразку був найбільшим і становив 31,60. Після заміни частини пшеничного борошна продуктами переробки волоського горіха його значення зменшувалося. Найнижче значення показника b* встановлено для зразка №2 (15,83), що майже вдвічі менше порівняно з контролем. Для зразків №3 та №4 цей показник становив відповідно 21,41 та 25,42. Таким чином, використання клітковини найбільшою мірою знижувало інтенсивність жовтого відтінку, тоді як білковий концентрат дозволяв зберегти колір, найбільш наближений до контрольного зразка. Отримані результати добре узгоджуються з даними органолептичної оцінки, де контрольний зразок характеризувався світло-жовтим кольором, зразок із клітковиною – коричнево-бежевим, а зразки з горіховим борошном та білковим концентратом – світло-кремовим забарвленням.

Для комплексного оцінювання якості готових виробів проведено дегустаційне дослідження, у ході якого зразки аналізували за органолептичними показниками: форма, поверхня, колір, запах, смак та вид у розломі. 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, для кольору – 1, для поверхні – 1, для форми – 1. На основі отриманих даних побудовано органолептичний профіль дослідних зразків печива здобного (рис. 3.1) та гістограму загальної оцінки якості (рис. 3.2).

Таблиця 3.4 – Органолептичні показники якості зразків печива здобного

№	Показник	Дослідні зразки печива			
		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	4,2	4,8	5
4	Запах	5	4,8	5	5

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
5	Смак	5	4,6	4,2	5
6	Вид у розломі	5	5	5	5
Загальна органолептична оцінка		50,00	47,6	47,4	50,0

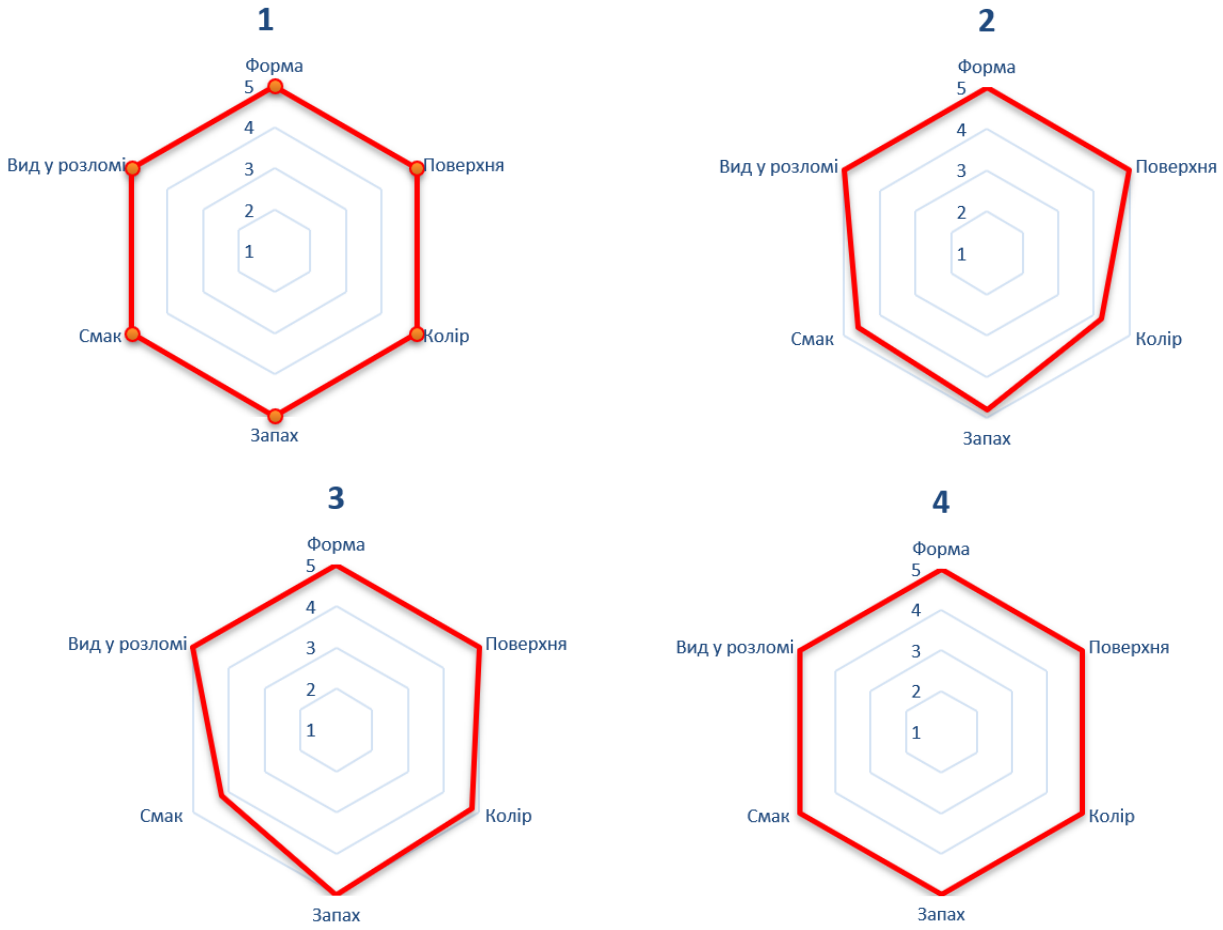


Рисунок 3.1 – Органолептичний профіль зразків печива здобного

Результати дегустаційного оцінювання, наведені в табл. 3.4, свідчать про високий рівень органолептичної якості всіх дослідних зразків печива здобного. Загальна органолептична оцінка перебувала в межах від 47,4 до 50,0 балів, що підтверджує можливість використання продуктів переробки ядер волоського горіха у технології печива без суттєвого погіршення його споживчих властивостей.



Рисунок 3.2 – Загальна органолептична оцінка

Контрольний зразок №1 отримав максимальну оцінку – 50,0 балів, оскільки за всіма досліджуваними показниками був оцінений у 5 балів. Це свідчить про високі органолептичні характеристики печива, виготовленого за традиційною рецептурою. Серед дослідних зразків найкращі результати продемонстрував зразок №4 із додаванням білкового концентрату волоського горіха, який також отримав максимальну загальну оцінку – 50,0 балів. Виріб був високо оцінений за всіма показниками, зокрема за смаком і запахом, які є найбільш вагомими критеріями оцінювання. Отримані результати свідчать про позитивний вплив білкового концентрату на формування привабливих органолептичних властивостей печива.

Зразок №2 із додаванням клітковини волоського горіха отримав 47,6 балів. Незважаючи на максимальні оцінки за формою, поверхнею та виглядом у розломі, дещо нижчими були оцінки кольору (4,2 бали), запаху (4,8 бали) та смаку (4,6 бали). Зниження оцінки кольору можна пояснити більш інтенсивним потемнінням виробів, тоді як деяке зниження смакових характеристик пов’язане зі специфічними властивостями клітковинної фракції.

Найменшу загальну оцінку отримав зразок №3 із додаванням горіхового борошна – 47,4 балів. Основне зниження інтегрального показника було обумовлене дещо нижчою оцінкою смаку (4,2 бали), тоді як форма, поверхня, запах та вигляд у

розломі були оцінені на високому рівні. Оцінка кольору становила 4,8 бали, що свідчить про добру зовнішню привабливість виробу.

Аналіз окремих показників показав, що за формою, поверхнею та видом у розломі всі зразки отримали максимальні оцінки, що свідчить про відсутність негативного впливу продуктів переробки волоського горіха на процес формування структури печива. Найбільші відмінності між зразками спостерігалися за показниками кольору, запаху та смаку, які визначають загальне сенсорне сприйняття продукції.

Органолептичний профіль (рис. 3.1) та гістограма загальної оцінки якості (рис. 3.2) підтверджують, що всі дослідні зразки характеризувалися високою споживчою привабливістю. При цьому найбільш гармонійне поєднання органолептичних характеристик було характерне для зразка №4 із білковим концентратом волоського горіха.

Визначено вологість готових виробів, яка становила для дослідного зразку №1 – 14,7 %, для дослідного зразку №2 – 14,6 %, для дослідного зразку №3 – 15,0 %, для дослідного зразку №4 – 15,5 %. Заміна частини пшеничного борошна продуктами переробки ядер волоського горіха впливала на вологовміст печива, проте не призводила до суттєвих змін цього показника.

Вологість контрольного зразка №1 становила 14,7 %. У зразку №2 із додаванням клітковини волоського горіха цей показник дорівнював 14,6 %, тобто практично не відрізнявся від контролю. Незначне зниження вологості на 0,1 процентного пункту може бути пов’язане з особливостями структури клітковини та більш інтенсивним видаленням вологи під час випікання. Для зразка №3 із додаванням борошна з ядер волоського горіха вологість становила 15,0 %, що на 0,3 процентного пункту більше порівняно з контрольним зразком. Підвищення показника можна пояснити здатністю білкових та ліпідних компонентів горіхового борошна утримувати певну кількість вологи в структурі виробу.

Найвищий вміст вологи був характерний для зразка №4 із білковим концентратом волоського горіха – 15,5 %, що на 0,8 процентного пункту перевищувало контроль. Така закономірність свідчить про високу

водоутримувальну здатність білкових речовин, які зв’язують воду та сприяють її збереженню в готовому продукті після випікання. Загалом вологість усіх дослідних зразків перебувала у вузькому діапазоні 14,6–15,5 %, що свідчить про відсутність негативного впливу продуктів переробки волоського горіха на технологічний процес виготовлення печива здобного. Водночас спостерігається тенденція до підвищення вологості зі збільшенням вмісту білкових компонентів у використаних добавках.

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 печива здобного

Назва показника*	Зразок №1	Зразок №4
Вміст протеїну, %	10,75	16,85
Вміст жирів, %	6,45	9,52
Вміст клітковини, %	0,23	0,58
Масова частка золи, %	1,07	1,67

*у перерахунку на сухі речовини

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.5, свідчить про суттєвий позитивний вплив білкового концентрату з ядер волоського горіха на поживну цінність печива здобного. Порівняння контрольного зразка №1 із дослідним зразком №4 показало значне підвищення вмісту білків, жирів, харчових волокон та мінеральних речовин. Вміст протеїну у контрольному зразку становив 10,75 %, тоді як у зразку №4 він зріс до 16,85 %. Таким чином, кількість білка збільшилася на 6,10 відсоткових пунктів, або на 56,7 %. Це свідчить про високу ефективність використання білкового концентрату для збагачення печива рослинним білком та підвищення його біологічної цінності. Масова частка жирів також зросла – з 6,45 до 9,52 %,

тобто на 3,07 відсоткових пунктів, або на 47,6 %. Підвищення цього показника пояснюється наявністю у складі білкового концентрату залишкової горіхової олії, яка містить цінні ненасичені жирні кислоти та підвищує поживну цінність готового продукту. Вміст клітковини збільшився з 0,23 до 0,58 %, що відповідає зростанню на 152,2 %. Незважаючи на відносно невисокий вміст харчових волокон у білковому концентраті, їх кількість у готовому виробі зросла більш ніж у 2,5 рази, що позитивно впливає на функціональні властивості печива. Масова частка золи підвищилася з 1,07 до 1,67 %, або на 56,1 %, що свідчить про збагачення виробу мінеральними речовинами, які містяться у продуктах переробки волоського горіха.

Отримані результати підтверджують, що використання білкового концентрату з ядер волоського горіха дозволяє суттєво покращити нутрієнтний склад печива здобного. Найбільш вагомими змінами є підвищення вмісту протеїну майже у 1,6 рази та збільшення кількості клітковини більш ніж у 2,5 рази. Це дає підстави розглядати зразок №4 як виріб підвищеної поживної та біологічної цінності, перспективний для виробництва функціональних кондитерських виробів.

Таблиця 3.6 – Поживна та енергетична цінність дослідних зразків печива здобного

№ дослідного зразку	Вміст			Енергетична цінність, кКал/100 г
	білків, г/100 г	жирів, г/100 г	вуглеводів, г/100 г	
№1	10,75	6,45	81,50	410,75
№4	16,85	9,52	71,38	424,32

Аналіз результатів, наведених у табл. 3.6, свідчить про позитивний вплив білкового концентрату з ядер волоського горіха на поживну та енергетичну цінність печива здобного. Внесення білкового концентрату дозволило суттєво покращити нутрієнтний склад виробу за рахунок підвищення вмісту білків і жирів та одночасного зниження частки вуглеводів. Вміст білків у контрольному зразку №1 становив 10,75 г/100 г продукту, тоді як у дослідному зразку №4 цей показник

зріс до 16,85 г/100 г. Таким чином, кількість білка збільшилася на 6,10 г/100 г, або на 56,7 %. Таке зростання обумовлене високим вмістом протеїну у білковому концентраті волоського горіха та свідчить про ефективне збагачення печива рослинним білком. Вміст жирів також підвищився з 6,45 до 9,52 г/100 г продукту, тобто на 3,07 г/100 г або на 47,6 %. Підвищення цього показника пов'язане з наявністю у складі білкового концентрату залишкової горіхової олії, яка містить цінні ненасичені жирні кислоти та сприяє підвищенню біологічної цінності готового продукту. Водночас кількість вуглеводів зменшилася з 81,50 до 71,38 г/100 г, тобто на 10,12 г/100 г або на 12,4 %. Це є позитивною зміною, оскільки частина вуглеводної складової була заміщена більш цінними білковими та жировими компонентами горіхового походження.

Енергетична цінність печива після внесення білкового концентрату дещо зросла. Якщо для контрольного зразка вона становила 410,75 ккал/100 г, то для дослідного зразка №4 – 424,32 ккал/100 г. Збільшення калорійності на 13,57 ккал/100 г, або на 3,3 %, пояснюється підвищенням вмісту білків та жирів, які мають вищу енергетичну цінність порівняно з вуглеводами.

Отримані результати свідчать, що використання білкового концентрату з ядер волоського горіха дозволяє суттєво підвищити поживну та біологічну цінність печива здобного. Дослідний зразок №4 характеризується підвищеним вмістом білка та корисних жирів, нижчою часткою вуглеводів і лише незначним зростанням калорійності, що робить його перспективним для виробництва кондитерських виробів функціонального та оздоровчого призначення.

Досліджено реологічні властивості дослідних зразків печива здобного після випікання (табл. 3.7, рис. 3.3).

Таблиця 3.7 – Результати аналізу профілю текстури печива здобного

№ д/з	Стійкість	Індекс пружності	Когезивність	Жувальність
1	2	3	4	5
1	4,28 ± 0,23	0,75 ± 0,05	0,65 ± 0,10	3934,92 ± 912,51

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4	5
2	2,92 ± 0,42	0,74 ± 0,06	0,66 ± 0,05	72310,22 ± 3111,81
3	3,82 ± 1,50	0,74 ± 0,09	0,52 ± 0,01	2760,01 ± 1202,01
4	2,91 ± 0,22	0,57 ± 0,22	0,71 ± 0,02	5266,16 ± 2222,65

Аналіз результатів дослідження профілю текстури печива здобного, наведених у табл. 3.7, свідчить про істотний вплив продуктів переробки ядер волоського горіха на структурно-механічні властивості готових виробів. Показник стійкості характеризує здатність структури виробу протидіяти деформації під час механічного навантаження. Найвище значення цього показника було встановлено для контрольного зразка №1 – 4,28, що свідчить про найбільш міцну структуру серед досліджуваних зразків. Додавання клітковини та білкового концентрату призводило до зниження стійкості до 2,92 та 2,91 відповідно. Для зразка №3 із борошном волоського горіха показник становив 3,82, що є найбільш наближеним до контрольного значення. Отже, використання горіхового борошна меншою мірою впливало на міцність структури печива порівняно з іншими продуктами переробки волоського горіха.

Індекс пружності характеризує здатність виробу відновлювати свою форму після деформації. Для контрольного зразка його значення становило 0,75. Аналогічні показники були отримані для зразків №2 та №3 (по 0,74), що свідчить про збереження достатньої еластичності структури печива після внесення клітковини та борошна. Найнижчий індекс пружності зафіксовано у зразка №4 із білковим концентратом – 0,57, що може бути наслідком зміни структури тіста внаслідок високого вмісту білкових речовин.

Когезивність відображає внутрішню зв’язність та цілісність структури виробу. У контрольному зразку її значення становило 0,65. Для зразка №2 показник практично не змінився і дорівнював 0,66. Найнижчу когезивність мав зразок №3 (0,52), що свідчить про дещо меншу внутрішню зв’язаність структури печива з горіховим борошном. Водночас найбільше значення показника встановлено у

зразка №4 – 0,71, що характеризує високу міцність внутрішніх структурних зв’язків виробу.

Показник жувальності є інтегральною характеристикою текстури, яка залежить від комплексу структурно-механічних властивостей. Найменше значення жувальності було характерне для зразка №3 – 2760,01, що свідчить про найбільш ніжну та легку для пережовування консистенцію. У контрольному зразку цей показник становив 3934,92. Для зразка №4 жувальність збільшувалася до 5266,16, що вказує на більш щільну структуру виробу. Найвище значення зафіксовано у зразка №2 з клітковиною волоського горіха – 72310,22, що свідчить про суттєве ущільнення структури та значне підвищення опору під час пережовування. Такий результат може бути пов’язаний із високою водозв’язувальною здатністю та структуроутворювальними властивостями харчових волокон.

Таким чином, використання продуктів переробки ядер волоського горіха дозволяє суттєво змінювати текстурні характеристики печива здобного. Клітковина забезпечує формування найбільш щільної та жорсткої структури, білковий концентрат підвищує когезивність виробів, а борошно з ядер волоського горіха сприяє формуванню найбільш збалансованої текстури з достатньою пружністю, помірною стійкістю та найнижчою жувальністю. За сукупністю структурно-механічних показників найбільш гармонійними властивостями характеризувався зразок №3 із додаванням борошна з ядер волоського горіха.

Висновки за розділом

Виготовлено 4 дослідні зразки печива здобного. Встановлено, що продукти переробки ядер волоського горіха суттєво впливають на колірні характеристики та вологість тіста для пісочного печива. Їх внесення сприяє зниженню світлоти та посиленню червонувато-коричневих відтінків, внаслідок чого тістові заготовки набувають більш насиченого «горіхового» забарвлення. Найбільш виражений вплив на колір мала клітковина волоського горіха, тоді як борошно та білковий

концентрат забезпечували помірне потемніння виробів. Вологість тіста змінювалася незначно і перебувала в межах технологічно допустимих значень, при цьому найвищий показник спостерігався у зразка з білковим концентратом, що пов'язано з високою водоутримувальною здатністю білків. Отримані результати свідчать про можливість використання продуктів переробки ядер волоського горіха у технології пісочного печива для формування характерного кольору та покращення вологоутримувальних властивостей тіста.

Результати органолептичних досліджень підтвердили, що використання продуктів переробки ядер волоського горіха не погіршує якість печива здобного та забезпечує формування виробів із високими споживчими властивостями. Усі дослідні зразки відповідали вимогам нормативної документації, мали правильну форму, рівну поверхню та добре пропечену структуру. Внесення горіхових інгредієнтів впливало переважно на колір, смак та запах виробів. Найбільше потемніння спостерігалося при використанні клітковини волоського горіха, що підтверджено як органолептичною оцінкою, так і результатами колориметричного аналізу. Водночас борошно та білковий концентрат забезпечували більш привабливе світло-кремове забарвлення печива. Дегустаційне оцінювання показало високий рівень якості всіх дослідних зразків, загальна органолептична оцінка яких становила 47,4–50,0 балів. Найкращі результати продемонстрував зразок №4 із додаванням білкового концентрату волоського горіха, який отримав максимальну оцінку 50,0 балів та характеризувався найбільш гармонійним поєднанням смаку, запаху та зовнішнього вигляду.

Результати досліджень показали, що використання білкового концентрату з ядер волоського горіха у технології печива здобного позитивно впливає як на його фізико-хімічні показники, так і на поживну цінність. Внесення білкового концентрату сприяло незначному підвищенню вологості готових виробів до 15,5 %, що пов'язано з високою водоутримувальною здатністю білкових речовин та не виходить за межі технологічно допустимих значень. Збагачення печива білковим концентратом дозволило суттєво покращити його нутрієнтний склад: вміст протеїну зріс на 56,7 %, жирів – на 47,6 %, клітковини – у 2,5 рази, а мінеральних

речовин – на 56,1 % порівняно з контрольним зразком. Одночасно відбулося зниження вмісту вуглеводів на 12,4 %, що свідчить про заміщення частини вуглеводної складової більш цінними білковими та ліпідними компонентами. Енергетична цінність печива після внесення білкового концентрату збільшилася незначно – лише на 3,3 %, і становила 424,32 ккал/100 г. Отже, використання білкового концентрату з ядер волоського горіха є ефективним способом підвищення поживної та біологічної цінності печива здобного без істотної зміни його калорійності, що робить розроблений виріб перспективним для виробництва функціональних кондитерських продуктів.

Результати дослідження структурно-механічних властивостей печива здобного показали, що продукти переробки ядер волоського горіха суттєво впливають на текстуру готових виробів. Додавання клітковини сприяло формуванню найбільш щільної та жорсткої структури, що підтверджувалося найвищим показником жувальності. Використання білкового концентрату забезпечувало найвищу когезивність, тобто міцність внутрішніх структурних зв’язків, проте супроводжувалося зниженням пружності виробів. Найбільш збалансованими структурно-механічними характеристиками відзначалося печиво із додаванням борошна з ядер волоського горіха, для якого були характерні достатня стійкість, висока пружність, помірна когезивність та найнижча жувальність.

На підставі комплексної оцінки органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних показників, а також поживної та енергетичної цінності встановлено, що найбільш перспективним для впровадження у виробництво є зразок №4 – печиво здобне із заміною частини пшеничного борошна білковим концентратом з ядер волоського горіха. Даний зразок характеризувався максимальними дегустаційними оцінками, привабливим зовнішнім виглядом, підвищеним вмістом білка, харчових волокон і мінеральних речовин, а також збереженням належних структурно-механічних властивостей. Це дозволяє розглядати його як функціональний кондитерський виріб підвищеної поживної та біологічної цінності.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Загальні правила безпеки та охорони праці при виробництві здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха

Під час проведення досліджень щодо розроблення технології здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, особливу увагу приділяють дотриманню вимог охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки та безпеки життєдіяльності. Дослідження проводили в лабораторії харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету із застосуванням лабораторного обладнання для підготовки сировини, замішування тіста, формування та випікання виробів.

Охорона праці в лабораторії базується на вимогах Закону України «Про охорону праці», Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», державних санітарних норм та правил, а також внутрішніх інструкцій університету щодо безпечного проведення лабораторних робіт.

До виконання робіт допускають осіб, які пройшли вступний та первинний інструктажі з охорони праці, ознайомлені з правилами експлуатації лабораторного обладнання та знають порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій. Перед початком роботи необхідно перевірити справність обладнання, цілісність електропроводки, наявність заземлення та справність вентиляції приміщення.

Особи, які проводять дослідження, повинні працювати у спеціальному одязі, який включає халат або технологічний костюм, головний убір та змінне взуття. Волосся має бути повністю прибране під головний убір, а прикраси та сторонні предмети необхідно зняти. Використання спеціального одягу дозволяє запобігти потраплянню сторонніх домішок у продукцію та зменшує ризик виробничого травматизму.

Особливу увагу слід приділяти безпечному поводженню із сировиною та допоміжними матеріалами. Під час роботи з ядрами волоського горіха та

продуктами їх переробки необхідно дотримуватися санітарних вимог щодо зберігання та підготовки сировини. Сировина повинна зберігатися в чистих сухих приміщеннях, захищених від шкідників, надмірної вологості та прямих сонячних променів. Перед використанням необхідно проводити візуальний контроль якості сировини, перевіряти відсутність сторонніх запахів, ознак псування або ураження шкідниками.

При подрібненні ядер волоського горіха за допомогою лабораторних млинів або подрібнювачів необхідно суворо дотримуватися вимог безпеки. Забороняється відкривати захисні кришки під час роботи обладнання, торкатися рухомих частин механізмів та усувати несправності при ввімкненому електроживленні. Завантаження сировини здійснюється лише після повної зупинки обладнання. Після завершення роботи електроприлади необхідно вимкнути від мережі та очистити відповідно до інструкції виробника.

Під час приготування тіста застосовують тістомісильні машини та інше механічне обладнання. Перед увімкненням необхідно переконатися у надійному закріпленні робочих ємностей та відсутності сторонніх предметів у робочій зоні. Забороняється занурювати руки або сторонні предмети до робочої камери під час роботи обладнання. Очищення та технічне обслуговування проводять лише після повного вимкнення машини та відключення її від електромережі.

Особливу небезпеку становлять теплові процеси, пов’язані з випіканням здобного печива. Робота з лабораторними пекарськими шафами та електричними печами повинна виконуватися з використанням термостійких рукавиць або прихваток. При завантаженні та вивантаженні виробів необхідно уникати контакту відкритих ділянок шкіри з нагрітими поверхнями обладнання. Забороняється залишати працюючі печі без нагляду. У разі виявлення запаху горілої ізоляції, задимлення або інших ознак несправності обладнання необхідно негайно припинити роботу та повідомити відповідальну особу.

Під час виконання лабораторних досліджень важливим фактором є електробезпека. Усі електричні прилади повинні мати справне заземлення та експлуатуватися відповідно до технічної документації. Забороняється працювати з

обладнанням вологими руками, використовувати несправні розетки, пошкоджені кабелі або саморобні подовжувачі. У разі ураження електричним струмом необхідно негайно відключити джерело живлення, надати домедичну допомогу потерпілому та викликати медичних працівників.

Важливе значення має дотримання вимог пожежної безпеки. Лабораторія повинна бути забезпечена первинними засобами пожежогасіння, зокрема вогнегасниками, а також планом евакуації на випадок пожежі. Проходи до евакуаційних виходів мають залишатися вільними. Забороняється зберігати легкозаймисті матеріали поблизу нагрівального обладнання та використовувати несправні електроприлади. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити відповідні служби, відключити електроживлення та діяти згідно з планом евакуації.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно підтримувати належний санітарний стан лабораторії. Робочі поверхні, інвентар та обладнання повинні регулярно очищатися та дезінфікуватися. Відходи виробництва слід своєчасно видаляти у спеціально призначені контейнери. Після завершення роботи необхідно провести прибирання робочого місця, вимити та продезінфікувати інструменти й обладнання.

Особливу увагу необхідно приділяти можливим алергічним реакціям, пов’язаним із використанням ядер волоських горіхів. Оскільки горіхи належать до поширених харчових алергенів, всі особи повинні бути поінформовані про потенційні ризики. У разі появи ознак алергічної реакції необхідно негайно припинити контакт із сировиною та звернутися за медичною допомогою.

Після завершення дослідницьких робіт необхідно вимкнути всі електроприлади, перекрити подачу енергоносіїв (за наявності), привести в порядок робоче місце та повідомити керівника робіт про завершення дослідження. Дотримання вимог охорони праці та безпеки під час виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, сприяє запобіганню виробничому травматизму, забезпеченню належних санітарно-гігієнічних умов праці та отриманню якісних та безпечних харчових продуктів.

4.2 Розробка картки безпеки праці при виробництві здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер горіха волоського

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

4.3 Екологічні аспекти поводження з побічними продуктами і відходами при виробництві здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха

Виробництво здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, супроводжується утворенням певної кількості побічних продуктів та відходів, які можуть впливати на стан навколишнього середовища та безпеку праці. Тому важливим завданням сучасного харчового виробництва є впровадження ефективних заходів щодо мінімізації утворення відходів, їх безпечного збирання, тимчасового зберігання, транспортування та утилізації відповідно до чинного природоохоронного законодавства України.

До основних видів відходів, що утворюються під час виробництва здобного печива з використанням продуктів переробки ядер волоського горіха, належать залишки сировини, непридатні для подальшого використання напівфабрикати, крихти готової продукції, пакувальні матеріали, а також відходи, що утворюються під час санітарної обробки обладнання та виробничих приміщень. Окрему категорію становлять органічні відходи, зокрема залишки горіхової сировини, які за неправильного зберігання можуть стати джерелом розвитку мікроорганізмів та погіршення санітарного стану виробництва.

Для забезпечення безпечних умов праці всі відходи повинні збиратися у спеціально призначені ємності з відповідним маркуванням. Контейнери для харчових відходів мають бути виготовлені з матеріалів, стійких до корозії та впливу мийних засобів, легко очищуватися та дезінфікуватися. Не допускається

накопичення відходів безпосередньо на робочих місцях або поблизу технологічного обладнання, оскільки це може спричинити погіршення санітарно-гігієнічних умов, появу сторонніх запахів та підвищення ризику травматизму.

<table>
<tr>
<td>1. Загальна інформація
1. Місце роботи – лінія з виробництва здобного печива.
2. Вид робіт – виробництво здобного печива.
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 01.12.2029 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 осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання.
2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону.
3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огороджень приводів робочих органів.
4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.
5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу.
6. Про виявленні порушення і недоліків доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.</td>
<td>4. Вимоги під час роботи
1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб
2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипану сировину та готову продукцію, тощо.
3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями.
4. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування.
5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.</td>
</tr>
<tr>
<td>5. Вимоги після закінчення роботи
1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце.
2. Зняти і здати спецодяг та засоби індивідуального захисту.
3. Виконати правила особистої гігієни.
4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.</td>
<td>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях
1. Негайно припинити всі роботи.
2. Вимкнути все обладнання;
3. 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

Особливу увагу слід приділяти поводженню з відходами, що містять продукти переробки волоського горіха. Органічні залишки мають високу поживну цінність для мікроорганізмів, тому при тривалому зберіганні можуть піддаватися мікробіологічному псуванню. З метою запобігання розвитку небажаної мікрофлори такі відходи необхідно регулярно видаляти з виробничих приміщень та передавати на утилізацію або переробку згідно з установленими вимогами.

Одним із пріоритетних напрямів сучасного харчового виробництва є впровадження принципів ресурсозбереження та циркулярної економіки. У цьому контексті частина органічних відходів може використовуватися як вторинна сировина для виробництва кормів, органічних добрив або компосту. Такий підхід сприяє зменшенню навантаження на довкілля та забезпечує раціональне використання природних ресурсів.

Важливим аспектом охорони навколишнього середовища є контроль за стічними водами, які утворюються під час миття технологічного обладнання, інвентарю та виробничих приміщень. Стічні води можуть містити залишки борошна, цукру, жирів та подрібнених горіхових компонентів, що призводить до збільшення органічного навантаження на системи водовідведення. З метою зменшення негативного впливу на довкілля необхідно здійснювати попереднє механічне очищення стічних вод від великих частинок сировини та суворо дотримуватися встановлених норм використання мийних та дезінфекційних засобів.

Особливе значення має профілактика пожежної небезпеки. Незважаючи на те, що більшість відходів харчового виробництва належать до малонебезпечних, накопичення паперової тари, картонних коробок, полімерних пакувальних матеріалів та пилоподібних залишків може сприяти швидкому поширенню пожежі. Тому всі горючі відходи повинні своєчасно видалятися з виробничих приміщень і зберігатися у спеціально відведених місцях. Забороняється розміщувати контейнери з відходами поблизу нагрівального обладнання, електрощитів та джерел відкритого вогню.

Для мінімізації негативного впливу на атмосферне повітря необхідно забезпечувати належний технічний стан вентиляційних систем та регулярно проводити очищення вентиляційних каналів. Під час подрібнення горіхової сировини та роботи з сипкими компонентами може утворюватися пил, який погіршує умови праці та може спричиняти алергічні реакції. Використання місцевої витяжної вентиляції дозволяє підтримувати концентрацію пилу в межах допустимих норм та покращує санітарно-гігієнічні умови виробництва.

Також повинна функціонувати система роздільного збирання відходів. Органічні відходи, папір, картон, полімерні матеріали та інші види відходів необхідно збирати окремо з метою подальшої переробки або утилізації. Такий підхід відповідає сучасним екологічним вимогам та сприяє зниженню обсягів відходів, що направляються на полігони твердих побутових відходів.

Узагальнена характеристика відходів виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, та способи їх утилізації наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Узагальнена характеристика відходів виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, та способи їх утилізації

Вид відходів	Джерело утворення	Характерис-тика відходів	Потенційний вплив на довкілля	Спосіб утилізації або використання
1	2	3	4	5
Залишки борошна, цукру та інших сипких компонентів	Дозування та підготовка сировини	Органічні відходи харчового походження	Забруднення виробничих приміщень, утворення пилу	Збір у спеціальні контейнери та передача на утилізацію або компостування
Крихти та браковане печиво	Формування, випікання та пакування продукції	Харчові органічні відходи	Розвиток мікроорганізмів при тривалому зберіганні	Використання як кормової сировини (за відповідності

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5
				вимогам) або утилізація
Залишки продуктів переробки ядер волоського горіха	Подрібнення та внесення горіхової сировини	Органічні відходи з високим вмістом жирів і білків	Мікробіоло-гічне псування, поява сторонніх запахів	Компостуван-ня, використання як органічної сировини або передача спеціалізова-ним підприєм-ствам
Пил від подрібнення горіхів та сипких компонентів	Подрібнення та змішування інгредієнтів	Дрібнодис-персний органічний пил	Погіршення якості повітря, алергічні реакції	Видалення через вентиляційну систему та фільтри
Паперові мішки та картонна тара	Зберігання і транспортуван-ня сировини	Відходи пакувальних матеріалів	Накопичення твердих побутових відходів	Роздільний збір та передача на вторинну переробку
Полімерна упаковка та плівка	Пакування сировини та готової продукції	Полімерні відходи	Тривале накопичення у навколишньому середовищі	Сортування та передача підприємствам з переробки пластику
Стічні води після миття обладнання	Санітарна обробка обладнання та інвентарю	Вода із залишками органічних речовин і мийних засобів	Підвищення органічного навантаження на очисні споруди	Попереднє очищення та відведення у систему каналізації відповідно до нормативів
Використані серветки, рукавички та засоби прибирання	Санітарне обслуговування виробництва	Змішані виробничі відходи	Забруднення навколишнього середовища	Збір у спеціальні контейнери та передача на утилізацію

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5
Відходи лабораторних досліджень (проби тіста, печива)	Контроль якості продукції	Органічні харчові відходи	Біологічне забруднення при тривалому зберіганні	Збір у марковані контейнери та подальша утилізація

Аналіз відходів, що утворюються під час виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха, показав, що більшість із них належать до органічних або пакувальних відходів і можуть бути частково залучені до повторного використання чи переробки. Впровадження системи роздільного збирання відходів та використання ресурсозберігаючих технологій сприяє зменшенню негативного впливу виробництва на навколишнє середовище та підвищенню рівня екологічної безпеки.

Висновки до розділу

У розділі розглянуто основні вимоги охорони праці, виробничої санітарії та екологічної безпеки під час виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха. Встановлено, що дотримання правил експлуатації лабораторного обладнання, вимог електро- та пожежної безпеки, а також використання засобів індивідуального захисту є необхідною умовою запобігання виробничому травматизму та забезпечення безпечних умов праці.

Розроблено картку безпеки праці для оператора технологічного процесу, яка містить основні вимоги безпечного виконання робіт та дії у разі виникнення аварійних ситуацій.

Проведено аналіз побічних продуктів та відходів, що утворюються під час виробництва здобного печива, та визначено їх потенційний вплив на навколишнє середовище. Встановлено, що найбільшу частку відходів становлять органічні залишки сировини, пакувальні матеріали та стічні води після санітарної обробки обладнання. Запропоновані заходи щодо роздільного збирання, переробки та

утилізації відходів сприяють зменшенню антропогенного навантаження на довкілля та раціональному використанню ресурсів.

Впровадження комплексу організаційних, санітарно-гігієнічних і природоохоронних заходів забезпечує безпечне виробництво якісного здобного печива та підвищує рівень екологічної безпеки 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 *і*-го матеріалу;

$Ц_1$ – ціна одиниці *і*-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	0,361	10,43
2	Ядра волоського горіха, кг	300,00	0,300	90,00
3	Цукор білий кристалічний, кг	27,90	0,144	4,02

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
4	Масло вершкове, кг	476,11	0,216	102,84
5	Яйця курячі, шт	5,34	2	10,68
6	Розпушувач, кг	580,00	0,001	0,58
7	Сіль, кг	34,90	0,001	0,03
8	Цукор ванільний, кг	190,00	0,001	0,19
Всього				218,77

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 «НС-1000Y»; духова шафа «ASEL»; кухонна машина «Kenwood KVL 4100 S»; 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 «НС-1000Y»	3,20	0,1	2,83
Кухонна машина «Kenwood KVL 4100 S»	1,2	1,0	10,62
Духова шафа «ASEL»	2,10	2	37,16
Ваги-вологомір «Radwag MA 50.R»	0,300	4,5	11,94
Ноутбук «Asus»	0,02	45	7,96
Всього			70,62

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

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

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
1	2	3	4	5
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
Кухонна машина «Kenwood KVL 4100 S»	15999,00	15	0,04	0,26
Духова шафа «ASEL»	4099,00	15	0,17	0,29

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5
Ваги-вологомір «Radwag MA 50.R»	67600,00	15	0,375	10,42
Ноутбук «Asus»	36900,00	25	3,75	94,78
Всього				106,02

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	218,77
Заробітна плата	2024,20
Нарахування на заробітну плату	445,32
Електроенергія	70,62
Амортизація	106,02
Накладні витрати	1619,36
Всього	4484,29

Загальна вартість дослідження склала 4484,29 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):

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

де, Ц − вартість дослідження, грн;

С − витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 4484{,}29 + \frac{30 \cdot 4484{,}29}{100} = 5829{,}58 \text{ грн}$$

Загальна сума витрат, спрямованих на реалізацію досліджень у межах кваліфікаційної роботи, становить 5829,58 грн.

Висновки за розділом

У межах організаційно-економічного розділу виконано розрахунок витрат, пов’язаних із проведенням експериментальних досліджень, спрямованих на розроблення технології печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха. Встановлено, що загальні витрати на проведення досліджень становили 4484,29 грн. З урахуванням нормативної рентабельності на рівні 30 % розрахована вартість науково-дослідної роботи становила 5829,58 грн. Отримані результати підтверджують економічну доцільність проведення досліджень та можливість їх реалізації в умовах навчально-наукової лабораторії без значних фінансових витрат.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виготовлено 4 дослідні зразки печива здобного. Встановлено, що продукти переробки ядер волоського горіха суттєво впливають на колірні характеристики та вологість тіста для пісочного печива. Їх внесення сприяє зниженню світлоти та посиленню червонувато-коричневих відтінків, внаслідок чого тістові заготовки набувають більш насиченого «горіхового» забарвлення. Найбільш виражений вплив на колір мала клітковина волоського горіха, тоді як борошно та білковий концентрат забезпечували помірне потемніння виробів. Вологість тіста змінювалася незначно і перебувала в межах технологічно допустимих значень, при цьому найвищий показник спостерігався у зразка з білковим концентратом, що пов’язано з високою водоутримувальною здатністю білків. Отримані результати свідчать про можливість використання продуктів переробки ядер волоського горіха у технології пісочного печива для формування характерного кольору та покращення вологоутримувальних властивостей тіста.

2. Результати органолептичних досліджень підтвердили, що використання продуктів переробки ядер волоського горіха не погіршує якість печива здобного та забезпечує формування виробів із високими споживчими властивостями. Усі дослідні зразки відповідали вимогам нормативної документації, мали правильну форму, рівну поверхню та добре пропечену структуру. Внесення горіхових інгредієнтів впливало переважно на колір, смак та запах виробів. Найбільше потемніння спостерігалося при використанні клітковини волоського горіха, що підтверджено як органолептичною оцінкою, так і результатами колориметричного аналізу. Водночас борошно та білковий концентрат забезпечували більш привабливе світло-кремове забарвлення печива. Дегустаційне оцінювання показало високий рівень якості всіх дослідних зразків, загальна органолептична оцінка яких становила 47,4–50,0 балів. Найкращі результати продемонстрував зразок №4 із додаванням білкового концентрату волоського горіха, який отримав максимальну оцінку 50,0 балів та характеризувався найбільш гармонійним поєднанням смаку, запаху та зовнішнього вигляду.

3. Результати досліджень показали, що використання білкового концентрату з ядер волоського горіха у технології печива здобного позитивно впливає як на його фізико-хімічні показники, так і на поживну цінність. Внесення білкового концентрату сприяло незначному підвищенню вологості готових виробів до 15,5 %, що пов'язано з високою водоутримувальною здатністю білкових речовин та не виходить за межі технологічно допустимих значень. Збагачення печива білковим концентратом дозволило суттєво покращити його нутрієнтний склад: вміст протеїну зріс на 56,7 %, жирів – на 47,6 %, клітковини – у 2,5 рази, а мінеральних речовин – на 56,1 % порівняно з контрольним зразком. Одночасно відбулося зниження вмісту вуглеводів на 12,4 %, що свідчить про заміщення частини вуглеводної складової більш цінними білковими та ліпідними компонентами. Енергетична цінність печива після внесення білкового концентрату збільшилася незначно – лише на 3,3 %, і становила 424,32 ккал/100 г. Отже, використання білкового концентрату з ядер волоського горіха є ефективним способом підвищення поживної та біологічної цінності печива здобного без істотної зміни його калорійності, що робить розроблений виріб перспективним для виробництва функціональних кондитерських продуктів.

4. Результати дослідження структурно-механічних властивостей печива здобного показали, що продукти переробки ядер волоського горіха суттєво впливають на текстуру готових виробів. Додавання клітковини сприяло формуванню найбільш щільної та жорсткої структури, що підтверджувалося найвищим показником жувальності. Використання білкового концентрату забезпечувало найвищу когезивність, тобто міцність внутрішніх структурних зв'язків, проте супроводжувалося зниженням пружності виробів. Найбільш збалансованими структурно-механічними характеристиками відзначалося печиво із додаванням борошна з ядер волоського горіха, для якого були характерні достатня стійкість, висока пружність, помірна когезивність та найнижча жувальність.

На підставі комплексної оцінки органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних показників, а також поживної та енергетичної цінності встановлено, що найбільш перспективним для впровадження у виробництво є

зразок №4 – печиво здобне із заміною частини пшеничного борошна білковим концентратом з ядер волоського горіха. Даний зразок характеризувався максимальними дегустаційними оцінками, привабливим зовнішнім виглядом, підвищеним вмістом білка, харчових волокон і мінеральних речовин, а також збереженням належних структурно-механічних властивостей. Це дозволяє розглядати його як функціональний кондитерський виріб підвищеної поживної та біологічної цінності.

5. Розглянуто основні вимоги охорони праці, виробничої санітарії та екологічної безпеки під час виробництва здобного печива, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха. Встановлено, що дотримання правил експлуатації лабораторного обладнання, вимог електро- та пожежної безпеки, а також використання засобів індивідуального захисту є необхідною умовою запобігання виробничому травматизму та забезпечення безпечних умов праці. Розроблено картку безпеки праці для оператора технологічного процесу, яка містить основні вимоги безпечного виконання робіт та дії у разі виникнення аварійних ситуацій. Проведено аналіз побічних продуктів та відходів, що утворюються під час виробництва здобного печива, та визначено їх потенційний вплив на навколишнє середовище. Встановлено, що найбільшу частку відходів становлять органічні залишки сировини, пакувальні матеріали та стічні води після санітарної обробки обладнання. Запропоновані заходи щодо роздільного збирання, переробки та утилізації відходів сприяють зменшенню антропогенного навантаження на довкілля та раціональному використанню ресурсів. Впровадження комплексу організаційних, санітарно-гігієнічних і природоохоронних заходів забезпечує безпечне виробництво якісного здобного печива та підвищує рівень екологічної безпеки технологічного процесу.

6. У межах організаційно-економічного розділу виконано розрахунок витрат, пов’язаних із проведенням експериментальних досліджень, спрямованих на розроблення технології печива здобного, збагаченого продуктами переробки ядер волоського горіха. Встановлено, що загальні витрати на проведення досліджень становили 4484,29 грн. З урахуванням нормативної рентабельності на рівні 30 %

розрахована вартість науково-дослідної роботи становила 5829,58 грн. Отримані результати підтверджують економічну доцільність проведення досліджень та можливість їх реалізації в умовах навчально-наукової лабораторії без значних фінансових витрат.

БІБЛІОГРАФІЯ

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

2. Гетьман І., Науменко О., Бовкун А., Лук'янчук І. Інноваційні рішення щодо підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів. *Продовольчі ресурси*. 2024. Т. 12, №23. С. 36–46. DOI: 10.31073/foodresources2024-23-04.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

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

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

8. Ярмош Т.А., Перцевой Ф.В. Аналіз використання волоського горіха у харчовій промисловості. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2023. Т. 13, №1. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-25.

9. Бірта Г.О. та ін. Сортова ідентифікація та аналіз безпечності волоського горіха. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки*. 2020. №1 (91). С. 54–61.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. Patel A.R. Edible Oil Structuring: An Overview and Recent Updates. *Food & Function*. 2018. Vol. 9. P. 20–29.

15. 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.

16. 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. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.03.066.

17. 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. DOI: 10.52326/jes.utm.2023.30(1).16.

18. Bakkalbasi 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.

19. Spréa R.M., Oliveira A.S., Silva C.M. Comprehensive Characterization of Walnut Oil Processing By-Products: Biochemical Composition, Bioactive Properties and Polyphenol Bioavailability. *Food Chemistry*. 2026. Vol. 467. Art. 149641.

20. Rabrenović B., Natić M., Dabić Zagorac D., Meland M., Fotirić Akšić M. Bioactive Phytochemicals from Walnut (*Juglans spp.*) Oil Processing By-Products. In: Bioactive Phytochemicals from Vegetable Oil and Oilseed Processing By-Products. Cham : Springer International Publishing, 2023. P. 537–557. DOI: 10.1007/978-3-031-28038-8_20.

21. Dauda A.O., Abiodun O.A., Akintayo O.A., Babayeju A.A., Salami K.O., Oyekanmi I.A. Influence of Walnut on the Nutritional and Physicochemical Properties of Biscuits Made from Whole Wheat. *Agrosearch*. 2020. Vol. 20, No. 1. P. 45–58.

22. Grosu C., Siminiuc R., Gutium O., Reşitca V., Deseatnicova O. Profilul calitativ al biscuiţilor Macarons fabricaţi cu adaos de şrot de nucă. *Ştiinţe Inginereşti şi Tehnologice*. 2020. Vol. 4. P. 11–16. DOI: 10.5281/zenodo.4509356.

23. Кравченко М., Михайлик В., Марусяк Т. Якість пісочного печива з композицією шротів. Товари і ринки. 2021. №3 (39). С. 141–150. DOI: 10.31617/tr.knute.2021(39)11.

24. Кравченко М.Ф., Михайлик В.С., Італльянцев В.В. Дослідження якості печива зі шротами під час зберігання. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі*. 2025. № 1 (37). С. 17–29.

25. Shydakova-Kameniuka O., Novik H., Rohova A., Bolkhovitina O., Zaparenko A., Prymenko V. Use of Walnut Meal for Quality Stabilization of Biscuits Made with Liquid Oil. *Food Science and Technology*. 2025. Vol. 19, No. 1. DOI: 10.15673/fst.v19i1.3118.

26. Шидакова-Каменюка О.Г., Новік Г.В., Чернушенко О.О., Мацук Ю.А. Дослідження особливостей складу шротів кедрового і волоського горіхів та здобного печива з їх використанням методом ІЧ-спектроскопії. *Науковий вісник*

Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Харчові технології. 2018. Т. 20, №85. С. 56–61.

27. Лебединець В.Т., Мороз М.М. Використання рідких рослинних олій у виробництві здобного печива. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2022. №31. С. 92–100.

28. Шидакова-Каменюка О.Г., Рогова А.Л., Місюля І.В. Вплив дієтичної добавки «Клітковина ядер волоського горіха» на якість цукрового печива. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі.* 2013. Вип. 1 (17). С. 128–133.

29. Olaimat A.N., Al-Rousan W.M., Al-Marazeeq K.M., Osaili T.M., Ajo R.Y., Angor M., Holley R.A. Physicochemical and Sensory Characteristics of Gluten-Free Corn-Based Biscuit Supplemented with Walnut and Peanut for Celiac Patients. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2023. Vol. 22, No. 7. P. 413–419.

30. Burbano J.J., Cabezas D.M., Correa M.J. Effect of Walnut Flour Addition on Rheological, Thermal and Microstructural Properties of a Gluten-Free Batter. *LWT.* 2022. Vol. 154. Art. 112819. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112819.

ДОДАТКИ