

**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
з використанням рослинного протеїну**

Виконав: здобувачка вищої освіти 3 курсу,
групи ХТС-1- 22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Діана ЛОБОДА

Керівник: _____ Яна ГЕЗЬ

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

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

Лободі Діані Русланівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва печива з використанням рослинного протеїну».

Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, ст. викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз літературних джерел. 2 Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та довкілля при виробництві печива. 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	ст. викладач Яна ГЕЗЬ	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Аналіз літературних джерел	09.05-16.05.25	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	17.05-16.05.25	виконано
4	Експериментальна частина	17.05-29.05.25	виконано
5	Охорона праці та довкілля при виробництві хліба	30.05-03.06.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	04.06-06.06.25	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання	07.06.25	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	08.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Діана ЛОБОДА
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва печива з використанням рослинного протеїну».

Кваліфікаційна робота бакалавра: 69 сторінок друкованого тексту; 50 літературних джерел; 38 рисунки; 16 таблиць.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва здобного печива.

Метою роботи є розробка рецептури печива з використанням лляного і кунжутного протеїну. Розширення асортименту печива і використання нетрадиційних видів сировини пов'язано з тим, що населення зростає і потребує чогось нового. З огляду на сучасні тенденції в харчуванні та зростання кількості споживачів із дієтичними обмеженнями, розробка нової рецептури здобного печива на основі рослинного білка є актуальним завданням. Такий продукт здатен задовольнити потреби в харчуванні цієї категорії населення та забезпечити організм необхідними нутрієнтами. У межах кваліфікаційної роботи було здійснено дослідження властивостей та поживної цінності інгредієнтів, використаних як джерело протеїну. Проведено органолептичну оцінку готових зразків продукції із застосуванням бальної системи. Отримані результати порівняно зі складом контрольного зразка печива, а також зразків із додаванням 50% конопляного протеїну та 30% лляного протеїну, які за підсумками дегустації були визнані найкращими. Результати досліджень фізико-хімічних характеристик, а також розрахована поживна цінність і вартість виробу дали змогу комплексно оцінити доцільність використаної рецептури та підтвердити її відповідність сучасним харчовим потребам.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕХНОЛОГІЯ, ЛЛЯНИЙ ПРОТЕЇН, КУНЖУТНИЙ ПРОТЕЇН, ПЕЧИВО, ЯКІСТЬ ПЕЧИВА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1. Актуальність розширення асортименту пісочного печива	9
1.2. Аналіз сучасних рецептурних компонентів, які пропонують для покращення рецептурного складу печива	10
1.3. Характеристика лляного протеїну	11
1.4. Характеристика кунжутного протеїну	13
1.5. Обґрунтування виробництва печива з використанням лляного і кунжутного протеїну	16
1.6. Мета і задачі дослідження	20
Висновки до розділу	20
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1. Характеристика об'єктів досліджень	21
2.2. Методика виготовлення дослідних зразків печива	26
2.3. Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків печива	27
2.4. Методика розрахунку поживної цінності готових виробів	29
Висновки до розділу	31
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	33
3.1. Дослідження оптимального дозування лляного і кунжутного протеїну в рецептурі печива	33
3.2. Опис технологічної схеми виробництва печива	34
3.3. Результати експериментальних досліджень	35
3.4. Розрахунок поживної та енергетичної цінності	49
Висновки до розділу	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПЕЧИВА	53
4.1 Розроблення картки з безпеки праці для оператора цеху при виробництві печива	53

4.2 Утилізація відходів від виробництва пісочних напівфабрикатів	53
Висновки до розділу	56
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
5.1. Витрати на проведення досліджень	57
5.2. Витрати на матеріали для проведення дослідження	58
5.3. Витрати на оплату праці	59
5.4. Витрати на електроенергію	59
5.5. Витрати на амортизацію устаткування	60
5.6. Розрахунок ціни дослідження	62
Висновки до розділу	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
БІБЛІОГРАФІЯ	64

ВСТУП

У сучасних умовах уряди багатьох країн світу активно займаються розробкою та впровадженням державних програм, спрямованих на покращення харчового статусу населення. Одним із ключових напрямів є виробництво харчових продуктів, які додатково збагачуються фізіологічно активними та функціональними інгредієнтами – вітамінами, мінералами, пробіотиками, антиоксидантами тощо.

Впровадження такої продукції має важливе стратегічне значення: вона сприяє підтримці здоров'я людей, підвищенню їхньої працездатності, зміцненню імунної системи та профілактиці захворювань, пов'язаних із дефіцитом життєво необхідних речовин. Окрема увага приділяється оздоровленню харчування дітей і молоді, адже саме їхнє фізичне та психічне здоров'я є запорукою стійкого розвитку суспільства в майбутньому.

Необхідність таких заходів обумовлена загостренням глобальної економічної кризи, що негативно впливає на доступність якісного харчування, а також посиленням екологічних проблем, які призводять до забруднення довкілля і, відповідно, продуктів харчування. Тому розробка й впровадження функціональних харчових продуктів стає важливим інструментом у загальнодержавних стратегіях збереження здоров'я населення [1]. У зв'язку з високим темпом сучасного життя та постійною зайнятістю, багато людей надають перевагу швидким перекусам. У таких випадках печиво виступає одним із найзручніших варіантів. Проте для його виготовлення зазвичай застосовуються традиційні види борошна, які є нутріцевтично бідними на поживні речовини.

Протеїн – це важливий макроелемент, який відіграє вирішальну роль у здоров'ї людини та бере участь практично у всіх функціях організму, він насичує наше тіло енергією, підтримує м'язову масу та сприяє її збільшенню, зміцнює кістки, покращує якість сну та позитивно позначається на здоров'ї мозку.

В основі протеїну знаходяться амінокислоти, з'єднані одна з одною довгими ланцюжками. Вчені з'ясували, що всього існує 20 різновидів амінокислот, і вони можуть поєднуватися одна з одною у різних послідовностях, що визначає вид конкретного білка та впливає на його роль в організмі. Оскільки наше тіло не може зберігати амінокислоти, воно виробляє їх у різний спосіб: або з нуля, або шляхом модифікації інших. Дев'ять амінокислот є незамінними, тобто вони не можуть синтезуватися з інших, тому повинні систематично надходити ззовні [2].

Рослинні протеїни стають важливою альтернативою тваринним білкам завдяки своїй корисності для здоров'я, екологічній складовій та універсальності використання. Серед різноманітних видів рослинного протеїну особливе місце займають лляний і кунжутний протеїни, які відрізняються унікальним амінокислотним складом, наявністю біологічно активних речовин та функціональними властивостями.

Кунжутний протеїн, який отримують із насіння *Sesamum indicum* L., характеризується високою біологічною цінністю. Дослідження Ogunronbi et al. показали, що він містить 40-50% білка з високим вмістом метіоніну (3.2 г/100 г білка) та триптофану [3].

Лляний протеїн, отриманий із насіння *Linum usitatissimum*, є цінним джерелом білка (30-50%) та омега-3 жирних кислот. Згідно з дослідженнями Kajla et al., його амінокислотний профіль характеризується: високим вмістом аргініну (8.4 г/100 г білка), наявністю глютамінової кислоти, дефіцитом лізину [4].

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Актуальність розширення асортименту печива

Розширення асортименту виробництва печива може принести багато переваг для підприємства, включаючи збільшення прибутку, покращення конкурентоздатності та задоволення потреб споживачів. Додавання нових видів печива дозволяє залучити більше клієнтів і збільшити обсяги продажів. Дослідження показують, що компанії з широким асортиментом продукції мають вищі показники доходу через диверсифікацію ризиків і можливість охоплювати різні цільові аудиторії [5].

Печиво, як борошняний кондитерський виріб, містить велику кількість жирів і вуглеводів, проте майже не забезпечує організм вітамінами, мінералами та харчовими волокнами. Сучасні споживачі шукають різноманітність: безглютенове, веганське, низькокалорійне, протеїнове печиво тощо. Розширення асортименту дозволяє задовольнити запити різних груп клієнтів [6]. На ринку печива висока конкуренція, тому постійне оновлення асортименту допомагає виділитися серед інших виробників [7].

Популярність здорового харчування зростає, тому випуск печива з корисними інгредієнтами (натуральні цукри, білкові добавки, багатокomпонентні зернові) може залучити нових клієнтів [8].

Використання однакових інгредієнтів для різних видів печива дозволяє знизити собівартість за рахунок економії на масштабах [9]. Виробництво цього продукту вирізняється різноманіттям смаків, форм і видів, серед яких – традиційне борошняне, овочеве, фруктове, зернове, дієтичне печиво та багато інших варіантів.

Сучасний ринок печива диверсифікований: від класичного солодкого до дієтичного, веганського та функціонального.

Розширення асортименту дозволяє охопити такі групи:

Діабетики: використання цукрозамінників (мальтитол, ізомальтитол) знижує глікемічний індекс продукту на 16–30%, що робить його прийнятним для хворих на цукровий діабет .

Вегани та алергики: без'яєчне, безглютенове або печиво на рослинних жирах. Наприклад пряники з фруктозою та ізомальтитолом (співвідношення 0,7:0,3) мають оптимальну солодкість і знижену калорійність [10]. Оскільки споживачі дедалі більше усвідомлюють вплив продуктів на довкілля та власне здоров'я, виробники печива активно переходять до використання екологічно безпечних технологій виробництва та упаковки.

1.2 Аналіз сучасних рецептурних компонентів, які пропонують для покращення рецептурного складу печива

На сьогоднішній день асортимент печива характеризується значною різноманітністю. Проте, попри широкий вибір даної продукції, зберігається потреба у створенні виробів, які б відповідали специфічним харчовим потребам різних категорій населення. Основною сировиною для виробництва більшості видів печива залишається пшеничне борошно вищого сорту, яке відзначається недостатнім вмістом есенціально необхідних нутрієнтів. У зв'язку з цим перспективним напрямом є розширення асортиментної номенклатури печива за рахунок використання альтернативних видів рослинної сировини з підвищеною біологічною цінністю.

Рослинні замінники традиційних інгредієнтів наприклад:

– Кокосова олія та банани – використовуються як альтернатива маргарину та вершковому маслу, особливо у вегетаріанських та безлактозних рецептурах; надають печиву приємний горіхово-банановий смак і розсипчасту текстуру; збільшують калорійність продукту на 5% порівняно з традиційними рецептами.

- Лляне борошно часткова заміна пшеничного борошна на лляне підвищує вміст білків (на 18%) та жирів (на 26%); зменшує кількість вуглеводів, що робить печиво більш корисним для дієтичного харчування.
- Насіння чіа та амарант додаються для збагачення продукту білками, вітамінами та мінералами. Амарант використовується також для отримання натуральних барвників у начинках.
- Харчові волокна (з томатів, гарбуза, якона) покращують травлення та знижують глікемічний індекс печива, використовуються у крекерах та пісочному печиві для збільшення об'єму та покращення текстури.
- Білкові добавки (рослинні ізоляти, насіння) дозволяють створити печиво для спортсменів або людей з підвищеними потребами у білку. Рослинні аналоги яєць (аквафаба, бананове пюре) використовуються у веганських рецептурах для заміни яєць [11].

1.3 Характеристика лляного протеїну

Лляний протеїн (рис. 1.1) виробляється з насіння льону [12, 13], яке містить:

- Білки 18–34 г на 100 г продукту (залежно від обробки). Наприклад, у насінні льону – 18.3 г, а в очищеному протеїні – до 34.5 г. Білки включають усі 9 незамінних амінокислот, що робить їх повноцінними для людини.
- Жири 8–42 г, з яких переважають поліненасичені жирні кислоти (омега-3 альфа-ліноленова кислота до 60% від загальної кількості жирів).
- Вуглеводи 6–29 г, з них 27–39 г клітковини, яка сприяє травленню та знижує калорійність продукту.

Лляний протеїн відіграє важливу роль для здоров'я, а саме в ньому міститься омега-3, яка зменшує запалення, рівень холестерину та ризик атеросклерозу, а клітковина нормалізує мікробіом кишечника, запобігає закрепам.

Лігнани у складі насіння льону мають антиоксидантні властивості та підтримують гормональний баланс, особливо у жінок, а низький глікемічний індекс та здатність зв'язувати токсини роблять протеїн ідеальним для схуднення.

Протеїн з насіння льону має ряд переваг для здоров'я, включаючи підтримку серцево-судинної системи, поліпшення травлення та підвищення імунітету. Він також сприяє здоров'ю кісток та зубів завдяки своєму вмісту мінералів.



Рисунок 1.1 – Лляний протеїн

Ляне борошно має схожий з протеїном склад 32,4 г білка, 8,8 г жирів, але менше клітковини (6,9 г).

Лляний протеїн використовують у спортивному харчуванні шляхом додавання коктейлів (15–30 г/добу) для набору м'язової маси. Також використовується у випічці, кашах, соусах замість пшеничного борошна, замінює тваринні білки через повноцінний амінокислотний склад.

Варто зазначити, що надмірне вживання протеїну із льону може знизити засвоєння мінералів, а саме кальцію та заліза [14].

Хімічний склад лляного протеїну наведена у табл. 1.2 [15].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад протеїну [15]

Найменування	Вміст
Білки	34.52 г
Вуглеводи	36.1 г
Цукор:	1.6 г
Жири	12.74 г
Насичені жирні кислоти:	1.15 г
Трансжирні кислоти:	-
Мононенасичені:	2.29 г
Поліненасичені:	8.4 г
Холестерин	-
Харчові волокна	32 г
Сіль	0 г

Також у лляному протеїні містять вітаміни: В₃, В₁, В₆, Е, Фолієва кислота.

З мінералів у лляному протеїні присутні марганець, магній, селен, цинк, залізо, калій, кальцій, мідь, фосфор.

1.4 Характеристика кунжутного протеїну

Sesamum indicum L., відомий як індійський кунжут або сезам, є однорічною трав'янистою рослиною родини кунжутових (Pedaliaceae) та роду *Sesamum*. Існують суперечливі гіпотези щодо центру походження кунжуту. Деякі дослідники вважають Індію його батьківщиною, в той час як інші схиляються до Африки як першоджерела цієї культури. Насіння сезаму широко вирощується в Індії, де щороку збирається до 680 тис. тонн, завдяки чому країна займає другу позицію серед провідних виробників. Водночас найбільш високі врожаї кунжуту на гектар зафіксовано у Греції у 2013 році[16].

Насіння кунжуту є цінним харчовим продуктом завдяки своєму багатому хімічному складу. Воно містить близько 20% білків, 54% жирів, 13,4% вуглеводів, 3,2% клітковини та 3,7% зольних речовин. Кунжут є джерелом важливих макроелементів: калію (851,35 мг/100 г), фосфору (647,25 мг/100 г), магнію (579,53 мг/100 г), кальцію (415,38 мг/100 г) та натрію (122,5 мг/100 г).

До складу жирів кунжутного насіння входять переважно ненасичені жирні кислоти, серед яких лінолева (48,3–52,0%) та ліноленова (5,1–6,1%). Крім того,

насіння є джерелом вітамінів групи В та вітаміну Е. Споживання 100 г кунжутного насіння практично повністю задовольняє добову потребу людини в кальції. Кунжут також містить природні антиоксиданти – сезамін, сезамінол, сезамолін і сезамолінол, які об'єднуються загальною назвою «сезамол». Завдяки високій біологічній активності ці сполуки сприяють захисту клітин від окисного стресу. У кулінарії кунжутне насіння здебільшого використовується для оздоблення хлібобулочних виробів. У країнах Сходу кунжут широко застосовують як спецію, додаючи до різних страв, вважаючи цю рослину символом довголіття [17].

Насіння кунжуту (*Sesamum indicum* L.) є важливою олійною культурою. Здебільшого кунжутне насіння використовується для видобутку олії. Кунжутний шрот є побічним продуктом після екстракції олії. Макуха є гарним джерелом білка і зазвичай використовується як корм для тварин.

Кунжутний шрот є природним джерелом кальцію та амінокислот. Цей дієтичний продукт сприяє зниженню рівня холестерину в крові, нормалізації процесів травлення, зміцненню зубів і нігтів, а також запобігає утворенню тромбів. Крім того, його застосовують при гіперфункції щитоподібної залози та для поліпшення функціонування жовчовивідних шляхів. Вживання шроту з кунжутного насіння позитивно впливає на здоров'я: нормалізує рівень глюкози, підвищує кількість тромбоцитів та сприяє зменшенню болю при сечовипусканні. Потрапляючи до організму, продукт розбухає та діє як сорбент – здатен поглинати та виводити токсичні речовини, шлаки, надлишкові продукти обміну та жовчні пігменти [18].

Одним із цінних продуктів переробки кунжуту є кунжутний протеїн (рис.1.2). Білки містять усі незамінні амінокислоти, але відносно мало лізину. З жирів переважають ненасичені жирні кислоти: мононенасичені ~22.59 г (олеїнова кислота); поліненасичені: ~23.26 г (лінолева кислота); насичені 7-8.74 г. Вміст вуглеводів незначний – 4 – 26 г. Кунжут та кунжутний протеїн мають широкий спектр позитивного впливу на організм, як джерело якісного рослинного білка він сприяє м'язовому анаболізму та підтримці тканин, важливи

хдля вегетаріанців, веганів та спортсменів. Поліненасичені жирні кислоти та фітостерини сприяють зниженню рівня ЛПНЩ ("поганого" холестерину) (до 10% при регулярному вживанні). Антиоксиданти (сезамін, сезамолін, сезамол) захищають судини від окисного стресу. Магній сприяє нормалізації артеріального тиску. Високий вміст кальцію, магнію, фосфору та цинку робить їх важливими для профілактики остеопорозу та підтримки щільності кісток. Високий вміст клітковини сприяє перистальтиці кишечника та підтримці здорової мікробіоти. Лігнани (сезамін, сезамолін) нейтралізують вільні радикали, зменшуючи ризик хронічних захворювань та уповільнюють клітин. Вітаміни групи В (особливо В₁, В₆) необхідні для функціонування нервової системи, енергетичного обміну та синтезу гемоглобіну. Низький глікемічний індекс та вміст клітковини сприяють повільнішому підвищенню рівня цукру в крові.



Рисунок 1.2 – Кунжутний протеїн

У кунжутному протеїні містяться вітаміни: Фолієва кислота, В₁, В₆. І такі мінерали як магній, залізо, марганець.

1.5 Обґрунтування виробництва печива з використанням лляного і кунжутного протеїну

Борошняні кондитерські вироби посідають важливе місце в раціоні населення як в Україні, так і за її межами, користуючись стабільно високим споживчим попитом. Водночас суттєвим недоліком цієї категорії продуктів є недостатній вміст життєво необхідних есенціальних компонентів, таких як вітаміни, мінерали та харчові волокна, при переважанні вуглеводів і жирів. Така особливість хімічного складу зумовлює актуальність удосконалення рецептур з метою підвищення їхньої харчової цінності [19, 20]. Досягти цього можна шляхом використання нетрадиційної рослинної сировини в складі продукту. Здобне печиво є затребуваним серед широких верств населення, що обґрунтовує доцільність розроблення рецептури з використанням нетрадиційних видів сировини. Такі інгредієнти, порівняно з компонентами традиційної рецептури, характеризуються вищими показниками поживної та біологічної цінності, що сприятиме підвищенню загальної харчової цінності готового виробу [21].

У дослідженні [22] знежирене кунжутне борошно (КБ), побічний продукт процесу екстракції кунжутної олії, яке часто викидається, незважаючи на високий вміст поліфенолів, додавали до рецептури печива. Метою цього дослідження було покращення антиоксидантних властивостей печива зі збільшенням внесення кількості КБ (5, 10 та 20%) та вивчення його впливу на роботу шлунково-кишкового тракту. Крім того, оцінили вплив додавання КБ на технологічні та сенсорні властивості печива. Додавання 10% показало якість виробу, яка була подібна до контрольного зразку, і було найбільш прийнятним споживачами. Крім того, додавання КБ позитивно вплинуло на склад мікробіоти після ферментації в товстому кишківнику. На завершення, додавання 10% КБ до печива покращило сенсорне сприйняття та антиоксидантні властивості, не впливаючи на технологічні якості.

Авторами [23] було оцінено вплив додавання насіння льону на харчову та сенсорну якість печива. Як функціональний інгредієнт, смажене лляне борошно

було додано до рецептур печива шляхом заміни рафінованого пшеничного борошна у кількості 5%, 10% та 15%. Сенсорна оцінка виявила, що печиво з 15% лляного борошна є більш прийнятним ніж інші зразки. Нове збагачене печиво було успішно виготовлено, і спостерігалось, що зі збільшенням концентрації насіння льону вміст вологи, жиру, золи та білка поступово зростає, тоді як харчові волокна зростають швидко, а вміст вуглеводів зменшувався.

Насіння льону [24] вважається переважно олійною культурою. Крім того, інші харчові параметри, окрім вмісту олії, роблять його більш сприятливим вибором для розробки функціональних продуктів. Насіння льону є найбагатшим джерелом альфа-ліноленової кислоти, олії та лігнанів. Лляне насіння є важливим джерелом високоякісного білка та розчинної клітковини, а також має значний потенціал як джерело фенольних сполук.

У роботі [25] метою дослідження було оцінити вплив ферментації, кип'ятіння, обсмажування та пророщування насіння кунжуту на якість печива виготовленого з пшеничного борошна в композиції з борошном з кунжуту. Оброблене насіння кунжуту замінювали до маси в пшеничного борошна в кількості 5%, 10%, 15%, і 20%. Вміст вологи, золи, жиру, білка, клітковини та вуглеводів у дослідних зразках коливався від 7,00 до 16,85%, 1,40 до 3,59%, 11,95 до 24,69%, 7,06 до 13,09%, 0,31 до 3,75% та 51,18 до 64,71% відповідно. Вміст золи в усіх змішаних зразках був значно вищим, ніж у контрольному (печиво зі 100% пшеничного борошна). Печиво, виготовлене з смаженого та ферментованого борошна з кунжуту з рівнем заміщення 20% пшеничного борошна дало значно вищий вміст сирого білка – 13,41% та 13,09% відповідно. Вміст сирі клітковини у зразку з ПБ 90% і борошна вареного кунжутного 10%, та в контрольному зразку були значно вищим - 13,41% та 13,09% відповідно. Було показано, що вміст вуглеводів зменшується зі збільшенням відсотку внесення обробленого борошна з кунжуту. Енергетична цінність печива, виготовленого з пшеничного борошна, змішаного з борошном з вареного та пророщеного кунжуту, була значно вищою, ніж у печива, виготовленого з

пшеничного борошна, змішаного з ферментованим та смаженим кунжутним борошном, а також у контрольного зразка.

У роботі [26] смажене лляне борошно було додано шляхом заміни рафінованого пшеничного борошна у кількості 5%, 10%, 15%, 25% та 30% у рецептуру печива. Товщина та діаметр печива збільшувалися зі збільшенням вмісту лляного борошна. Печиво з 15% вмістом лляного борошна характеризує високою сенсорною оцінкою порівняно з контрольним зразком. Твердість та крихкість експериментального печива збільшувалися. Хімічний склад показав, що вміст вологи, золи, жиру та білка в печиві з лляного борошна збільшився, порівняно з контрольним. Вміст клітковини був у дев'ять разів більшим у печиві з лляного борошна. Вміст альфа-ліноленової кислоти збільшився з 0,19% (контроль) до 4,76% в дослідному зразку. Спостерігалось покращення співвідношення поліненасичених та насичених жирних кислот, тоді як співвідношення ω -6 та ω -3 жирних кислот знизилось до рівня, значно нижчого за максимально рекомендоване значення.

У дослідженні [27] розглядали вплив амарантового та лляного борошна різного ступеня помелу на органолептичні властивості й поживну цінність різних видів печива – зтяжного, цукрового й здобного. Ці види борошна мають переваги перед пшеничним завдяки нижчій вологості, кращій водопоглинальній здатності та багатому поживному складу. На якість борошна значно впливає технологія переробки зерна, що відображається у вмісті жиру, білка, кольорі та ароматі. Виявлено, що тонкодисперсне амарантове борошно у співвідношенні 1:1 і 3:5 з пшеничним забезпечує краще засвоєння амінокислот і покращує смакові властивості, зокрема в цукровому та здобному печиві. Крім того, включення 5% гідратованого лляного борошна підвищує якість готових виробів. Таким чином, використання такої борошняної композиції сприяє створенню функціонально збагаченого печива з вищою біологічною цінністю [29].

Печиво виготовлене із знежиреного борошна, кунжуту характеризувалось вищим вмістом білка, ніж печиво на основі пшеничного борошна [28, 30]. Насіння кунжуту є перспективною сировиною для збагачення традиційних

харчових продуктів і хлібобулочних виробів спеціального призначення, хоча його й рідко застосовують українські виробники. Водночас кунжут відзначається унікальним хімічним складом та цінними фармакологічними властивостями. У світовій практиці цю культуру вирощується здебільшого як джерело рослинної олії та білкових речовин, вміст яких у насінні становить близько 58 % і 26 % відповідно [31, 32, 33].

Завдяки своєму цінному хімічному складу, кунжут розглядається як перспективна сировина для виготовлення активних компонентів дієтичного спрямування та продуктів, що сприяють оздоровленню організму. Окрім того, кунжутне борошно є безглютеновим, а 100 грамів насіння містить добову норму кальцію, необхідну для організму людини. Основні нутрієнти, що містяться в насінні кунжуту, мають такі показники: розчинні вуглеводи – 16–20 %, білки – 19–27 %, жири – 53–65 %, зольні речовини – близько 5 %. Насіння кунжуту характеризується тонізувальними, загальнозміцнювальними, протизапальними та знеболювальними властивостями [34, 35, 36, 37].

Лляне борошно містить [38, 39] приблизно 23 г білка на 100 г продукту, причому білки мають високу біологічну цінність. Хоча білок льону не є повноцінним за амінокислотним складом, індекс SKOR для лізину досягає 90 %, що свідчить про його значну харчову цінність. У складі борошна наявні есенціальні поліненасичені жирні кислоти, зокрема α -ліноленова та лінолева, а також фенольні кислоти в кількості 7,9–10,3 мг/г, які проявляють протипухлинні та протизапальні властивості. Лляне борошно також є джерелом клітковини (до 30 %), вітамінів, мікроелементів (зокрема кальцію, калію, магнію, фосфору), а також лігнанів – біологічно активних сполук із вираженою антиоксидантною дією, що містяться переважно в оболонці насіння льону. Вміст клітковини в лляному борошні становить орієнтовно 28% у перерахунку на суху речовину [40].

Серед поліненасичених жирних кислот найвищу концентрацію лінолевої кислоти виявлено в насінні чорного кунжуту – 19,5 г, що на 0,2 г більше, ніж у білого, і на 0,5 г – порівняно із золотистим кунжутом [41, 42].

Зазначені види борошна характеризуються добрими вологоутримувальними властивостями та не містять глютену. Узагальнені результати дослідження свідчать про доцільність залучення борошна з насіння льону та кунжуту як поживного підсилювача або головного інгредієнта у рецептурах функціональних кондитерських виробів із борошна [43, 44].

1.6 Мета і задачі дослідження

Метою досліджень стала розробка рецептури печива з використанням рослинного протеїну.

Завдання досліджень:

- розробити блок-схему виробництва печива з використанням рослинного протеїну;
 - виготовити дослідні зразки печива з використанням лляного і кунжутного протеїну;
 - провести органолептичну оцінку отриманих зразків печива;
 - визначити та порівняти фізико-хімічні показники якості дослідних зразків печива;
- провести розрахунок поживної та енергетичної цінності отриманих зразків.

Висновки до розділу

Сучасний ринок печива характеризується значною різноманітністю продукції. Втім, попри широкий вибір, все ще існує потреба у виробках, які б відповідали запитам різних верств населення. У більшості випадків для виготовлення печива використовується традиційне пшеничне борошно вищого сорту, яке, на жаль, має низький вміст життєво необхідних поживних речовин. З огляду на це, актуальним підходом є доповнення асортименту за рахунок включення альтернативної сировини до складу виробу.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика об'єктів досліджень

Здобне печиво з використанням лляного і кунжутного протеїну.

У процесі виготовлення печива використано таку сировину:

1. Борошно ТОВ ДМК «Дніпромлин» (рис. 2.1) виготовлене за вимогам ТУ У, 15.6-2778401454-001:2006. Поживна цінність на 100 г продукту: білок – 10,3 г, вуглеводи – 70,0 г, з них цукри 1,6 г, жир – 1,1, з них насичені 0,2, сіль – 0,003 г. Енергетична цінність на 100 г продукту – 334,0 ккал.



Рисунок 2.1 – Борошно ТОВ ДМК «Дніпромлин»

2. Протеїн лляний (рис. 2.2) Поживна цінність на 100 г продукту: білки – 35 г; жири – 13 г, вуглеводи – 36 г, калорійність – 333 ккал.



Рисунок 2.2 – Протеїн лляний

3. Пудру цукрову (рис. 2.3) виготовлено за ДСТУ 4623:2006. Харчова цінність на 100 г продукту: білки – 0 г, жири – 0 г, вуглеводи – 100 г, з них цукри 100 г, калорійність – 400 ккал.



Рисунок 2.3 – Пудра цукрова «Розумний вибір»

4. Маргарин Запорізький «Вершковий» (рис. 2.4) виготовлений за ДСТУ 4465:2005. Поживна цінність на 100 г : жири – 72 г, вуглеводи – 0 г, білки – 0 г, калорійність – 650 ккал.



Рисунок 2.6 – Маргарин Запорізький «Вершковий»

5. Вершкове безлактозне масло ТМ «Яготинське» (рис. 2.5) виготовлений за ДСТУ 4399:2005. Харчова цінність на 100 г: жири – 82,5 г, вуглеводи – 0,8 г, білки – 0,5 г.



Рисунок 2.5 – Масло солодковершкове безлактозне 82,5%

6. Сухе молоко безлактозне знежирене 1,5% ТМ Dr.Suweiack (рис. 2.6) виготовлений за ДСТУ 4273:2015. Поживна цінність на 100 г сухого продукту: жири – 1 г, вуглеводи – 50,4 г, білки – 35,8 г, калорійність – 360 ккал.



Рисунок 2.6 – Сухе молоко безлактозне знежирене 1,5% ТМ Dr.Suweiack

7. Протеїн кунжутний (рис. 2.7). Поживна цінність на 100 г : білки – 45 г, жири – 10 г, вуглеводи – 10 г, калорійність – 299 ккал.



Рисунок 2.7 – Протеїн кунжутний

8. Яйця курячі вищої категорії ТМ «Від молодих курочок» (рис.2.8). Виготовлені по ТУ У 01.2- 05477066-001:2008. Поживна цінність на 100 г: білки – 12,7 г, вуглеводи – 0,7 г, жири – 11,5 г, кілокалорії – 150 ккал.



Рисунок 2.8 – Яйця курячі вищої категорії «Від молодих курочок»

9. Сода харчова (рис. 2.9), виготовлена за ТУ У 10.8-38983027-003:2016.



Рисунок 2.9 – Сода Dr.Oetker харчова добавка до випічки

10. Молоко сухе незбиране (рис. 2.10) виготовлено за ДСТУ 4273:2015. Поживна цінність на 100 г: білки – 24 г, жири – 26 г, вуглеводи – 40 г, кілокалорії – 485 ккал.



Рисунок 2.10 – Молоко сухе незбиране "Monik"

2.2 Методика виготовлення дослідних зразків печива

Проводили вироблення дослідних партій печива відповідно до розробленої рецептури. На першому етапі виробництва здійснювалося індивідуальне зважування кожного інгредієнта. Після цього здійснювали перемішування пудри цукрової та маргарину до повного розчинення. До утвореної суміші додавали меланж згідно з рецептурою та перемішували до отримання однорідної емульсії. На другому етапі у готову емульсію вносили соду, після чого суміш знову перемішували до досягнення однорідної консистенції. Далі додавали сухі компоненти, зокрема борошно та сухе молоко, й продовжували перемішування до утворення однорідного тіста. Отриманий тістовий напівфабрикат викладали на робочу поверхню, формували вироби та переносили їх на деко. Випікання здійснювали у печі за температури 200 °C протягом 10 хвилин. Після завершення випікання печиво охолоджували, фасували у зіп-пакети та зберігали до подальших досліджень. Блок-схема виготовлення печива наведено на рис. 2.1

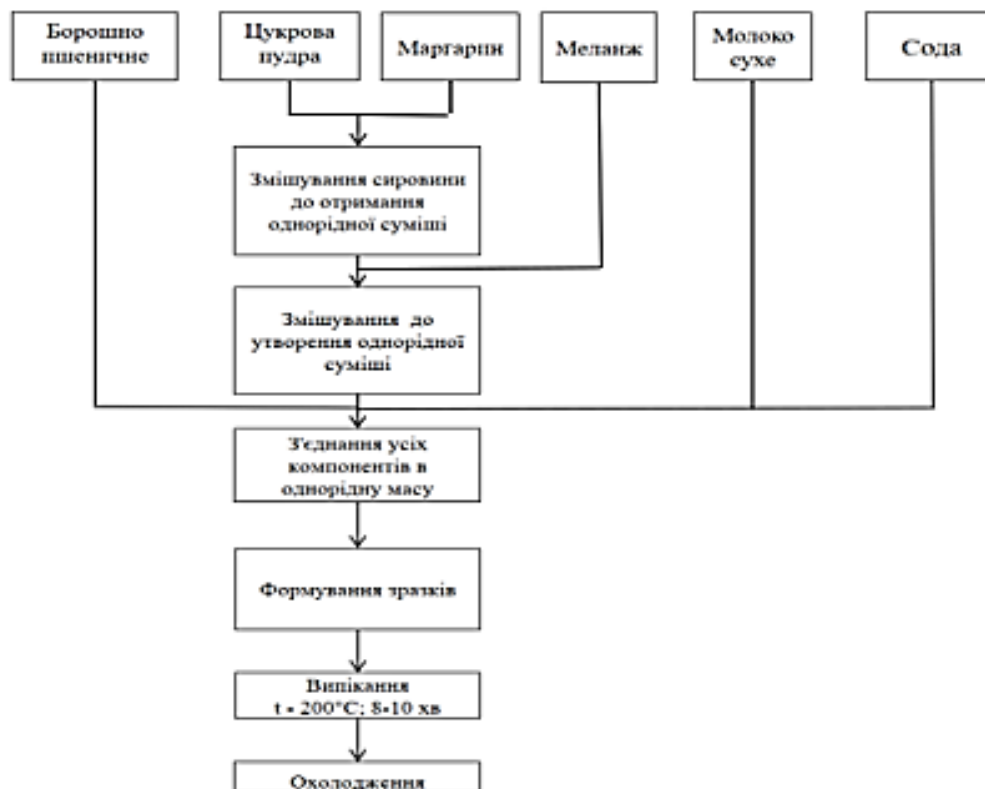


Рисунок 2.1 – Блок-схема виробництва печива

2.3 Методика визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків печива

Оргаанолептичну оцінку готових виробів і їх фізико-хімічний аналіз проводили у відповідності допоказників ДСТУ 3781:2014 [45].

Визначення вологості

Для оцінки вологості отриманого печива застосовували стандартний метод [46]. Для досліджень обладнання СЕШ-3М для термічної сушки (рис. 2.2) попередньо розігрівали до 130 °C. Зразки печива подрібнювали у ступці і відважували по 2 г у заздалегідь зважені металеві бюкси.

Після досягнення температури 130 °C у шафі відкриті бюкси зі зразками розміщували усередині, закривали дверцята і сушили протягом 40 хвилин. Потім бюкси виймали тигельними шпипцями, накривали кришками і охолоджували у скляному ексікаторі 20 хвилин. По завершенню охолодження проводили повторне зважування з точністю до 0,01 г.



Рисунок 2.2 – Обладнання СЕШ-3М для термічної сушки

Вологість продукту (W) у відсотках розраховують за формулою:

$$W = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

де, M_1 – маса порожньої бюкси, г;

M_2, M_3 – маса бюкси з продуктом до і після висушування, г.

Різниця між двома паралельними зразками не повинна перевищувати 0,2%.

Визначення намоочуваності

Під намоочуваністю розуміють співвідношення між масою печива після вологого впливу та його сухою масою. Зразок розрізають на дві частини, кожен з яких зважують з точністю до 0,01 г. Далі половинки занурюють на ситі у воду на глибину 1 см на 5 хвилин. Після цього зразки дістають, прибирають зайву вологу фільтрувальним папером і знову зважують.

Намоочуваність [47] визначається у відсотках за відповідною формулою:

$$P = \frac{g}{g_1} \cdot 100, \% \quad (2.2)$$

де g – маса печива до намочування;

g_1 – маса печива після намочування .

Визначення лужності

Визначення лужності печива базується на титруванні із застосуванням бромтимолового синього як індикатора. У конічну колбу об'ємом 500 см³ поміщають 25 г попередньо подрібненого печива, додають 200 см³ дистильованої води та перемішують. Протягом пів години суміш настоюють, періодично струшуючи через кожні 10 хвилин. Після цього рідину фільтрують через вату, відбирають 50 см³ прозорого розчину та титрують 0,1-нормальним розчином хлороводневої або сірчаної кислоти до появи насичено-жовтого кольору.

Лужність розраховують за формулою:

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

де V – кількість 0,1 моль/дм кислоти см³;

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

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

2.4 Методика розрахунку поживної цінності готових виробів

Харчова та калорійна цінність є ключовими показниками їхнього впливу на організм людини. Вони охоплюють вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів, а також загальну калорійність.

Енергетична цінність (калорійність) характеризує кількість енергії, яку організм отримує з їжі для забезпечення основних життєвих функцій і фізичної активності. Вітаміни та мінеральні речовини відіграють важливу роль у регуляції обмінних процесів, підтримці функціонування імунної системи та забезпеченні нормальної фізіологічної діяльності організму.

Білки становлять основний структурний компонент клітин і тканин, забезпечуючи процеси росту, відновлення та збереження м'язової маси. Крім

того, вони беруть участь у синтезі гормонів і ферментів, які регулюють різноманітні метаболічні процеси в тілі.

Ліпіди є висококонцентрованим джерелом енергії та відіграють ключову роль у засвоєнні вітамінів, що розчиняються у ліпідах А, D, E, K. Виконують захисну функцію щодо внутрішніх органів і беруть участь у підтриманні цілісності та нормального функціонування клітинних мембран. Регулярне надходження до організму поліненасичених жирних кислот, зокрема омега-3 і омега-6, є необхідною умовою для збереження здоров'я серцево-судинної системи.

Вуглеводи становлять основне джерело енергії для людського організму. Прості вуглеводи швидко метаболізуються, забезпечуючи короткотривале підвищення енергетичного рівня, тоді як складні вуглеводи сприяють тривалішому насиченню та стабілізації рівня глюкози в крові. Продукти з високим вмістом клітковини, зокрема цільнозернові, позитивно впливають на функціональний стан травної системи.

Усвідомлення поживної та енергетичної цінності харчових продуктів є важливим чинником у формуванні збалансованого раціону. Це сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо харчування, що, своєю чергою, знижує ризик розвитку хронічних захворювань, зокрема цукрового діабету, серцево-судинних патологій та певних онкологічних хвороб. Раціональне харчування, збагачене необхідними нутрієнтами, сприяє підвищенню рівня життєвої енергії, покращенню психоемоційного стану та працездатності, що є особливо актуальним за умов інтенсивного ритму сучасного життя.

Для розрахунку калорійності продукту спочатку розраховують необхідний коефіцієнт (K) за формулою:

$$K = \frac{m}{B} \quad (2.4)$$

де, m – маса продукту в рецептурі, г;

B – загальна маса продуктів в рецептурі, г.

Калорійність білка визначається за формулою:

$$B = K_1 * B_1 + K_2 * B_2 + \dots + K_n * B_n \quad (2.5)$$

де B – калорійність білка в продукті, г/100 г;

B_n – маса білка конкретного інгредієнта в продукті, г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта.

Калорійність жиру розраховується за формулою:

$$Ж = K_1 * Ж_1 + K_2 * Ж_2 + \dots + K_n * Ж_n \quad (2.6)$$

де $Ж$ – калорійність жиру в продукті, г/100 г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта;

$Ж_n$ – маса жиру конкретного інгредієнта в продукті, г.

Калорійність вуглеводів визначається за формулою:

$$B = K_1 * B_1 + K_2 * B_2 + \dots + K_n * B_n \quad (2.7)$$

де B – калорійність вуглеводів в продукті, г/100 г;

K_n – коефіцієнт конкретного інгредієнта;

B_n – маса вуглеводів конкретного інгредієнта в продукті, г.

Загальну калорійність розраховується за формулою:

$$K_3 = B + Ж + B, \text{ ккал} \quad (2.8)$$

Висновки до розділу

У роботі здійснено характеристику сировини, використаної для виготовлення печива, з урахуванням її поживної та енергетичної цінності. Наведено блок-схему виробництва контрольного зразка печива. Для оцінювання якості готових

зразків здобного печива подано методики вивчення сенсорних якостей та фізико-хімічного складу. Також описано розрахунковий спосіб оцінки поживної насиченості та енергетичного потенціалу продукту.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИН

3.1 Дослідження оптимального дозування лляного і кунжутного протеїну в рецептурі печива

Дослідження ефективної пропорції використання нетипової сировини в рецептурному складі є важливим етапом у створенні технології виготовлення печива з використанням альтернативних інгредієнтів. Метою такого дослідження є встановлення параметрів, що забезпечують високу якість готової продукції, а також сприяють підвищенню її поживної та біологічної цінності.

Центральною метою дослідження є обґрунтування оптимального варіанту дозування лляного і кунжутного протеїну в рецептурі печива (табл. 3.1-3.2). Це дозволить досягти необхідних органолептичних властивостей – приємного смаку, аромату та текстури, а також підвищити поживну цінність виробу завдяки збагаченню його вітамінами, мінералами, білками та іншими корисними компонентами, що містяться в лляному та кунжутному протеїні, використаному в рецептурі.

Для покращення рецептури здобного печива було використано кунжутний (КП) і лляний протеїн (ЛП). Також щоб зробити дослідні зразки безлактозними, в рецептурі було замінено маргарин на безлактозне масло, що також покращує жирокислотний склад готових виробів і їх органолептичні показники.

Таблиця 3.1 – Варіації замісу тіста на основі кунжутного протеїну

Найменування	Контроль	10КП	20КП	30КП	40КП	50КП
1	2	3	4	5	6	7
Борошно пшеничне в/г	48,5	43,65	38,8	36,95	29,1	24,25
Протеїн кунжутний	-	4,85	9,7	11,55	19,4	24,25
Цукрова пудра	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Маргарин	30,7	-	-	-	-	-
Масло вершкове безлактозне	-	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7

1	2	3	4	5	6	7
Молоко сухе	0,4	-	-	-	-	-
Безлактозне сухе молоко знежирене	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Меланж	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Сода	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Таблиця 3.2 – Варіації замісу тіста на основі лляного протеїну

Найменування	Контроль	10ЛП	20ЛП	30ЛП	40ЛП	50ЛП
Борошно пшеничне в/г	48,5	43,65	38,8	36,95	29,1	24,25
Протеїн лляний	-	4,85	9,7	11,55	19,4	24,25
Цукрова пудра	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Маргарин	30,7	-	-	-	-	-
Масло вершкове безлактозне	-	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7
Молоко сухе	0,4	-	-	-	-	-
Безлактозне сухе молоко знежирене	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Меланж	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Сода	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Після визначення рецептурного складу було виготовлено дослідні зразки для яких проводили аналіз смакових і зовнішніх характеристик та фізико-хімічний аналіз.

3.2 Опис технологічної схеми виробництва печива

Процес виробництва печива з альтернативних видів сировини проводився відповідно до методики, описаної для зразка-прототипу (пункт 2.2).

Схема виробництва печива на основі нетрадиційних видів сировини наведена на рис. 3.1.

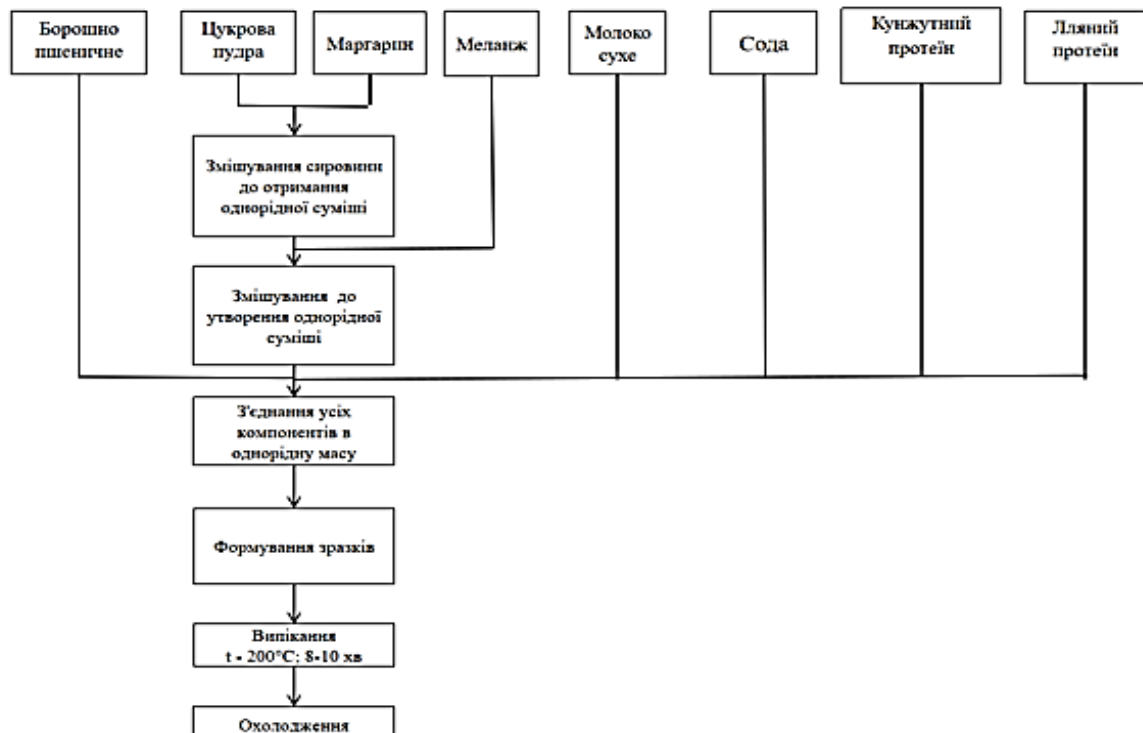


Рисунок 3.1 – Блок-схема виробництва здобного печива на основі лляного і кунжутного протеїну

Експериментальні зразки печива випікали за температури 200 °С протягом 7–10 хвилин.

3.3 Результати експериментальних досліджень

У результаті проведених експериментальних досліджень було отримано дані, що надали змогу здійснити оцінку якості та органолептичних характеристик готових зразків печива.

На початковому етапі дослідження було здійснено випікання дослідних зразків печива в рецептурі яких пшеничне борошно вміст КП у рецептурі варіювали в межах 10–50%. Також у рецептурі було замінено маргарин на масло безлактозне солодковершкове і молоко сухе на безлактозне сухе молоко.

Оцінювання органолептичних показників готового печива проводили відповідно до процедури, викладеної в розділі 2.3. Результати представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Органолептична оцінка печива з використанням кунжутного протеїну

Показники	Найменування зразків					
	К	КП 10%	КП 20%	КП 30%	КП 40%	КП 50%
Форма	Відповідає цій назві печива, краї рівні, без пошкоджень					
Поверхня	Непідгоріла, без вкраплень крихт і пухирців, що лопнули; наявна незначна бугристість					
Колір	Світло - бежевий	Світло - бежевий	Світло - бежевий	Світло - бежевий	Бежевий	Бежевий
Смак та запах	Запах і смак властиві, більш прісні	Запах властивий, легкий кунжутний післясмак	Запах і смак властивий, з ледь відчутним кунжутним запахом і присмаком	Запах і смак властив, з відчутним кунжутним запахом і присмаком	Запах і смак приємні, з інтинсивно вираженим кунжутним запахом і присмаком	
Вигляд у розломі	Пропечене, пори не явно сформовані, більш забиті	Пропечене, пори не явно сформовані, більш забиті	Пропечене, гарно розвинена пористість	Пропечене,виріб більш об’ємний, гарно розвинена структура		

Візуальні характеристики готової продукції з додаванням кунжутного протеїну представлений на рис 3.2.



Рисунок 3.2 – Візуальні характеристики готового печива на основі борошна пшеничного з використанням кунжутного протеїну

Балову оцінку отриманих зразків печива на базі пшеничного борошна з різними дозами КП також було виконано; результати наведені у вигляді графіків на рис. 3.3–3.8.

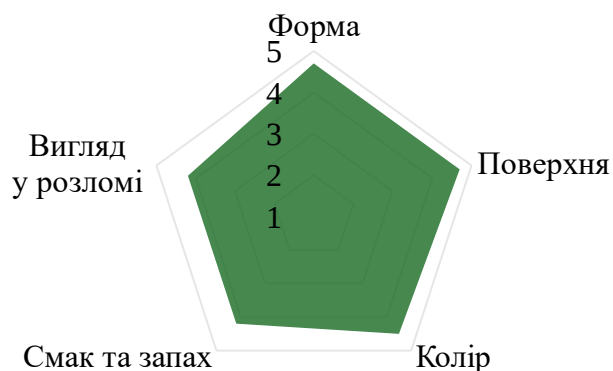


Рисунок 3.3 – Балова оцінка контрольного зразку

На рис. 3.3 видно, що контроль відповідав формі печива, краї були рівні, без пошкоджень. Також, поверхня була не підгоріла, колір світло-бежевий, запах та смак більш прісні порівняно з дослідними зразками.

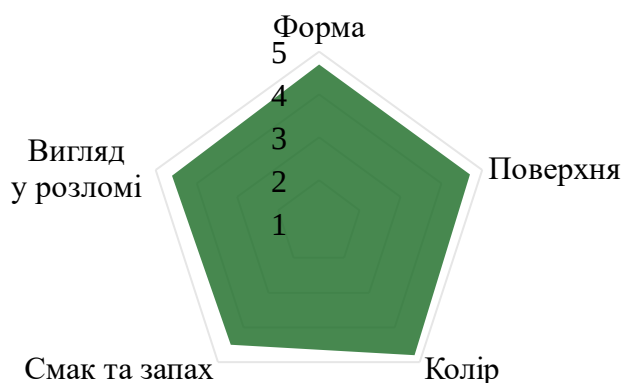


Рисунок 3.4 – Балова оцінка зразку з додаванням 10% кунжутного протеїну

З рис. 3.4 видно, що додавання 10% КП позитивно вплинуло на балову оцінку печива, так було відмічено покращенням печива дослідного зразку у розломі, змінювався його колір, смак і запах.

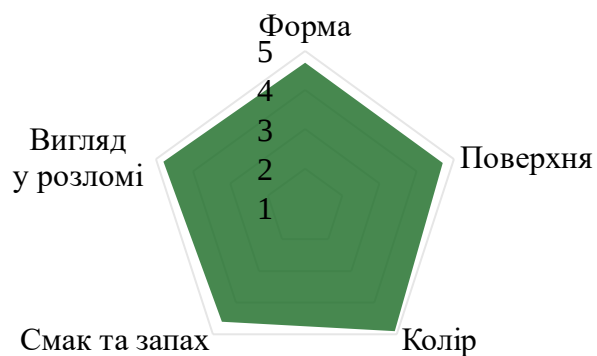


Рисунок 3.5 – Балова оцінка зразку з додаванням 20% кунжутного протеїну

Як видно з рис. 3.5, додавання 20% КП покращує форму, поверхню, колір, вигляд у розломі, смак та запах.

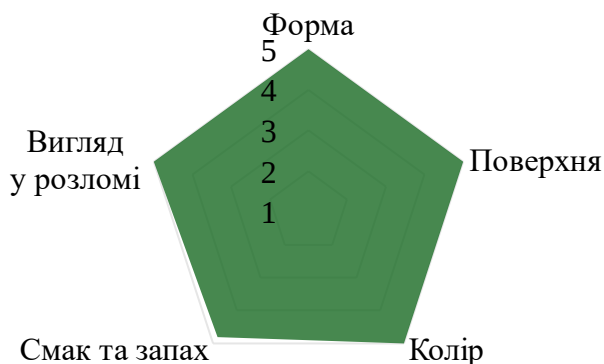


Рисунок 3.6 – Балова оцінка зразку з додаванням 30% кунжутного протеїну

Згідно графіку зображений рис. 3.6 видно, що додавання 30% КП позитивно впливало на всі органолептичні показники якості. Форма відповідала виробу: без вм'ятин, з рівними краями. Спостерігались виражені кунжутний смак і аромат.

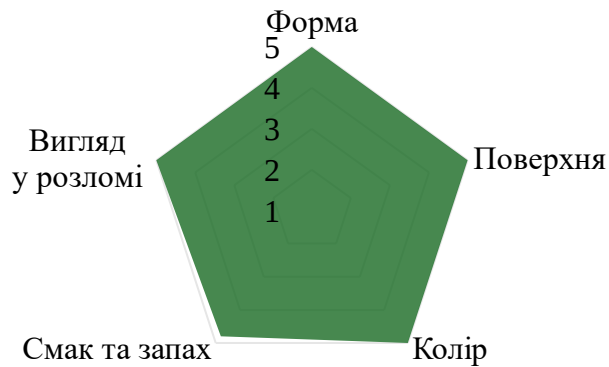


Рисунок 3.7 – Балова оцінка зразку з додаванням 40% кунжутного протеїну

На графіку 3.7 показано, що дослідний зразок із 40% концентрацією КП відрізняється від попередніх зразків бежевим кольором й інтенсивним вираженим кунжутним присмаком. По всіх показниках якості виріб був оцінений найвищими балами.

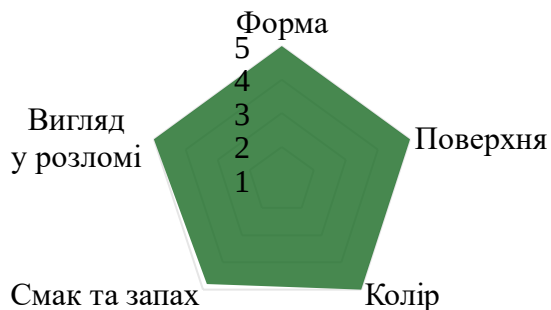


Рисунок 3.8 – Балова оцінка зразку з додаванням 50% кунжутного протеїну

У зразку, балова оцінка якого наведена на рис. 3.8, видно, що органолептична оцінка відповідала вимогам і значно перевищувала за якістю контрольний зразок. Так, для печива відмічались виражені кунжутні смак та

запах, і зміна кольору на бежевий, що також робило його зовнішній вигляд більш приємним.

Загальна бальна оцінка печива з використанням кунжутного протеїну представлена на рис. 3.9.

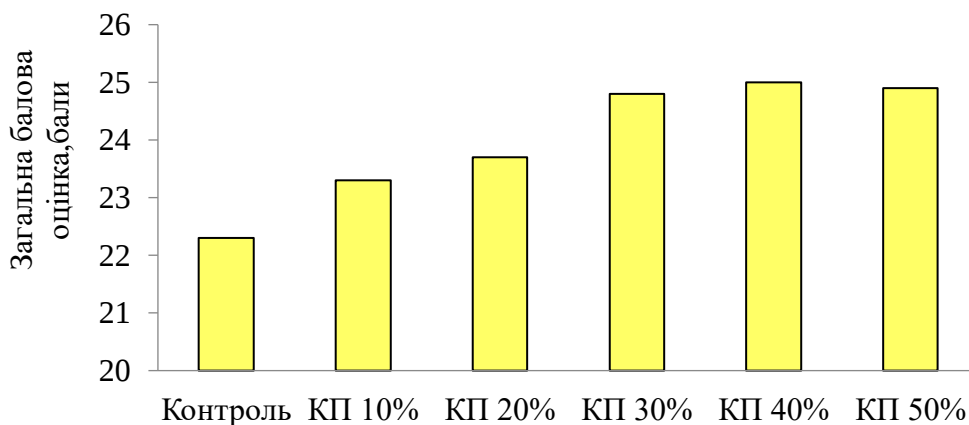


Рисунок 3.9 – Загальна оцінка печива з додаванням кунжутного протеїну

На другому етапі досліджували вплив додавання лляного протеїну у пропорціях 10, 20, 30, 40 і 50% по відношенню до органолептичних показників печива. Результати оцінки наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Органолептична оцінка печива з додаванням лляного протеїну

Показники	Найменування зразків					
	К	ЛП 10%	ЛП 20%	ЛП 30%	ЛП 40%	ЛП 50%
Форма	Відповідає цій назві печива, краї рівні, без пошкоджень					
Поверхня	Непідгоріла, без вкраплень крихт і пухирців, що лопнули; наявна незначна бугристість					
Колір	Світло-бежевий	Темно-бежевий	Світло-коричневий	Світло-коричневий	Коричневий	Коричневий
Смак та запах	Запах і смак властиві, більш прісні	Легкий лляний запах і смак	Легкий лляний запах і смак, спостерігається легка гірчинка	Приємний лляний запах і смак, спостерігається легка гірчинка	Виражений лляний запах і смак, відчувається гіркий присмак	
Вигляд у розломі	Пропечене, пори не явно сформовані, більш забиті	Пропечене, виріб більш об'ємний ніж контроль, пористість більш сформована	Пропечене, горно розвинена пористість, виріб більш об'ємний ніж зразок з вмістом 10% протеїну		Пропечене, виріб більш об'ємний, гарно розвинена пористість	

На рис. 3.10 представлено зовнішній вигляд готових виробів, виготовлених з додаванням лляного протеїну.



Рисунок. 3.10 – Зразки печива на основі борошна пшеничного з додаванням лляного протеїну

Бальну оцінку готових зразків печива з додаванням лляного протеїну наведено на рис. 3.11–3.16.

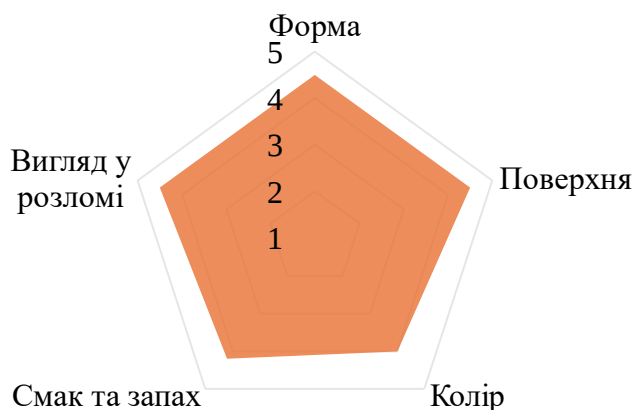


Рисунок 3.11 – Балова оцінка контрольного зразку

На рис.3.11 видно, що контрольний зразок печива мав дещо знижені показники якості, а саме мав блідий світло-бежевий колір і більш прісний смак.

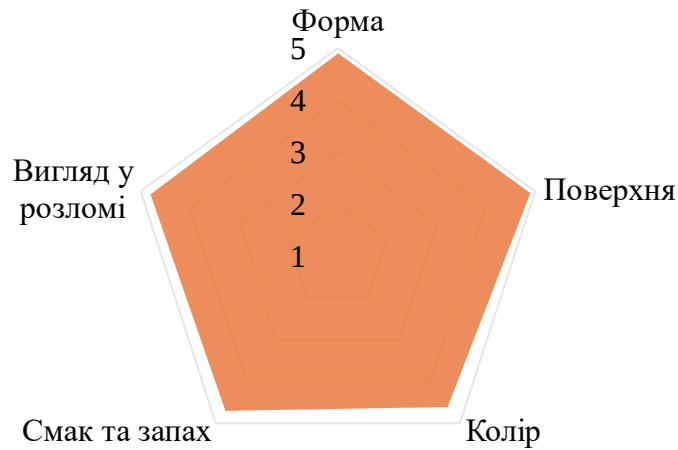


Рисунок 3.12 – Балова оцінка зразка з додавання 10% лляного протеїну

З рис. 3.12 видно, що внесення 10% лляного протеїну чинить позитивним впливом на органолептичні показники якості печива. Так, колір печива змінювався на темно-бежевий, відчувався легкий лляний запах та смак.

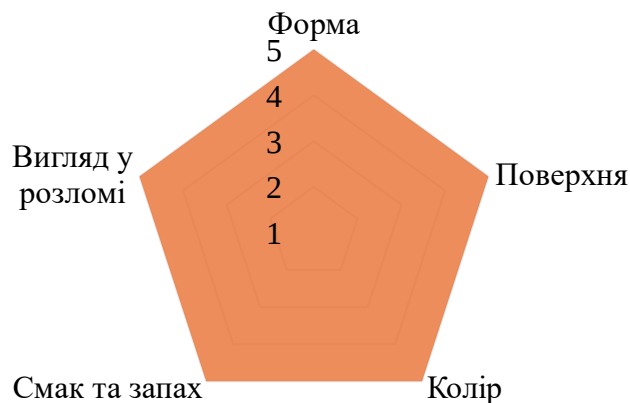


Рисунок 3.13 – Балова оцінка зразка з додавання 20% лляного протеїну

Використання 20% лляного протеїну мав позитивний вплив на якість печива. Дослідний зразок мав світло-коричневе забарвлення, легкий лляний запах та смак і приємну гірчинку.

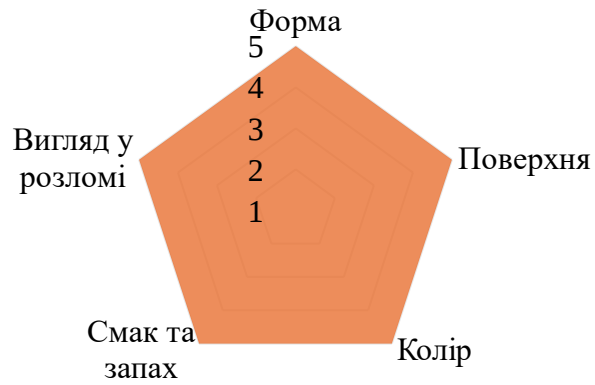


Рисунок 3.14 – Балова оцінка зразка з додавання 30% лляного протеїну

З рис. 3.14 видно, що внесення 30% лляного протеїну впливало на печиво аналогічно до зразку зі змістом 20% ЛП.

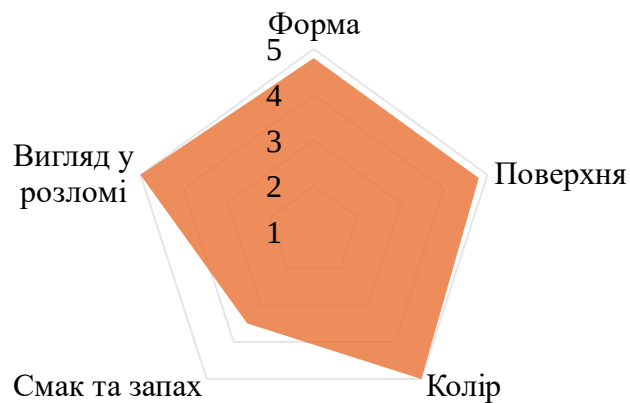


Рисунок 3.15 – Балова оцінка зразка з додавання 40% лляного протеїну

Внесення 40% ЛП до рецептури печива мало негативний вплив на смак та запах готового виробу. Так, відчувався виражений лляний запах та смак з гіркуватим смаком.

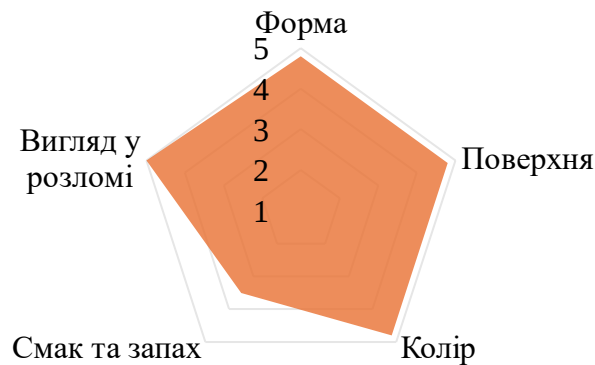


Рисунок 3.16 – Балова оцінка зразка з додавання 50% лляного протеїну

З рис. 3.16 видно, що зразок із вмістом 50% аналогічно до зразку вмістом 40% ЛП знижував якість за показником смаку та запаху, тоді як інші органолептичні показники характеризувалися високою оцінкою.

Загальна бальна оцінка печива з використанням лляного протеїну представлена на рис. 3.17

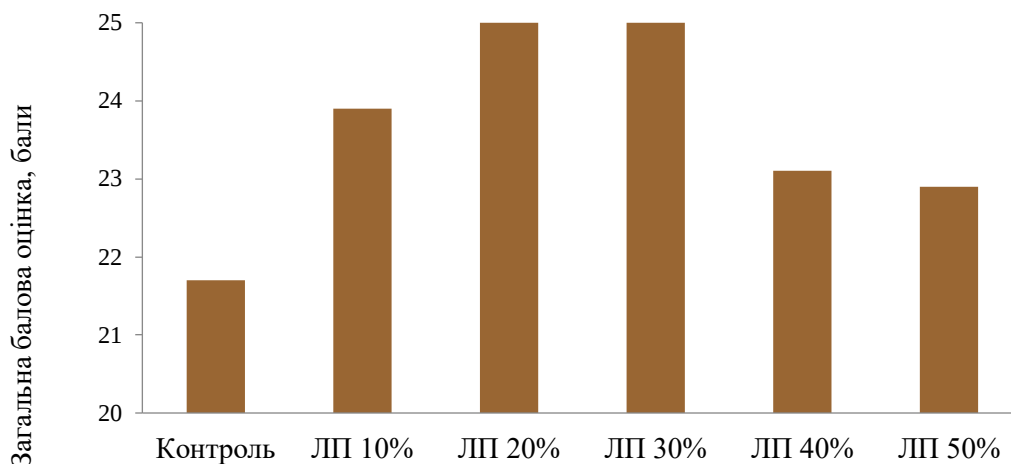


Рисунок 3.17 – Загальна оцінка печива з додаванням лляного протеїну

На основі результатів органолептичної оцінки встановлено, що зразки з вмістом 20% та 30% лляного протеїну продемонстрували найкращі показники якості за органолептичною оцінкою. Загалом спостерігалось суттєве покращення органолептичних характеристик дослідних зразків у порівнянні з контрольним, виготовленим на основі пшеничного борошна.

Наступним етапом дослідження стало визначення показників вологості, намоочуваності та лужності печива. Результати вимірювань наведено в таблицю 3.5 та на рис. 3.18–3.20.

Таблиця 3.5 – Вологість, намоочуваність та лужність печива з додаванням кунжутного протеїну

Зразки	Вміст вологості, %	Намоочуваність, %	Лужність, %
К	3	116	0,4
КП 10%	3	159	0,6
КП 20%	3	173	0,6
КП 30%	3	213	0,6
КП 40%	3	194	0,8
КП 50%	3	212	0,8

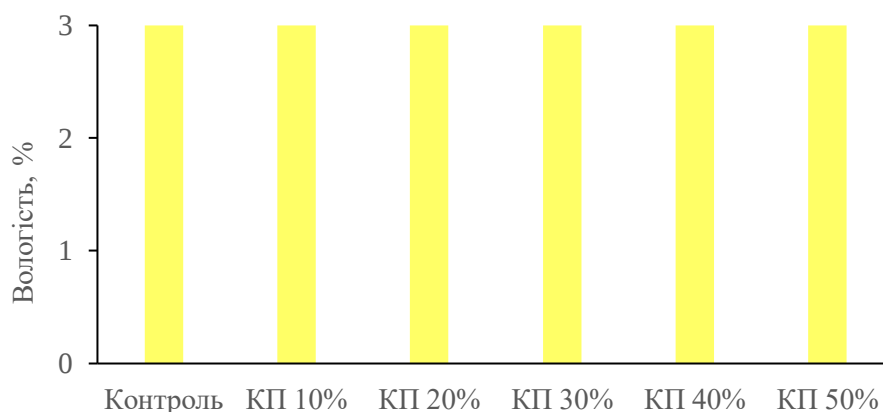


Рисунок 3.18 – Вологість печива з додаванням кунжутного протеїну

Як видно з рис. 3.18, у всіх зразків вологість становила 3%, що відповідало вимогам встановленим ДСТУ 3781:2014.

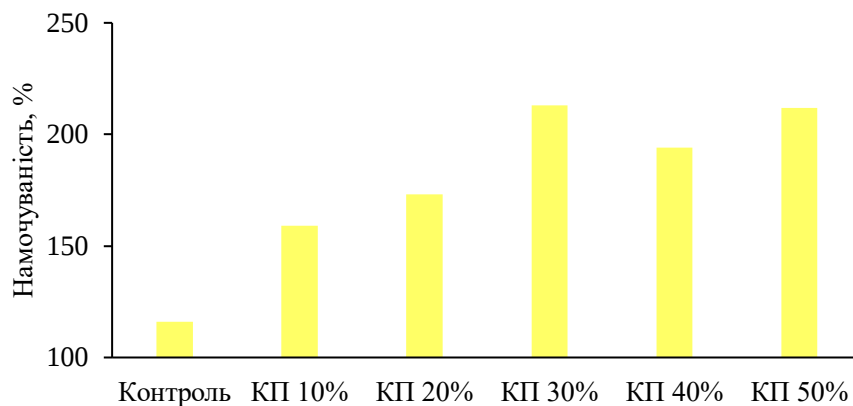


Рисунок 3.19 – Намочуваність печива з додаванням кунжутного протеїну, %

Згідно з результатами дослідження намочуваності печива (рис. 3.19), видно, що результати отримані отримані для дослідних зразків печива відповідали вимогам стандарту, тоді як намочуваність для контрольного зразка була нижче рекомендованої стандартом, що очевидно може бути пов'язане з перезволоженням печива під час зберігання або його перевипіканням у духовій шафі.

За результатами дослідження лужності печива (рис.3.20) показники не перевищували дозволених нормативи зазначені у стандарті. Проте відмічено, що збільшення відсотку внесення кунжутного протеїну дещо підвищувало показник лужності порівняно з контрольним зразком.

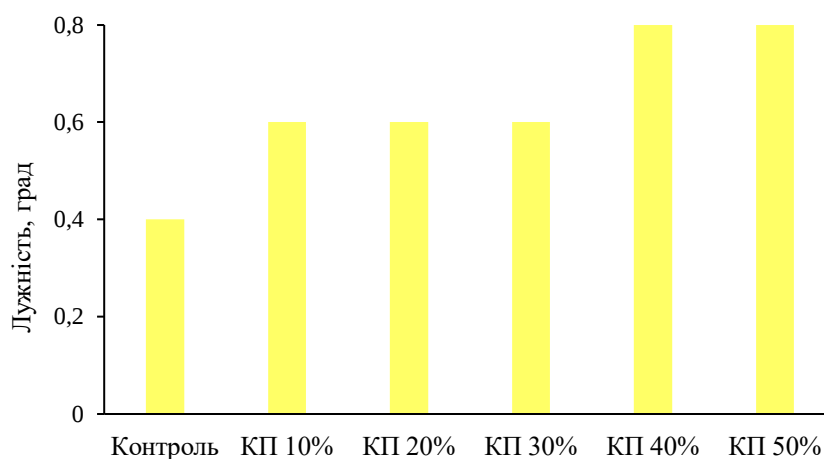


Рисунок 3.20 – Лужність печива з додаванням кунжутного протеїну, %

Аналогічні дослідження якості було проведено й для зразків печива з додаванням лляного протеїну. Результати визначення вмісту вологи, показників намоочуваності та лужності наведено в табл.3.6 та на рис. 3.21–3.23.

Таблиця 3.6 – Вологість, намоочуваність та лужність печива з додаванням лляного протеїну

Зразки	Вміст вологи, %	Намоочуваність, %	Лужність, %
К	3	116	0,4
ЛП 10%	3	211	0,6
ЛП 20%	3	205	0,6
ЛП 30%	3	218	0,6
ЛП 40%	3	213	0,8
ЛП 50%	3	210	0,8

Згідно з даними, представленими на рис. 3.21 видно, що вологість печива лляного параметри контрольного та дослідних зразків були співпадними і дорівнювали 3%. Очевидно, це може бути пояснено однаковою вологістю пшеничного борошна і лляного протеїну.

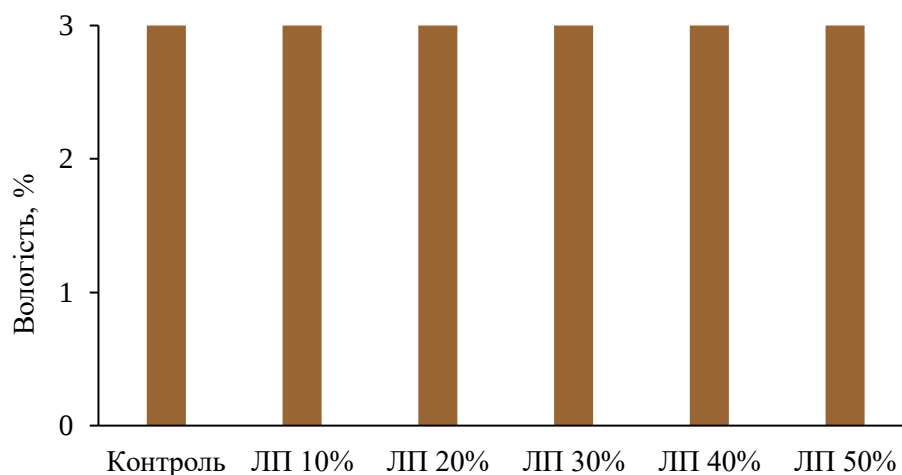


Рисунок 3.21 – Вологість печива з додаванням лляного протеїну, %

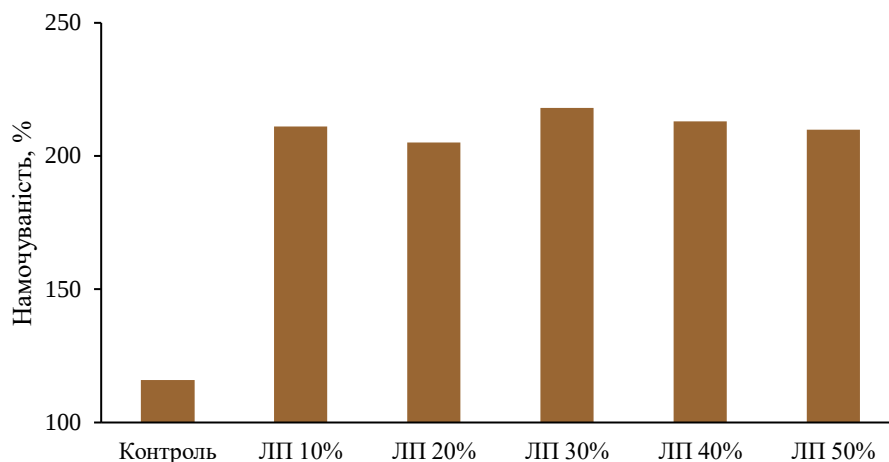


Рисунок 3.22 – Намочуваність печива з додаванням лляного протеїну, %

Як показано на рис. 3.22, показник намочуваності практично не відрізнявся для дослідних зразків. Отримані значення відповідали нормативним, встановленим ДСТУ 3781:2014. Проте намочуваність контрольного зразка була нищою за рекомендовану стандартом і складало 116%.

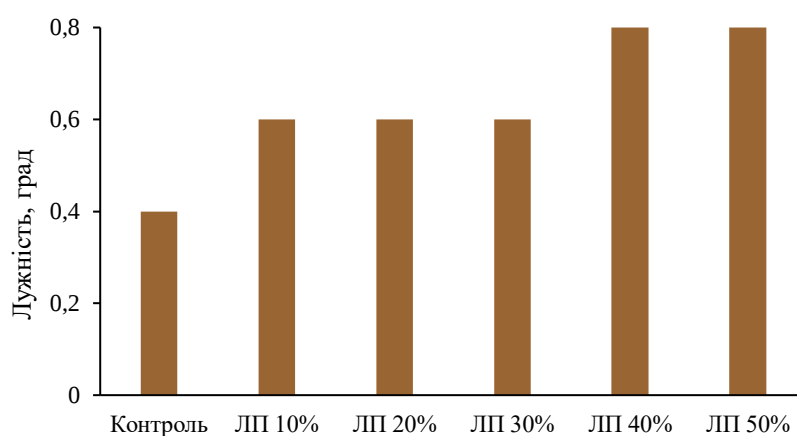


Рисунок 3.23 – Лужність печива з додаванням лляного протеїну, %

За результатами дослідження лужності печива з додаванням лляного протеїну (рис. 3.23) видно, що отримані показники не перевищували дозволені нормативи зазначені у стандарті. Проте відмічено, що збільшення відсотку внесення лляного протеїну дещо підвищувало показник лужності порівняно з контрольним зразком.

3.4 Розрахунок поживної та енергетичної цінності

Харчова та енергетична цінність їжі – це ключові показники, які впливають на стан здоров'я людини. Калорійність визначає, скільки енергії надає продукт, що важливо для підтримання життєвих функцій і фізичної активності. Білки мають пластичне значення: вони забезпечують оновлення тканин, формування м'язів і регуляцію обмінних процесів через гормони й ферменти. Жири, окрім того, що є енергетичним резервом, необхідні для всмоктування жиророзчинних вітамінів і формування клітинних оболонок. Вуглеводи забезпечують швидке надходження енергії, сприяючи ефективній роботі мозку та нервової системи. Вітаміни й мінерали відіграють роль у зміцненні імунітету, нормалізації метаболізму й підтримці гомеостазу. Раціональне харчування, засноване на знанні про склад продуктів, є важливим чинником профілактики багатьох захворювань.

Поживну та енергетичну цінність було розраховано для зразка контролю (табл. 3.8), експериментального зразка з додаванням 50% кунжутного протеїну (табл. 3.9), а також для зразка з концентрацією 30% лляного протеїну (табл. 3.10).

Результати розрахунків поживної цінності контрольного зразка подано в таблиці 3.11

Таблиця 3.8 – Поживна цінність контрольного зразку

Сировина	Маса в рецептурі, г	Коефіцієнт К	Поживна цінність, г/100 г		
			Білки	Жири	Вуглеводи
Борошно пшеничне в/г	48,5	0,485	10,3	1,1	70,0
Цукрова пудра	15,5	0,155	0	0	100
Маргарин	30,7	0,307	0	72	0
Молоко сухе знежирене	0,4	0,004	24	26	40
Меланж	4,6	0,046	12,7	11,5	0,7
Сода	0,3	0,003	0	0	0
Всього	100	-			

Розрахунок коефіцієнта для пшеничного борошна вищого гатунку здійснюється відповідно до формули (2.3).

$$K = \frac{48,5}{100} = 0,485$$

Інші коефіцієнти розраховуються за аналогічним принципом. Отримані результати подано в таблиці 3.8.

Проводимо визначення вмісту білка за формулою (2.4):

$$B = 10,3 \cdot 0,485 + 0 \cdot 0,307 + 24 \cdot 0,004 + 12,7 \cdot 0,046 + 0 \cdot 0,003 = 5,6 \cdot 4,0 = 23 \text{ ккал}$$

Проводимо визначення вмісту вуглеводів за формулою (2.5):

$$B = 70,0 \cdot 0,485 + 100 \cdot 0,155 + 0 \cdot 0,307 + 40 \cdot 0,004 + 0,7 \cdot 0,046 + 0 \cdot 0,003 = 49,6 \cdot 4,0 = 200 \text{ ккал}$$

Проводимо визначення вмісту жирів за формулою (2.6):

$$Ж = 1,1 \cdot 0,485 + 0,155 + 72 \cdot 0,307 + 26 \cdot 0,004 + 11,5 \cdot 0,046 + 0 \cdot 0,003 = 23,3 \cdot 9,3 = 216 \text{ ккал}$$

Визначення загальної калорійності проводять за формулою (2.7):

$$K_3 = 23 + 200 + 216 = 439 \text{ ккал}$$

У табл. 3.9 представлено поживну цінність інгредієнтів для зразка печива, до складу якого входить 30% лляного протеїну від загальної маси пшеничного борошна. Розрахунки проводили за аналогічною методикою, як і в попередньому випадку. Узагальнені результати оцінки наведено в таблиці 3.11.

У табл. 3.10 подано поживну властивість складників печивного зразка з додаванням 50% кунжутного протеїну. Розрахунки здійснювали за тією ж

методикою, що й у попередніх випадках. Узагальнені результати оцінки наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.9 – Поживна цінність зразку із вмістом 30% лляного протеїну

Сировина	Маса в рецептурі,г	Коефіцієнт К	Поживна цінність, г/100 г		
			Білки	Жири	Вуглеводи
Борошно пшеничне в/г	36,95	0,369	10,3	1,1	70,0
Протеїн лляний	11,55	0,115	35	13	36
Цукрова пудра	15,5	0,155	0	0	100
Масло безлактозне	30,7	0,307	0	72	0
Молоко сухе безлактозне	0,4	0,004	35,8	1	50,4
Меланж	4,6	0,046	12,7	11,5	0,7
Сода	0,3	0,003	0	0	0
Всього	100	-			

Таблиця 3.10 – Поживна цінність зразку із вмістом 50% кунжутного протеїну

Сировина	Маса в рецептурі,г	Коефіцієнт К	Поживна цінність, г/100 г		
			Білки	Жири	Вуглеводи
Борошно пшеничне в/г	24,25	0,242	10,3	1,1	70,0
Протеїн кунжутний	24,25	0,242	45	10	10
Цукрова пудра	15,5	0,155	0	0	100
Масло безлактозне	30,7	0,307	0	72	0
Молоко сухе безлактозне	0,4	0,004	35,8	1	50,4
Меланж	4,6	0,046	12,7	11,5	0,7
Сода	0,3	0,003	0	0	0
Всього	100	-			

Таблиця 3.11 – Поживна та енергетична цінність готових виробів

Зразок	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
Контроль	5,6	23,3	49,6	439
30 % ЛП	8,7	31,4	45,9	510
50% КП	14,1	25,3	43,5	414

З табл. 3.11 видно, що заміна пшеничного борошна на рослинний протеїн позитивно позначалась на вмісті білка, так у зразку із вмістом 30% лляного протеїну вміст білку збільшився в 1,5 рази, а із вмістом 50% кунжутного протеїну в 2,5 рази. Загальна кількість жирів для дослідних зразків була дещо вищою у порівнянні з контрольним зразком, тоді як вміст вуглеводів у дослідних зразках знижувався зі збільшенням вмісту протеїну.

Висновки до розділу

У результаті проведених експериментальних досліджень було отримано дані, що дали змогу оцінити якість та органолептичні властивості готових зразків печива. На основі отриманих результатів була розроблена рецептура печива з підвищеною поживною цінністю, яке може бути рекомендоване для споживання особами з непереносністю глютену та лактози. На початковому етапі дослідження здійснювалося випікання дослідних зразків печива, у яких традиційний маргарин повністю замінювався на безлактозне вершкове масло.

Окрім цього, до рецептури поступово вводили кунжутний та лляний протеїн у кількостях 10, 20, 30, 40 та 50%.

Додавання кунжутного та лляного протеїнів позитивно вплинуло на характеристики дослідних зразків печива, а саме на органолептичні і фізико-хімічні.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПЕЧИВА

4.1 Розроблення картки з безпеки праці для оператора цеху при виробництві печива

Виробництво зразків здобного печива для досліджень та проведення їх органолептичного аналізу входять до основних завдань кваліфікаційна роботи. Експериментальні дослідження були виконані в оснащій сучасним обладнанням лабораторії харчових технологій при кафедрі ДДАЕУ виконували виготовлення печива та випікання виробів, зокрема: лабораторним посудом, духовою шафою, технічними вагами тощо.

Матеріально-технічна база лабораторії відповідає сучасним вимогам до організації навчального циклу в галузі «Харчові технології». В приміщенні дотримано всі норми охорони праці та пожежної безпеки, що забезпечує належні умови для проведення наукових досліджень. Оскільки провідною темою кваліфікаційної роботи є технологія виробництва здобного печива із застосуванням рослинних протеїнів, для забезпечення безпеки праці було розроблено інструкційну картку з питань охорони праці для працівника лінії з виготовлення здобного печива (рис. 4.1).

4.2 Утилізація відходів від виробництва пісочних напівфабрикатів

Процес виготовлення здобних напівфабрикатів [48] справляє негативний вплив на довкілля, зокрема через викиди пилу в атмосферне повітря, виробничий шум та утворення стічних вод. Зважаючи на те, що забруднення повітря становить найбільшу загрозу, головним основним пріоритетом у системах екологічного захисту кондитерських підприємств виступає забезпечення чистоти атмосферного повітря. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, дев'ять з десяти осіб на планеті дихають забрудненим повітрям, що

істотно впливає на стан їхнього здоров'я. У зв'язку з цим проблема забруднення атмосфери є надзвичайно актуальною на глобальному рівні.

1. Загальна інформація 1. Місце роботи лінія з виробництва здобного печива. 2. Вид робіт напівфабрикатів, виробництво пісочних 3. Посада - оператор лінії 4. Тривалість робочого часу 2 зміни (07:00-18:30, 19:00-06:30). 5. Проходження медогляду 1 раз на рік 6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці — 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки до 01.12.2029 р.	2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту 1. Головний убір — 1 раз на рік 2. Взуття шкіряне жаростійке 1 раз на 6 МІСЯЦІ 3. Наручники бавовняні — 1 раз на 3 місяці. 4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні до зносу.
3. Вимоги перед початком роботи 1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. 2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. 3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень жень приводів робочих органів. 4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів 5. Перевірити холостому жду роботу обладнання на холостому оду. 6. Про виявлені порушення недоліки доповісти безпосередньому керівнику до їх усунення до роботи не приступати	4. Вимоги під час роботи 1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною проведення робіт за безпечне 2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипані сипкі продукти, розлиті рідини тощо. 3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями. 4. Можна використовувати тільки справне устаткування, пристосування, інструмент. 5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідний інструктаж та навчання.
5. Вимоги після закінчення роботи 1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт поповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.	6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях 1. Негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання, 3. Діповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації
Контакти служб екстреної допомоги	
Внутрішні службові номери: Майстер відділення: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 - головний інженер. 000-00-00 - медичний кабінет.	

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці при виробництві печива

Відтак, утилізація відходів, що утворюються в результаті виробництва пісочних напівфабрикатів, є невід’ємною складовою екологічного менеджменту підприємств галузі. Зокрема, це передбачає утилізацію органічних відходів, зокрема залишків сировини та невикористаних компонентів, з метою подальшого використання у виробництві кормів для тварин або компостування. Ефективна утилізація пакувальних матеріалів шляхом впровадження екологічно безпечної тари та її подальшої переробки дозволяє зменшити обсяги твердих побутових відходів. Важливою складовою цього процесу є класифікація і повторне використання упаковки з пластику, паперу і металу. Крім того, очищення стічних вод, що утворюються у виробничому циклі, відіграє важливу роль у зменшенні техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Під час етапів просіювання, транспортування та подачі сировини на кондитерських підприємствах утворюється певна кількість органічного пилу. З метою запобігання його викиду в атмосферне повітря та забрудненню навколишніх територій, передбачено встановлення витяжних вентиляційних систем, що забезпечують відсмоктування пилу у місцях його утворення [49]. Очищення повітря здійснюється шляхом проходження через циклони та фільтраційні системи різних типів, що забезпечує ефективне видалення пилових частинок.

Технологічне обладнання має розміщуватися таким чином, щоб забезпечити вільний доступ для його технічного обслуговування та систематичного очищення від пилу. З метою оптимізації прибирання пилу в виробничих приміщеннях використовуються оздоблювальні матеріали з гладкою поверхнею на стінах, стелях, підлогах, дверях та несучих конструкціях. Прибирання здійснюється відповідно до затвердженого адміністрацією графіка, який визначає періодичність очищення для кожної виробничої зони.

Екологічне управління на підприємствах передбачає розробку комплексних планів поводження з відходами, з урахуванням усіх етапів технологічного процесу та видів відходів, включаючи залишки сировини,

відходи просіювання сипучих продуктів, продукти водопідготовки, пилові відкладення та некондиційну продукцію [50]. Усі ці відходи повинні підлягати належному управлінню та утилізації з метою зниження їх негативного впливу на довкілля та забезпечення відповідності екологічним нормативам. Підприємства мають впроваджувати спеціалізовані технології та виробничі рішення, що сприяють зменшенню кількості утворених відходів, а також підвищенню рівня їх переробки та вторинного використання.

Висновки до розділу

У результаті проведеної роботи було розроблено інструкцію з охорони праці для операторів лінії з виробництва здобного печива з додаванням КП і ЛП що спрямована на забезпечення безпечних умов праці та зниження рівня виробничого травматизму. Окрім цього, здійснено аналіз можливих способів утилізації відходів, які утворюються в процесі кондитерського виробництва, із акцентом на екологічно доцільні та ресурсоефективні підходи. Також детально розглянуто основні фактори негативного впливу виробництва на навколишнє середовище, зокрема забруднення повітря, води та ґрунтів.

Додатково було окреслено напрямки підвищення екологічної ефективності підприємства шляхом впровадження системи екологічного менеджменту, модернізації вентиляційного та очисного обладнання, а також застосування сучасних технологій переробки відходів. Комплексний підхід до безпеки праці, управління відходами та охорони навколишнього середовища сприятиме сталому розвитку підприємства та відповідності сучасним екологічним стандартам.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Інноваційна розробка рецептур кондитерських виробів із підвищеним вмістом макро- та мікронутрієнтів, включно з білками, вітамінами, мінеральними елементами та клітковиною, є актуальним завданням у сфері функціонального харчування. Така модифікація складу продукції здатна задовольнити потреби осіб, які дотримуються активного способу життя та прагнуть збалансованого раціону. Ефективне інформування споживачів про харчову цінність, переваги та методи виготовлення нових продуктів дозволить підвищити рівень зацікавленості у здоровому харчуванні та сприятиме розширенню ринку функціональних кондитерських виробів.

5.1 Витрати на проведення досліджень

У процесі планування та реалізації дослідницького проєкту витрати визначаються на основі попереднього кошторису. До основних категорій витрат належать:

Матеріальні витрати – охоплюють закупівлю компонентів, витратних матеріалів, контрольних зразків, інструментів та іншого забезпечення, необхідного для досліджень.

Оплата праці персоналу – включає винагороду наукових співробітників, технічних працівників та допоміжного персоналу. Розрахунок здійснюється з урахуванням робочих годин, погодинних тарифів та інших обставин.

Експлуатаційні витрати на обладнання – охоплюють витрати на енергоносії, водопостачання, технічне обслуговування, діагностику, ремонт тощо.

Придбання та амортизація обладнання – якщо в дослідженні застосовується специфічна апаратура, враховується її вартість або орендна плата. До кошторису додаються також амортизаційні витрати, які відображають знос техніки.

Комплексний облік усіх витрат є ключовим для точного планування бюджету дослідження та ефективного розподілу ресурсів.

5.2 Витрати на матеріали для проведення дослідження

Витрати на матеріали, для проведення дослідів, визначаються за формулою:

$$M = \sum m_i C_i \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого матеріалу;

C_i – ціна одиниці матеріалу, грн.

Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них приводяться в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок потреби в матеріалах та витрати на них

Найм-ня матеріалу	Од. виміру	К-ть дослідів	Кількість повторностей	Витрати матеріалу, кг (л)	Загальна кількість, кг (л)	Ціна за одиницю, грн./кг (л)	Витрати, грн.
Борошно пшеничне	кг	11	1	0,44	4,84	30,70	148,5
Протеїн кунжутний	кг	5	1	0,06	0,3	520	156
Протеїн лляний	кг	5	1	0,06	0,3	410	123
Маргарин	кг	1	1	0,0307	0,0307	120	3,684
Цукрова пудра	кг	11	1	0,3875	4,2625	109	464,6125
Масло вершкове безлактозне	кг	10	1	0,1535	1,535	440	675,4
Молоко сухе	кг	11	1	0,012	0,132	365	48,18
Яйце	кг	11	1	0,1	1,1	17,10	18,81
Сода	кг	11	1	0,009	0,099	52	5,148
Всього							1643,33

5.3 Витрати на оплату праці

Формування витрат на заробітну плату в бюджетних організаціях базується на кількості працівників, їхньому професійному розподілі та встановлених окладах. Результати обчислень відображені в табл. 5.2.

Розрахунок заробітної плати керівника:

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

де Сз – середньочасовий заробіток, грн.;

К – кількість людино-годин, год;

$$\text{ВЗП} = 54,73 \cdot 10 = 547,38 \text{ грн}$$

Таблиця 5.2 – Витрати на оплату праці робітників

Посада	Місячний оклад грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино- годин	Сума, грн
Керівник	9633,69	54,73	10	547,38

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

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

де ФЗП – фонд заробітної плати, грн.

$$\text{СЦ} = \frac{547,38 \cdot 22}{100} = 120,42 \text{ грн}$$

5.4 Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховують за формулою:

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

де M – потужність устаткування, кВт;

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

a – чинний тариф за 1 кВт ($a = 7,32$ грн.).

Потужність усієї експлуатованої техніки визначається з урахуванням кількості одиниць обладнання та їхньої споживчої потужності. Повна сума витрат на електроенергію відображена у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Загальна вартість споживаної електроенергії

Найменування устаткування	Тривалість роботи, год	Споживана потужність, кВт	Витрати ел. енергії, кВт	Загальна вартість ел. енергії, грн..
СЕШ-3М	1,4	0,2	0,28	2,04
Ноутбук	89	0,4	35,6	260
Духова шафа	2	45	90	658,8
Ваги лабораторні	3,5	5,5	19,25	140,91
Світло у лабораторії	5	0,1	0,5	3,66
Разом	100,9	51,2	145,63	1065

5.5 Витрати на амортизацію устаткування

Амортизаційні витрати на обладнання, задіяне під час проведення досліджень, подано в таблиці 5.4.

Витрати на амортизацію устаткування знаходять за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.6)$$

де, A – амортизаційні відрахування, грн;

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

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

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

365 – кількість днів у році.

Таблиця 5.4 – Витрати на амортизацію устаткування

Найменування	Кількість	Тривалість роботи, днів	Первинна вартість, грн.	Норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, грн.
СЕС-3М	1	0,05	3000	6,3	0,02
Ноутбук	1	3,7	17000	15	7,16
Духова шафа	1	0,08	2000	6,3	0,02
Ваги в лабораторії	1	0,14	4500	8,8	1,55
Всього					8,75

Накладні витрати складають 80% заробітної плати і розраховуються за формулою:

$$НВ = \frac{ВЗП \cdot 80}{100}, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

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

$$НВ = \frac{547,38 \cdot 80}{100} = 437,9 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків по всіх параметрах наведені в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Кошторис витрат	Сума, грн.
Витрати на сировину	1643,33
Витрати на оплату праці	547,38
Нарахування	120,42
Електроенергія	1065
Амортизація	8,75
Накладні витрати	437,9
Усього витрат	3822,7

5.6 Розрахунок ціни дослідження

Розрахунок вартості наукового дослідження, що належить до фундаментальних, здійснено з урахуванням витрат на його реалізацію та очікуваного рівня прибутковості, згідно з установленим алгоритмом.:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

де C – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність (30%).

$$Ц = 3822,7 + \frac{30 \cdot 3822,7}{100} = 4969,5 \text{ грн.}$$

На підставі повного обліку витрат було визначено собівартість 100 г печива на кунжутному протеїні ціна складатиме 130 грн, а на протеїні лляному складає 170 грн.

Висновки до розділу

Оцінка доцільності проведення дослідження та пов'язаних з ним витрат включала розрахунки за такими статтями: сировина, заробітна плата, соціальні нарахування, енергоспоживання, амортизація устаткування та накладні витрати. Сумарна вартість реалізації дослідницького проєкту склала 4969,5 грн, а ціна печива на 100 г становить – 170 грн. для лляного протеїну і 130 грн. для кунжутного.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В сучасних умовах, коли має місце активне зростання зацікавленості у здорові й корисні альтернативи перекусам, у яких печиво може бути гарною опцією для споживачів. Особливо це стосується виробів із додаванням рослинного протеїну, який містить корисні жири та білки, що швидко насичують і підтримують енергію.

У кваліфікаційній роботі було проаналізовано вплив введення рослинних інгредієнтів – зокрема, кунжутного та лляного протеїну – на властивості пісочного печива. Проведені експерименти показали, що ці компоненти сприяють підвищенню поживної цінності й покращенню смакових якостей продукту. Також позитивно впливають на загальний стан організму, зокрема імунну систему.

Результати дослідження підтвердили, що додавання рослинного білка покращує текстуру і смак пісочного печива. Така рецептура забезпечує продукт необхідними поживними речовинами. Найкращі органолептичні характеристики спостерігалися у зразках із 50% кунжутного протеїну та 30% лляного.

Окрім цього, використання рослинного протеїну позначилося на фізико-хімічних та економічних показниках, а також на харчовій цінності печива. За вологістю, лужністю та здатністю до намокання виріб відповідав вимогам стандарту. Щодо економічного аспекту: загальні витрати на дослідження становили 4969,5 грн, а вартість 100 г печива становить – 170 грн. для лляного протеїну і 130 грн. для кунжутного.

Отже, можна зробити висновок, що включення рослинного протеїну до складу печива є доцільним. Це відкриває перспективи для виробників, які прагнуть створювати більш корисні й смачні альтернативи традиційній випічці.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ісаєнко О. В. Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів за рахунок використання нетрадиційної рослинної сировини. 2021. 4.04 С.2 URI: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/10223>
2. Doe J., Smith A., Lee, K. Dietary protein considerations in a sustainable and ageing world: a narrative review with a focus on greenhouse gas emissions and skeletal muscle remodelling and maintenance. *BMC Musculoskeletal Disorders* . 25. 2024. URI: <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07945-6>
3. Kajla et al. Flaxseed—a potential functional food source. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. P. 1857-2150.
4. Ogunronbi, O. H., Ikemefuna, H. I., & Adebisi, A. P. (2011). Functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein isolate. *Food Chemistry*, 128 (2), P. 350–355.
5. Hardie, B. G. S., Lodish, L. M., Kilmer, J. V. The logic of product-line extensions. *From the Magazine*, 1994 P.105–307. URI: <https://hbr.org/1994/11/the-logic-of-product-line-extensions>
6. Mordor Intelligence. *Consumer trends in bakery products*. Mordor Intelligence. Retrieved from. 2024.
7. D. Aprillia, F. Ho, Ivanaldy. Competitive strategy and case study in food industry: Perspectives of Industrial Engineering (IE) and Doctor of Research in Management (DRM). 2016. P. 62-66.
8. State of Snacking: Consumer Outlook 2024. P.23–180
9. Anatoliy Goncharuk, Aleksandra Figurek, Marinos Markou. Forming the Efficient Business Model for Bakery. 2023. P.187–202.
10. Дорохович, В. В., Донець, А. С. (2021). Зменшення глікемічності та калорійності пряників шляхом застосування цукрозамінників мальтитолу та ізомальтитолу. *Технічні науки та технології*, 1(15), С.189–194. URI:[https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1\(15\)-189-194](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1(15)-189-194).

11. Давидович О.Я. Нове цукрове печиво, збагачене мінеральними елементами. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2009. Том 11, №3 (42). Частина 3. С.217–220.
12. Shifa Imran, Seemal Munir, Ammar B. Altemimi, Ieaman Fatima, Roshina Rabail, Itrat Batool, Naymal Khalid, Gholamreza Abdi, Muhammad Asim Shabbir, Rana Muhammad Aadil. Therapeutic implications of flaxseed peptides and bioactive components against various diseases. Vol. 119. 2024. С. 43.
13. Setor K. Kunutsor, Davinder S. Jassal Amir Ravandi & Andrea Lehoczki. Dietary flaxseed: Cardiometabolic benefits and its role in promoting healthy aging. Published 16 –07–25.
14. Ю.Махно, Т.Товстановська, Е.Алієв Стаття *Харчовий напрям використання льону олійного* Інститут олійних культур 2021. С. 188.
15. Yüzer M. O., Gençcelep H. Sesame seed protein: Amino acid, functional, and physicochemical profiles. №1. 2023. P. 72–83.
16. Mahalingam A., Senthilraja G., Subrahmaniyan K., Sapna L., Parimalan Rangan & K. Pradheep. Origin and History of Sesame and Its Uses. 2025. P. 1–19.
17. Joyse B. Sesame protein isolate: Fractionation, secondary structure and functional properties. 2012. *Food Research International*. P. 360–369.
18. E.B.Pirnazarov, B.X.Amanov. International scientific journal / Modern biology and genetics 2025 №1 (11), botanical description, valuable morphological and agronomic traits, and prospects for cultivation of sesame. 2022. P. 3–11.
19. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник — К.: Центр учбо-вої літератури, 2010. С. 336.
20. Галкіна К. І Обґрунтування технології виробництва печива на основі нетрадиційних видів сировини : квал. роб. на здоб. ОС «Бакалавр». Дніпро, 2024. С.71.
21. Awolu O.O.; Sudha L.M.; Manohar B. Influence of defatted mango kernel seed flour addition on the rheological characteristics and cookie making quality of

wheat flour. *Food Science & Nutrition*. 2018.

URI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.825>

22. Agustin Lucini Mas, Federico I. Brigante , Emiliano Salvucci , Pablo Ribotta, Marcela L. Novel cookie formulation with defatted sesame flour: Evaluation of its technological and sensory properties. Changes in phenolic profile, antioxidant activity, and gut microbiota after simulated gastrointestinal digestion. *Journal Article*. 2022. URI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133122>

23. Lengue1 K. N., et al. Development and Quality Evaluation of Cookies Fortified with Flaxseed Flour. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 7, no 9, 2018. P. 617–619.

24. Akusu OM, Kiin-Kabari DB and Isah EM Effects of Processing Methods on In-Vitro Protein Digestibility of Cookies Produced from Sesame Seed Flour Blends 2020. P. 45–50.

25. Akusu O.M , Kiin-Kabari D.B. , Isah E.M. Effects of Processing Methods on the Nutrient Composition and Sensory Attributes of Cookies Produced from Wheat and Sesame Seed Flour Blends. P. 34–40.

26. Elena O., Marta M., Francisco J M. Risk/Benefits of the Use of Chia, Quinoa, Sesame and Flax Seeds in Bakery Products. An Update Review 2023. P. 1–22.

27. Світлана М., Андрій З. Дослідження впливу аморантового та льняного борошна на якість печива. №1 (19). 2020. С. 229–240.

28. Singharaj Ekasit Onsaard; Production and characteristic of sesame proteins. Published 2015-03-07, P. 188–192.

29. Isam A., The role of environmental air and microwave drying on colour values, bioactive properties and phenolic compounds of jalapeno pepper, *Technology International Journa*. 2024. URI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cche.1044>

30. Atuonwu, A.C., Akobundu, E.N.T. Nutritional and sensory quality of cookies supplemented with defatted pumpkin (*Cucurbita pepo*) seed flour. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2010. URI: <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.672.677>

31. Olga Chalaya, Alexander Nanka, Andriy Paliy, Sergey Nagornij, & Oleksandr Chalyi. Study of quality indicators for meat raw materials and the effectiveness of a protective technological method under conditions of different content of heavy metals in a pig diet. *Eastern-european Journal of Enterprise Technologies*. 2019. P. 74-81

32. Aliiev, E., Aliieva, O., Malegin, R. Technical and technological provision of complex waste processing of plant raw oil cultures in food for organic animals. *Scientific Horizons*, 2020.07 (92), P. 112–119.

33. Sen M., Bhattacharyya D. K. Nutritional Quality of Sesame Seed Protein Fraction Extracted with Isopropanol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001. URI:<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf001004q>

34. Поляков О. І. Особливості формування продуктивності соняшнику під впливом додаткового живлення за різних систем основного обробітку ґрунту / О. І. Поляков, О. В. Нікітенко, С. В. Літошко // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2017. Вип. 24. С. 188-197.

35. El-Adawy T. A. Effect of sesame seed proteins supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. *Plant Foods for Human Nutrition*. URI:<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01088490>

36. Романовська Т. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квітня 2021 р., м. Київ / / Міністерство освіти і науки України ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2021. URI:<https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/34048>

37. Maria Gabriela Leichtweis, Adriana K. Molina, Maria Inês. Valorisation of pumpkin by-products: Chemical composition and bioactive properties of pumpkin seeds, peels, and fibrous strands from different local landraces of Greece. *Food Chemistry*. 2025. URI:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814625005576?via%3Dihub>

38. Ganorkar, Pravin & K., Jain. 2014. Effect of flaxseed incorporation on physical, textural, sensorial and chemical attributes of cookies. *International Food Research Journal*. P. 31-95.
39. International Food Research Journal 19(4): 1287-1295. 2012. Journal homepage. P. 3–20.
40. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., & Михненко, І. (2021). Використання борошна із насіння нішевих культур у технології виробництва кексів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (4 (10), С.94–100. URI:<https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.04.13>
41. Nataliia Sova, Kristina Khudaiberdiieva. The usage of niche seeds flour in cupcake production technology. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series New solutions in modern technologies*. 2021. URI: <http://dx.doi.org/10.20998/2413-4295.2021.04.13>
42. Jamieson J. A., Viana L., English M. M. Folate Content and Chemical Composition of Commercially Available GlutenFree Flour Alternatives. *Journal Article*. 2020. URI: <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00833-z>
43. Lebesi D. M., Tzia C. Effect of the Addition of Different Dietary Fiber and Edible Cereal Bran Sources on the Baking and Sensory Characteristics of Cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 2011. URI:<https://doi.org/10.1007/s11947-009-0181-3>
44. Євчук Я.В., Кононенко Л.М., Войтовська В.І., Третьякова С.О. Амінокис-лотний склад незнежиреного борошна кунжутного та перспективи його використання у виробництві органічних продуктів спеціального призначення. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2021. № 1. С. 41–48. URI:<https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-163-1-41-48>
45. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навч. посібник / за ред. А. М. Дорохович, В. М. Ковбаса. Київ : Інкос, 2015 р. С. 632.

46. Пат. 100729 Україна, МПК (2006.01) A21D 13/08. Композиція жирової начинки для вафель «Злакові» / Пахомова І. В., Сирохман І. В.; заявник і патентовласник ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі». URI: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/4111>

47. Alasalvar, C., Chang S.K., Bolling, B., Oh W.Y., Shahidi, F. Specialty seeds: Nutrients, bioactives, bioavailability, and health benefits: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* . 2021. URI:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12730>

48. Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків. Фондсоціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України. Київ: 2009. URI:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>

49. ДСТУ 3781: 2014. Видання. Національний стандарт України «Печиво» Загальні технічні умови. С.16. №1485. (інформація та документація).

50. Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII. URI: <https://chatgpt.com/c/6856b1c6-2084-8000-bad2-1722e799e2b9>