

**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 «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва кексів,  
збагачених водоростями**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 2 курсу,  
групи МГХТ-2-22  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Олександр ЛИСЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Наталія СОБА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Євген ДІДОВИЧ

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«09» листопада 2023 р.

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

Лисенку Олександрю Анатолійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених водоростями».

Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 08 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання.

2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва кексів.

3) Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1) Огляд літературних джерел. 2) Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3) Експериментальна частина. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5) Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

### 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Мета, об'єкт та предмет досліджень. 2) Основні задачі кваліфікаційної роботи. 3) Хімічний склад спіруліни і хлорели. 4) Поживна та енергетична цінність спіруліни і хлорели, використаної в дослідженні. 5) Оздоровчі властивості спіруліни і хлорели. 6) Рецептурні співвідношення дослідних зразків кексів. 7) Зовнішній вигляд дослідних зразків кексів. 8) Органолептичні показники якості дослідних зразків кексів. 9) Показники складу та якості дослідних зразків кексів. 10) Структурна схема виробництва кексів, збагачених водоростями. 11) Кошторис витрат на проведення досліджень. 12) Загальні висновки та пропозиції.

### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання: «09» листопада 2023 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11–10.11.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	13.11–24.11.23	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	27.11–28.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	29.11–04.12.23	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	05.12–07.12.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	05.12–07.12.23	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	07.12–08.12.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	07.12–08.12.23	виконано

**Здобувач вищої освіти** \_\_\_\_\_ **Олександр ЛИСЕНКО**  
( підпис )

**Керівниця роботи** \_\_\_\_\_ **Наталія СОВА**  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених водоростями».

**Кваліфікаційна робота магістра:** 82 сторінки друкованого тексту, 11 рисунків та ілюстрацій, 30 таблиць, 1 додаток, 62 літературних джерела.

**Об'єкт дослідження** – технологія виробництва кексів, збагачених водоростями.

**Метою роботи** є розроблення рецептури кексів, збагачених водоростями, такими як хлорела і спіруліна, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів, орієнтованих на споживачів, які підтримують напрям здорового харчування.

**Методи дослідження.** Органолептичні показники якості, вміст вологи, протеїну, жирів, клітковини, золи, мікро- та макроелементів дослідних зразків кексів визначали за стандартними методиками у навчальній лабораторії з харчових технологій ДДАЕУ та лабораторіях Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

*Борошняні кондитерські вироби, у тому числі і кекси, користуються величезним попитом серед вітчизняних споживачів. Але недостатній вміст нутрієнтів у цій групі товарів спонукає фахівців харчової промисловості до збагачення традиційних виробів біологічно активними речовинами.*

*У кваліфікаційній роботі наведено асортиментний аналіз кексів оздоровчого призначення. Аналітично досліджено переваги водоростей (хлорели і спіруліни) у якості добавок до рецептур харчових продуктів, у тому числі і кондитерських виробів. Проведено органолептичний аналіз і дегустаційну оцінку дослідних зразків кексів, збагачених спіруліною та хлорелою. Зроблено порівняльний аналіз складу та фізико-хімічних показників якості контрольного та дослідного зразків кексів, які були обраними кращими за органолептичним аналізом. Розроблено структурну схему виробництва кексів, збагачених хлорелою.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** БОРОШНЯНІ КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБИ, КЕКСИ, ВОДОРОСТІ, ХЛОРЕЛА, СПІРУЛІНА, БІОЛОГІЧНО АКТИВНА ДОБАВКА.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Спіруліна і хлорела – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості .....	8
1.2 Сфера застосування спіруліни і хлорели .....	19
1.3 Використання нетрадиційної сировини у рецептурах кексів .....	24
Висновки за розділом.....	31
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
2.1 Об’єкт та предмет дослідження.....	32
2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі....	32
2.3 Методика виготовлення дослідних зразків кексів.....	36
2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків кексів..	37
Висновки за розділом.....	40
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	41
3.1 Постановка задачі дослідження.....	41
3.2 Асортиментний аналіз кексів оздоровчого призначення.....	41
3.3 Обґрунтування доцільності виготовлення кексів, збагачених порошком водоростей.....	43
3.4 Визначення органолептичних показників якості кексів.....	44
3.5 Визначення показників якості та складу дослідних зразків кексів.....	51
3.6 Структурна схема виробництва кексів, збагачених водоростями ...	57
Висновки за розділом.....	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	61
4.1 Розробка картки безпеки праці .....	61

4.2 Утилізація відходів від виробництва борошняних кондитерських виробів .....	61
Висновки за розділом.....	64
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	65
5.1 Організація проведення дослідження.....	65
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи .....	67
5.3 Розрахунок вартості дослідження.....	71
Висновки за розділом.....	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	72
БІБЛІОГРАФІЯ .....	74
ДОДАТКИ.....	80

## ВСТУП

Вітчизняна кондитерська галузь виробляє великий асортимент продукції – більше 1000 найменувань. Основні види продукції кондитерських підприємств – це цукристі та борошняні вироби. Основною сировиною для виробництва борошняних кондитерських виробів є борошно та цукор, які характеризуються дуже низьким вмістом нутрієнтів у своєму складі. Серед борошняних кондитерських виробів кекси користуються неабияким попитом серед українських споживачів, при тому різних вікових груп. Тому актуальним є збагачення кексів різними нутрієнтами.

У якості сировини, багаті на нутрієнти, можна застосувати водорості, але це потребує детального вивчення їх складу та поводження у технологічному процесі, адже не всі види сировини можна без перешкод застосовувати у технологіях виробництва борошняних кондитерських виробів.

Як зазначає Кошель О.Ю.: «Спіруліна – це планктонна ціанобактерія, представник царства одноклітинних мікроорганізмів – прокаріотів, є чимось середнім, між бактерією і рослиною, її клітини не мають ядра, мітохондрії, ендоплазматичної сітки та інших структурних елементів. Завдяки такій будові білки, вітаміни та амінокислоти в ній не втрачають властивостей навіть під впливом високих температур навколишнього середовища. Спіруліну використовували як їжу протягом багатьох років. Однак широке визнання цієї рослини настало після проведення численних досліджень, присвячених вивченню впливу хімічного складу водоростей спіруліна на організм людини і тварин. Рослину стали вирощувати у відкритих і закритих штучних водоймах в Америці, Європі та Азії. В даний час його вживають в їжу більше ніж в 40 країнах світу.» [1].

Щодо особливостей хлорели Карунський О. зазначає: «Хлорела – одноклітинна зелена водорість, яка містить в своєму складі велику кількість вітамінів (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР, Е, пантатенової кислоти, фолієвої кислоти, біотина), а також мікро- та макроелементи – магній, кобальт, цинк, залізо,

кальцій, фосфор та ін.; багата на замінні та незамінні амінокислоти. З перерахунку на суху речовину хлорела містить повноцінних білків 40 % і більше, ліпідів – до 20 %, вуглеводів – до 35 %, зольних речовин – до 10 %, є вітаміни групи В, аскорбінова кислота (віт. С) і філохінони (віт. К). Знайдено речовину, яка має антибіотичну активність – «хлорелін» [2].

Виходячи з вищесказаного, можна висунути гіпотезу щодо використання водоростей спіруліна і хлорела у якості збагачувачів для борошняних кондитерських виробів. Тема кваліфікаційної роботи, на нашу думку, є актуальною, тому що перспективним на сьогодні є виготовлення борошняної кондитерської продукції, орієнтованої на кінцевого споживача, який підтримує напрям здорового харчування.



## 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1 Спіруліна і хлорела – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості

Мікрводорості – це одноклітинні фотосинтезуючі еукаріотичні організми, які містять хлоропласти і ядра, подібно до рослин. Мікрводорості більш ефективно виробляють біомасу, ніж наземні рослини, завдяки вищій ефективності використання сонячного світла та  $\text{CO}_2$ , що зумовлює їх надзвичайно високі темпи росту. Тому мікрводорості знайшли застосування в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості, а їхні пігменти, поживні речовини, біологічно активні сполуки та всю біомасу вже використовують в усьому світі. Мікрводорості зустрічаються переважно у водних екосистемах, живучи як у морській, так і в прісній воді, однак можуть існувати в різних середовищах, зокрема і в пустелях [3, 4].

Представником таких мікрводоростей є зокрема хлорела. Хлорелоподібні організми існують на землі вже понад 2,5 мільярди років. *Chlorella vulgaris* – це зелена одноклітинна водорість, яка була відкрита і описана в 1890 році доктором Мартінусом Віллемом Бейєрінком, відомим мікробіологом і ботаніком як перша чиста культура еукаріотичної мікрводорості. З того часу було охарактеризовано понад 20 видів хлорели, описано понад 100 штамів. У даний час види хлорели поділяють на три різновиди: *C. vulgaris*, *C. lobophora* та *C. sorokiniana* [3, 5].

*C. vulgaris* має діаметр від 2 до 10 мкм, сферичну, субсферичну або еліпсоїдну форму без джгутиків. З'являється у вигляді поодиноких клітин або здатна утворювати колонії максимум до 64 клітин. *C. vulgaris* має один хлоропласт чашоподібної форми з наявністю або відсутністю піреноїдів, що зберігають крохмальні зерна. Як нерухома мікрводорість, *C. vulgaris* розмножується шляхом утворення безстатевих автоспор, поділом материнської клітини на 2–32 автоспори або дочірні клітини. Після дозрівання автоспор стінка

материнської клітини розривається, а уламки материнської клітини стають їжею для дочірніх клітин у процесі, відомому як автоспоруляція [5].

Хлорела широко поширена у прісноводних, морських і наземних середовищах, має високу фотосинтетичну здатність і здатність до швидкого росту в автотрофних, міксотрофних та гетеротрофних умовах. Всі ці характеристики зробили її однією з перших мікродоростей, що розглядалися для широкомасштабного вирощування та комерційного виробництва [3, 5].

Види хлорели можна масово культивувати, а харчові добавки з них є комерційно доступними в усьому світі. Однак комерційне вирощування їхньої біомаси розпочали лише кілька років тому. Дослідження дієтичної цінності хлорели для здоров'я людини почалися на початку 1950-х років, коли в розпал глобальної продовольчої кризи було розпочато використання хлорели як джерела їжі. Спочатку хлорелу виробляли і споживали в Азії, переважно в Японії, а потім почали використовувати як харчову добавку в усьому світі. Хлорелу виробляють на комерційній основі для використання в харчових продуктах і як джерело її власних сполук. Використовуючи широкомасштабну технологію культивування, *C. vulgaris* та *C. rupeoidosa* готують як комерційні джерела для дієтичних добавок. Дослідження показали, що клітини хлорели містять різноманітні поживні речовини та біологічно активні сполуки, які сприяють зміцненню здоров'я людини та запобігають певним захворюванням, що дозволяє припустити, що природні сполуки, отримані з хлорели, можуть стати заміниками синтетичних сполук або ліків. Вміст природних сполук у хлорелі значно відрізняється залежно від умов культивування та виду хлорели [3].

Система і тип біореактора, що використовується для вирощування мікродоростей, є одним з найважливіших параметрів у вирощуванні мікродоростей. Конструкція повинна відповідати виду, що культивується, і меті культивування. Культивування мікродоростей може здійснюватися як у відкритих, так і в закритих системах. Культивування у відкритій системі зазвичай проводять у біореакторах з відкритою доріжкою, які контактують з навколишнім середовищем. Вони можуть бути різних форм та розмірів. Для будівництва

можуть використовувати різні матеріали, такі як глина, цемент, листи ПВХ, скло, волокно, поліетилен або цегла. Культивування в закритих системах можна здійснювати у фотобіореакторах різної конфігурації. Вони можуть бути розташовані як на відкритому повітрі (освітлення природним світлом), так і в приміщенні (освітлення штучним світлом). У закритих системах виробництво біомаси є вищим, ніж у відкритих, а ризик забруднення вирощуваної культури є нижчим.

Крім того, умови росту (такі як концентрація поживних речовин у культуральному середовищі, температура, рН, інтенсивність світла, концентрація кисню і  $\text{CO}_2$ ) можна легко контролювати. Випаровування і втрати  $\text{CO}_2$  є низькими порівняно з вирощуванням у відкритих системах. Однак інвестиції, операційні витрати та енергетичні потреби, а також витрати на стерилізацію є вищими, ніж у відкритих системах. Системи культивування мікроводоростей залежать від конкретних видів і знаходяться під впливом різних факторів, таких як температура, інтенсивність світла, концентрація вуглекислого газу, рН, конфігурація біореактора, перемішування, солоність і склад поживних речовин у культуральному середовищі. Інтенсивність світла є одним з найважливіших параметрів культивування для росту мікроводоростей та виробництва біомаси. Окрім регуляції біологічних процесів, від інтенсивності світла залежить як склад біомаси, так і її виробництво. Інтенсивність світла впливає на фотосинтез мікроводоростей і, відповідно, на швидкість їхнього росту. На склад виробленої біомаси, тобто ліпідів, білків і вуглеводів, впливають умови навколишнього середовища і культивування, такі як інтенсивність і якість світла, температура, рН середовища і доступність поживних речовин у культуральному середовищі [4].

Саме для роду *хлорела* важливі декілька наступних умов при культивуванні. Азот відіграє життєво важливу роль у рості клітин і виробництві ліпідів, складаючи 1–10 % загальної сухої речовини мікроводоростей. Азот може надходити до мікроводоростей у різних формах, таких як амоній, нітрат, дріжджі, сечовина і пептон, і кожна з них по-різному впливає на ріст. Продукування ліпідів у *C. vulgaris* зростає в умовах азотного голодування, але це також зменшує

загальну біомасу мікроводоростей, що знижує загальний вихід ліпідів. Тому, щоб вирішити цю проблему, не впливаючи на загальний вихід ліпідів, пропонується спочатку культивувати мікроводорості в умовах, багатих на азот, щоб прискорити ріст і збільшити біомасу, а потім перенести їх у середовище з дефіцитом азоту для стимулювання виробництва ліпідів.

Також важливою складовою є наявність вуглекислого газу. За даними різних науковців виробництво біомаси *S. vulgaris* збільшується при додаванні гідрокарбонату натрію ( $\text{NaHCO}_3$ ), введенню безпосередньо в середовище 8 % або 10 %  $\text{CO}_2$ . Однак конкретних показників немає, оскільки важливими є також інші умови культивування і саме від їхнього поєднання залежить кількість біомаси і її хімічний склад [5].

Якість і тривалість освітлення також впливають на ріст мікроводоростей. Це пов'язано з тим, що світло необхідне для процесів фотосинтезу і впливає на хімічний склад мікроводоростей. Для *S. vulgaris* виявилися оптимальною інтенсивність 62,5 до 200 мкмоль фотонів  $\text{m}^{-2} \text{c}^{-1}$  залежно від фотоперіоду. Крім впливу на швидкість росту, якість світла також впливає на загальний вміст ліпідів і жирних кислот у *S. vulgaris*. Найбільша кількість поліненасичених жирних кислот була виявлена у *S. vulgaris* при вирощуванні під зеленим світлом порівняно з іншими видами світла. Тоді як червоне світло використовується для посилення вироблення хлорофілу в *S. vulgaris*, оскільки хлорофіл краще поглинається в червоному діапазоні довжин хвиль. Таким чином, для отримання оптимального виходу бажаних продуктів слід правильно підбирати освітлення [4, 5].

Значення рН є важливим при вирощуванні мікроводоростей, оскільки несприятливі значення рН спричиняють стрес для мікроводоростей, що в кінцевому підсумку впливає на ефективність поглинання поживних речовин і вироблення метаболітів. За звичайних умов культивування оптимальний рівень рН для росту *S. vulgaris* знаходиться в діапазоні від 10,0 до 10,5. Також було продемонстровано, що постійне підтримання оптимального рівня рН сприяє зростанню мікроводоростей і запобігає їхньому забрудненню.

Температура зростання впливає на виробництво біомаси та швидкість росту мікроводоростей. Це пов'язано з тим, що процеси фотосинтезу та дихання у мікроводоростей залежать від температури. Оптимальною температурою росту *S. vulgaris* є 30 °С, за якої вона демонструє найвищий рівень виробництва біомаси. Швидкість її росту знижується, коли температура перевищує 30 °С, а при 38 °С культура гине.

Засоленість є одним із поширених стресових факторів, що використовують для стимулювання продукування ліпідів та біомаси у мікроводоростей. Максимальна концентрація солі, до якої *S. vulgaris* може адаптуватися, становить < 0,5 М хлориду натрію (NaCl). Однак, незважаючи на те, що високі концентрації NaCl (0,5 М) знижують ріст мікроводоростей, помічено, що ліпіди накопичуються в мікроводоростях через окиснювальний стрес, спричинений високою солоністю. Ця властивість робить високу солоність перевагою у виробництві ліпідів з мікроводоростей.

Аерація або перемішування запобігає осадженню мікроводоростей, гомогенізує середовище культивування (наприклад, температуру), а також полегшує газообмін між культурою та повітрям. Перемішування під час культивування важливе для посилення радіального перемішування, але воно повинно бути обережним, щоб запобігти пошкодженню клітин. Сильне перемішування погіршує ріст клітин та спричиняє витік важливих хімічних речовин з клітин. Також було помічено, що *S. vulgaris* досягає максимального продукування ліпідів при аерації з інтенсивністю 200 мл/хв, таким чином підтверджуючи важливість аерації для продукування метаболітів [5].

В Україні культивуванням хлорели у промислових масштабах для різноманітних потреб (для бджіл, доквілля, споживання людьми, тварин, птахів, риб, рослин) займається фермерське господарство «У Самвела», що розташовано в Одеській області [6].

У таблицях 1.1–1.6 наведено хімічний, мікро- та макроелементний, вітамінний, амінокислотний, жирнокислотний, пігментний склад хлорели, культивованої в різних місцях.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад хлорели

Назва компоненту у хлорелі	Вміст		
	[5]	[3]	[7]
Масова частка, %:			
вологи			9,95±0,07
білків	43,00–58,00	50,00–72,00	48,19±1,33
жирів	5,00–18,00	7,00–20,00	5,60±0,06
вуглеводів	12,00–55,00	5,00–42,00	29,85±1,17
клітковини		7,00–18,00	17,06±0,58
золи			6,87±0,03

Таблиця 1.2 – Вміст мікро-та макроелементів у хлорелі

Назва компоненту у хлорелі	Вміст		
	[5]	[3]	[7]
Вміст мікроелементів, мг/100 г:			
Ферум	82,20±37,60	10,00–1600,00	78,80±12,38
Купрум	48,40±27,90	1,00	25,60±4,89
Манган		5,00	
Цинк	293,00±4,50	1,00–2,00	59,20±0,76
Вміст макроелементів, мг/100 г:			
Фосфор		1320,00–1600,00	
Калій	1197,00±17,00	200,00–1500,00	527,00±9,75
Кальцій	1425,00±10,30	433,00–1500,00	278,00±5,63
Магній	851,00±9,40	23,00–420,00	286,00±13,71
Натрій	101,00±2,80	5,00–220,00	82,50±5,68

Таблиця 1.3 – Вміст вітамінів у хлорелі, мг/100 г

Назва компоненту у хлорелі	Вміст	
	[3]	[7]
1	2	3
B <sub>1</sub>	1,00–6,50	
B <sub>2</sub>	2,00–9,00	
B <sub>3</sub>	20,00–80,00	
B <sub>5</sub>	1,00–6,00	
B <sub>6</sub>	0,90–3,00	
B <sub>7</sub>	0,23	
B <sub>9</sub>	0,30–3,60	
B <sub>12</sub>	0,01–0,50	

Продовження табл. 1.3

1	2	3
C	7,00–200,00	39,00±11,00
A		13,22±1,40
E	3,00–45,00	2787,00±400,00
D <sub>2</sub>	1,40	
K	0,30–3,50	

Таблиця 1.4 – Вміст амінокислот у хлорелі, %

Назва компоненту у хлорелі	Вміст		
	[5]	[3]	[8]
ізолейцин	0,09–4,82	1,82–2,03	3,73
лейцин	6,91–10,78	4,18–4,48	8,88
метіонін	0,60–2,20	1,01–1,24	1,59
фенілаланін	5,00–6,02	2,23–2,58	5,29
тирозин	3,02–7,78	1,72–1,94	3,10
треонін	4,80–5,62	2,21–2,49	5,04
валін	2,85–7,86	2,78–3,09	6,44
лізин	6,30–8,40	3,14–4,66	7,20
аргінін	6,22–7,97	3,11–3,26	
гістидин	1,16–2,40	1,04–1,14	1,60
аланін	7,18–10,05	4,01–4,17	
аспарагінова кислота	9,00–10,39	4,47–4,71	
глутамінова кислота	8,37–12,66	6,21–6,03	
гліцин	5,05–7,93	2,86–2,99	
пролін	2,74–4,90	2,32–2,56	
серин	3,50–7,17	1,93–2,12	
цистеїн	0,18–1,28	0,65–0,66	0,70
триптофан	1,10–2,30	1,03–1,09	1,59

Таблиця 1.5 – Вміст жирних кислот у хлорелі, %

Назва компоненту у хлорелі	Вміст	
	[7]	[9]
1	2	3
лауринова		0,70–0,90
міристинова		6,10–6,30
пентадецена	1,72–4,84	

Продовження табл. 1.5

1	2	3
пальмітинова	15,65–25,17	22,60–22,80
пальмітолеїнова	2,64±0,16	10,20–10,40
маргарінова	9,19–9,32	
стеаринова	1,17–6,37	21,40–21,60
олеїнова	7,11–13,04	6,90
лінолева	16,16–29,68	6,60–6,90
ліноленова	16,87–27,53	14,30–14,90
γ-ліноленова		1,60–1,80
арахінова	17,01–22,37	
арахідонова		2,00–2,30
ейкопентазенова		6,00–6,20

Таблиця 1.6 – Вміст пігментів у хлорелі, %

Назва компоненту у хлорелі	Вміст	
	[5]	[3]
хлорофіл	1,00–3,00	
каротиноїди	0,40	0,03–0,50

Аналізуючи таблиці 1.1–1.6 слід відзначити цінний склад хлорели, що позиціонує її як сировину для харчових продуктів оздоровчого призначення.

Спіруліна – це багатоклітинна, спіральна, нитчаста мікроводорість. Вона є представником синьо-зелених водоростей, а саме ціанобактерій. Синьо-зелені водорості поширені майже у всіх куточках Землі (солоні і прісні води, гарячі джерела з температурою до 80 °C і сніги в полярних областях). Однак природних місць існування саме спіруліни небагато. Два найважливіші види спіруліни – це *Spirulina maxima* та *Spirulina platensis*. Найкращими природними умовами для виду *Spirulina maxima* є лужні озера в околицях Мехіко. А *Spirulina platensis* чудово росте у лужних ставках біля озера Чад, що у Африці [10–13].

Синьо-зелені водорості в цілому і спіруліна зокрема, є одними з найбільш давніх організмів на Землі, тому вони є надзвичайно пристосованими до різних природних умов. Клітини спіруліни за час еволюції отримали здатність при сприятливих умовах ділитися з високою швидкістю, а саме подвоювати свою



біомасу приблизно за 5 годин. Це є корисною властивістю при культивуванні водорості в промислових масштабах [10, 12].

Спіруліна зарекомендувала себе як безпечний функціональний харчовий продукт ще з давніх часів. Деякі її види з високим вмістом білка використовують в їжу населення Африки та Східної Азії. Потенційні переваги спіруліни для здоров'я в основному обумовлені її хімічним складом. Вона багата на білки (50–70 %), незамінні амінокислоти, вуглеводи, мінерали, незамінні поліненасичені жирні кислоти, вітаміни (А, групи В, С, D, Е та ін.) та пігменти (табл. 1.7–1.12). У цьому відношенні три основні нутрієнти, а саме  $\gamma$ -ліноленова кислота, білок фікоціанін та сульфатовані полісахариди – відіграють важливу роль у поліпшенні функцій організму людини. Крім того, експериментальні дані підтверджують імуномодулюючу та протівірусну дію добавок зі спіруліною [10–12, 14].

Таблиця 1.7 – Хімічний склад спіруліни

Назва компоненту у спіруліні	Вміст			
	[15]	[16]	[17]	[18]
Масова частка, %:				
вологи		11,92	5,42±0,03	4,00–9,00
білків	65,00	58,20	60,32±0,15	50–70
жирів			7,28±0,02	6,00–13,00
вуглеводів				15,00–25,00
клітковини		0,78		
золи		8,44	6,88±0,05	3,00–11,00

Таблиця 1.8 – Вміст мікро- та макроелементів у спіруліні

Назва компоненту у спіруліні	Вміст		
	[15]	[17]	[18]
1	2	3	4
Вміст мікроелементів, мг/100 г:			
Ферум	100,00	88,00	58,00–180,00
Купрум	1,20		
Манган	5,00		

Продовження табл. 1.8

1	2	3	4
Цинк	3,00	0,90	
Хром	0,28		
Вміст макроелементів, мг/100 г:			
Фосфор	800,00		670,00–900,00
Калій	1400,00	2000,00	640,00–1540,00
Кальцій	700,00	22,00	130,0–1400,00
Магній	400,00		
Натрій	900,00	2700,00	

Таблиця 1.9 – Вміст вітамінів у спіруліні, мг/100 г

Назва компоненту у спіруліні	Вміст
	[15]
B <sub>1</sub>	3,50
B <sub>2</sub>	4,00
B <sub>3</sub>	14,00
B <sub>5</sub>	0,10
B <sub>6</sub>	0,80
B <sub>7</sub>	0,01
B <sub>9</sub>	0,01
B <sub>12</sub>	0,32
E	100,00
K	2,20

Таблиця 1.10 – Вміст амінокислот у спіруліні, %

Назва компоненту у спіруліні	Вміст	
	[8]	[16]
1	2	3
ізолейцин	5,78	3,06
лейцин	8,96	4,84
метіонін	2,54	1,98
фенілаланін	5,20	2,50
тирозин	2,90	2,58
треонін	5,63	2,84
валін	7,68	3,34
лізин	5,15	2,72
аргінін		3,96

Продовження табл. 1.10

1	2	3
гістидин	1,50	1,00
аланін		4,54
аспарагінова кислота		5,34
глутамінова кислота		8,15
гліцин		3,00
пролін		2,15
серин		2,92
цистеїн	0,90	0,72
триптофан	1,53	

Таблиця 1.11 – Вміст жирних кислот у спіруліні, %

Назва компоненту у спіруліні	Вміст	
	[15]	[17]
лауринова		3,10
міристинова	0,23	3,60
пальмітинова	46,07	42,79
пальмітолеїнова	1,26	0,52
стеаринова		1,81
олеїнова	5,26	0,33
лінолева	17,43	9,43
γ-ліноленова	8,87	18,41
бегенова		20,01

Таблиця 1.12 – Вміст пігментів у спіруліні, %

Назва компоненту у спіруліні	Вміст	
	[15]	[18]
хлорофіл	1,00	0,66–1,20
каротиноїди	0,37	0,37–0,59
фіконіацин	1,40	

Корисність біомаси спіруліни зробила її предметом бізнесу у всіх куточках Землі. Спочатку спіруліну збирали лише в місцях її природнього проростання, а саме у водоймах Африки й Америки, однак надалі потреби в спіруліні тільки зростали, що призвело до вирощування спіруліни в штучних водоймах. Для спеціалізованих цілей мікрководорості вирощують у строго контрольованих умовах, використовуючи спеціальні культиватори. Це роблять задля того, щоб

одержана маса мала строго необхідний біохімічний склад. Комерційно для загального споживання її вирощують у великих відкритих ставках за контрольованих умов. Важливою перевагою такого виробництва є використання природнього освітлення, що значною мірою знижує собівартість кінцевого продукту. Технологія промислового культивування спіруліни складається з наступних етапів: підготовка (закупівля і встановлення необхідного обладнання), запуск виробництва (наповнення ставків материнською біомасою спіруліни), збір врожаю (через високу швидкість поділу відбувається щодня), підживлення середовища (додавання мінеральних солей, щоб підживити виснажене середовище), промивання біомаси, сушіння біомаси та її кінцеве зберігання [12, 14, 15].

Наведена інформація щодо складу хлорели і спіруліни підтверджує правильність обраного напрямку досліджень щодо використання зазначених водоростей у виробництві харчових продуктів для здорового харчування. Доцільним є вивчення вже досліджених напрямів використання зазначених водоростей.

## 1.2 Сфера застосування спіруліни і хлорели

Високий вміст білка в хлорелі, поряд з наявністю основних поживних речовин, привернув увагу вчених як недороге, якісне джерело їжі під час Першої світової війни. Після завершення промислової революції *S. vulgaris* почали вживати як харчову добавку, особливо в Німеччині, Китаї, Японії, США та Європі. Тому наразі хлорелу комерційно виробляють і розповсюджують по всьому світу перш за все як харчову добавку. Комерційно доступні продукти з хлорели містять різноманітні поживні речовини, необхідні для людини, а також велику кількість харчових волокон, високоякісного білка і поліненасичених жирних кислот, включаючи  $\alpha$ -ліноленову та лінолеву кислоти. Зокрема, продукти з хлорели містять вітаміни D<sub>2</sub> і B<sub>12</sub>, які відсутні в продуктах рослинного походження, а також більшу кількість фолатів і заліза, ніж інші продукти

рослинного походження. У дослідженнях на тваринах і людях було отримано все більше наукових доказів користі для здоров'я від щоденного споживання хлорели. Добавки хлорели для ссавців, включаючи людей, виявляють різні фармакологічні властивості, включаючи антиоксидантну, імуномодулюючу, антидіабетичну, антигіперліпідемічну та антигіпертензивну. Сприятливі ефекти хлорели можуть включати синергізм між антиоксидантними сполуками та кількома поживними речовинами [3, 5].

Як фотосинтезуючий організм, хлорела містить хлорофіли, які можна використовувати в харчових та косметичних цілях. Зокрема, мікродорості можуть виробляти продукти високої цінності, такі як каротиноїди, астаксантин, антиоксиданти та довголанцюгові поліненасичені жирні кислоти: докозагексаєнову кислоту, ейкозапентаєнову кислоту та арахідонову кислоту, які можуть використовуватися як харчові добавки для харчування людей [4].

З точки зору застосування в харчовій промисловості, високий вміст білка в хлорелі дозволяє використовувати її як емульгатор. Полісахариди, такі як агар і альгірати з *C. vulgaris*, використовують для загущення та гелеутворення, тоді як природні барвники з *C. vulgaris* використовують як харчові барвники в цукерках, жувальних гумках або напоях [4, 5].

Усі вищеперераховані корисні властивості хлорели спонукали науковців до розробки продуктів з її додаванням як самостійної добавки, так і в тандемі з іншими водоростями. Пешук Л.В., Сімонова І.І, Приходько Д.Ю. проводили «огляд стратегій розвитку та особливостей виробництва інноваційних продуктів з водоростей». Вони зазначили, що водорості загалом є перспективною сировиною для розширення ринку здорової білкової продукції у подальшому, а також перерахували вже розроблені рецептури продуктів з використанням порошкоподібної біомаси хлорели та спіруліни: емульсійні соуси, м'ясні січені напівфабрикати, напівфабрикати у тістовій оболонці (равіолі), паштети, м'ясні хліби [19].

Закордонні вчені також розглядали можливості збагачення хлорелою таких продуктів як спагетті, хліб та сирний продукт, що давало змогу підвищити біологічну цінність вищезазначених продуктів [20–22].

Доведено, що хлорелін, суміш жирних кислот з *C. vulgaris*, проявляє інгібуючу активність проти грампозитивних і грамнегативних бактерій. Ліноленова кислота в етанольних екстрактах *C. vulgaris* також виявила антибактеріальну активність проти золотистого стафілококу (поширеного збудника шкірних інфекцій) та *Salmonella typhi*, збудника черевного тифу або кишкової лихоманки у людини. Ця властивість дозволяє використовувати *C. vulgaris* як природний антибіотик, що є перспективною альтернативою традиційним синтетичним препаратам з більш широким спектром дії проти патогенних інфекцій.

Також виявлено, що  $\beta$ -1,3-глюкан, один з найважливіших полісахаридів, що міститься в *C. vulgaris*, останніми роками набуває все більшої популярності завдяки своїм дієтичним якостям та терапевтичним властивостям для покращення здоров'я людини, таким як виведення вільних радикалів та зниження рівня ліпідів у крові. Полісахариди *C. vulgaris* також мають інші корисні для здоров'я властивості, такі як протипухлинні, противірусні та потужні імуномодулятори, що вказує на потенціал для медичного застосування. Деякі ранні дослідження показали, що хлорофіл має тканинно-стимулюючі властивості і прискорює загоєння ран більш ніж на 25 %. Дію цього ефекту пояснюють тим, що хлорофіл має схожий хімічний склад і структуру з гемоглобіном, який бере участь в обміні кисню і  $\text{CO}_2$ , сприяючи таким чином процесу загоєння завдяки хорошему насиченню киснем. Попередні дослідження також показали, що застосування мазей, які містять водорозчинні похідні хлорофілу, полегшує біль і покращує зовнішній вигляд уражених тканин, що дозволяє припустити, що хлорофіл, отриманий з *C. vulgaris*, може бути ключовим інгредієнтом у лікувальних препаратах [5].

Також завдяки своїм тканинно-стимулюючим властивостям *C. vulgaris* має величезний потенціал у косметичних засобах та засобах по догляду за шкірою,

оскільки було виявлено, що екстракт стимулює вироблення колагену шкіри, зменшуючи зморшки та сповільнюючи процес старіння [5, 20].

Хлорела є цінною добавкою у раціоні харчування риб завдяки великій різноманітності поживних речовин та високій засвоюваності. Встановлено, що гранули з *C. vulgaris* підвищують рівень виживання риби та креветок за рахунок посилення імунної відповіді проти патогенів та інфекцій. Включення *C. vulgaris*, особливо у вигляді каротиноїдів, до раціону риб покращує пігментацію кольору шкіри у декоративних риб та колір м'язів у харчових риб [4, 5, 20].

Хлорела знайшла своє застосування і у сільському господарстві. Значна кількість амінокислот у *C. vulgaris* може діяти як хелатуючі агенти та фітосидерофори, що полегшують проникнення та поглинання мікроелементів через різні частини рослин. *C. vulgaris* покращує ріст і врожайність сільськогосподарських культур, діючи як біодобриво, покращуючи властивості ґрунту, такі як вологоутримуюча здатність та аерація [5].

Ще однією галуззю застосування хлорели є виробництво біодизелю. Біодизель з мікроводоростей може бути найкращим кандидатом на заміну викопному дизельному паливу, оскільки мікроводорості швидко ростуть, потребують мало або взагалі не потребують орних земель та мають потенціал для послаблення парникового ефекту. Хоча виробництво біодизеля з *C. vulgaris* все ще є дорогим, поєднання очисних споруд та заводів з виробництва палива може компенсувати витрати. Мікроводорості споживають поживні речовини, що містяться в міських стічних водах, пом'якшуючи вплив забруднення та евтрофікації води і одночасно виробляючи біопаливо та інші цінні метаболіти [4, 5].

Спіруліна має також доволі широкий спектр застосування, однак загалом він складається з двох основних напрямків: застосування безпосередньо біомаси самої водорості й застосування біомаси спіруліни як сировини для одержання інших важливих речовин.

Перший напрямок містить у собі різноманітні способи застосування біомаси спіруліни як добавки в раціоні харчування людини й тварин, застосування

біомаси спіруліни в медико-біологічних процедурах лікувального й профілактичного характеру. Особливе місце займає застосування біомаси спіруліни в якості джерела мікроелементів (селен, йод тощо), необхідних для повноцінної життєдіяльності людини. Як готовий до вживання продукт біомасу спіруліни використовують в різних сферах людської діяльності: тваринництві, бджільництві, птахівництві, ветеринарії, медицині, косметології, спорті та ін. Другий напрямок є не менш важливим – одержання із біомаси мікроводоростей інших важливих речовин: вітамінів, амінокислот, протеїну, ліпідів та пігментів, тощо [12].

Найчастіше спіруліну вживають у вигляді суспензій, таблеток чи порошку безпосередньо як харчову добавку до раціону. Регулярне споживання її біомаси (1–2 г на день) дозволяє підтримувати стан організму на належному рівні, оскільки вона має доведені антивірусні, антибактеріальні, антиоксидантні, протидіабетичні, протиракові та протизапальні властивості. Також доведено, що спіруліна і продукти з неї не мають побічних ефектів та загалом не несуть жодної шкоди організмам тварин та людей. Через це ці водорості і називають «суперфудом» [10, 23].

Спіруліна має доволі специфічний смак і запах, що загалом притаманний водоростям. Вчені розробляють рецептури харчових продуктів зі спіруліною, щоб населення могло потроху вводити спіруліну у свій раціон у складі цих продуктів.

Спіруліна знайшла своє використання: як сировина для розширення асортименту м'ясних січених виробів, як сировина для збагачення вершкового масла у поєднанні з цистозірою і як добавка при виробництві пшеничного хліба. Вчені відзначили, що використання спіруліни підвищило біологічну цінність вищезазначених продуктів, не вплинуло на структурно-механічні властивості виробів та внесло очікувані зміни в органолептичні показники якості [24–26].

Шидловська О.Б. з колегами дослідили можливість використання спіруліни в дитячому харчуванні, а саме розробили рецептуру яблучно-вершкового мусу, збагаченого спіруліною. Отримана страва мала підвищений вміст вітамінів, амінокислот та мінеральних речовин (селен, йод, залізо) [27].



Лавриненко А.О. та Силка І.М. дослідили перспективу використання спіруліни, страв та напоїв з неї у закладах ресторанного харчування. Розроблена ними страва дала можливість розширити оздоровче меню за рахунок того, що отриманий напій має високий вміст нутрієнтів та не високу енергетичну цінність. Така страва може з легкістю зацікавити споживачів, яких турбує власне здоров'я [28].

Вченими Мексики було досліджено використання білка, виділеного зі спіруліни. Він виявився бажаним емульгатором і стабілізатором для систем емульсійного типу, порівняним з найбільш комерційно використовуваним білком у харчових продуктах як технологічна функціональна добавка. Розроблені ними макаронні вироби показали вищу поживну цінність порівняно з контрольною пастою. Поживний профіль розроблених макаронних виробів за вмістом білків та мінералів може сприяти задоволенню потреб найбільш вразливих груп населення, таких як вагітні жінки та жінки, що годують груддю, люди похилого віку, діти, і особливо в регіонах з низьким рівнем доходу [29].

Спіруліна також є корисною добавкою при вирощуванні аквакультури. У цій галузі її застосовують у вигляді порошку, пігулок, чипсів, пластівців та гранул. Через свою високу поживну цінність спіруліна позитивно впливає на ріст та здоров'я організмів [3, 30].

Також спіруліна є перспективною сировиною для виробництва біогазу (вміст метану 85 %) та добрив (63 % органіки, що містить кальцій, сіліцій, фосфор і калій) [11].

### 1.3 Використання нетрадиційної сировини у рецептурах кексів

Значними недоліками традиційних рецептур кексів є їх висока калорійність, вміст цукру та вуглеводів, і саме головне – бідний вміст нутрієнтів, таких як вітаміни, амінокислоти, жирні кислоти, харчові волокна, мінеральні речовини, тощо [31]. Тому нами вивчено питання стосовно використання різних добавок, які характеризуються вмістом цінних нутрієнтів, у рецептурах кексів.

З метою збагачення кексів різними нутрієнтами та надання готовим виробам оздоровчих властивостей використовують різні види нетрадиційної сировини (фітокомпозиції, овочеві та фруктові пюре і порошки, порошки з різної рослинної сировини, борошно кукурудзяне, житнє, рисове, гречане, сочевичне, кокосове, вівсяне, конопляне, із зародків кукурудзи, олія кунжутна, рижієва, кокосова, кісточок винограду, зародків пшениці, насіння гарбуза, клітковина гарбузова, пшенична, яблучна, тощо) – таблиця 1.13.

Таблиця 1.13 – Характеристика рецептур кексів оздоровчого призначення

Джерело	Назва продукту	Склад	Оздоровчий ефект
1	2	3	4
[32]	Кекс	Борошно пшеничне вищого сорту, борошно рисове, збагачувальна фітокомпозиція «Жемчуг» (сухе знежирене молоко, фосфат кальцію), цукор-пісок, масло вершкове, меланж, сіль, родзинки, цукор-пудра, есенція, амоній	Підвищена поживна і біологічна цінність, підвищений вміст макро- та мікроелементів Fe, K, Mg, P), вітамінів (вітаміни групи B, A, E, PP, фолієва кислота).
[33]	Кекс «Фруктовий»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, масло вершкове, меланж, сіль кухонна харчова, родзинки, натрій двовуглекислий, порошок банановий, вода, пудра рафінадна	Збільшений вміст харчових волокон (пектинів, клітковини), вітамінів та мінеральних речовин, знижена калорійність
[34]	Кекс безглютеновий	Борошно кукурудзяне, цукор, маргарин, меланж, вуглеамонійна сіль, есенція	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиацію
[35]	Кекс «Кунжутний»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, яйця курячі, маргарин, родзинки,	Підвищений вміст вітамінів (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , PP, C), покращений амінокислотний склад,

Продовження табл. 1.13

1	2	3	4
		сіль кухонна, амоній, ванілін, борошно житнє обдирне, порошок листя ожини сизої, ромашки лікарської та листя смородини чорної, молочна сироватка, олія кунжутна	збалансований жирнокислотний склад та підвищена біологічна цінність
[36]	Кекс безглютеновий	Борошно рисове, цукор, маргарин, меланж, вуглеамонійна сіль, есенція	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиацію
[37]	Кекс безглютеновий	Борошно гречане, цукор, маргарин, меланж, вуглеамонійна сіль, есенція	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиацію, підвищена біологічна цінність
[38]	Кекс «Чорничний»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, яйця курячі, маргарин, родзинки, сіль кухонна, амоній, ванілін, борошно гречане, молоко сухе знежирене, плоди чорниці, порошок кореню цикорію та квітів фіалки триколірної	Покращений амінокислотний склад за рахунок збільшеного вмісту лізину, треоніну, валіну, ізолейцину, лейцину, тирозину; підвищена біологічна цінність виробу; підвищений вміст вітамінів (С, В <sub>1</sub> ) та мінеральних речовин (Mg, P, Fe)
[39]	Кекс «Гарбузовий»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, яйця курячі, ядра кеш'ю, вуглекислий амоній, есенція ванільна, масло вершкове, клітковина гарбузова, олія кісточок винограду, олія	Збільшений вміст харчових волокон, вітамінів (А, Е), макроелементів (К, Mg, P, Ca) та мікроелементів (Fe), збільшений вміст поліненасичених жирних кислот ω-6:ω-3 у оптимальному

Продовження табл. 1.13

1	2	3	4
		рижієва, емульгатор	співвідношенні (9:1)
[40]	Кекс рожевий	Борошно пшеничне першого сорту, цукор-пісок, маргарин, меланж, сіль, журавлина в'ялена, рафінована пудра, есенція, сода питна, буряковий порошок	Підвищений вміст вітамінів (А, С, групи В) та мінеральних речовин
[41]	Кекс «Зернятко»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, яйця курячі, ядра кеш'ю, вуглекислий амоній, есенція ванільна, масло вершкове, клітковина пшенична, олія зародків пшениці та рижієва, емульгатор	Збільшений вміст харчових волокон, вітамінів (А, Е), макроелементів (К, Mg, P, Ca) та мікроелементів (Fe), збільшений вміст поліненасичених жирних кислот
[42]	Кекс «Подольанка»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, ядра кеш'ю, яйця курячі, вуглекислий амоній, есенція ванільна, масло вершкове, клітковина яблучна, олія зародків пшениці та рижієва, емульгатор	Збільшений вміст харчових волокон, вітаміну Е, макроелементів (К, Mg, P, Ca) та мікроелементів (Fe), збільшений вміст поліненасичених жирних кислот
[43]	Кекс «Кульбабка»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор білий кристалічний, масло вершкове, сіль харчова, вуглекислий амоній, виноград сушений (родзинки), цукрова пудра, борошно із зародків кукурудзи, яйця, сода	Підвищений вміст білку та клітковини

Продовження табл. 1.13

1	2	3	4
		харчова	
[44]	Кекс безглютеновий	Борошно рисове, борошно кукурудзяне, цукор-пісок, масло вершкове, молочно-білковий концентрат сколотин, меланж, амоній двовуглекислий, двовуглекислий натрій	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиакію, підвищена поживна цінність, збалансований вміст поживних речовин
[45]	Кекс шоколадний безглютеновий	Борошно рисове, борошно кукурудзяне, какао-порошок, цукор-пісок, масло вершкове, молочно-білковий концентрат сколотин, меланж, амоній двовуглекислий, двовуглекислий натрій	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиакію, підвищена поживна цінність, збалансований вміст поживних речовин
[46]	Кекс функціонального призначення	Борошно пшеничне, цукор-пісок, маргарин або вершкове масло, меланж, сода, вуглеамонійна сіль, есенція, лактулоза	Наявність пребіотика, що стимулює ріст і розвиток захищеної мікрофлори кишечника – біфідо- і лактобактерій
[47]	Безглютеновий кекс «Гречано-сочевичний»	Борошно гречане та сочевичне, цукор-пісок, масло вершкове, яйця курячі, сіль, коньяк, какао-порошок, амоній вуглекислий	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиакію, підвищена поживна і біологічна цінність, низький глікемічний індекс
[48]	Кекс підвищеної харчової цінності	Борошно пшеничне, масло вершкове, цукор-пісок, меланж, карбонат натрію, есенція, концентрат сироваткових білків, динатрій пірофосфат	Підвищена поживна цінність за рахунок високого вмісту повноцінних легкозасвоюваних білків
[49]	Безглютеновий	Борошно кокосове, олія	Відсутність глютену, що

Продовження табл. 1.13

1	2	3	4
	кекс спеціального призначення	кокосова, цукор білий кристалічний, коньяк, яйце куряче, сода харчова, вода	дозволяє споживати виріб хворим на целиацію, підвищена поживна і біологічна цінність
[50]	Кекс чайний з морквою	Борошно пшеничне першого сорту, цукор-пісок, маргарин, меланж, сіль, родзинки, пудра рафінадна, есенція, сода питна, морквяний порошок	Підвищений вміст вітамінів А, С, В <sub>6</sub> та мінеральних речовин
[51]	Безглютеновий кекс спеціального призначення «Особливий»	Пюре з пророщених бобів мунг (маш), маргарин, цукор білий кристалічний, борошно кукурудзяне, меланж, вуглеамонійна сіль, вода	Відсутність глютену, що дозволяє споживати виріб хворим на целиацію, підвищений вміст білка
[52]	Кекс з овочево-ягідною добавкою	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, масло вершкове, меланж, сіль, родзинки, пудра рафінадна, есенція, амоній вуглекислий, пюре сирої моркви, пюре червоних порічок	Підвищена біологічна та поживна цінність за рахунок наявності пектинових речовин, харчових волокон, β-каротину
[53]	Кекс з начинкою «Елітний»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор білий, яйця курячі, маргарин, сіль кухонна, вуглеамонійна сіль, ванільний цукор, борошно вівсяне, порошок м'яти перцевої, квасолевий, та прополісу, молочна сироватка, глазур шоколадна, мед	Підвищений вміст білків, антиоксидантів, мікроелементів (Cu, Mn, Sr, Fe, I <sub>2</sub> , Zn, Se, Si, V), макроелементів (Ca, K, Mg, P), вітамінів (В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , РР, Е)

Продовження табл. 1.13

1	2	3	4
		натуральний з прополісом, харчова їстівна плівка (крохмаль картопляний, цукор, яблучний сік)	
[54]	Кекс, збагачений бурими водоростями <i>Ascophyllum nodosum</i>	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор білий, масло вершкове, яйця, розпушувач для тіста, ванілін, мак, бурі водорості <i>Ascophyllum nodosum</i>	Підвищений вміст йоду, що дозволяє споживати виріб для профілактики йододефіциту населення
[55]	Кекс «Морячок»	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, яйця курячі, маргарин, родзинки, сіль кухонна, амоній, ванілін, борошно вівсяне, порошок листя бадану товстолистого, листя малини, ламінарії (морської капусти) та підбілу звичайного, олія гарбузового насіння	Підвищений вміст вітамінів (А, Е, D, В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , В <sub>12</sub> , С), мінеральних речовин (I <sub>2</sub> , Br, К, Na, Са, Mg, Cu, Со, В, Fe, Zn, Se)
[56]	Кекс «Конопляний»	Борошно пшеничне, борошно конопляне напівзнежирене, яйця курячі, масло вершкове, цукор ванільний, розпушувач тіста, цукор-пісок, сіль харчова, сушена журавлина	Підвищений вміст білків, поліненасичених жирів, мікро- та макроелементів

Аналізуючи дані табл. 1.13, вважаємо, що заміна певної частини пшеничного борошна на функціональні добавки у вигляді порошоків є найкращим способом збагачення кексів з технологічної точки зору. Водорості спіруліна і

хлорела не використовують у технологіях кексів, тому обраний напрям досліджень є новим та актуальним на сьогодні.

### Висновки за розділом

Охарактеризовано склад, сферу застосування і оздоровчі властивості спіруліни та хлорели як перспективної сировини для харчової промисловості.

Перспективним є внесення до традиційних рецептур кексів різних добавок (фітокомпозицій, овочевих та фруктових пюре і порошків, порошків з різної рослинної сировини, борошна кукурудзяного, житнього, рисового, гречаного, сочевичного, кокосового, вівсяного, конопляного, із зародків кукурудзи, олії кунжутної, рижієвої, кокосової, кісточок винограду, зародків пшениці, насіння гарбуза, клітковини гарбузової, пшеничної, яблучної, тощо). Всі ці функціональні компоненти, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, дають змогу одержати кекси з покращеними поживною й біологічною цінністю, органолептичними показниками якості. Такі технологічні прийоми дають змогу розширити асортиментний ряд кексів саме оздоровчого призначення, що підтверджує перспективність висунутої у кваліфікаційній роботі гіпотези. Водорості спіруліна і хлорела не використовують у технологіях кексів, тому обраний напрям досліджень є новим та актуальним на сьогодні.

Отже, метою кваліфікаційної роботи є розроблення рецептури кексів, збагачених водоростями, такими як хлорела і спіруліна, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів, орієнтованих на споживачів, які підтримують напрям здорового харчування.



## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Об'єкт та предмет дослідження

На основі аналітичного огляду запропоновано виготовити дослідні зразки кексів, збагачених порошком із водоростей спіруліни та хлорели, провести аналіз їх органолептичних показників якості, а також визначити вміст протеїну, жирів, клітковини, золи, мікро- і макроелементів найвдаліших зразків та порівняти одержані результати з прототипом.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва кексів, збагачених водоростями. Предмет дослідження – показники складу та якості кексів. Виготовлення та дослідження органолептичних показників якості дослідних зразків кексів проводили в навчальній лабораторії з харчових технологій кафедри харчових технологій. Дослідження вмісту протеїну, жирів, клітковини, золи, мікро- і макроелементів одержаних зразків проводили в лабораторіях Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

### 2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі

Сировина, яку використано для виготовлення дослідних зразків кексів – борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Дніпромлин», цукор білий кристалічний третьої категорії ТМ «Повна чаша», виноград сушений кишмиш ТМ «Своя лінія», масло солодковершкове «Селянське» ТМ «Богодухівський молзавод», яйця курячі харчові столові вищої категорії ТМ «Ясенсвіт», пудра цукрова ТМ «Вигода», сіль кухонна кам'яна мелена першого гатунку ТМ «Артемсіль», цукор ванільний ТМ «Мрія», розпушувач тіста ТМ «Dr. Oetker», порошок водорості спіруліна і таблетки хлорела ТМ «Superfoods Manteca» (рис. 2.1).



1



2



3



4



5



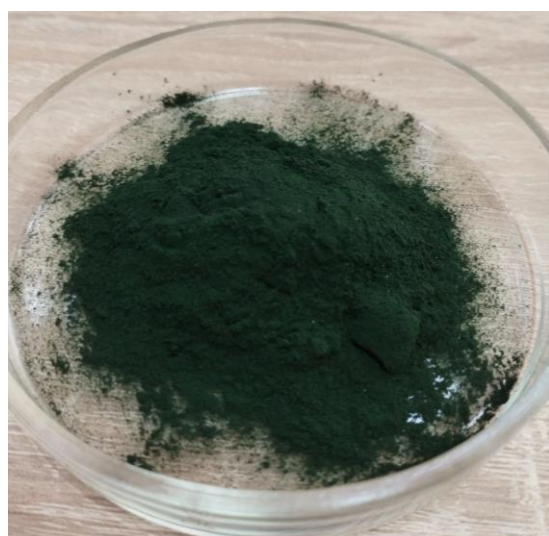
6



7



8



9



10

Рисунок 2.1 – Сировина для дослідження: 1 – борошно пшеничне, 2 – цукор-пісок, 3 – родзинки, 4 – масло вершкове, 5 – меланж, 6 – сіль харчова, 7 – цукор ванільний, 8 – розпушувач, 9 – спіруліна, 10 – хлорела

Порошок зі спіруліни і хлорели має цінний склад і його можна позиціонувати як добавки для збагачення харчових продуктів.

Спіруліна містить у своєму складі 50–70 % білків, 6–13 % ліпідів, 15–25 % вуглеводів, до 1 % клітковини, 3–11 % золи, мікро- (Ферум, Купрум, Манган, Цинк, Хром) та макроелементи (Фосфор, Калій, Кальцій, Магній, Натрій), вітаміни (групи В, К, Е), амінокислоти (ізолейцин, лейцин, метіонін, фенілаланін, тирозин, треонін, валін, лізин, аргінін, гістидин, аланін, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, гліцин, пролін, серин, цистеїн, триптофан), жирні кислоти

(лауринова, міристинова, пальмітинова, пальмітолеїнова, стеаринова, олеїнова, лінолева,  $\gamma$ -ліноленова, бегенова) та пігменти (хлорофіл, каротиноїди, фіконіацин) [8, 15–18].

Хлорела містить у своєму складі 43–72 % білків, 5–20 % ліпідів, 5–55 % вуглеводів, до 7–18 % клітковини, 6–7 % золи, мікро- (Ферум, Купрум, Манган, Цинк) та макроелементи (Фосфор, Калій, Кальцій, Магній, Натрій), вітаміни (групи В, К, Е, А, С, D), амінокислоти (ізолейцин, лейцин, метіонін, фенілаланін, тирозин, треонін, валін, лізин, аргінін, гістидин, аланін, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, гліцин, пролін, серин, цистеїн, триптофан), жирні кислоти (лауринова, міристинова, пантадеценова, пальмітинова, пальмітолеїнова, маргарінова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова,  $\gamma$ -ліноленова, арахідова, арахідонова, ейкопентазенова) та пігменти (хлорофіл, каротиноїди) [3, 5, 7–9].

Якість сировини, яка використана в дослідженні, відповідає вимогам діючої нормативної документації (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Відповідність якості сировини вимогам нормативної документації

№ з/п	Компонент	Нормативна документація, якій повинна відповідати якість сировини
1	Борошно пшеничне	ГСТУ 46.004–99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»
2	Цукор білий кристалічний	ДСТУ 4623-2006 «Цукор білий. Технічні умови»
3	Родзинки	ТУ У 10.8-30664064-006:2015
4	Масло солодковершкове «Селянське»	ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови»
5	Яйця курячі харчові столові	ТУ У 01.2-05477066-001:2008
6	Сіль кухонна кам'яна	ДСТУ 3583-2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою»
7	Цукор ванільний	ТУ У 10.8-01553439-008:2016
8	Пудра цукрова	ТУ У 10.8-37935852:002:2016

Для виготовлення дослідних зразків кексів використовували прилади та обладнання, зображені на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Прилади і обладнання для виготовлення дослідних зразків кексів

### 2.3 Методика виготовлення дослідних зразків кексів

При проведенні дослідження за прототип було обрано рецептуру кексу «Столичний» згідно [57], у рецептурі якого частково замінили борошно пшеничне порошком з водоростей, а саме спіруліни та хлорели. У результаті одержано 9 дослідних зразків з наступним відсотковим співвідношенням:

- 1) контрольний зразок – кекс «Столичний»;
- 2) зразок №1 – кекс із заміною 2,5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 3) зразок №2 – кекс із заміною 5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;

- 4) зразок №3 – кекс із заміною 7,5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 5) зразок №4 – кекс із заміною 10 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 6) зразок №5 – кекс із заміною 2,5 % пшеничного борошна порошком з хлорели;
- 7) зразок №6 – кекс із заміною 5 % пшеничного борошна порошком з хлорели;
- 8) зразок №7 – кекс із заміною 7,5 % пшеничного борошна порошком з хлорели;
- 9) зразок №8 – кекс із заміною 10 % пшеничного борошна порошком з хлорели.

Виробництво дослідних зразків кексів включало такі стадії: підготовка сировини, приготування тіста, випікання виробів та їх охолодження.

Підготовка сировини передбачала зважування всіх компонентів за рецептурою кексів, просіювання сипких компонентів, розтоплення масла вершкового. Готували тісто для кексів наступним чином: за допомогою міксера спочатку збивали меланж з цукром протягом 2 хв, після чого додавали охолоджене розтоплене масло, сіль, цукор ванільний і продовжували збивання. Далі всипали просіяне борошно пшеничне, розпушувач та порошок із водоростей, продовжували збивання. У кінці додавали родзинки і обережно перемішували тісто вручну. На половину заповнювали форми тістом. Випікали при температурі 200 °C протягом 20 хв.

Структурна схема виробництва дослідних зразків кексів зображена на рис. 2.3.

#### 2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків кексів

Проби для проведення аналізу показників складу та якості відбирали відповідно до ДСТУ 4619:2006 «Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб».

Згідно з ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови» за органолептичними показниками кекси без начинки повинні відповідати вимогам, зазначеним в табл. 2.2.

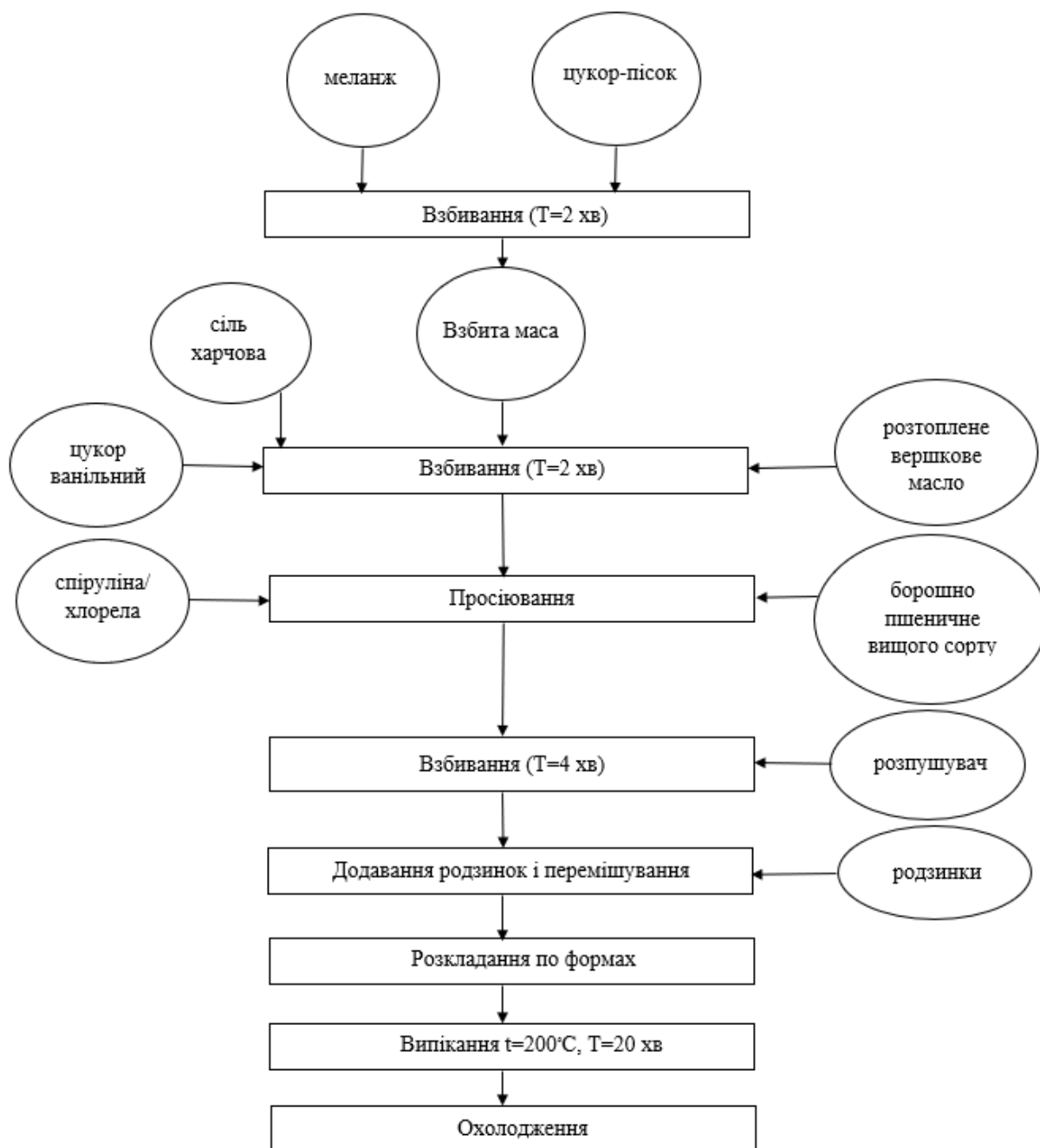


Рисунок 2.3 – Структурна схема виробництва дослідних зразків кексів

Таблиця 2.2 – Органолептичні показники якості кексів [58].

Назва показника	Характеристика кексів
1	2
Форма	Правильна, що відповідає формі, встановленій за рецептурою без надломів
Поверхня	Непідгоріла. Поверхня глазурованих кексів не повинна мати слідів «посивіння» та плям. Поверхня кексів, виготовлених на хімічних розпушувачах може бути з наявністю тріщин і

## Продовження табл. 2.2

1	2
	розривів, які не змінюють товарного виду продукції. Помадна глазур не повинна бути липка або зацукрована
Колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого. Колір нижньої кірочки може відрізнятися від кольору верхньої і бокової кірочки
Вид у розломі	Добре пропечений кекс, без закалу і слідів непромісу. За наявності крупних добавок вони повинні бути достатньо рівномірно розподілені у виробах
Смак та запах	Властиві даному сорту кекса, без стороннього присмаку та запаху.

Сенсорний аналіз проводили відповідно до ДСТУ 4683:2006 «Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин». При дегустації для оцінки якості кондитерського виробу використовували бальну систему оцінювання із застосуванням вагових коефіцієнтів. Показники складу та якості кексів визначали згідно відповідних нормативних документів (табл. 2.4).

Таблиця 2.3 – Показники складу та якості кексів

Показник	Методи дослідження
1	2
Вміст сирого протеїну, %	ДСТУ 7169:2010 «Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну»
Вологість, %	ДСТУ 4910:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин»
Вміст сирого жиру, %	ДСТУ 5060:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначання масової частки жиру»
Вміст сирі клітковини, %	ДСТУ ISO 6865:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сирі клітковини методом проміжного фільтрування»
Вміст загальної золи, %	ДСТУ 4672:2006 «Вироби кондитерські. Методи визначення золи і металомангнітних домішок»



Продовження табл. 2.3

1	2
Вміст золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, %	ДСТУ 4672:2006 «Вироби кондитерські. Методи визначення золи і металоманітних домішок»
Вміст макронутрієнтів, г/кг	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
Вміст мікронутрієнтів, мг/кг	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В

### Висновки за розділом

Визначено об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологія виробництва кексів, збагачених водоростями. Предмет дослідження – показники складу та якості кексів. Наведено прилади й матеріали, використані в кваліфікаційній роботі. Охарактеризовано порошок спіруліни і хлорели як функціональну добавку при виробництві кексів. Описано методику виготовлення дослідних зразків кексів, наведено нормативні документи щодо методик визначення їх показників якості.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Постановка задачі дослідження

Борошняні кондитерські вироби, у тому числі і кекси, користуються величезним попитом серед вітчизняних споживачів. Але недостатній вміст нутрієнтів у цій групі товарів спонукає фахівців харчової промисловості збагачувати традиційні вироби біологічно активними речовинами.

Виходячи з вищесказаного, метою наших досліджень визначено розроблення рецептури кексів, збагачених водоростями, такими як хлорела і спіруліна, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів, орієнтованих на споживачів, які підтримують напрям здорового харчування.

Для досягнення зазначеної мети нами поставлено задачі:

- проаналізувати асортимент кексів оздоровчого призначення;
- виготовити дослідні зразки кексів, збагачених спіруліною і хлорелою;
- провести аналіз органолептичних показників дослідних зразків (кожного окремо відповідно до ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», дегустаційна оцінка);
- визначити фізико-хімічні показники якості (вміст протеїну, жирів, клітковини, золи мікро-, макроелементів) обраних після дегустації дослідних зразків, порівняти їх з контрольним зразком кексів;
- розробити структурну схему виробництва кексів, збагачених порошком з водоростей, та провести розрахунки загальних витрат на дослідження.

#### 3.2 Асортиментний аналіз кексів оздоровчого призначення

Здоров'я, як відомо, – наш безцінний скарб. Здорова людина не має віку, їй підвладне все, вона впевнено йде по життю та легко досягає своїх цілей. Здоров'я

напряму залежить від нашого харчування. Тому, здорове харчування на сьогодні є новітнім викликом нашого суспільства.

Цікавим було дослідити асортимент борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення, точніше кексів, які реалізують на українському ринку (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Асортимент кексів оздоровчого призначення

№	Назва продукту	Виробник	Регіон	Основний компонент рецептури	Додаткова сировина
1	2	3	4	5	6
1.	Кекси без глютену з абрикосовим джемом «Magdalenas»	Dr.Schar	Італія	Джем абрикосовий, цукор, яйця, олія соняшникова, крохмаль кукурудзяний, вода, крохмаль рисовий, фруктовий екстракт, розпушувач	Рисове та кукурудзяне борошно
2.	Кекс без глютену зі шматочками шоколаду	Valviten	Польща	Олія соняшникова, цукор, яйця, крохмаль картопляний, темний шоколад 6,0%, крохмаль модифікований, вода, порошок яєчного білка, розпушувачі	Олія кокосова в порошку, білок гороховий
3.	Мафіни без додавання цукру з ванільно-вершковою начинкою	Power Pro	Україна	Борошно пшеничне вищого сорту, вода, порошок яєчний, сироватка молочна суха, ванілін, сіль, крохмаль кукурудзяний, розпушувач	Сукралоза, масло кокосове
4.	Кекс La Madeleine	St Michel	Франція	Борошно пшеничне, цукор, яйця, розпушувачі, сіль, крохмаль, ароматизатори	Олія ріпакова, патока

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
5.	Кекс «Рум'янець» «Шоколадний»	ТОВ «Хлібодар»	Україна	Цукор білий, борошно пшеничне вищого сорту, крохмаль пшеничний, какао-порошок, глюкозний сироп, молоко сухе знежирене, розпушувачі, олія соняшникова, сіль	Екстракт моркви

Виходячи з аналізу табл. 3.1 можна зробити висновок, що асортимент кексів оздоровчого призначення доволі малий, що підтверджує правильність обраного напрямку досліджень. Для наших досліджень ми вирішили обрати порошок водоростей – спіруліни і хлорели, які зарекомендували себе як чудова сировина, яка володіє вмістом цінних нутрієнтів.

### 3.3 Обґрунтування доцільності виготовлення кексів, збагачених порошком з водоростей

Кекси – один з найпоширеніших кондитерських виробів. На сьогодні є доцільним використання у борошняних кондитерських виробках нетрадиційної сировини. Це дає можливість поліпшити функціональний склад виробів, зберігши притаманний зовнішній вигляд і гарні смакові якості, або ж надати якихось особливих органолептичних показників, через що кінцева продукція здобуде значну популярність.

Аналізуючи опрацьовані літературні дані, слід зазначити, що багато вчених вивчають питання покращення рецептурного складу традиційної рецептури кексів за рахунок додавання різних біологічно активних добавок, таких як: фітокомпозиції, овочеві та фруктові пюре і порошки (бананові, бурякові, морв'яні, з бобів маш, червоної порічки), порошки з різної рослинної сировини

(листя ожини сизої, ромашки лікарської, листя смородини чорної, кореню цикорію, квітів фіалки трикольної, м'яти перцевої, бурих водоростей, листя бадану товстолистого, листя малини, ламінарії, підбілу звичайного), борошно різних культур (кукурудзяне, житнє, рисове, гречане, сочевичне, кокосове, вівсяне, конопляне, із зародків кукурудзи), олія (кунжутна, рижієва, кокосова, кісточок винограду, зародків пшениці, насіння гарбуза), клітковина (гарбузова, пшенична, яблучна), тощо.

Потрібно взяти до уваги оздоровчі властивості водоростей, обраних для дослідження, а саме спіруліни та хлорели. Хлорелу спочатку вирощували як дешевий аналог м'яса. Через деякий час з'ясували, що вона – не тільки цінне джерело білку, а й інших унікальних сполук (пантотенової кислоти, хлорофілу, хлорелану, тощо). Тому хлорела володіє такими оздоровчими властивостями:

- підвищує незаражувальні функції печінки;
- володіє очищувальними і антибактеріальними властивостями;
- зміцнює імунну систему;
- сприяє синтезу інтерферону;
- сприяє загальному оздоровленню шлунково-кишкового тракту;
- знижує рівень холестерину;
- захищає природну мікрофлору [59].

Спіруліна – це мікроводорість, яка характеризується підвищеною біологічною активністю і високим вмістом необхідних для організму людини речовин, потрібних для здорового функціонування. Білок спіруліни рекомендують споживати людям при підвищеній втомі, зниженій працездатності, великих розумових та фізичних навантаженнях. Спіруліна також містить у своєму складі фікоціанін, який є потужним антиоксидантом, протипухлинною речовиною, природним імуностимулятором. Оздоровчі властивості спіруліни полягають і тому, що вона:

- сприяє покращенню кровотворення і стану стовбурових клітин головного мозку;
- допомагає при профілактиці грипу [60];

- нормалізує обмінні процеси;
- поповнює вітамінний та мінеральний баланс організму;
- сприяє очищенню організму від токсинів та шлаків;
- знижує рівень холестерину в крові [61].

На нашу думку заміна певної частини борошна пшеничного на порошок з водоростей є цікавим способом збагачення кексів, який ще не вивчався. Тому нами вирішено розробити рецептуру кексів за рахунок додавання порошку із водоростей, а саме спіруліни і хлорели, які раніше не використовувались вченими у технологіях кексів.

За прототип для проведення досліджень було обрано рецептуру кексу «Столичний» згідно [57].

У табл. 3.2 наведено поживну та енергетичну цінність за інформацією з етикеток порошку спіруліни і хлорели ТМ «Superfoods Manteca», використаних в дослідженні.

Таблиця 3.2 Поживна та енергетична цінність порошку спіруліни та хлорели, використаних у дослідженні

Назва водоростей	Поживна цінність, г/100 г продукту			Енергетична цінність, кКал
	білків	жирів	вуглеводів	
Спіруліна	4,2	2,5	9,9	79
Хлорела	66,6	0,5	16,7	393

Запропоновані рецептури кексів, збагачених порошком з водоростей, представлено в таблиці 3.3. Кекси виготовляли згідно п.п. 2.3.

Таблиця 3.3 – Рецептури кексів на 100 г готового продукту

№ з/п	Сировина	Вміст в рецептурі, г								
		прото-типу	Дослідних зразків							
			№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Борошно пшеничне	31,2	30,4	29,6	28,9	28,1	30,4	29,6	28,9	28,1

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	вищого сорту									
2	Цукор- пісок	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4
3	Родзинки	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4
4	Масло вершкове	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3
5	Меланж	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7
6	Пудра рафінадна	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	Карбонат амонію	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8	Сіль	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9	Цукор ванільний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
10	Порошок зі спіруліни / з хлорели	-	0,8	1,6	2,3	3,1	0,8	1,6	2,3	3,1

Після виготовлення дослідних зразків кексів (рис. 3.1–3.3) провели дослідження їх якості.



Контрольний зразок



Зразок №1 (кекс із заміною 2,5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни)



Зразок №2 (кекс із заміною 5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни)



Зразок №3 (кекс із заміною 7,5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни)



Зразок №4 (кекс із заміною 10 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни)



Зразок №5 (кекс із заміною 2,5 % пшеничного борошна порошком з хлорели)



Зразок №6 (кекс із заміною 5 % пшеничного борошна порошком з хлорели)





Зразок №7 (кекс із заміною 7,5 % пшеничного борошна порошком з хлорели)



Зразок №8 (кекс із заміною 10 % пшеничного борошна порошком з хлорели)

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд готових виробів дослідних зразків кексів

### 3.4 Визначення органолептичних показників якості кексів

Після виготовлення контрольного та дослідних зразків кексів з додаванням порошку спіруліни й хлорели провели їх сенсорний аналіз. На рис. 3.2 та 3.3 можна побачити різницю впливу відсотку доданого збагачувача на зовнішній вигляд та структуру виробу.

Контрольним зразком був кекс «Столичний» зі 100 %-вмістом борошна пшеничного вищого сорту. Негативних показників при виготовленні виробу не виявлено. Всі наступні зразки у ході роботи були достатньо сформовані. Слід відмітити, що готові зразки мали тріщини на поверхні, що пов'язано з використанням розпушувачу. Але помічена тенденція, що чим більший був вміст порошку з водоростей, тим більші тріщини мали вироби на поверхні.

Результати органолептичної оцінки показників якості готових кексів наведені у табл. 3.4.



а)



б)

Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд кексів, збагачених водоростями: а – Кекси, збагачені спіруліною (зліва направо) – зразок №1, зразок №2, зразок №3, зразок №4; б – Кекси, збагачені хлорелою (зліва направо) – зразок №5, зразок №6, зразок №7, зразок №8.



а)



б)

Рисунок 3.3 – Одержані дослідні зразки у розрізі: а – Кекси, збагачені спіруліною (зліва направо) – зразок №1, зразок №2, зразок №3, зразок №4; б – Кекси, збагачені хлорелою (зліва направо) – зразок №5, зразок №6, зразок №7, зразок №8.

Таблиця 3.4 – Органолептична оцінка якості готових кексів

Номер зразку	Показники				
	Форма	Поверхня	Колір	Вид у розломі	Смак та запах
1	2	3	4	5	6
К*	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні незначні тріщини	Світло-коричневий	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, без стороннього запаху та присмаку
1	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні незначні тріщини	Світло-зелений	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, наявний легкий приємний присмак спіруліни, без стороннього запаху
2	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні тріщини	Зелений	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, наявний приємний присмак спіруліни, без стороннього запаху
3	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні тріщини	Темно-зелений	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, наявний приємний присмак спіруліни, без стороннього запаху
4	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні значні тріщини	Темно-зелений	Наявні непропечені ділянки	Характерний даному виробу, наявний сильний присмак спіруліни, наявний запах спіруліни
5	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні незначні тріщини	Світло-зелений	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, без стороннього запаху, наявний легкий приємний присмак хлорели

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
6	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні незначні тріщини	Зелений	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, без стороннього запаху, наявний легкий приємний присмак хлорели
7	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні тріщини	Темно-зелений	Добре пропечений кекс, без слідів непромісу	Характерний даному виробу, без стороннього запаху, наявний приємний присмак хлорели
8	Правильна, відповідає формі, у якій проводилось випікання, без надломів	Непідгоріла, наявні значні тріщини	Темно-зелений	Наявні непропечені ділянки	Характерний даному виробу, наявний сильний присмак хлорели, наявний запах хлорели

\*Примітка:

К – контрольний зразок – кекс «Столичний»;

- 1) зразок №1 – кекс із заміною 2,5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 2) зразок №2 – кекс із заміною 5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 3) зразок №3 – кекс із заміною 7,5 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 4) зразок №4 – кекс із заміною 10 % пшеничного борошна порошком зі спіруліни;
- 5) зразок №5 – кекс із заміною 2,5 % пшеничного борошна порошком з хлорели;
- 6) зразок №6 – кекс із заміною 5 % пшеничного борошна порошком з хлорели;
- 7) зразок №7 – кекс із заміною 7,5 % пшеничного борошна порошком з хлорели;
- 8) зразок №8 – кекс із заміною 10 % пшеничного борошна порошком з хлорели.

Аналізуючи дані табл. 3.4, слід зазначити, що всі дослідні зразки кексів відповідають вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», окрім найбільш відмінних від вимог стандарту дослідних зразків №4 і №8, що не задовольняють вимоги за смаковими якістьми, запахом та поверхнею.

Для надання готовим виробам бальної оцінки працювало 10 експертів серед звичайних споживачів (співробітники та здобувачі ДДАЕУ). Оцінювали за

показниками: форма, поверхня, колір, вид у розломі, смак та запах. Загальна середня бальна оцінка наведена у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники якості дослідних зразків кексів

Показник	Зразки бісквітів								
	К	1	2	3	4	5	6	7	8
Форма	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Поверхня	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Колір	5	3,8	4,6	5	5	3,6	4,4	5	5
Запах	5	5	5	5	4,6	5	5	5	4,4
Смак	5	5	5	5	4,6	5	5	5	4,4
Вид у розломі	5	5	5	5	4,8	5	5	5	4,8
Загальна органолептична оцінка	50,0	48,2	49,4	50,0	47,4	47,9	49,1	50,0	46,2

До кожного показника застосували коефіцієнт вагомості: для форми – 0,5, для поверхні – 1, для кольору – 1,5, для запаху – 3, для смаку – 3, для виду у розломі – 1.

Органолептичний профіль дослідних зразків кексів наведений на рисунку 3.4.

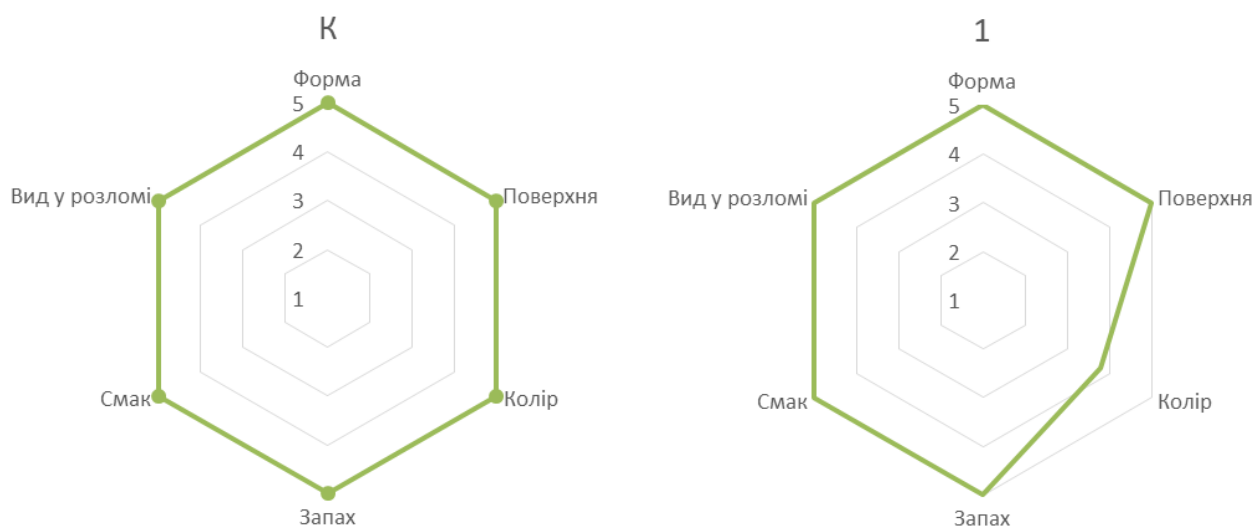






Рисунок 3.4 – Органолептичний профіль дослідних зразків кексів

На основі значення загальної органолептичної оцінки побудовано гістограму (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Загальна органолептична оцінка

З таблиці 3.5 та гістограми (рис. 3.5) зрозуміло, що всі дослідні зразки кексів одержали достатньо високий бал. За одержаними даними найменшу балову оцінку отримали зразки №4 і №8 (10 % заміна пшеничного борошна порошком водоростей). Найвищу оцінку отримали контрольний і зразки №3 та №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком з водоростей).

Після визначення органолептичних показників якості вирішено дослідити вміст води, протеїну, жирів, клітковини, мікро- та макроелементів дослідних зразків №3 і №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком з водоростей) та контрольного зразку (прототипу).

### 3.5 Визначення показників якості та складу дослідних зразків кексів

Проведено визначення фізико-хімічних показників кексів дослідних зразків №3 і №7 та контролю, результати якого наведено в табл. 3.6. Дані визначення проводили в лабораторії Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

Таблиця 3.6 – Характеристика фізико-хімічних показників якості дослідних зразків кексів

Назва показника	Контрольний зразок (основний кекс на основі пшеничного борошна)	Дослідний зразок №3 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком спіруліни)	Дослідний зразок №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком хлорели)	За ДСТУ 4505:2005
Масова частка води, %	14,27	14,85	15,86	10–31
Масова частка протеїну, %	7,76	9,04	8,38	-
Масова частка жиру, %	24,70	23,98	23,94	2,2–34,2
Вміст клітковини, %	1,19	0,73	0,89	-
Вміст золи, %	1,27	1,27	1,33	-
Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, %	0,08	0,06	0,02	не більше, ніж 0,1



Аналізуючи дані таблиці 3.6, робимо висновок, що за складом зразки кексів, збагачені порошком водоростей, переважають контрольний зразок за вмістом протеїну (на 0,6–1,3 %) та мають менший вміст клітковини (на 0,3–0,5 %). Слід відзначити цінний амінокислотний склад спіруліни і хлорели, наведений у літературному огляді. Вміст води, жиру та золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, відповідає вимогам, регламентованим ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови».

Важливим було визначити вміст макро- і мікроелементів у дослідному зразку кексів №3, №7 та контролі. Адже, як відомо, мікро- і макроелементи в організмі людини чинять позитивний вплив: беруть участь у процесах формування і побудова тканин організму; підтримують хімічний склад крові та беруть участь у побудові складових її елементів [62].

Результати визначення представлені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Вміст макро- і мікроелементів дослідних зразків кексів

Назва показника	Контрольний зразок (кекс на основі пшеничного борошна)	Дослідний зразок №3 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком спіруліни)	Дослідний зразок №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком хлорели)
<b>Макроелементи</b>			
Кальцій, г/кг	0,61	0,55	0,67
Фосфор, г/кг	1,23	1,20	1,49
Магній, г/кг	0,21	0,24	0,28
Натрій, %	0,09	0,12	0,12
<b>Мікроелементи</b>			
Залізо, мг/кг	менше 0,0001	менше 0,0001	менше 0,0001
Цинк, мг/кг	3,75	2,53	3,32
Мідь, мг/кг	1,69	1,49	1,74
Марганець, мг/кг	3,26	3,14	3,23

Проаналізувавши табл. 3.8, слід зазначити, що дослідний зразок №7 (кекс, збагачений хлорелою) переважає контроль за вмістом Кальцію, Фосфору, Магнію, Натрію, Міді, що не можна сказати про дослідний зразок №3 (кекс, збагачений спіруліною).

Перспективними будуть подальші дослідження щодо умов зберігання та пакування кексів.

### 3.6 Структурна схема виробництва кексів, збагачених порошком водоростей

Опрацювавши результати сенсорного аналізу й дегустації, а також склад дослідних зразків кексів, збагачених порошком спіруліни та хлорели, нами обрано до впровадження зразок №7 – кекс, збагачений хлорелою (92,5 % пшеничного борошна, 7,5 % порошку з хлорели). Завдяки функціональним властивостям хлорели, одержаний продукт із впевненістю можна віднести до категорії оздоровчих кондитерських виробів. Блок-схема виробництва кексів, збагачених хлорелою зображена на рис. 3.6.

Всі компоненти зважують (г/100 г готового продукту: борошно пшеничне вищого сорту – 28,9; цукор-пісок – 23,4; родзинки – 23,4; масло вершкове – 23; меланж – 18,7; порошок з хлорели – 2,3; пудра рафінадна – 1,1; карбонат амонію – 0,1; сіль – 0,1; цукор ванільний – 0,1), сипкі компоненти просіюють, масло вершкове розтоплюють, далі готують тісто наступним чином: за допомогою міксера спочатку збивають меланж з цукром протягом 2 хв, після чого додають охолоджене розтоплене вершкове масло, сіль, цукор ванільний і продовжують збивання. Далі всипають просіяне борошно пшеничне, розпушувач та порошок з хлорели, продовжують збивання. У кінці додають родзинки і обережно перемішують тісто. На половину заповнюють форми тістом. Випікають при температурі 200 °С протягом 20 хв.

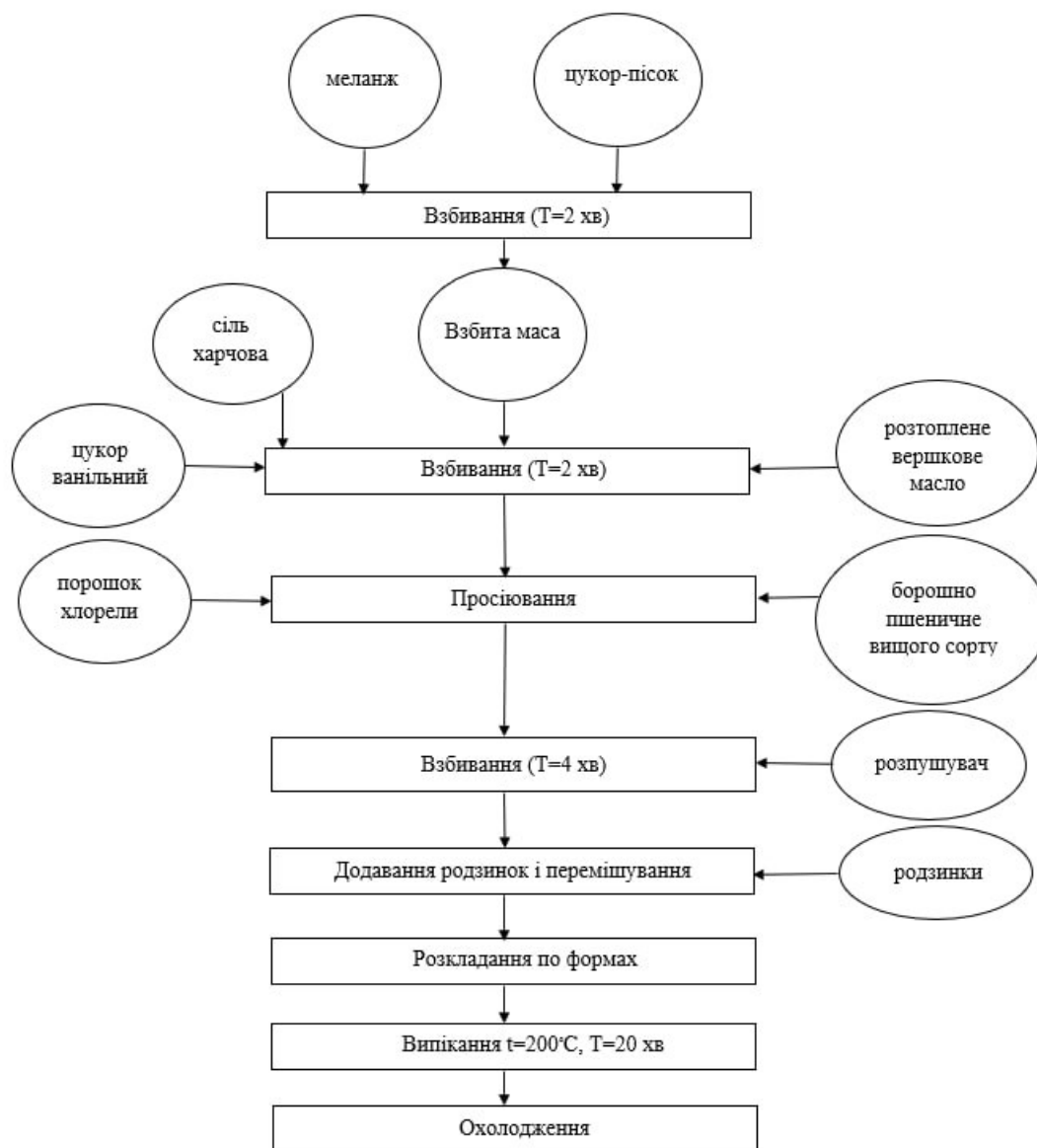


Рисунок 3.6 – Блок-схема виготовлення кексів, збагачених хлорелою

### Висновки за розділом

1. Проаналізовано асортимент кексів оздоровчого призначення. Асортимент кексів оздоровчого призначення доволі малий, що підтверджує правильність обраного напрямку досліджень.

2. Виготовлено 8 дослідних зразків кексів, у рецептурах яких використовували у якості збагачувача порошок з водоростей: зі спіруліни (4 зразки) та хлорели (4 зразки). Контрольний зразок – прототип (кекс «Столичний»).

3. Всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», окрім найбільш відмінних від вимог стандарту дослідних зразків №4 і №8, що не задовольняли вимоги за смаковими якостями, запахом та поверхнею. Всі дослідні зразки кексів одержали достатньо високий бал. За одержаними даними найменшу балову оцінку отримали зразки №4 і №8 (10 % заміна пшеничного борошна порошком водоростей). Найвищу оцінку отримали контрольний і зразки №3 та №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком з водоростей).

4. Визначено масову частку вологи, протеїну, жирів, клітковини, золи, мікро- та макроелементів у дослідних зразках №3 і №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком з водоростей) та у контролі. За складом зразки кексів, збагачені порошком водоростей, переважали контрольний зразок за вмістом протеїну (на 0,6–1,3 %) та мали менший вміст клітковини (на 0,3–0,5 %). Слід відзначити цінний амінокислотний склад спіруліни і хлорели, наведений у літературному огляді. Вміст вологи, жиру та золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, відповідав вимогам, регламентованим ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Дослідний зразок №7 (кекс, збагачений хлорелою) переважав контроль за вмістом Кальцію, Фосфору, Магнію, Натрію, Міді, що не можна сказати про дослідний зразок №3 (кекс, збагачений спіруліною). Перспективними будуть подальші дослідження щодо умов зберігання та пакування кексів.

5. Опрацювавши результати сенсорного аналізу й дегустації, а також склад дослідних зразків кексів, збагачених порошком спіруліни та хлорели, нами обрано до впровадження зразок №7 – кекс, збагачений хлорелою (92,5 % пшеничного борошна, 7,5 % порошку з хлорели). Завдяки функціональним властивостям хлорели, одержаний продукт із впевненістю можна віднести до категорії оздоровчих кондитерських виробів.

Всі компоненти зважують (г/100 г готового продукту): борошно пшеничне вищого сорту – 28,9; цукор-пісок – 23,4; родзинки – 23,4; масло вершкове – 23; меланж – 18,7; порошок з хлорели – 2,3; пудра рафінадна – 1,1; карбонат амонію –

0,1; сіль – 0,1; цукор ванільний – 0,1), сипкі компоненти просіюють, масло вершкове розтоплюють, далі готують тісто наступним чином: за допомогою міксера спочатку збивають меланж з цукром протягом 2 хв, після чого додають охолоджене розтоплене вершкове масло, сіль, цукор ванільний і продовжують збивання. Далі всипають просіяне борошно пшеничне, розпушувач та порошок з хлорели, продовжують збивання. У кінці додають родзинки і обережно перемішують тісто. На половину заповнюють форми тістом. Випікають при температурі 200 °С протягом 20 хв.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Розробка картки безпеки праці

Основні дослідження, передбачені завданням кваліфікаційної роботи, виконували у навчальній лабораторії з харчових технологій, яка є підрозділом кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Дана лабораторія укомплектована обладнанням для виготовлення дослідних зразків харчових продуктів, столовим та лабораторним посудом, водонагрівачем тощо. Наповнення лабораторії обладнанням та приладами відповідає сучасним вимогам до освітнього процесу за спеціальністю «Харчові технології». Загалом в лабораторії створені допустимі умови для проведення науково-дослідних занять з дотриманням вимог пожежної безпеки та охорони праці.

Так як об'єкт наших досліджень стосується кондитерських підприємств, нами розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1) для оператора лінії з виробництва борошняних кондитерських виробів.

### 4.2 Утилізація відходів від виробництва борошняних кондитерських виробів

Виробничий процес на кондитерських підприємствах має значний вплив на навколишнє середовище. Цей вплив можна охарактеризувати через наступні основні аспекти: виробничий шум, забруднення повітря шляхом викиду пилу і токсичних речовин, викидання стічних вод. Одним з найважливіших завдань у системі заходів з охорони навколишнього середовища для кондитерських підприємств є забезпечення чистоти повітря, оскільки забруднення атмосфери є основною загрозою. У процесі просіювання та переміщення сировини утворюється деяка кількість органічного пилу. Для запобігання виділення пилу в атмосферу та забруднення навколишньої території підприємства, передбачена система аспірації, яка відсмоктує пил з усіх точок викиду. Повітря надійно очищається в циклонах та фільтрах різних конструкцій.

<p><b>1. Загальна інформація</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Місце роботи – лінія з виробництва кексів.</li> <li>2. Вид робіт – виробництво кексів без наповнювачів.</li> <li>3. Посада – оператор лінії.</li> <li>4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30).</li> <li>5. Проходження медогляду – 1 раз на рік.</li> <li>6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців.</li> <li>7. Термін дії картки: до 01.12.2028 р.</li> </ol>	<p><b>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Головний убір – 1 раз на рік.</li> <li>2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців.</li> <li>3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці.</li> <li>4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.</li> </ol>
<p><b>3. Вимоги перед початком роботи</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання.</li> <li>2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону.</li> <li>3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів.</li> <li>4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.</li> <li>5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу.</li> <li>6. Про виявлені порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.</li> </ol>	<p><b>4. Вимоги під час роботи</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб</li> <li>2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розлиті жири, розсипане борошно, тощо.</li> <li>3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями.</li> <li>4. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування.</li> <li>5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.</li> </ol>
<p><b>5. Вимоги після закінчення роботи</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце.</li> <li>2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту.</li> <li>3. Виконати правила особистої гігієни.</li> <li>4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику.</li> </ol>	<p><b>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. негайно припинити всі роботи.</li> <li>2. Вимкнути все обладнання;</li> <li>3. Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.</li> </ol>
<p><b>Контакти служб екстреної допомоги</b></p>	
<p>Внутрішні службові номери:  Майстер відділення: 000-00-00  Служба охорони праці:  000-00-00 – головний інженер,  000-00-00 – медичний кабінет.</p>	

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

Розміщення виробничого обладнання на кондитерських підприємствах повинно забезпечувати легкий доступ для обслуговування та очищення від пилу. Навантаження на обладнання повинно відповідати виробничим даним, нормам технологічного проектування, правилам організації та проведення технологічного процесу. Обладнання повинно підтримуватися в технічно справному стані під час експлуатації, що забезпечує безперебійну роботу до планового ремонту.

Для транспортування виробничих відходів на підприємстві зазвичай використовують самохідні транспортні засоби, стрічкові конвеєри та пневматичний транспорт. Зокрема, стрічкові конвеєри працюють з низькою швидкістю (не більше 1,0 – 1,5 м/с) для мінімізації виділення пилу.

Всередині приміщень на підприємстві використовують гладкі поверхні стін, стель, несучих конструкцій, заповнень дверних прорізів та підлоги. Це сприяє легкому очищенню від пилу. Всі виробничі та складські приміщення, а також технологічне обладнання й механізми підтримують у чистоті.

Прибирання пилу на підприємстві, включаючи дахи будівель, проводять згідно з графіками, де вказана періодичність прибирання для конкретних ділянок виробництва. Графіки прибирання пилу затверджує директор підприємства.

Заходи з охорони навколишнього середовища на кондитерських підприємствах насамперед спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та життя для співробітників, а також є важливим фактором підвищення продуктивності.

Кондитерські підприємства повинні мати чіткий план управління відходами, який враховує всі етапи виробництва та типи відходів, що утворюються:

- сировинні відходи;
- відходи від просіювання сипких відходів;
- відходи водопідготовки;
- пил;
- відбракована продукція.



З метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та дотримання екологічних стандартів, ці відходи потребують належного управління та обробки, підприємство повинно використовувати спеціальні технології та процеси для мінімізації відходів та забезпечення їх подальшої утилізації та переробки.

#### Висновки за розділом

У даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено картку безпеки праці оператора лінії з виробництва кексів, обговорені та визначені шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Організація проведення дослідження

Розширення асортименту вітчизняних оздоровчих борошняних кондитерських виробів – перспективний напрям сучасних наукових досліджень харчової промисловості, що розглядається у кваліфікаційній роботі. Реалізація даного напрямку потребує певних витрат.

Перелік робіт при проведенні дослідження кваліфікаційної роботи з обґрунтування технології виробництва кексів, збагачених порошком кексів, та матриця тривалості робіт наведені у табл. 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , дні
1	2	3
0-0	Одержання завдання	0
0-1	Огляд науково-технічної та патентної інформації та її аналіз	33
1-2	Вибір методики та підготовка робочого місця	4
1-3	Аналіз складу порошків водоростей, розрахунок рецептури дослідних зразків кексів	5
2-4	Підготовка сировини для проведення досліджень	2
3-4	Виготовлення експериментальних зразків кексів, збагачених порошком водоростей	4
4-5	Проведення визначення органолептичних показників якості кексів, збагачених порошком водоростей	3
5-6	Аналіз отриманих результатів з проведення органолептичної оцінки	3
6-7	Проведення визначення фізико-хімічних показників якості кексів, збагачених порошком водоростей	5
6-8	Розробка схеми виробництва кексів, збагачених порошком водоростей	3
7-9	Виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища»	8

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
8-9	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	8
9-10	Підготовка тез	5
10-11	Оформлення кваліфікаційної роботи	6
11-12	Узгодження з кафедрою харчових технологій	6
12-13	Отримання рецензії	4
13-14	Захист кваліфікаційної роботи	1
Всього		100

Таблиця 5.2 – Матриця тривалості робіт

	J=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
I=1	33	4	5												
2				2											
3				4											
4					3										
5						3									
6							5	3							
7									8						
8									8						
9										5					
10											6				
11												6			
12													4		
13														1	
Всього	33	4	5	6	3	3	5	3	16	5	6	6	4	1	100

За одержаними даними побудовано сітьовий графік (рис. 5.1).

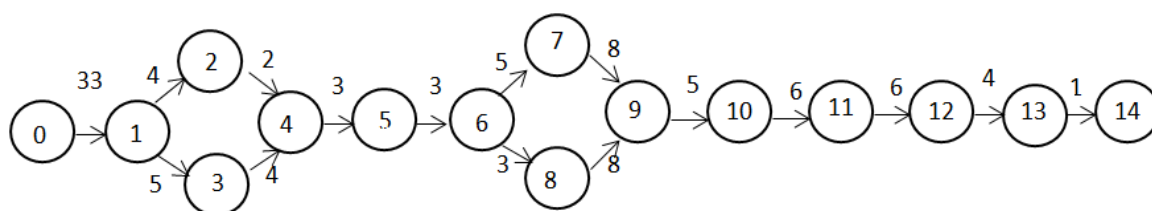


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

З матриці видно, що найбільш тривалими роботами є : 0-1; 1-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-9; 9-10; 10-11; 11-12; 12-13; 13-14.

Тривалість критичного шляху дорівнює:

$$T_k = 33+5+4+3+3+5+8+5+6+6+4+1 = 83 \text{ дні}$$

Отже для того, аби виконати всі поставлені задачі та завдання кваліфікаційної роботи, необхідно витратити 83 дні.

## 5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

Розраховуємо витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи, які визначаємо за допомогою кошторису витрат.

Витрати на основні та допоміжні матеріали розраховували за формулою (5.1):

$$m = \sum m_1 \cdot C_1 \quad (5.1)$$

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

$C_1$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – 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, кг	14,90	0,9	13,41
2	Цукор-пісок, кг	34,40	0,9	30,96
3	Родзинки, кг	179,90	0,9	161,91
4	Масло вершкове, кг	387,00	0,9	348,30
5	Яйця, шт	6,59	10	65,90
6	Порошок спіруліни, кг	1650,00	0,05	82,50
7	Порошок хлорели, кг	1965,39	0,05	97,82
8	Пудра рафінадна, кг	64,50	0,02	1,29

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5
9	Цукор ванільний, кг	270,00	0,02	5,40
10	Розпушувач, кг	450,00	0,02	9,00
Всього				816,49

Результати розрахунку заробітної плати керівника наукового дослідження наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	13096,44	74,41	15	1116,15
Всього				1116,15

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 22 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1116,15 \cdot 22}{100} = 245,55 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a \quad (5.2)$$

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 = 5,86 грн./(кВт/год.).

Під час приготування дослідних зразків кексів були використані лабораторні ваги, міксер, духовна шафа, персональний комп'ютер.

Затрати електроенергії при використанні лабораторних вагів:

$$E_1 = 0,012 \cdot 0,9 \cdot 2,1 \cdot 5,86 = 0,13 \text{ грн}$$

Затрати електроенергії при використанні міксера:

$$E_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 3,25 \cdot 5,86 = 17,14 \text{ грн}$$

Затрати енергії при використанні духової шафи:

$$E_3 = 2,1 \cdot 0,9 \cdot 5,4 \cdot 5,86 = 59,81 \text{ грн.}$$

Затрати електроенергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_4 = 0,045 \cdot 0,9 \cdot 480 \cdot 5,86 = 113,92 \text{ грн}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 0,13 + 17,14 + 59,81 + 113,92 = 191,00 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot N \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.3)$$

де,  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість обладнання, грн;

$N$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;  
365 – кількість днів в році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Лабораторні ваги	9945,00	10	0,09	0,25
Міксер	6999,00	10	0,13	0,25
Духова шафа	2999,00	15	0,2	0,08
Персональний комп'ютер	4500,00	25	60	184,93
Всього				185,51

Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{1116,15 \cdot 80}{100} = 892,92 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	816,49
Заробітна плата	1116,15
Нарахування на заробітну плату	245,55
Електроенергія	191,00
Амортизація	185,51
Накладні витрати	892,92
Додаткові витрати (витрати дослідження в лабораторії)	7152,00
Всього	10599,62

Найбільшими серед усіх витрат виступають додаткові витрати, що пов'язано з відсутністю певного обладнання на кафедрі харчових технологій, а також дозволу до роботи з прекурсорами, тому ми змушені були звертатись до платних послуг з визначення вмісту протеїну, жиру, клітковини, золи, мікро- та макроелементів у дослідних зразках кексів.

### 5.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціну визначали на основі витрат на дослідження і рентабельності за формулою (5.4):

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

де, Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

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

$$\text{Ц} = 10599,62 + \frac{30 \cdot 10599,62}{100} = 13779,51 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становлять 13779,51 грн.

Висновки за розділом

Побудовано оптимальний сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 83 дні. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були додаткові витрати, а саме витрати на дослідження складу кексів – 7152,00 грн. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 13779,51 грн.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проаналізовано асортимент кексів оздоровчого призначення. Асортимент кексів оздоровчого призначення доволі малий, що підтверджує правильність обраного напрямку досліджень.

2. Виготовлено 8 дослідних зразків кексів, у рецептурах яких використовували у якості збагачувача порошок з водоростей: зі спіруліни (4 зразки) та хлорели (4 зразки). Контрольний зразок – прототип (кекс «Столичний»).

3. Всі дослідні зразки кексів відповідали вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», окрім найбільш відмінних від вимог стандарту дослідних зразків №4 і №8, що не задовольняли вимоги за смаковими якостями, запахом та поверхнею. Всі дослідні зразки кексів одержали достатньо високий бал. За одержаними даними найменшу балову оцінку отримали зразки №4 і №8 (10 % заміна пшеничного борошна порошком водоростей). Найвищу оцінку отримали контрольний і зразки №3 та №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком з водоростей).

4. Визначено масову частку вологи, протеїну, жирів, клітковини, золи, мікро- та макроелементів у дослідних зразках №3 і №7 (7,5 % заміна пшеничного борошна порошком з водоростей) та у контролі. За складом зразки кексів, збагачені порошком водоростей, переважали контрольний зразок за вмістом протеїну (на 0,6–1,3 %) та мали менший вміст клітковини (на 0,3–0,5 %). Слід відзначити цінний амінокислотний склад спіруліни і хлорели, наведений у літературному огляді. Вміст вологи, жиру та золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, відповідав вимогам, регламентованим ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови». Дослідний зразок №7 (кекс, збагачений хлорелою) переважав контроль за вмістом Кальцію, Фосфору, Магнію, Натрію, Міді, що не можна сказати про дослідний зразок №3 (кекс, збагачений спіруліною). Перспективними будуть подальші дослідження щодо умов зберігання та пакування кексів.

5. Опрацювавши результати сенсорного аналізу й дегустації, а також склад дослідних зразків кексів, збагачених порошком спіруліни та хлорели, нами обрано до впровадження зразок №7 – кекс, збагачений хлорелою (92,5 % пшеничного борошна, 7,5 % порошку з хлорели). Завдяки функціональним властивостям хлорели, одержаний продукт із впевненістю можна віднести до категорії оздоровчих кондитерських виробів.

Всі компоненти зважують (г/100 г готового продукту: борошно пшеничне вищого сорту – 28,9; цукор-пісок – 23,4; родзинки – 23,4; масло вершкове – 23; меланж – 18,7; порошок з хлорели – 2,3; пудра рафінадна – 1,1; карбонат амонію – 0,1; сіль – 0,1; цукор ванільний – 0,1), сипкі компоненти просіюють, масло вершкове розтоплюють, далі готують тісто наступним чином: за допомогою міксера спочатку збивають меланж з цукром протягом 2 хв, після чого додають охолоджене розтоплене вершкове масло, сіль, цукор ванільний і продовжують збивання. Далі всипають просіяне борошно пшеничне, розпушувач та порошок з хлорели, продовжують збивання. У кінці додають родзинки і обережно перемішують тісто. На половину заповнюють форми тістом. Випікають при температурі 200 °C протягом 20 хв.

6. Розроблено картку безпеки праці оператора лінії з виробництва кексів, обговорені та визначені шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

7. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були додаткові витрати, а саме витрати на дослідження складу кексів – 7152,00 грн. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 13779,51 грн.

Щодо подальших досліджень за темою кваліфікаційної роботи перспективними будуть дослідження строку зберігання кексів, збагачених хлорелою, та вивчення шляхів його подовження; дослідження щодо умов зберігання, пакування та транспортування кексів, збагачених хлорелою; визначення економічного ефекту від виробництва кексів, збагачених хлорелою.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кошель О.Ю., Касьянова А.В. Перспективи застосування порошку водоростей спіруліна в виробництві хлібобулочних виробів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, Т. 1. С. 125–130.
2. Карунський О., Воронюк Т. Вплив суспензії хлорели на продуктивність та якість м'яса свиней, що знаходяться на відгодівлі. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*. 2020. Issue 96. P. 59–64.
3. Bito T., Okumura E., Fujishima M., Watanabe F. Potential of Chlorella as a Dietary Supplement to Promote Human Health. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, no. 9. 2524.
4. Metsoviti M.N., Papapolymerou G., Karapanagiotidis I.T., Katsoulas N. Effect of Light Intensity and Quality on Growth Rate and Composition of Chlorella vulgaris. *Plants*. 2020. Vol. 9, no. 1. 31.
5. Ru I.T.K., Sung Ye.Yi., Jusoh M., Wahid M.E.A., Nagappan T. Chlorella vulgaris: a perspective on its potential for combining high biomass with high value bioproducts, *Applied Phycology*. 2020. Vol. 1, issue 1. P. 2–11.
6. Жива хлорела. URL: <https://chlorela.com.ua/> (дата звернення: 20.08.2023).
7. Yusof Y.A.M., Basari J.M.H., Mukti N.A., Sabuddin R., Muda A.R., Sulaiman S., Ngah W.Z.W. Fatty acids composition of microalgae Chlorella vulgaris can be modulated by varying carbon dioxide concentration in outdoor culture. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10, no. 62. P. 13536–13542.
8. Олімпієва О.К. Унікальний об'єкт біотехнології – Spirulina (Arthrospira) platensis. *Студентський науковий вісник МНАУ*. 2017. Вип. 2 (10): Сільськогосподарські науки. С. 192–196.
9. Jay M.I., Kawaroe M., Effendi H. Lipid and fatty acid composition microalgae Chlorella vulgaris using photobioreactor and open pond. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 141. P. 12015–12023.
10. Чумаченко К.М., Россіхін В.В., Огурцов О.М. Оптимізація біотехнології виробництва мікроскопічних водоростей (спіруліни). XII

Міжнар.наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів: матеріали конф., м. Харків, 17–20 квітня 2018 р. НТУ «ХП», 2018. Ч. 3. С. 128.

11. Климчик О.М., Шевчук Д. Роль синьо-зелених водоростей (Cyanophyceae) у довкіллі. *Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття* – 2018: мат. Всеукр. наук.-практ. конф., м. Житомир, 11–12 квітня 2018 р. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. С. 134–138.

12. Біологічно активні речовини в харчових технологіях: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освітньої спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. Петрова О.І., Зюзько А.В., Шевчук Н.П. Миколаїв: МНАУ, 2023. 72 с.

13. Soni R.A., Sudhakar K., Rana R.S. Spirulina – From growth to nutritional product: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 69, part A. P. 157–171.

14. Wan D., Wu Q., Kuča K. Spirulina. *Nutraceuticals (Second Edition)* / eds. Gupta R.C., Lall R., Srivastava A. Academic Press. 2021. P. 959–974.

15. Ali S.K., Saleh A.M. Spirulina – an overview. *International journal of Pharmacy and Pharmaceutical sciences*. 2012. Vol. 4, issue 3. P. 9–15.

16. Alvarenga R.R., Rodrigues P.B., de Cantarelli V.S., Zangeronimo M.G., da Silva Júnior J.W., da Silva L.R., dos Santos L.M., Pereira L.J. Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. *Revista Brasileira De Zootecnia*. 2011. Vol. 40, no. 5. P. 992–996.

17. Bensehaila S., Doumandji A., Boutekrabt L., Manafikhi H., Peluso I., Bensehaila K., Bensehaila A. The nutritional quality of *Spirulina platensis* of Tamenrasset, Algeria. *African Journal of Biotechnology*. 2015. Vol. 14, no. 19. P. 1649–1654.

18. Sotiroidis T.G., Sotiroidis G.T. Health aspects of Spirulina (*Arthrospira*) microalga food supplement. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 2013. Vol. 78, issue 3. P. 395–405.

19. Пешук Л.В., Сімонова І.І, Приходько Д.Ю. Огляд стратегій розвитку та особливостей виробництва інноваційних продуктів з водоростей. *Вісник*

Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2023. №2 (16). С. 86–91.

20. Rani K., Sandal N., Sahoo P.K. A comprehensive review on chlorella-its composition, health benefits, market and regulatory scenario. *The Pharma Innovation Journal*. 2018. Vol. 7, no. 7. P. 584–589.

21. Graça C., Fradinho P., Sousa I., Raymundo A. Impact of *Chlorella vulgaris* on the rheology of wheat flour dough and bread texture. *LWT*. 2018. Vol. 89. P. 466–474.

22. Mohamed A.G., Abo-El-Khair B.E., Shalaby S.M. Quality of novel healthy processed cheese analogue enhanced with marine microalgae *Chlorella vulgaris* biomass. *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 23, no. 7. P. 914–925.

23. Jung F., Krüger-Genge A., Waldeck P., Küpper J.H. *Spirulina platensis*, a super food? *Journal of Cellular Biotechnology*, 2019. Vol. 5, no. 1. P. 43–54.

24. Ярошовець С.С., Олійник Н.В. Розширення асортименту м'ясних січених виробів за рахунок використання спіруліни. Збірник наукових статей магістрів. Факультет товарознавства, торгівлі та маркетингу. Факультет харчових технологій, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу. Полтава: ПУЕТ, 2019. С. 326–331.

25. Очколяс О.М., Лебська Т.К. Використання морських водоростей спіруліни та цистозіри для збагачення вершкового масла. Зб. тез. доп. 78-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 23–27 квіт. 2018 р. Одеса, 2018. С. 112–113.

26. Жемела Г.П., Баган А.В., Бараболя О.В., Шакалій С.М., Чайка Т.О. Екологізація випікання пшеничного хліба з використанням хмелевих заквасок і спіруліни. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 1. С. 100–106.

27. Шидловська О.Б., Цирульнікова В.В., Вихор К.С., Расторгуєва І.О. Спіруліна у дитячому харчуванні. *Молодий вчений*. 2018. № 5 (57). С. 352–360.

28. Лавриненко А.О., Силка І.М. Перспектива використання спіруліни в умовах закладів ресторанного господарств. *Інноваційні технології в готельно-*

*ресторанному бізнесі*: мат. Всеук. наук.-практ. конф., м. Київ, 22–23 березня 2017 р. Київ: НУХТ, 2017 р. С. 32–34.

29. Ramírez-Rodrigues M.M., Estrada-Beristain C., Metri-Ojeda J., Pérez-Alva A., Baigts-Allende D.K. Spirulina platensis Protein as Sustainable Ingredient for Nutritional Food Products Development. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, no. 12. 6849.

30. Rosas V.T., Poersch L.H., Romano L.A. Tesser M.B. Feasibility of the use of Spirulina in aquaculture diets. *Reviews in Aquaculture*. 2019. Vol. 11. P. 1367–1378.

31. Дзюндзя О. В. Технологія кексів функціонального призначення. Modern directions of theoretical and applied researches 2016: матеріали конференції, 15–22 березня 2016 р. Херсон. Херсонський державний університет, 2016 р. С. 25–35.

32. Кекс: пат. 64456 Україна: МПК А23G 3/00. № u 201104160; заявл. 06.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. №21/2011.

33. Кекс «Фруктовий»: пат. 64910 Україна: МПК А21D 13/08. №a 2003010530; заявл. 21.01.2003; опубл. 15.03.2004, Бюл. №3/2004.

34. Кекс безглютеновий: пат. 20732 Україна: МПК А23G 3/00. №u 200607974; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2/2007.

35. Кекс «Кунжутний»: пат. 68297 Україна: МПК А23G 3/00. № u 201109422; заявл. 27.07.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6/2012.

36. Кекс безглютеновий: пат. 20731 Україна: МПК А23G 3/00. № u 200607973; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2/2007.

37. Кекс безглютеновий: пат. 20733 Україна: МПК А23G 3/00. № u 200607975; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2/2007.

38. Кекс «Чорничний»: пат. 69064 Україна: МПК А23G 3/00. № u 201109421; заявл. 27.07.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8/2012.

39. Кекс «Гарбузовий»: пат. 124827 Україна: МПК А21D 13/00. № u 201710751; заявл. 06.11.2017; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8/2018.

40. Кекс рожевий: пат. 115665 Україна: МПК А23G 3/36. №u 201610860; заявл. 28.10.2016; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 8/2017.

41. Кекс «Зернятко»: пат. 112118 Україна: МПК А21D 13/08, А21D 8/00. №и 201603703; заявл. 07.04.2016; опубл. 12.12.2016, Бюл. №23/2016.
42. Кекс «Подольнянка»: пат. 109698 Україна: МПК А21D 13/08, А23G 3/36, А21D 8/00. №и 201603671; заявл. 06.04.2016; опубл. 25.08.2016, Бюл. № 16/2016.
43. Кекс «Кульбабка»: пат. 113392 Україна: МПК А21D 13/08, А21D 2/08, А21D 2/36, А21D 2/38. №и 201607666; заявл. 12.07.2016; опубл. 25.01.2017, Бюл. № 2/2017.
44. Кекс безглютеновий: пат. 138245 Україна: МПК А21D 8/00, А21D 8/02. №и 201904459; заявл. 24.04.2019; опубл. 25.11.2019, Бюл. №22/2019.
45. Кекс шоколадний безглютеновий: пат. 144562 Україна: МПК А21D 13/047, А21D 13/066, А21D 13/80. №и 202002694; заявл. 04.05.2020; опубл. 12.10.2020, Бюл. №19/2020.
46. Кекс функціонального призначення: пат. 47918 Україна: МПК А23G3/00. №и 200910067; заявл. 05.10.2009; опубл. 25.02.2010, Бюл. №4/2010.
47. Безглютеновий кекс «Гречано-сочевичний»: пат. 141596 Україна: МПК А23G 3/36, А21D 13/047, А21D 13/80. №и 201906279; заявл. 05.06.2019; опубл. 27.04.2020, Бюл. №8/2020.
48. Кекс підвищеної харчової цінності: пат. 113332 Україна: МПК А23 G3/36, А21D 13/08. №и 201607342; заявл. 06.07.2016; опубл. 25.01.2017, Бюл. №2/2017.
49. Безглютеновий кекс спеціального призначення: пат. 125753 Україна: МПК А23G 3/34. №и 201712280; заявл. 12.12.2017; опубл. 25.05.2018, Бюл. №10/2018.
50. Кекс чайний з морквою: пат. 80099 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201214090; заявл. 10.12.2012; опубл. 13.05.2013, Бюл. №9/2013.
51. Безглютеновий кекс спеціального призначення «Особливий»: пат. 129878 Україна: МПК А23G 3/48. №и 201807230; заявл. 26.06.2018; опубл. 12.11.2018, Бюл. №21/2018.

52. Кекс з овочево-ягідною добавкою: пат. 134784 Україна: МПК А21D 13/00, А21D 13/06. № и 201811174; заявл. 14.11.2018; опубл. 10.06.2019, Бюл. №11/2019.
53. Кекс з начинкою «Елітний»: пат. 71042 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201201960; заявл. 21.02.2012; опубл. 25.06.2012, Бюл. №12/2012.
54. Кекс, збагачений бурими водоростями *Ascophyllum nodosum*: пат. 73942 Україна: МПК А23L 1/24. №и 201204328; заявл. 06.04.2012; опубл. 10.10.2012, Бюл. №19/2012.
55. Склад кексу «Морячок»: пат. 66891 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201107438; заявл. 14.06.2011; опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2/2012.
56. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., Михненко І. Використання борошна із насіння нішевих культур у технології виробництва кексів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях.* 2021. №4 (10). С. 94–100.
57. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / Лисюк Г.М. та ін. Харків: ХДУХТ, 2008. 412 с.
58. ДСТУ 4505:2005. Кекси. Загальні технічні умови. Чинний від 2006-10-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с.
59. Сімахіна Г.О., Мартиненко Т.А., Закржевський М.В. Нутрієнти для підвищення резистентності організму людини до антропогенних чинників. *Наукові праці Національного університету харчових технологій.* 2019. Т. 25, №6. С. 182–194.
60. Шлапак Г., Азарова Н., Кушніренко Н., Патюков С., Станкевич Г. Нетрадиційні інгредієнти в сучасних технологіях. *Scientific Works.* 2019. Т. 83, №2. С. 44–49.
61. Композиція інгредієнтів для приготування продукту «Швидкозаморожений овочевий салат з водоростями»: пат. 101372 Україна: МПК А23L 1/325. № и 201502152; заявл. 11.03.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. №17.
62. Основи харчування: підручник / М.І. Кручаниця та ін. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 252 с.



# ДОДАТКИ

## РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ СКЛАДУ КЕКСІВ



ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Науково-дослідний центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК

Атестат акредитації ДНДКІВПКД № 027/вир.лаб., від 11.06.2017 р.  
Сертифікат визнання вимірювальних можливостей ОС «УБСЦ»,  
№ LB/13/19 від 26.12.2019 р.

Юридична адреса: вул. Сергія Єфремова,  
25, м. Дніпро, Україна, 49600

Фактична адреса: вул. Мандриківська,  
276, м. Дніпро, Україна, 49100  
+38 (095) 063 05 31  
+38 (095) 093 03 76  
[plppm@ua.fm](mailto:plppm@ua.fm)

Затверджую  
Директор НДЦ

Д.М.Масюк

**ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ**  
**№ НТ/8978 від 30.08.2023**

Замовник: ТОВ "ПЛАЗМА 2016"  
Підприємство: Сова Н.А.  
Об'єкт випробування та реєстраційний код зразків: кекс Столичний (В-41485/1), кекс Спіруліна (В-41485/2), кекс Хлорела (В-41485/3),  
Замовлення: Рахунок №П/23/08/074 від 17.08.2023  
Дата одержання зразків: 17 серпня 2023 р.  
Дата проведення випробувань: 30 серпня 2023 р.  
Коментар: -

**Результати випробувань**

№ з/п	Показники, що визначали	Фактичне значення на натуральну вологу	НД на методи випробувань
<b>кекс Столичний (В-41485/1)</b>			
1	Сирий протеїн, %	6,65	ДСТУ 7169:2010
2	Вологість, %	14,27	ДСТУ 4910:2008
3	Сира клітковина, %	1,02	ДСТУ ISO 6865:2004
4	Сира зола, %	1,09	ДСТУ ISO 5984:2004
5	Масова доля нерозчинного залишку, %	0,08	ГОСТ 21138.6-78
6	Кальцій, г/кг	0,52	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
7	Фосфор, г/кг	1,05	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
8	Магній, г/кг	182,82	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
9	Натрій, %	0,08	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
10	Залізо, мг/кг	Менше 0,0001	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
11	Цинк, мг/кг	3,21	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
12	Мідь, мг/кг	1,45	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
13	Марганець, мг/кг	2,79	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
14	Сирий жир, %	21,19	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>кекс Спіруліна (В-41485/2)</b>			
1	Сирий протеїн, %	7,70	ДСТУ 7169:2010
2	Вологість, %	14,85	ДСТУ 4910:2008
3	Сира клітковина, %	0,62	ДСТУ ISO 6865:2004
4	Сира зола, %	1,08	ДСТУ ISO 5984:2004
5	Масова доля нерозчинного залишку, %	0,06	ГОСТ 21138.6-78
6	Кальцій, г/кг	0,47	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
7	Фосфор, г/кг	1,02	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В

8	Магній, г/кг	207,72	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
9	Натрій, %	0,10	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
10	Залізо, мг/кг	Менше 0,0001	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
11	Цинк, мг/кг	2,15	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
12	Мідь, мг/кг	1,27	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
13	Марганець, мг/кг	2,67	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
14	Сирий жир, %	20,42	ДСТУ ISO 6492:2003
<b>кекс Хлорела (В-41485/3)</b>			
1	Сирий протеїн, %	7,05	ДСТУ 7169:2010
2	Вологість, %	15,86	ДСТУ 4910:2008
3	Сира клітковина, %	0,75	ДСТУ ISO 6865:2004
4	Сира зола, %	1,12	ДСТУ ISO 5984:2004
5	Масова доля нерозчинного залишку, %	0,02	ГОСТ 21138.6-78
6	Кальцій, г/кг	0,56	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
7	Фосфор, г/кг	1,25	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
8	Магній, г/кг	231,44	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
9	Натрій, %	0,10	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
10	Залізо, мг/кг	Менше 0,0001	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
11	Цинк, мг/кг	2,79	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
12	Мідь, мг/кг	1,46	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
13	Марганець, мг/кг	2,72	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-B
14	Сирий жир, %	20,14	ДСТУ ISO 6492:2003

**Відповідальні виконавці:**

**Завідувач відділу фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічних досліджень**

**Єфімов В.Г.**

**Завідувач сектору фізико-хімічних методів досліджень відділу фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічного аналізу**

**Лановенко А.В.**

**Примітки:**

1. Цей протокол випробувань відноситься тільки до зразків, які пройшли випробування.
2. Цей протокол випробувань не підлягає тиражуванню, як повністю так і частково, без дозволу НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

**"КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"**