

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування технології виробництва локшини
збагаченої водоростями**

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу,
групи ХТз-1-20
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Юрій КУЛІКОВ

Керівник: _____ Наталія СОБА

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

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

Кулікову Юрію Віталійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва локшини збагаченої водоростями».

Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 962.

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

3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва макаронних виробів. 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) Характеристика водоростей – перспективної сировини харчової промисловості. 2) Мета, об'єкт та предмет досліджень. 3) Основні задачі кваліфікаційної роботи. 4) Зовнішній вигляд дослідних зразків локшини. 5) Органолептичні показники якості дослідних зразків локшини. 6) Фізико-хімічні показники якості дослідних зразків локшини. 7) Поживна та енергетична цінність дослідних зразків локшини. 8) Картка безпеки праці. 9) Кошторис витрат на проведення досліджень. 10) 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	07.05.2025	09.06.2025

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Огляд літературних джерел	09.05-16.05.25	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	17.05-16.05.25	виконано
4	Експериментальна частина	17.05-29.05.25	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	30.05-03.06.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	04.06-06.06.25	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	07.06.25	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	08.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ **Юрій КУЛІКОВ**
(підпис)

Керівник роботи _____ **Наталія СОВА**
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва локшини збагаченої водоростями».

Кваліфікаційна робота бакалавра: 51 сторінка друкованого тексту, 9 рисунків, 14 таблиць, 25 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва локшини.

Метою роботи є – розроблення нового виду локшини з додаванням водоростей та дослідження показників якості готового продукту.

Методи дослідження: Дослідження, визначені завданням кваліфікаційної роботи бакалавра, проводили за стандартними методиками в умовах навчальних лабораторій кафедри харчових технологій ДДАЕУ.

У представлений роботі висвітлено стратегії виробництва локшини із підвищеними поживними, біологічними та оздоровчими властивостями, з акцентом на використання водоростей. Особливу увагу приділено ламінарії, спіруліні та хлорелі як перспективним компонентам у складі рецептур макаронних виробів, зокрема локшини. Обґрунтовано доцільність застосування порошків з водоростей – ламінарії, спіруліни та хлорели – як часткової заміни пшеничного борошна з метою підвищення поживної та біологічної цінності готової продукції.

Проведено аналіз сучасного стану виробництва та асортименту збагачених макаронних виробів в Україні.

У рамках експериментальної частини розроблено три дослідні зразки локшини із заміною 5 % пшеничного борошна твердих сортів на порошок з водоростей – ламінарію, спіруліну та хлорелю. Контрольний зразок містив лише пшеничне борошно твердих сортів. За результатами органолептичної оцінки всі зразки відповідали вимогам ДСТУ 7043:2020. Найвищі оцінки одержали контрольний зразок та зразок з хлорелою.

Фізико-хімічні дослідження показали, що додавання порошку хлорели впливає на вологість, кислотність макаронних виробів. Визначено поживну та енергетичну цінність розробленого продукту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЛОКШИНА, СПІРУЛІНА, ХЛОРЕЛА, ЛАМІНАРІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Водорості – перспективна сировина сучасної харчової промисловості	8
1.1.1 Ламінарія	10
1.1.2 Спіруліна.....	12
1.1.3 Хлорела	14
Висновки за розділом.....	15
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
Висновки за розділом.....	24
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	25
3.1 Постановка задачі дослідження	25
3.2 Аналіз ринку збагачених макаронних виробів, які реалізують в Україні ..	27
3.3 Обґрунтування доцільності виготовлення збагачених макаронних виробів	29
3.4 Визначення органолептичних показників якості дослідних зразків локшини.....	30
3.5 Визначення фізико-хімічних показників якості дослідних зразків локшини, збагаченої водоростями	33
Висновки за розділом.....	36
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	38
4.1 Розробка картки безпеки праці	38
4.2 Утилізація відходів від виробництва локшини	38
Висновки за розділом.....	41
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	42
5.1 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи	42
5.2 Розрахунок вартості дослідження	45

5.3 Техніко-економічні показники виробництва локшини, збагаченої хлорелою	46
Висновки за розділом.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	48
БІБЛІОГРАФІЯ	50

ВСТУП

У сучасних умовах інтенсифікації харчової промисловості та зростання інтересу до здорового харчування особливої актуальності набуває розробка нових рецептур традиційних продуктів із покращеними функціональними властивостями. Одним із таких напрямів є виробництво локшини з додаванням водоростей. Локшина є одним із найпопулярніших продуктів швидкого приготування у всьому світі, але класичні рецептури на основі пшеничного борошна мають обмежену біологічну цінність і не завжди відповідають сучасним дієтичним вимогам. Тому розробка інноваційних рецептур з використанням водоростей дозволяє значно розширити функціональність даного продукту.

Водорості є джерелом величезної кількості біологічно активних речовин: білків, незамінних амінокислот, а також поліненасичених жирних кислот (особливо ω -3), вітамінів (А, С, Е, К, групи В), мінералів (кальцій, йод, магній, залізо), а також антиоксидантів, таких як фукоксантин та фікоціанін. Їх додавання до локшини дозволяє збільшити її поживну цінність, надати антиоксидантних і імуномодулюючих властивостей, а також підтримати функціонування щитоподібної залози за рахунок природного вмісту йоду.

Іншою причиною актуальності створення локшини з водоростями є зростаючий попит на продукти з «доданою користю», особливо серед вегетаріанців, веганів, спортсменів, людей з обмеженим споживанням тваринного білка, а також прихильників екологічного способу життя. Зокрема, водорості, такі як ламінарія (морська капуста), спіруліна, хлорела або ульва (морський салат), можуть бути успішно використані в рецептурах як натуральні барвники, ароматизатори або джерела додаткового білка.

Також важливою є технологічна сторона питання. Водорості здатні покращувати органолептичні властивості продукту – зокрема, забезпечувати приємний смак, покращувати текстуру, а також збільшувати термін зберігання локшини завдяки природній антимікробній дії деяких морських полісахаридів (альгінати, агар, карагінан).

З урахуванням змін клімату та необхідності переходу до сталого харчування, водорості також є перспективною сировиною з точки зору екологічної безпеки. Їхнє вирощування не потребує значних земельних або водних ресурсів, не вимагає добрив або пестицидів, а виробництво є практично безвідходним. Це відкриває широкі перспективи для впровадження водоростей у харчову промисловість як сталого джерела інгредієнтів.

Таким чином, створення нових рецептур локшини з додаванням водоростей є необхідною умовою для задоволення потреб сучасного споживача у здоровому, функціональному, екологічно безпечному та смачному харчуванні. Цей напрям розвитку харчових технологій має високий науковий, економічний і соціальний потенціал, сприяє інноваційному оновленню традиційних продуктів та гармонійному поєднанню смаку та користі.

Виходячи з актуальної проблеми сьогодення щодо необхідності збагачення макаронних виробів, а також взявши до уваги цінний біохімічний склад водоростей, можемо висунути гіпотезу щодо їх застосування у якості додаткових інгредієнтів для виробництва локшини.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Водорості – перспективна сировина сучасної харчової промисловості

У ХХІ столітті людство дедалі активніше звертається до альтернативних джерел їжі, що поєднують високу поживну цінність, екологічну безпечність і функціональні властивості. Водорості – одна з таких груп біологічно активної сировини, що має потужний потенціал у харчовій промисловості. Серед них особливе місце посідають спіруліна, хлорела та ламінарія, які вже широко застосовують у країнах Азії, ЄС та Північної Америки, а також набувають популярності в Україні.

Ламінарія (морська капуста) – бурі морські водорості, багаті на йод, альгінати, вітаміни А, D, С, а також полісахариди, які впливають на нормалізацію обміну речовин. Завдяки природному йоду ламінарія корисна для профілактики захворювань щитоподібної залози [1–5].

Спіруліна (*Spirulina platensis*) є мікрowodорістю синьо-зеленого кольору, яка містить понад 60 % повноцінного білка, вітаміни групи В, β-каротин, залізо, магній, калій та фікоціанін – потужний антиоксидант. Цей білок засвоюється організмом людини у понад 85 %, що робить його особливо цінним у вегетаріанському харчуванні та спортивній дієті [6–14].

Хлорела (*Chlorella vulgaris*) – зелена мікрowodорість з високим вмістом хлорофілу, клітковини, вітамінів С, Е, В₁₂ та комплексу мінералів. Вона має властивості природного детоксиканта, сприяє очищенню організму, нормалізації мікрофлори кишечника та зміцненню імунітету [15–25].

Використання цих водоростей відкриває широкі перспективи для інноваційних харчових продуктів: функціональні добавки до йогуртів, соків, каш, кондитерських виробів, протеїнові батончики та снекова продукція з високим вмістом білка та клітковини, безглютенова випічка, збагачена мікрowodоростями, макаронні вироби або локшина з водоростевим порошком, пігулки або капсули як

біологічно активні добавки, веганські замітники м'яса з використанням хлорели чи спіруліни як джерела білка та пігментів.

Оскільки водорості можуть змінювати колір, текстуру й аромат кінцевих продуктів, їх застосування також сприяє створенню натуральної альтернативи синтетичним барвникам та консервантам.

Незважаючи на те, що Україна не має морських узбереж, придатних для великомасштабного вирощування ламінарії, виробництво мікроводоростей у контрольованих умовах активно розвивається.

Найбільш відомий вітчизняний виробник спіруліни – ТОВ «Spirulina UA» (Харківська обл.). Підприємство вирощує спіруліну у спеціалізованих фотобіореакторах із замкнутим циклом очищення води та стабільним контролем температури та освітлення. Продукція компанії використовується як сировина для виробництва функціональних харчових продуктів та добавок. Інші виробники в Запорізькій, Київській та Дніпропетровській областях освоюють краплинне вирощування на сонячних теплицях, що дозволяє знизити собівартість продукції.

Вирощування хлорели також налагоджено у біолабораторіях на базі аграрних університетів та дослідних станцій, зокрема у Львівській та Полтавській областях. Частина продукції експортують в ЄС, решту використовують як кормову добавку або у харчових цілях (у формі порошку, пасти, пігулок). За останні 5 років попит на українську хлорелу зріс у зв'язку з розвитком фітнес-культури та здорового харчування.

Власне вирощування ламінарії в Україні обмежене, але її імпорт із країн Чорного моря (Грузія, Болгарія) або Далекого Сходу (Китай) використовують для переробки. Вітчизняні підприємства, зокрема в м. Одеса та Миколаїв, вже налагодили вторинну переробку ламінарії – сушіння, подрібнення, екстракцію альгінатів. У м. Київ, Львів та Харків функціонують невеликі підприємства, що випускають батончики, смузі та пасти на основі ламінарії.

Попри очевидні переваги, галузь стикається з певними викликами: висока собівартість вирощування мікроводоростей в контрольованих умовах, низький рівень обізнаності споживачів щодо користі водоростей, відсутність чіткої

державної підтримки для мікрководорослевих стартапів, брак вітчизняного стандарту на продукцію з водоростей (лише імпорتنі ТУ та адаптація під європейські норми).

Однак, є і позитивні чинники: гнучкість малого бізнесу, здатного швидко впроваджувати інновації, підвищений попит на суперфуди в українських супермаркетах і аптечних мережах, експортний потенціал української спіруліни та хлорели до ЄС (у вигляді порошку чи капсул), розвиток екоsvідомого споживання, що підтримує ринок органічної та натуральної продукції.

Використання спіруліни, хлорели та ламінарії у харчовій промисловості України – це перспективний напрям, що поєднує інноваційність, харчову безпеку, екологічну доцільність та економічну вигоду. Завдяки розвитку біотехнологій, зростанню ринку здорового харчування та зацікавленості малого бізнесу, Україна має усі передумови стати регіональним центром виробництва продуктів на основі мікрководоростей.

Підтримка державних інституцій, популяризація суперфудів серед населення та впровадження стандартів ЄС дозволять прискорити комерціалізацію нових продуктів на основі водоростей, включно з харчовими добавками, локшиною, напоями, десертами та функціональними інгредієнтами для інших галузей харчової промисловості.

1.1.1 Ламінарія

Ламінарія (рис. 1.1) – це бурі водорості, які мають довгу зеленувато-буру м'яку слизову довгасто-стрічкову листовидну слань. Вона є джерелом легкозасвоюваного органічного йоду. Тому актуальним завданням науковців і фахівців харчової промисловості стає розроблення, а також виробництво великого спектру харчових продуктів, які володіють оздоровчою дією, з використанням ламінарії [1].



Рисунок 1.1 – Ламінарія

Довжина водорості ламінарії варіюється від 1 до 13 м. Виокремлюють два основних види: цукрову та японську. Цукрову ламінарію знаходять у значних обсягах у Білому та Чорному морях. Японська ламінарія поширена в далекосхідних морях. Обидва види ламінарії оселяються на морському дні біля узбережжя на глибині від 2 до 20 м, нерідко формуючи розлогі зарості.

Цілющі властивості ламінарії обумовлені її унікальним біохімічним складом. Йод, що міститься в ній, сприяє покращенню засвоєння білків, кальцію, фосфору та заліза, а також стимулює ферментну активність. Полісахариди, присутні в ламінарії, мають виражену гідрофільність та адсорбуючу здатність, зв'язуючи та поглинаючи різноманітні токсини та шлаки в людському організмі, після чого виводячи їх. Антихолестеринова речовина, що міститься в ламінарії, допомагає у боротьбі з холестериновими бляшками в судинах. Також ламінарія виявляє антикоагулянтні властивості, що сприяє відновленню порушених функцій органів травлення. Альгінати, наявні в ламінарії, зв'язують надлишок імуноглобулінів, які можуть спровокувати алергічні реакції. Вживання ламінарії благотворно впливає на стан шкіри людини [1, 2, 5]. Ламінарію рекомендують вживати для виведення радіонуклідів, зниження артеріального тиску, профілактики онкозахворювань, атеросклерозу, попередження захворювань жовчних шляхів, нормалізації роботи щитоподібної залози [3, 5].

На біохімічний склад ламінарії впливає місце вирощування, склад і температура морської води, підводне освітлення. Ламінарія містить у своєму складі 4–28 % білка, 0,9–4 % жирів, 5–57 % вуглеводів, 5 % харчових волокон, 27,35 % золи, 10,6 мг/100 г маніту, 28,5 мг/100 г альгінової кислоти, 211 мг/100 г каротиноїдів, 0,06 мг/100 г фолацину, 5,7 мг/100 г тіаміну, 11,3 мг/100 г токоферолів, 11,5 мг/100 г ніацину, 0,14 мг/100 г ціанокобаламіну, 43–98 мг/100 г фосфору, 2400 мг/100 г натрію, 400–735 мг/100 г магнію, 620–3000 мг/100 г калію, 37,5–56 мг/100 г заліза, 8,9 мг/100 г марганцю, 108–230 мг/100 г йоду, 39 мг/100 г цинку, 4,1 мг/100 г міді, 2250 мг/100 г кальцію, 20 мг/100 г селену [1, 3, 4].

Можна вживати ламінарію у сухому, маринованому, консервованому вигляді, додавати у страви, наприклад до салатів [1].

Проведена велика кількість наукових досліджень щодо використання ламінарії у збагаченні харчових продуктів, зокрема хлібобулочних виробів, мармеладу, десертів, багатокomпонентних рибних консервів, котлет, м'ясорослинних січених напівфабрикатів тощо [1–5, 16]. Використання ламінарії у технологіях харчових продуктів дозволяє забезпечити такі технологічні властивості, як компенсація дефіциту мінеральних речовин, підвищення біологічної цінності, виконання ролі природного загущувача [3].

1.1.2 Спіруліна

Спіруліна (рис. 1.2) – це планктонна ціанобактерія, представник царства одноклітинних мікроорганізмів, що належить до прокаріотів. Її можна вважати перехідним видом між бактеріями та рослинами. Клітини спіруліни не містять ядра, мітохондрій, ендоплазматичної сітки та інших клітинних структур. Завдяки такій структурі, білки, вітаміни та амінокислоти, що входять до складу спіруліни, зберігають свої властивості навіть при дії високих температур [6].

Спіруліна є мікроскопічною прісноводною синьо-зеленою водорістю. Вона природно росте в тропічних та субтропічних озерах. Мукопротеїнова оболонка спіруліни легко перетравлюється організмом людини. Спіруліну вирощують на промисловому рівні у великих відкритих водоймах, де ретельно контролюють

умови. Після цього її висушують. Далі вона постачається у вигляді порошку, екстракту або пігулок, призначених для використання як харчова добавка. Основна мета виробництва спіруліни – це постачання білкових ресурсів для населення, а також отримання користі від її унікального біохімічного складу. На відміну від інших водоростей, які часто мають специфічний аромат і смак, спіруліна вирізняється нейтральним запахом і смаком, що не впливає на органолептичні властивості їжі [6–14].



Рисунок 1.2 – Спіруліна

Встановлено, що включення спіруліни в раціон харчування сприяє оптимальному впливу на стан органів та систем організму на клітинному, генетичному й тканинному рівнях. Використання препаратів на основі спіруліни зменшує вплив радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90. Спіруліна, як адаптоген та біологічно активна добавка до харчування, має позитивний вплив при атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, цукровому діабеті та інших хворобах [9]. Вживання спіруліни рекомендується людям з відчуттям підвищеної втоми, зниженою працездатністю, значними фізичними та розумовими навантаженнями. Вона також містить фікоціанін (1,5 %), який є потужним антиоксидантом, речовиною з протипухлинними властивостями та природним імуностимулятором. Фікоціанін, присутній у спіруліні, сприяє покращенню кровотворення та стану стовбурових клітин головного мозку [10].

Спіруліна має у своєму складі 30–72 % білка, 5 % жирів, 10–20 % вуглеводів, 7 % золи, 170 мг/100 г каротиноїдів, 0,05 мг/100 г фолацину, 5,5 мг/100 г тіаміну, 19 мг/100 г токоферолів, 11,8 мг/100 г ніаціну, 0,16 мг/100 г ціанокобаламіну, 828 мг/100 г фосфору, 34 мг/100 г натрію, 166–195 мг/100 г магнію, 1435 мг/100 г калію, 28,5–52,8 мг/100 г заліза, 0,05 мг/100 г йоду, 3,3 мг/100 г цинку, 6,1 мг/100 г міді, 1, мг/100 г марганцю [1, 6, 7].

Проведена велика кількість наукових досліджень щодо використання спіруліни у збагаченні харчових продуктів та страв, зокрема хлібобулочних виробів, кисломолочних продуктів, вершкового масла, смузі, желе, супів, шоколадних батончиків [6–14, 16].

1.1.3 Хлорела

Хлорела (рис. 1.3) – сферична одноклітинна мікроводорість з чітко визначеним ядром, яка росте в прісній воді [17].

Хлорела багата білком (42–60,5 %), жиром (5–40 %), вуглеводами (12–55 %), харчовими волокнами, вітамінами і мінералами (калієм (1540 мг/100 г), кальцієм (132,5 мг/100 г), фосфором (894,2 мг/100 г), магнієм (191,5 мг/100 г), натрієм (42,2 мг/ 100 г), залізом (58 мг/100 г), цинком (3,9 мг/100 г), йодом (0,3 мкг/100 г) містить пігмент хлорофіл (1–2 %), токоферол [15, 17].



Рисунок 1.3 – Хлорела

Хлорелі властиві протимікробна і антиоксидантна дія [15], імуномодилуючі та протиракові властивості, а також захисні властивості проти серцево-судинних захворювань, гіпертонії, катаракти, вона сприяє зниженню ризику атеросклерозу та стимуляції синтезу колагену для шкіри. Крім того, хлорелу володіє захисною функцією проти важких металів [17].

Хлорелу реалізують у вигляді капсул, пігулок, екстрактів і порошку [17]. Хлорелу використовують у виробництві хліба, кондитерських, м'ясних виробів та морозива [15–25].

Висновки за розділом

У ході аналізу джерел інформації з'ясовано, що водорості, зокрема спіруліна, хлорела та ламінарія, є цінною сировиною для створення інноваційних харчових продуктів з високою біологічною цінністю. Вони поєднують у собі функціональні властивості, багатий хімічний склад і потенціал оздоровчого впливу на організм людини. Використання водоростей у харчовій промисловості є актуальним і перспективним напрямом, що відповідає сучасним викликам у сфері здорового харчування, екологічної безпеки та сталого виробництва.

Спіруліна характеризується надзвичайно високим вмістом повноцінного білка, легкозасвоюваними вітамінами та антиоксидантами, зокрема фікоціаніном. Її застосування позитивно впливає на обмін речовин, зміцнює імунітет, покращує стан серцево-судинної системи та забезпечує адаптогенні властивості. Завдяки нейтральному смаку та аромату спіруліна добре поєднується з іншими інгредієнтами в харчових технологіях, не погіршуючи органолептичні властивості готового продукту. Її використання у хлібобулочних виробках, молочних продуктах, батончиках, супах та навіть шоколаді вже отримало широке наукове й практичне підтвердження.

Хлорела, в свою чергу, містить значну кількість хлорофілу, білка, вітамінів і мікроелементів. Такі властивості як детоксиканта, антиоксиданта, імуномодулятора та протиракової сполуки роблять її унікальним інгредієнтом для

профілактичних та функціональних продуктів. Вона також широко застосовується у вигляді порошку або екстракту в хлібі, м'ясних виробках, морозиві, а також у вигляді біологічно активних добавок.

Ламінарія є джерелом органічного йоду, альгінатів, мінералів, вітамінів і полісахаридів. Її вплив на щитоподібну залозу, серцево-судинну систему, шлунково-кишковий тракт і шкіру є доведено ефективним. Ламінарія також виконує роль природного загущувача, стабілізатора й антиоксиданта. Її успішно використовують у хлібопеченні, десертах, салатах, пастах, консервах та дієтичних продуктах.

Незважаючи на обмежене вирощування ламінарії в Україні, існує розвинута переробна інфраструктура в таких містах як Одеса, Миколаїв, Київ, Львів і Харків. А от спіруліна та хлорела активно культивуються в спеціалізованих біолабораторіях та підприємствах у Харківській, Запорізькій, Львівській та Полтавській областях. Вітчизняне виробництво демонструє високу якість продукції та має експортний потенціал.

Водночас вітчизняна індустрія стикається з низкою викликів: недостатня державна підтримка, відсутність національних стандартів, низький рівень інформованості споживачів. Проте активізація малого та середнього бізнесу, підвищення попиту на суперфуди, розвиток фітнес-культури й екотрендів створюють сприятливе середовище для розвитку цього напрямку.

Отже, використання спіруліни, хлорели та ламінарії у харчовій промисловості України – це не лише інноваційне, а й стратегічно важливе рішення, що поєднує харчову безпеку, функціональність, оздоровчу дію та економічну вигоду. За умови підтримки з боку держави, популяризації серед населення та гармонізації з міжнародними стандартами, Україна має реальні шанси стати лідером у регіоні з виробництва та експорту продуктів на основі водоростей.

Сформовано мету кваліфікаційної роботи – розроблення нового виду локшини з додаванням водоростей та дослідження показників якості готового продукту.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра є технологія виробництва локшини. Предмет дослідження – органолептичні та фізико-хімічні показники якості локшини, її поживна та енергетична цінність. Виготовлення дослідних зразків локшини та визначення показників її якості проводили в умовах навчальних лабораторій кафедри харчових технологій.

Компонентний склад дослідних зразків локшини наступний: борошно пшеничне твердих сортів ТМ «Екород», яйця курячі харчові столові вищої категорії ТМ «Ясенвіт», вода питна ТМ «Вигода», порошок ламінарії, спіруліни та хлорела у вигляді пігулок ТМ «Superfoods Manteca» (рис. 2.1).



1



2



3



4



5



6

Рисунок 2.1 – Інгредиенты для виготовлення дослідних зразків локшини:
 1 – борошно пшеничне твердих сортів, 2 – яйця курячі харчові столові, 3 – вода
 питна, 4 – ламінарія, 5 – спіруліна, 6 – хлорела

Якість інгредієнтів, які були використані для приготування дослідних зразків локшини, відповідала вимогам чинних нормативних документів.

З аналізу літературних джерел виявили, що використані у якості збагачувачів види водоростей мають цінний біохімічний склад.

Ламінарія містить у своєму складі 4–28 % білка, 0,9–4 % жирів, 5–57 % вуглеводів, 5 % харчових волокон, 27,35 % золи, 10,6 мг/100 г маніту, 28,5 мг/100 г альгінової кислоти, 211 мг/100 г каротиноїдів, 0,06 мг/100 г фолацину, 5,7 мг/100 г тіаміну, 11,3 мг/100 г токоферолів, 11,5 мг/100 г ніаціну, 0,14 мг/100 г ціанокобаламіну, 43–98 мг/100 г фосфору, 2400 мг/100 г натрію, 400–735 мг/100 г магнію, 620–3000 мг/100 г калію, 37,5–56 мг/100 г заліза, 8,9 мг/100 г марганцю, 108–230 мг/100 г йоду, 39 мг/100 г цинку, 4,1 мг/100 г міді, 2250 мг/100 г кальцію, 20 мг/100 г селену [1–5].

Спіруліна містить у своєму складі 30–72 % білка, 5 % жирів, 10–20 % вуглеводів, 7 % золи, 170 мг/100 г каротиноїдів, 0,05 мг/100 г фолацину, 5,5 мг/100 г тіаміну, 19 мг/100 г токоферолів, 11,8 мг/100 г ніаціну, 0,16 мг/100 г ціанокобаламіну, 828 мг/100 г фосфору, 34 мг/100 г натрію, 166–195 мг/100 г магнію, 1435 мг/100 г калію, 28,5–52,8 мг/100 г заліза, 0,05 мг/100 г йоду, 3,3 мг/100 г цинку, 6,1 мг/100 г міді, 1, мг/100 г марганцю [6–14].

Хлорела багата білком (42–60,5 %), жиром (5–40 %), вуглеводами (12–55 %), харчовими волокнами, вітамінами і мінералами (калієм (1540 мг/100 г), кальцієм (132,5 мг/100 г), фосфором (894,2 мг/100 г), магнієм (191,5 мг/100 г), натрієм (42,2 мг/ 100 г), залізом (58 мг/100 г), цинком (3,9 мг/100 г), йодом (0,3 мкг/100 г) містить пігмент хлорофіл (1–2 %), токоферол [15–25].

Виходячи з цінного біохімічного складу порошків водоростей було вирішено використати ламінарію, спіруліну і хлорелу у технології локшини з метою збагачення такого популярного серед споживачів продукту цінними компонентами.

У табл. 2.1 наведено порівняльну характеристику поживної та енергетичної цінності використаних у дослідженні видів водоростей із інформації, зазначеної виробником продукції.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика поживної та енергетичної цінності ламінарії, спіруліни і хлорели

Показник	Ламінарія	Спіруліна	Хлорела
Білки, г/100 г	0,9	4,2	66,6
Жири, г/100 г	0,2	2,5	0,5
Вуглеводи, г/100 г	3	9,9	16,7
Енергетична цінність, ккал/100 г	24	79	393

Для проведення дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра використано кухонний та лабораторний посуд, столові прибори, сито, ваги технічні, тістоміс, розкатка для локшини, дегідратор.

Контрольний зразок – типова рецептура локшини. Проаналізувавши наукові праці вчених, які вивчали можливість додавання порошків з водоростей до борошняних виробів, вирішили під час формування рецептури дослідних зразків локшини у рецептурі контролю замінювати 5 % борошна пшеничного твердих сортів на порошок з водоростей – ламінарії (зразок №1), спіруліни (зразок №2), хлорели (зразок №3).

Дослідні зразки локшини виготовляли за рецептурами, наведеними у табл. 2.2. Всі сипкі інгредієнти просіювали. Всі інгредієнти відважували відповідно до рецептури визначеного дослідного зразка локшини і поміщали у тістоміс, замішували тісто до однорідної консистенції. Тісто розкочували до товщини 2 мм і нарізали на смужки шириною 5 мм і довжиною 150 мм. Дослідні зразки локшини висушували у дегідраторі при температурі 60 °С 5 год.

Таблиця 2.2 – Рецептурні співвідношення дослідних зразків локшини на 100 г готових виробів

№ з/п	Інгредієнти	Вміст в рецептурі, г			
		контролю	дослідних зразків		
			№1	№2	№3
1	2	3	4	5	6
1	Борошно пшеничне твердих сортів	68,00	64,60	64,60	64,60

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
2	Меланж	24,77	24,77	24,77	24,77
3	Вода	16,40	16,40	16,40	16,40
4	Порошок ламінарії	-	3,4	-	-
5	Порошок спіруліни	-	-	3,4	-
6	Порошок хлорели	-	-	-	3,4

Масову частку вологи тіста і готових виробів визначали, використовуючи прилад для вимірювання вологості харчових продуктів Кварц, крім масової частки вологи визначали органолептичні показники якості, кислотність, масову частку жирів, загальної золи, білків і клітковини за стандартними методиками. Енергетичну цінність визначали розрахунковим методом.

На рис. 2.2 зображена блок-схема виготовлення дослідних зразків локшини з додаванням порошків водоростей.

При визначенні органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків локшини з додаванням порошків водоростей орієнтувалися на нормативну документацію – ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники локшини

Показник	Методи дослідження
Органолептичні показники якості (форма, поверхня, колір, смак та запах, стан виробів після варіння)	ДСТУ 7348:2013 «Вироби макаронні. Правила приймання і методи визначення якості»
Масова частка вологи, %	
Кислотність, град	



Рисунок 2.2 – Блок-схема виготовлення дослідних зразків локшини з додаванням порошоків водоростей

Висновки за розділом

Об'єкт дослідження – технологія виробництва локшини. Предмет дослідження – органолептичні та фізико-хімічні показники якості локшини, її поживна та енергетична цінність. Перераховано обладнання, використане у дослідженні, а також методики визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості дослідних зразків локшини з додаванням порошків водоростей.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження

Макаронні вироби є важливою складовою раціону більшості українців. Їх популярність зумовлена простотою приготування, довгим терміном зберігання, універсальністю використання у кулінарії та доступною вартістю. Проте сучасні тенденції у харчуванні, зростання вимог до якості продуктів, поширення спеціалізованих дієт і необхідність відповідати міжнародним стандартам стимулюють вітчизняну харчову промисловість до пошуку нових технологічних рішень. У зв'язку з цим покращення рецептур макаронних виробів в Україні є актуальним та економічно доцільним напрямом розвитку галузі.

Усе більше споживачів прагнуть вести здоровий спосіб життя, обирають продукти з високою біологічною цінністю, багаті на білки, клітковину, вітаміни, мікроелементи. Традиційні макаронні вироби, виготовлені виключно з борошна пшениці м'яких сортів або суміші м'яких і твердих сортів, мають порівняно низький вміст харчових волокон, недостатню кількість вітамінів групи В та мінералів. До того ж вони мають високий глікемічний індекс, що не відповідає сучасним дієтичним вимогам. Тому одним із найважливіших завдань галузі є розробка нових рецептур макаронних виробів з функціональними добавками, які підвищують поживну цінність продукту без шкоди для його органолептичних властивостей.

Напрямами покращення рецептур макаронних виробів на сьогоднішній день є використання борошна грубого помелу та зернових сумішей, додавання білкових компонентів, використання водоростей та суперфудів, безглютеніві альтернативи, натуральні барвники та ароматизатори.

Збагачення рецептур висівками, амарантовим, гречаним або кукурудзяним борошном дозволяє підвищити вміст клітковини, вітамінів та мінералів. Такі макарони стають кориснішими для травлення та є кращими для дієтичного харчування. Застосування рослинного білка (наприклад, із гороху, сої, насіння

гарбуза, конопель) або молочного протеїну дозволяє створити макаронні вироби з високим вмістом білка. Це особливо актуально для спортсменів, вегетаріанців та осіб, які потребують підвищеного споживання білка. Додавання порошку хлорели, спіруліни, ламінарії, насіння чіа або льону збагачує продукт мікроелементами, антиоксидантами, поліненасиченими жирними кислотами, а також додає природного кольору (зелений, жовтуватий, фіолетовий), що підвищує привабливість для споживача. Для людей із целиакією чи глютенною чутливістю важливо мати якісні безглютенові макарони. Замість пшеничного борошна можна використовувати рисове, кукурудзяне, гречане, нутове чи сочевичне борошно. Заміна штучних добавок на природні інгредієнти (наприклад, буряковий сік, морквяний порошок, томатну пасту, зелень) не лише покращує безпеку продукту, а й надає йому нових смакових характеристик.

Розширення асортименту макаронних виробів із покращеними рецептурами сприятиме задоволенню попиту різних категорій споживачів (дієтичні, веганські, дитячі, спортивні, лікувально-профілактичні продукти), підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, підтримці малих фермерських господарств, які можуть постачати нішеву сировину – наприклад, амарант, льон, нут, водорості, формуванню здорових харчових звичок у населення, що особливо важливо в умовах зростання рівня хронічних захворювань, пов'язаних із харчуванням (ожиріння, діабет, серцево-судинні порушення).

Україна має достатню сировинну базу для покращення рецептур макаронів: зернові культури, бобові, овочі, зелень, а також власні потужності з вирощування та переробки мікроводоростей. За умов правильної технологічної адаптації можливо забезпечити масове виробництво інноваційної макаронної продукції, що відповідатиме сучасним стандартам якості, безпечності та поживної цінності.

Підтримка з боку держави, науково-дослідних установ та впровадження систем НАССР сприятиме підвищенню рівня довіри споживачів до нових продуктів та забезпечить довгострокову стійкість галузі.

Покращення рецептур макаронних виробів – це не лише відповідь на харчові виклики сучасності, а й стратегічно важливий напрям розвитку харчової промисловості України. Нові продукти на основі рослинних білків, зернових сумішей, водоростей та натуральних компонентів відкривають широкі можливості для задоволення споживчих очікувань, покращення здоров'я населення та зміцнення позицій України на міжнародному ринку продуктів здорового харчування. Це і спонукало нас розробити рецептуру локшини. У якості збагачувачів нашу увагу привернули порошки ламінарії, спіруліни та хлорели, які на сьогоднішній день дуже популяризують українські вчені та аграрії.

Метою наших досліджень сформовано розроблення нового виду локшини з додаванням порошку водоростей та дослідження показників якості готового продукту. Задачі, які допоможуть досягти зазначеної мети, наведені на рис. 3.1.

3.2 Аналіз ринку збагачених макаронних виробів, які реалізують в Україні

За даними українських маркетплейсів, національний асортимент включає понад 150 варіантів макаронних виробів із корисними компонентами: безглютенові, цільнозернові, бобові, рисові, амарантові, конопляні, збагачені білками чи вітамінами. При цьому чисті класичні вироби переважають, але збагачені – активно приростають, закладаючи базу для нішевого ринку.

В основному можна зустріти макаронні вироби з наступними типами добавок: спіруліна, ламінарія, борошно бобових культур, конопляне, амарантове.

Велика частина збагачених макаронів – імпорт зі США, ЄС, Італії, поодинокі позиції – виробництва України (наприклад, Healthy Generation gluten-free з блакитною спіруліною).

Українські бренди в основному спеціалізуються на класичних формах, але вже додають спіруліну, коноплі, горох у локшину та макарони (Lavka Zdraviya, натуральні еко-магазини).



Рисунок 3.1 – Задачі кваліфікаційної роботи

Імпортні збагачені макарони (спірулінові Fusilli, spaghetti) коштують 80–150 грн за 240–500 г, що у 2–3 рази дорожче за класичні вироби. Українська еко-локшина – 70–120 грн, що привабливо в сегменті охочих підтримати локальне і корисне. Попит на суперфуди та функціональні продукти стрімко зростає. Екологічна свідомість формує запит на продукти з локальним походженням, органічними сертифікатами, чистим складом.

На нашу думку недоліками розвитку виробництва даного сегменту харчових продуктів є низька поінформованість споживачів про користь добавок, ціновий бар'єр, доступ лише в преміум-сегменті.

Ринок збагачених макаронних виробів в Україні перебуває на стадії активного формування. Імпорт дороговартісний, а власне виробництво лише стартує. Проте наявність тренду на здорове харчування, екологічність і суперфуди створює сприятливі можливості для розвитку даного сегменту. Виробникам варто активізувати розробку локальних інноваційних макаронних виробів, популяризації продукції й адаптувати цінову стратегію – це дозволить сформувати стійкий і популярний сегмент на вітчизняному ринку.

3.3 Обґрунтування доцільності виготовлення збагачених макаронних виробів

Макаронні вироби – один з давно відомих споживачам і найулюбленіших борошняних виробів. Актуальним на сьогодні є використання у борошняних виробках різноманітних нетрадиційних для нашого регіону інгредієнтів, що пов'язано зі збільшенням кількості споживачів, які орієнтовані на харчові продукти оздоровчого призначення. Це дозволить розширити асортимент макаронних виробів.

Взявши до уваги біологічно цінний склад та оздоровчі властивості порошків водоростей, зазначені у першому розділі нашої кваліфікаційної роботи, вирішено розробити рецептуру локшини із додаванням ламінарії, спіруліни та хлорели у порошкоподібному стані. Серед виробничих зразків макаронних виробів можна

зустріти використання спіруліни та ламінарії, макаронні вироби з хлорелою на сьогодні на ринку відсутні. За прототип обрано типову рецептуру локшини.

Після виготовлення дослідних зразків локшини із додаванням порошку водоростей (рис. 3.2) визначили їх органолептичні показники якості.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд дослідних зразків локшини, зліва на право: зразок з додаванням ламінарії, зразок з додаванням спіруліни, зразок з додаванням хлорели

3.4 Визначення органолептичних показників якості дослідних зразків локшини

Після виготовлення дослідних зразків локшини із додаванням порошку водоростей – ламінарії, спіруліни, хлорели за рецептурами, передбаченими дослідженням кваліфікаційної роботи бакалавра, провели їх сенсорний аналіз.

Контрольним зразком була локшина із 100 %-вим вмістом борошна пшеничного твердих сортів. Тісто гарно себе показало при формуванні виробів. Дослідний зразок №1 – локшина із заміною 5 % борошна пшеничного твердих сортів на порошок ламінарії. Тісто показало себе так само гарно при формуванні виробів, як і у контрольному зразку. Відрізнявся колір тіста від контролю – був

темнішого кольору у порівнянні з контрольним зразком. Дослідний зразок №2 – локшина із заміною 5 % борошна пшеничного твердих сортів на порошок спіруліни. Тісто показало себе так само гарно при формуванні виробів, як і у попередніх зразках. Колір тіста дослідного зразку був темно-зеленим. Дослідний зразок №3 – локшина із заміною 5 % борошна пшеничного твердих сортів на порошок хлорели. Тісто показало себе так само гарно при формуванні виробів, як і у попередніх зразках. Колір дослідного зразку був яскраво-зеленим.

Форма контрольного і дослідних зразків відповідала локшині. Поверхня контрольного і всіх дослідних зразків була гладенькою, спостерігалися незначні шорсткості. Колір контрольного зразку був світло-кремовим. Дослідний зразок №1 був сіруватого відтінку, дослідні зразки №2 і 3 мали темно-зелений колір трохи різних відтінків між собою. Смак та запах локшини після варіння контрольного і всіх дослідних зразків були властиві локшині. Контрольний зразок не мав сторонніх присмаку та запаху. Дослідні зразки мали присмак і запах використаних видів водоростей. Контрольний і дослідні зразки після варіння зберігали свою форму і не злипалися. Отже, можна зробити висновок, що всі зразки і контрольний і дослідні відповідали вимогам ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови».

Для надання готовій локшині, збагаченій водоростями, бальної оцінки (табл. 3.1) під час закритої дегустації працювали 10 пересічних споживачів. Оцінювали за показниками: форма, поверхня, колір, смак та запах, стан виробів після варіння. Застосували наступні коефіцієнти вагомості: для смаку – 3, для запаху – 2, для стану після варіння – 2, для кольору – 1, для поверхні – 1, для форми – 1. Органолептичний профіль дослідних зразків локшини, збагаченої водоростями наведено на рис. 3.3.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники якості дослідних зразків локшини, збагаченої водоростями

Показник	Дослідні зразки печива цукрового			
	К	1	2	3
Форма	5	5	5	5
Поверхня	5	5	5	5
Стан виробів після варіння	5	5	5	5
Запах	5	4,6	5	5
Колір	5	4,8	5	5
Смак	5	4	4,8	5
Загальна органолептична оцінка	50,0	46	49,4	50



Рисунок 3.3 – Органолептичний профіль дослідних зразків локшини, збагаченої водоростями

На рис. 3.4 зображена гістограма, побудована на основі значення загальної органолептичної оцінки.



Рисунок 3.4 – Загальна органолептична оцінка

Усі дослідні зразки локшини одержали достатньо високі бали. Найменше балів отримав зразок №1 (5 % ламінарії). Найвищу оцінку отримали контрольний зразок і дослідний зразок №3 (5 % хлорели), трохи меншу – дослідний зразок №2 (5 % спіруліни).

3.5 Визначення фізико-хімічних показників якості дослідних зразків локшини, збагаченої водоростями

У табл. 3.2 наведено результати визначення масової частки вологи тіста і готових виробів, а також кислотності всіх зразків локшини.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники якості локшини, збагаченої водоростями, та часу їх варіння

Назва показника	Контрольний зразок (локшина на основі борошна пшеничного твердих сортів)	Дослідний зразок №1 (5 % ламінарії)	Дослідний зразок №2 (5 % спіруліни)	Дослідний зразок №3 (5 % хлорели)
Масова частка вологи тіста, %	18,0	18,6	18,8	18,8
Масова частка вологи готових виробів, %	12,6	12,8	12,6	12,8
Кислотність, град.	1,89	1,82	1,70	1,74
Час варіння, хв	8,3	7,9	7,8	7,9

За результатами аналізу табл. 3.2 можна сказати, що додавання до рецептури локшини порошку водоростей впливає на його якість. Всі дослідні зразки мали вищий вміст вологи тіста у порівнянні з контролем. Найменшу масову частку вологи після сушіння мав дослідний зразок локшини №2 (5 % спіруліни). Дослідні зразки локшини мали меншу кислотність у порівнянні з контролем. Повністю задовольнили вимоги ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» контрольний і дослідні зразки локшини за показниками вологості та кислотності. Час варіння локшини-контролю становив 8,3 хв, контрольних зразків №1 і №3 – 7,9 хв, №2 – 7,8 хв. Далі визначили масову частку протеїну, жиру клітковини та золи у контролі та дослідному зразку №3, які були кращими за результатами дегустаційної оцінки (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники якості локшини

Назва показника*	Контрольний зразок (локшина на основі борошна пшеничного твердих сортів)	Дослідний зразок №3 (5 % хлорели)
Масова частка протеїну, %	11,0	14,3
Масова частка жиру, %	1,1	1,0
Масова частка клітковини, %	0,16	0,28
Масова частка золи, %	0,64	0,96

*у перерахунку на сухі речовини

За результатами аналізу табл. 3.3 можна сказати, що зразок локшини, збагаченої хлорелою переважає контроль за вмістом протеїну, золи, клітковини.

Розраховуємо поживну та енергетичну цінність контрольного зразку локшини і дослідного зразку №3 (табл. 3.4), використовуючи дані табл. 3.3.

Таблиця 3.4 – Поживна та енергетична цінність локшини, яку досліджували на 100 г готового продукту

Назва показника	Контрольний зразок (локшина на основі борошна пшеничного твердих сортів)	Дослідний зразок №3 (5 % хлорели)
Вміст білків, г	11,00	14,30
Вміст жирів, г	1,10	1,00
Вміст вуглеводів, г	87,10	83,46
Енергетична цінність, ккал	384,88	383,35

Із даних табл. 3.4 виходить, що енергетична цінність розробленої локшини всього на 1,5 ккал/100 г менше за контроль.

Опрацювавши всі одержані результати досліджень, передбачені завданням кваліфікаційної роботи, нами обрано до впровадження зразок локшини, збагаченої хлорелою у кількості 5 %.

Висновки за розділом

1. За даними українських маркетплейсів, національний асортимент включає понад 150 варіантів макаронних виробів із корисними компонентами: безглютенові, цільнозернові, бобові, рисові, амарантові, конопляні, збагачені білками чи вітамінами. При цьому чисті класичні вироби переважають, але збагачені – активно приростають, закладаючи базу для нішевого ринку. В основному можна зустріти макаронні вироби з наступними типами добавок: спіруліна, ламінарія, борошно бобових культур, конопляне, амарантове. Велика частина збагачених макаронів – імпорт зі США, ЄС, Італії, поодинокі позиції – виробництва України (наприклад, Healthy Generation gluten-free з блакитною спіруліною). Українські бренди в основному спеціалізуються на класичних формах, але вже додають спіруліну, коноплі, горох у локшину та макарони (Lavka Zdraviya, натуральні еко-магазини). Ринок збагачених макаронних виробів в Україні перебуває на стадії активного формування. Імпорт дороговартісний, а власне виробництво лише стартує. Проте наявність тренду на здорове харчування, екологічність і суперфуди створює сприятливі можливості для розвитку даного сегменту. Виробникам варто активізувати розробку локальних інноваційних макаронних виробів, популяризації продукції й адаптувати цінову стратегію – це дозволить сформувати стійкий і популярний сегмент на вітчизняному ринку.

2. Виготовлено 3 дослідні зразки локшини, у рецептурах яких замінювали 5 % борошна пшеничного твердих сортів на водорості – ламінарію, спіруліну та хлорелу. Контрольний зразок – прототип на основі борошна пшеничного твердих сортів.

3. Контрольний і дослідні зразки локшини відповідали вимогам ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» за органолептичними показниками якості. Усі зразки локшини одержали достатньо високі бали. Найменше балів отримав зразок №1 (5 % ламінарії). Найвищу оцінку отримали контрольний зразок і дослідний зразок №3 (5 % хлорели), трохи меншу – дослідний зразок №2 (5 % спіруліни).

4. Додавання до рецептури локшини порошку водоростей впливає на його якість. Всі дослідні зразки мали вищий вміст вологи тіста у порівнянні з контролем. Найменшу масову частку вологи після сушіння мав дослідний зразок локшини №2 (5 % спіруліни). Дослідні зразки локшини мали меншу кислотність у порівнянні з контролем. Повністю задовольнили вимоги ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» контрольний і дослідні зразки локшини за показниками вологості та кислотності. Час варіння локшини-контролю становив 8,3 хв, контрольних зразків №1 і №3 – 7,9 хв, №2 – 7,8 хв.

5. Зразок локшини, збагаченої хлорелою переважав контроль за вмістом протеїну, золи, клітковини.

6. Поживна цінність розробленої локшини становить: білків – 14,30 г/100 г, жирів – 1,00 г/100 г, вуглеводів – 83,46 г/100 г. Енергетична цінність становить 383,35 ккал/100 г.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

Виготовлення дослідних зразків локшини та визначення показників її якості проводили в умовах навчальних лабораторій кафедри харчових технологій ДДАЕУ. В навчальних лабораторіях було наявне обладнання і прилади для виготовлення зразків локшини: кухонний та лабораторний посуд, столові прибори, технічні ваги, тістоміс, дегідратор, прилад для визначення вологості харчових продуктів тощо. У навчальних лабораторіях кафедри харчових технологій створені всі умови для проведення всіх видів робіт з дотриманням вимог пожежної безпеки та охорони праці.

Так як об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи бакалавра є технологія виробництва локшини, нами розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1) для оператора лінії з її виробництва.

4.2 Утилізація відходів від виробництва локшини

Макаронна галузь – важлива частина харчової промисловості, яка споживає значні ресурси та генерує відходи, що негативно впливають на довкілля. З огляду на зростання споживчого попиту, важливо досліджувати екологічні аспекти кожного етапу: від постачання сировини до утилізації відходів, зокрема решток локшини тощо. Це сприятиме розробці екологічно сталих практик і виділенню пріоритетів у модернізації виробництва.

Виробництво локшини, як і інших макаронних виробів, супроводжується утворенням різних типів відходів, які можуть мати негативний вплив на довкілля. Для забезпечення екологічної безпеки та ресурсоефективності необхідно здійснювати раціональне поводження з відходами на всіх етапах виробничого процесу.


<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва локшини. 2. Вид робіт – виробництво локшини (дозування сировини, заміс тіста, сушіння). 3. Посада – оператор лінії. 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження повторного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки: до 01.12.2030 р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Головний убір – 1 раз на рік. 2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців. 3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці. 4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. 2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. 3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів. 4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів. 5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу. 6. Про виявлені порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення робіт. 2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипані сипкі продукти, розлиті рідини тощо. 3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями. 4. Можна використовувати тільки справне устаткування, пристосування, інструмент. 5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідний інструктаж та навчання.
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання; 3. Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.
Контакти служб екстреної допомоги	
<p>Внутрішні службові номери: Майстер відділення: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 – головний інженер, 000-00-00 – медичний кабінет.</p>	 <p>ЕКСТРЕННА ДОПОМОГА</p> <ul style="list-style-type: none"> 101 ПОЖЕЖНА СЛУЖБА 102 ПОЛІЦІЯ 103 ШВИДКА ДОПОМОГА 104 ГАЗОВА СЛУЖБА

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

Основними видами відходів від виробництва локшини є харчові відходи (обрізки тіста під час формування локшини, бракована продукція внаслідок порушення рецептури, механічних пошкоджень чи збоїв у виробництві, повернення з торгівлі – несвоєчасно реалізована або пошкоджена продукція), технологічні відходи (водні стоки після миття обладнання, що містять залишки тіста, білків, жирів; пилове борошно, утворене при завантаженні, зберіганні або просіюванні інгредієнтів), пакувальні відходи (обрізки упаковки (полімери, папір), відпрацьовані мішки, плівки та коробки з-під сировини), органічні відходи (зіпсовані яйця, вода або інші компоненти у разі використання нестандартної сировини).

Для утилізації відходів можна запропонувати наступні рішення:

- Повторне використання в технологічному процесі. Обрізки тіста можна частково повертати у заміс на ранніх етапах виробництва (не більше 5–10 % від маси), за умови дотримання санітарних норм;
- Використання у кормових цілях. Бракована продукція після термічної обробки (наприклад, висушування) може бути використана як добавка до кормів для свиней або птиці. Залишки борошна, білка та крохмалю – сировина для кормових сумішей;
- Компостування та біоутилізація. Органічні харчові рештки можуть бути ефективно використані для виробництва компосту. Застосування біоактивних препаратів прискорює процес розкладу, зменшуючи викиди метану й утворення патогенної мікрофлори;
- Очищення стічних вод. Стоки з виробництва локшини повинні проходити механічне та біологічне очищення перед скиданням у каналізацію або водойми;
- Утилізація пакувальних матеріалів. Роздільне збирання та передача на вторинну переробку (пластик, папір, картон). Впровадження біорозкладної упаковки дозволяє знизити екологічне навантаження.

Висновки за розділом

Розроблено картку безпеки праці для операторів лінії з виробництва локшини. Раціональне поводження з відходами у виробництві локшини дозволяє не лише знизити негативний вплив на довкілля, а й підвищити ефективність підприємства через вторинне використання ресурсів. Застосування сучасних технологій компостування, очищення стоків, а також повторного використання харчових залишків у кормових цілях є ключем до екологічної й економічної сталості макаронного виробництва.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

Розробка нових видів харчових продуктів з використанням нетрадиційної сировини для нашого регіону є дуже важливою і впливає на розвиток вітчизняної харчової промисловості. Це враховано під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра. Реалізація цього аспекту потребує певних витрат.

Розраховуємо витрати, пов'язані з проведенням дослідження випускової 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. 5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	2	3	5	6
1	Борошно пшеничне твердих сортів, кг	248,75	1,20	298,50
2	Яйця, шт	7,00	12	84,00
3	Вода, л	8,00	0,24	1,92
4	Порошок ламінарії, кг	584,62	0,02	11,69
5	Порошок спіруліни	1992,31	0,02	39,85
6	Хлорела у пігулках	1394,74	0,02	27,89
Всього				463,85

Результати розрахунку заробітної плати керівника наукового дослідження наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	12128,97	79,80	6	478,80
			Всього	478,80

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 24 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{478,80 \cdot 24}{100} = 114,91 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

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

де, M – потужність використаного електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K = 0,9$;

T – час роботи обладнання, год.;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$a = 8,34$ грн./(кВт/год.).

Результати розрахунку витрат на електроенергію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

Обладнання	Потужність електро- обладнання, кВт	Час роботи обладнання, год	Витрати на електроенергію, грн
Технічні ваги	0,22	1	1,65
Тістоміс	1,50	2	22,52
Сушарка	1	15	112,59
Плита індукційна	3,5	1,6	42,03
Вологомір	1,00	2	15,01
Водонагрівач	0,24	10	18,01
Ноутбук	0,03	480	108,09
Всього			319,90

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

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

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів в році.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Технічні ваги	7126,00	10	0,04	0,08
Тістоміс	24990	15	0,08	0,82
Сушарка	12450,00	25	0,63	2,53
Плита індукційна	3239,00	20	0,07	5,37
Вологомір	18000	15	0,08	0,59
Водонагрівач	4599,00	15	0,42	0,79
Ноутбук	13999,00	25	20	191,77
Всього				201,95

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.4.

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

$$\frac{478,80 \cdot 80}{100} = 383,04 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	463,85
Заробітна плата	478,80
Нарахування на заробітну плату	114,91
Електроенергія	319,90
Амортизація	201,95
Накладні витрати	383,04
Всього	1962,45

Кошторис витрат на проведення досліджень становить 1962,45 грн.

5.2 Розрахунок вартості дослідження

Вартість науково-дослідної роботи визначали шляхом врахування витрат на проведення досліджень та рентабельності, використовуючи наступний математичний вираз (5.4):

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

де, Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 1962,45 + \frac{30 \cdot 1962,45}{100} = 2551,19 \text{ грн}$$

Сумарні кошти, витрачені на реалізацію досліджень у рамках кваліфікаційної роботи бакалавра, дорівнюють 2551,19 грн.

5.3 Техніко-економічні показники виробництва локшини, збагаченої хлорелою

У табл. 5.6 наведено розрахунок прогнозованої собівартості 1 кг локшини за типовою рецептурою, а у табл. 5.7 – локшини, збагаченої хлорелою.

Таблиця 5.6 – Техніко-економічні показники виробництва локшини

Найменування статей калькуляції	Виробництво локшини за типовою рецептурою		
	Кількість	Ціна (грн.)	Сума (грн.)
Сировина та основні матеріали:			
Борошно пшеничне твердих сортів, кг	0,068	248,75	16,92
Яйця, шт	0,6	7,00	4,20
Вода, л	0,016	8,00	0,13
Зворотні відходи, що реалізуються:	-	-	-
<i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i>			21,25
Допоміжні і таропакувальні матеріали:			
<i>Картонні коробки, шт</i>	1	5,00	5,00
<i>Разом</i>			5,00
Паливо і енергія на технологічні цілі:			
<i>Електроенергія, кВт.год:</i>	1,05	8,34	8,76
<i>Разом</i>			8,76
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання			-
Амортизаційні відрахування			0,95
Вихід готової продукції, кг	0,1		
Виробнича собівартість 1 кг готового продукту			359,60

Таблиця 5.7 – Техніко-економічні показники виробництва локшини, збагаченої хлорелою

Найменування статей калькуляції	Виробництво локшини за типовою рецептурою		
	Кількість	Ціна (грн.)	Сума (грн.)
Сировина та основні матеріали:			
Борошно пшеничне твердих сортів, кг	0,065	248,75	16,17
Яйця, шт	0,6	7,00	4,20
Вода, л	0,016	8,00	0,13
Хлорела, кг	0,003	1394,74	4,18
Зворотні відходи, що реалізуються:	-	-	-
<i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i>			24,68
Допоміжні і таропакувальні матеріали:			
<i>Картонні коробки, шт</i>	1	5,00	5,00
<i>Разом</i>			5,00
Паливо і енергія на технологічні цілі:			
<i>Електроенергія, кВт.год:</i>	1,05	8,34	8,76
<i>Разом</i>			8,76
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання			-
Амортизаційні відрахування			0,95
Вихід готової продукції, кг	0,1		
Виробнича собівартість 1 кг готового продукту			393,90

Аналізуючи одержані у табл. 5.6 і 5.7 результати, зазначимо, що прогнозована собівартість локшини, збагаченої хлорелою на 9,5 % вища за собівартість контролю. Прогнозовану собівартість локшини, збагаченої хлорелою можна знизити, налагодивши оптову поставку сировини.

Висновки за розділом

Загальна вартість експериментального дослідження склала 2551,19 грн. Прогнозована собівартість локшини, збагаченої хлорелою на 9,5 % вища за собівартість контролю. Прогнозовану собівартість локшини, збагаченої хлорелою можна знизити, налагодивши оптову поставку сировини.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. За даними українських маркетплейсів, національний асортимент включає понад 150 варіантів макаронних виробів із корисними компонентами: безглютенові, цільнозернові, бобові, рисові, амарантові, конопляні, збагачені білками чи вітамінами. При цьому чисті класичні вироби переважають, але збагачені – активно приростають, закладаючи базу для нішевого ринку. В основному можна зустріти макаронні вироби з наступними типами добавок: спіруліна, ламінарія, борошно бобових культур, конопляне, амарантове. Велика частина збагачених макаронів – імпорт зі США, ЄС, Італії, поодинокі позиції – виробництва України (наприклад, Healthy Generation gluten-free з блакитною спіруліною). Українські бренди в основному спеціалізуються на класичних формах, але вже додають спіруліну, коноплі, горох у локшину та макарони (Lavka Zdraviya, натуральні еко-магазини). Ринок збагачених макаронних виробів в Україні перебуває на стадії активного формування. Імпорт дороговартісний, а власне виробництво лише стартує. Проте наявність тренду на здорове харчування, екологічність і суперфуди створює сприятливі можливості для розвитку даного сегменту. Виробникам варто активізувати розробку локальних інноваційних макаронних виробів, популяризації продукції й адаптувати цінову стратегію – це дозволить сформувати стійкий і популярний сегмент на вітчизняному ринку.

2. Виготовлено 3 дослідні зразки локшини, у рецептурах яких замінювали 5 % борошна пшеничного твердих сортів на водорості – ламінарію, спіруліну та хлорелу. Контрольний зразок – прототип на основі борошна пшеничного твердих сортів.

3. Контрольний і дослідні зразки локшини відповідали вимогам ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» за органолептичними показниками якості. Усі зразки локшини одержали достатньо високі бали. Найменше балів отримав зразок №1 (5 % ламінарії). Найвищу оцінку отримали

контрольний зразок і дослідний зразок №3 (5 % хлорели), трохи меншу – дослідний зразок №2 (5 % спіруліни).

4. Додавання до рецептури локшини порошку водоростей впливає на його якість. Всі дослідні зразки мали вищий вміст вологи тіста у порівнянні з контролем. Найменшу масову частку вологи після сушіння мав дослідний зразок локшини №2 (5 % спіруліни). Дослідні зразки локшини мали меншу кислотність у порівнянні з контролем. Повністю задовольнили вимоги ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» контрольний і дослідні зразки локшини за показниками вологості та кислотності. Час варіння локшини-контролю становив 8,3 хв, контрольних зразків №1 і №3 – 7,9 хв, №2 – 7,8 хв.

5. Зразок локшини, збагаченої хлорелою переважав контроль за вмістом протеїну, золи, клітковини.

6. Поживна цінність розробленої локшини становить: білків – 14,30 г/100 г, жирів – 1,00 г/100 г, вуглеводів – 83,46 г/100 г. Енергетична цінність становить 383,35 ккал/100 г.

7. Розроблено картку безпеки праці для операторів лінії з виробництва локшини. Раціональне поводження з відходами у виробництві локшини дозволяє не лише знизити негативний вплив на довкілля, а й підвищити ефективність підприємства через вторинне використання ресурсів. Застосування сучасних технологій компостування, очищення стоків, а також повторного використання харчових залишків у кормових цілях є ключем до екологічної й економічної сталості макаронного виробництва.

8. Загальна вартість експериментального дослідження склала 2551,19 грн. Прогнозована собівартість локшини, збагаченої хлорелою на 9,5 % вища за собівартість контролю. Прогнозовану собівартість локшини, збагаченої хлорелою можна знизити, налагодивши оптову поставку сировини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бондар Н.П., Губеня В.О., Шаран Л.О., Геращенко О.В. Використання ламінарії у технології м'ясних котлет, збагачених йодом. *Молодий вчений*. 2019. №1 (65). С. 184–188.
2. Непочатих Т., Шеремет С. Забезпечення якості нового фруктово-ягідного мармеладу з додаванням ламінарії. *Траєкторія науки*. 2018. Вип. 4, №2. С. 3001–3007.
3. Кушніренко Н.М. Удосконалення та оптимізація рецептури багатокomпонентних рибних консервів. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2019. Vol. VII (23), Issue 193. С. 82 – 85.
4. Корзун В.Н. Технологія десертів спрямованої функціональної дії. *Наукові праці НУХТ*. 2016. Том 22, №1. С. 243–251.
5. Азарова Н.Г., Шлапак Г.В. Інноваційні технології проти йододефіциту. *Наукові праці ОНАХТ*. 2018. Том 82, Випуск 2. С. 73–79.
6. Кошель О.Ю., Касьянова А.В. Перспективи застосування порошку водоростей спіруліни у виробництві хлібобулочних виробів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, том 1. С. 1–7.
7. Власенко І.Г., Семко Т.В., Іваніщева О.А. Технологія кисломолочного напою з вторинної молочної сировини. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, том 2. С. 1–13.
8. Савчук Ю.Ю., Янчик М.В., Усатюк С.І. Розроблення рецептури та технології смузі на основі напою з ядер волоського горіха з додаванням шпинату та спіруліни. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2019. Том 30 (69), ч. 2, №5. С.104–109.
9. Калугіна І.М. Розробка технології багат шарового желе з радіопротекторними властивостями. *Наукові праці ОНАХТ*. 2015. Випуск 48. С. 93–97.

10. Шлапак Г.В., Азарова Н.Г., Кушніренко Н.М., Патюков С.Д. Нетрадиційні інгредієнти в сучасних технологіях. *Наукові праці ОНАХТ*. 2019. Том 83, Випуск 2. С. 44–49.
11. 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.
12. Олімпієва О.К. Унікальний об'єкт біотехнології – Spirulina (Arthrospira) platensis. *Студентський науковий вісник МНАУ*. 2017. Вип. 2 (10): Сільськогосподарські науки. С. 192–196.
13. Wan D., Wu Q., Kuča K. Spirulina. *Nutraceuticals (Second Edition)* / eds. Gupta R.C., Lall R., Srivastava A. Academic Press. 2021. P. 959–974.
14. Bensehaila S., Doumandji A., Boutekrabt L., Manafikhi H., Peluso I., Bensehaila K., Bensehaila A. The nutritional quality of Spirulina platensis of Tamennasset, Algeria. *African Journal of Biotechnology*. 2015. Vol. 14, no. 19. P. 1649–1654.
15. Пешук Л.В., Сімонова І.І., Штик І.І. Тренд сучасності – продукція оздоровчого призначення з мікрводоростями. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2022. т. 24, №97. С. 52–59.
16. Пешук Л.В., Сімонова І.І., Приходько Д.Ю. Огляд стратегій розвитку та особливостей виробництва інноваційних продуктів з водоростей. *Вісник НБУ «ХП»*. Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». 2023. №2 (16). С. 86–91.
17. Гришко В.А., Зоценко В.М., Богатко Н.М., Островський Д.М. Біологічні особливості, біотехнологія культивування та сфери застосування мікроскопічних одноклітинних водоростей роду Chlorella: (огляд літератури). *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. т. 26, №101. С. 329–340.

18. Пешук Л.В., Новікова Н.В., Приходько Д.Ю. Водорості як «суперфуд» у технологіях м'ясних продуктів здорового харчування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, 2023. №1. С96–103.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.