

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

УДК 664:582.261.2

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

«_____» _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Олександр САВЧЕНКО

«_____» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення технології харчової продукції з ламінарії»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к.с.-г.н, професор _____

Наталія СЛОБОДЯНЮК

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент _____

Анастасія ІВАНЮТА

Виконала _____

Ірина МАРЧЕНКО

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ
Марченко Ірині Станіславівні**

Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»
Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Удосконалення технології харчової продукції з ламінарії»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від “25” листопада 2024 р. № 2093 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01.12.2025 року

Вихідні дані до магістерської роботи: напівфабрикати, хек, ламінарія; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви; економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літератури; матеріали та методи досліджень; результати власних досліджень та їх аналіз; охорона праці, економічна ефективність; висновки; список використаної літератури.

Дата видачі завдання “12” лютого 2025 р.

Керівник магістерської роботи _____ Анастасія ІВАНЮТА

Завдання прийняв до виконання _____ Ірина МАРЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Удосконалення технології харчової продукції з ламінарії» викладена на 56 сторінках, містить 8 таблиць, 2 рисунки, 40 літературних джерела.

Магістерська робота присвячена Удосконалення технології харчової продукції з ламінарії з використанням функціональних рослинних добавок, зокрема порошку з ламінарії. Актуальність дослідження обумовлена сучасними тенденціями розвитку харчової промисловості, зростанням попиту на продукцію з підвищеною харчовою цінністю та функціональними властивостями, а також необхідністю впровадження економічно ефективних і безпечних технологічних рішень.

У роботі проведено аналітичний огляд сучасного стану розвитку напівфабрикатів в Україні та світі, визначено особливості використання порошку з ламінарії у технології цих виробів та її вплив на харчову цінність, фізико-хімічні і органолептичні показники. Проаналізовано дослідження з удосконалення рецептур і технологічних процесів, що дозволяє підвищити якість продукту та його конкурентоспроможність.

Експериментальна частина роботи включала розробку чотирьох варіантів комбінованих напівфабрикатів: контрольного зразка, з додаванням – 1% порошку ламінарії, 3% та 5% порошку ламінарії. Для оцінки якості продукції застосовувалися органолептичні методи, визначення фізико-хімічних показників (вміст білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон, мінеральних речовин, вологість, активність води), а також розрахунок хімічного та енергетичного складу. Оцінювалися втрати при тепловій обробці та вихід готової продукції.

Особливий акцент було зроблено на вдосконаленні технології виготовлення напівфабрикатів, зокрема на підготовці, подрібненні й змішуванні складників, формуванні, паніруванні, заморожуванні та пакуванні, з обов'язковим дотриманням санітарно-гігієнічних норм і вимог охорони праці. Проведено аналіз можливих виробничих ризиків і розроблено організаційно-технічні заходи для їх зменшення, що гарантує безпеку праці та стабільну якість продукції.

Розрахунок економічної ефективності показав, що впровадження зразку з порошком ламінарії є доцільним з огляду на знижену собівартість та підвищення харчової цінності. Проведено розрахунок витрат на сировину, енергетичні та накладні витрати, оплату праці, собівартість продукції та орієнтовну ціну реалізації.

Отримані результати дозволяють рекомендувати розроблені рецептури для харчової промисловості, ресторанного господарства, супермаркетів, підвищуючи функціональну цінність продуктів, їх органолептичні характеристики, економічну ефективність виробництва та конкурентоспроможність на ринку. Робота є науково-практичною та може бути використана для впровадження нових технологічних рішень у харчовій промисловості.

Ключові слова: напівфабрикати, функціональні добавки, ламінарія, порошок ламінарії, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, технологія харчових продуктів, економічна ефективність.

АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Тенденції розвитку ринку рибних напівфабрикатів в Україні.....	8
1.2. Використання ламінарії у технології рибних напівфабрикатів	12
1.3. Біологічно активні речовини ламінарії та їхній вплив на організм людини.....	14
1.4. Сучасні технології продукції з ламінарії	16
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1. Об'єкти та матеріали досліджень	19
2.2. Методи досліджень.....	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	22
3.1. Технохімічна характеристика використаної сировини	22
3.2. Обґрунтування рецептури рибних напівфабрикатів з ламінарією	25
3.3. Органолептичні та фізико-хімічні показники дослідних зразків.	27
3.4. Удосконалення технології рибних напівфабрикатів з ламінарією	35
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	39
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	44
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	49
ДОДАТОК А. Список опублікованих праць за темою магістерської роботи.....	53

ВСТУП

Раціональне харчування є фундаментальною умовою підтримання здоров'я населення, забезпечення нормального фізичного розвитку, збереження працездатності та профілактики хронічних неінфекційних захворювань. За даними сучасних досліджень, структура харчування українців характеризується порушенням балансу між основними нутрієнтами, недостатнім споживанням харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, мінеральних елементів і вітамінів, а також критично низьким рівнем надходження органічно зв'язаного йоду та кальцію у порівнянні з рекомендованими фізіологічними нормами. Дефіцит цих компонентів спричиняє зниження імунологічної реактивності, погіршення функції щитоподібної залози, порушення ліпідного обміну та зростання ризику серцево-судинних захворювань.

У цьому контексті особливого значення набуває розроблення харчових продуктів із підвищеним вмістом есенціальних нутрієнтів та функціональних компонентів природного походження. Одним із найбільш перспективних напрямів є використання бурих морських водоростей, зокрема ламінарії, яка містить значні кількості альгінової кислоти, фукоїдану, ламінарину, харчових волокон, органічно зв'язаного йоду та широкого спектра мінералів. Завдяки цьому ламінарія розглядається як природний компонент із вираженими біологічними, антиоксидантними та структуроутворюючими властивостями.

Альгінати, що становлять основу сухої речовини ламінарії, виконують функцію гідролоїдів, здатних зв'язувати значну кількість вологи, формувати стабільні гелеві структури та покращувати текстурні властивості харчових систем. Харчові волокна ламінарії забезпечують покращення реологічних характеристик, сприяють формуванню еластичної та стабільної структури, а також мають позитивний вплив на функціонування травного тракту шляхом нормалізації мікробіоти.

Особливу актуальність дане дослідження має для України, адже дефіцит йоду в регіонах країни сягає 30–70 % серед різних вікових груп. Ламінарія здатна забезпечити високий рівень біодоступного йоду, що робить її ефективним компонентом для збагачення харчових продуктів та профілактики

йододефіцитних станів. Крім того, використання ламінарії у технології рибних напівфабрикатів відповідає сучасним світовим тенденціям розвитку індустрії здорового харчування, яка орієнтується на мінімізацію харчових добавок синтетичного походження та розширення використання природних функціональних інгредієнтів.

Об'єкт дослідження — технологія виробництва харчової продукції із застосуванням ламінарії.

Предмет дослідження — порошок ламінарії, модельні харчові системи та готова продукція, збагачена компонентами бурих морських водоростей.

Мета роботи — наукове обґрунтування та розроблення удосконаленої технології харчових продуктів із використанням ламінарії як функціонального інгредієнта.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан наукових досліджень та практичних розробок щодо використання ламінарії у харчових технологіях.
2. Дослідити хімічний склад ламінарії та визначити технологічні властивості, що мають найбільший вплив на якість харчових продуктів.
3. Оцінити вплив різних концентрацій ламінарії на фізико-хімічні, функціонально-технологічні та органолептичні властивості модельних харчових систем.
4. Встановити раціональні режими технологічної обробки продукції, збагаченої ламінарією.
5. Оптимізувати рецептурний склад та розробити апаратурно-технологічну схему виробництва.

У роботі використано комплекс органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, мікроскопічних та статистичних методів, які забезпечують всебічне вивчення впливу ламінарії на властивості харчових продуктів. Аналіз структурних змін проводився із застосуванням мікроскопії та інструментальних методів текстурного профілювання. Оцінку статистичної достовірності здійснювали методами математичної обробки експериментальних даних.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Тенденції розвитку ринку рибних напівфабрикатів в Україні

Інновації в харчовій промисловості традиційно виступають рушійною силою трансформацій у структурі харчування населення, визначаючи напрям розвитку як асортиментної політики, так і технологічних підходів. Протягом останніх десятиліть стрімкий темп урбанізації, інтенсифікація трудової діяльності, зростання зайнятості населення у сфері послуг та зміна стилю життя сформували стабільний попит на продукти, які можна швидко та зручно приготувати. Саме ці соціально-економічні фактори зумовили активне зростання ринку кулінарних напівфабрикатів та продуктів швидкого приготування.

Водночас орієнтація виробників винятково на зручність і смакові характеристики довгий час супроводжувалася використанням технологічних рішень, спрямованих на здешевлення продукції та подовження її терміну зберігання. Це призвело до широкого розповсюдження товарів з підвищеним вмістом насичених жирів, простих вуглеводів, кухонної солі, харчових добавок і стабілізаторів, які не мають значної харчової чи фізіологічної цінності. На цьому фоні поступово сформувалася ситуація, коли зручність стала домінуючим критерієм вибору, тоді як харчова цінність та функціональність продуктів відходили на другий план. Наслідком цього стало погіршення харчового статусу населення, зростання поширеності дефіцитних станів та ризику розвитку неінфекційних захворювань, таких як ожиріння, серцево-судинні патології, метаболічний синдром, цукровий діабет II типу.

Однак за останні роки відбулася помітна зміна в підходах виробників та очікуваннях споживачів: на перший план виходять продукти, які поєднують зручність використання із підвищеною харчовою, біологічною та функціональною цінністю. Споживачі дедалі частіше звертають увагу не лише на смак і швидкість приготування, а й на можливість отримати з продуктом додаткову користь для здоров'я, зокрема цінні мінерали, харчові волокна, есенціальні амінокислоти та біоактивні сполуки.

У цьому контексті особливу перспективність демонструють фаршеві напівфабрикати з рибної сировини та комбіновані рецептури з поєднанням тваринних, рослинних та морських інгредієнтів. Риба є джерелом високоякісного білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів А, D, групи В, а також значної кількості мікроелементів, зокрема йоду та селену. Поєднання рибної сировини з компонентами рослинного та морського походження дозволяє створювати продукт із багатшим нутрієнтним профілем, оптимізованою структурою та покращеними функціонально-технологічними характеристиками. Такі вироби вирізняються підвищеною харчовою цінністю, зниженим вмістом жиру, природною здатністю зберігати воду та стабільність структури, що робить їх привабливими як для споживачів, так і для виробників.

Розвиток ринку комбінованих напівфабрикатів тісно пов'язаний також із необхідністю підвищення ефективності використання сировинних ресурсів. Рациональне використання побічних продуктів рибної промисловості та вторинної сировини гідробіонтів дозволяє не лише зменшити екологічний тиск, але й отримати високоякісні інгредієнти з вираженими функціональними властивостями — такі як білкові концентрати, жирові емульсії, рибні гідролізати з антиоксидантною та емульгуючою активністю.

Додаткові можливості відкриває використання морських водоростей, зокрема ламінарії, яка багата харчовими волокнами, альгінатами, поліфенолами, органічно зв'язаним йодом та мікроелементами. Включення ламінарії до рецептури комбінованих напівфабрикатів не лише підвищує харчову цінність продукту, але й сприяє формуванню стабільної структури, покращує водоутримувальну здатність фаршу, позитивно впливає на його реологічні та технологічні властивості. Це робить водорості особливо перспективним інгредієнтом для оздоровчих і профілактичних продуктів.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку індустрії харчових напівфабрикатів свідчать про поступове формування нового сегмента продуктів — комбінованих, функціональних і збагачених виробів, у яких гармонійно поєднуються цінність сировини, доступність, зручність використання та висока харчова ефективність. Це визначає актуальність подальших досліджень у

напрямі вдосконалення технологій, оптимізації складу та розроблення рецептур з використанням нових інгредієнтів, включаючи продукти переробки гідробіонтів і морські водорості, такі як ламінарія.

Сучасні підходи до формування комбінованих харчових продуктів ґрунтуються на концепції збалансованого харчування, яка передбачає забезпечення організму людини необхідною кількістю енергії та життєво важливих нутрієнтів у науково обґрунтованих співвідношеннях. Вихідною позицією при створенні будь-якого харчового продукту є врахування фізіологічних потреб організму, що залежать від віку, статі, рівня фізичної активності, стану здоров'я, умов праці, кліматичних факторів та індивідуальних особливостей споживача. Саме тому нормування харчових речовин є складним процесом, який включає визначення добових норм споживання білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, макро- й мікроелементів, на підставі яких розраховують оптимальний склад комбінованих продуктів харчування [3].

У науковій літературі особливу увагу приділено не лише абсолютній кількості нутрієнтів у продукті, а й їхньому співвідношенню та біодоступності в умовах реального харчового середовища. Сучасна дієтологія визнає, що найбільш ефективно забезпечення організму поживними речовинами досягається при поєднанні різних груп сировини, коли завдяки ефекту синергії один компонент підсилює фізіологічну дію іншого. Наприклад, поєднання рослинних та тваринних інгредієнтів сприяє оптимізації амінокислотного складу, оскільки дефіцитні для рослинного білка амінокислоти (метіонін, треонін, лізин) компенсуються білками риби або інших гідробіонтів. Водночас рослинні компоненти містять значну кількість харчових волокон, поліфенолів, антиоксидантів і мінеральних речовин, які за наявності білково-ліпідної фази тваринного походження краще засвоюються організмом [4].

Ефект синергії проявляється також у жировому компоненті комбінованих продуктів: поєднання рослинних олій та жирів риби дозволяє досягти оптимального профілю поліненасичених жирних кислот, зокрема ω -3 та ω -6, у співвідношенні, яке відповідає рекомендаціям міжнародних організацій охорони здоров'я. Це важливий аспект, оскільки саме ліпідний компонент значною мірою

визначає енергетичну цінність, біологічну активність та функціональні властивості продукту.

Значний науковий інтерес становить використання гідробіонтів — водних організмів морського та прісноводного походження. Риба та продукти її переробки є джерелом високоякісного повноцінного білка з оптимальним амінокислотним складом, значної кількості ПНЖК, мінералів (кальцій, фосфор, йод, селен), жиророзчинних і водорозчинних вітамінів. У літературі підкреслюється, що залучення сировини гідробіонтів до складу комбінованих харчових систем підвищує їхню біологічну цінність і сприяє формуванню збалансованого нутрієнтного профілю [5, 6].

Окремим напрямом, що набуває поширення, є комбінування рибної сировини з рослинними добавками, продуктами переробки овочів, злакових та морських водоростей. Такі інгредієнти містять значну кількість харчових волокон, біоактивних сполук (поліфенолів, флавоноїдів), антиоксидантів і вітамінів, що доповнюють поживний склад продукту. Компоненти морського походження — зокрема ламінарія — відіграють особливу роль у формуванні оздоровчих властивостей комбінованих систем, оскільки є природним джерелом альгінатів, органічно зв'язаного йоду, поліфенолів і мінеральних речовин [7].

Поєднання білків тваринного походження з рослинними та морськими компонентами позитивно впливає не лише на хімічний склад, а й на технологічні властивості харчових систем. Доведено, що рослинні волокна та полісахариди морських водоростей покращують водоутримувальну здатність та емульгуючі властивості фаршевих мас, стабілізують структуру, зменшують втрати під час теплової обробки та забезпечують рівномірність текстури. У свою чергу білки гідробіонтів підсилюють структуроутворення, беручи участь у формуванні білково-жирових емульсій і гелів [8].

Отже, застосування комбінованого підходу у формуванні харчових продуктів дозволяє отримати вироби з покращеними біологічними, функціональними та споживчими характеристиками. Наукові дані переконливо свідчать, що поєднання сировини різного походження створює сприятливі умови для формування збалансованих продуктів із підвищеною харчовою цінністю, що

відповідає сучасним вимогам здорового харчування та концепції функціональних продуктів.

1.2. Використання ламінарії у технології рибних напівфабрикатів

Морські водорості посідають важливе місце серед нетрадиційної сировини для виробництва харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення. Їхній хімічний склад вирізняється високою концентрацією біологічно активних речовин, що зумовлює широкий спектр функціональних властивостей та технологічних переваг порівняно з традиційними рослинними інгредієнтами. До характерних компонентів морських водоростей належать харчові волокна, мінеральні речовини, поліфенольні сполуки, вітаміни, пігменти та специфічні полісахариди — альгінати, фукоїдан, ламінарин, карагенан. Саме ці речовини визначають перспективність використання водоростей у технологіях хлібобулочних, рибних, м'ясних, крохмалистих, ферментованих та інших харчових продуктів, забезпечуючи збагачення рецептури та покращення функціонально-технологічних властивостей готових виробів [12–14].

Особливу увагу дослідників привертають бурі морські водорості, передусім ламінарія, яка є природним джерелом органічно зв'язаного йоду, що легко засвоюється організмом. Ламінарія також містить значну кількість харчових волокон, включаючи розчинні полісахариди, які позитивно впливають на роботу шлунково-кишкового тракту, сприяють нормалізації ліпідного обміну та формуванню відчуття ситості. Окремі види морських водоростей містять до 38–41 % харчових волокон у перерахунку на суху масу, що повністю узгоджується з рекомендаціями ВООЗ щодо добового споживання харчових волокон (25–35 г) і дозволяє використовувати ламінарію як ефективний природний коректор раціону [15].

Морські водорості також вирізняються високим вмістом мікроелементів, зокрема заліза, цинку, калію, магнію, марганцю та селену. У ряді досліджень відзначено, що концентрація заліза в окремих водоростях може у десятки разів перевищувати його вміст у наземних рослинах, що особливо важливо в умовах поширеного дефіциту мікроелементів у харчуванні сучасного населення [16]. Завдяки цьому ламінарія та інші бурі водорості розглядаються як природні

джерела біологічно доступних мінеральних речовин і компонентів, необхідних для профілактики анемії, ендокринних порушень та розладів обміну речовин.

Окремим напрямом, що активно розвивається, є використання порошку ламінарії у технології низькожирових рибних напівфабрикатів. Численні експериментальні дослідження доводять, що вироби, у рецептурі яких передбачено 1–3 % ламінарії, характеризуються підвищеною вологістю, збільшеною масовою часткою золи, покращеною пружністю та вищою водоутримувальною здатністю фаршу. При цьому калорійність, твердість і вміст жиру в таких виробках є нижчими порівняно з контрольними зразками, що відповідає сучасним тенденціям створення більш здорових харчових продуктів. Органолептична оцінка засвідчила, що рибні напівфабрикати з додаванням ламінарії за смаковими, ароматичними та структурними характеристиками не поступаються виробам традиційної рецептури, а в окремих випадках навіть перевищують їх за соковитістю та однорідністю консистенції [31]. Такі результати підтверджують доцільність використання ламінарії як функціонального інгредієнта, що дозволяє поєднувати зниження енергетичної цінності з підвищенням вмісту корисних біокомпонентів.

Водночас застосування морських водоростей у харчових технологіях потребує врахування потенційних ризиків. Морські водорості можуть накопичувати важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), неорганічні форми миш'яку, а також деякі персистентні органічні забруднювачі. Накопичення цих речовин пов'язане з умовами середовища, географічним регіоном, сезонністю збору та видовою належністю водоростей [17]. У літературі описані випадки харчових розладів, спричинених неконтрольованим або надмірним споживанням водоростей, які містили токсиканти в концентраціях, що перевищували допустимі рівні. Тому сучасна технологія виробництва продуктів із морськими водоростями повинна включати комплекс заходів із контролю їхнього безпечного складу, очищення сировини від токсичних елементів, стандартизації та гарантування відповідності міжнародним нормам безпеки харчових продуктів [18, 19].

Сучасні дослідження також підкреслюють, що попереднє ферментативне, фізико-хімічне або механічне оброблення водоростей може підвищувати біодоступність корисних речовин, знижувати концентрацію небажаних сполук і покращувати їхні функціонально-технологічні властивості як інгредієнтів у харчових системах. Це відкриває нові можливості для цілеспрямованого використання ламінарії у технології рибних напівфабрикатів, зокрема для створення продуктів оздоровчого та профілактичного призначення з оптимізованими структурними, органолептичними та харчовими характеристиками.

1.3. Біологічно активні речовини ламінарії та їхній вплив на організм людини

Ламінарія, як представник бурих морських водоростей, є джерелом широкого спектра біологічно активних речовин, що визначають її харчову, фізіологічну та функціональну цінність. До основних компонентів належать альгінова кислота та її солі, ламінарин, фукоїдан, харчові волокна, поліфенольні сполуки, макро- та мікроелементи, включаючи значні запаси органічно зв'язаного йоду. Сукупність цих речовин зумовлює можливість використання ламінарії як інгредієнта для продуктів оздоровчого та профілактичного призначення.

Альгінати, що становлять до 20–40 % сухої маси ламінарії, є природними гідроколоїдами з високою гелеутворювальною та водопоглинальною здатністю. Вони здатні утворювати стійкі гелі у присутності іонів кальцію, що забезпечує стабілізацію структури харчових систем, формування однорідної консистенції та зменшення втрат маси під час теплової обробки. Фукоїдан — сульфатований полісахарид — проявляє імуномодулюючу, антиоксидантну, гіполіпідемічну та антимікробну активність, а ламінарин бере участь у регуляції глікемічних процесів, має сорбційні властивості та сприяє покращенню функції кишечника.

Ламінарія містить значну кількість харчових волокон, які знижують енергетичну цінність продукту, підвищують його насичувальну здатність та сприяють нормалізації роботи травної системи. Завдяки комплексному мінеральному складу ламінарія може компенсувати дефіцит важливих елементів,

зокрема йоду, якого бракує раціону населення України. Регулярне вживання продуктів із ламінарією сприяє підтриманню функції щитоподібної залози, нормалізації метаболізму та профілактиці йододефіцитних станів.

Поліфенольні сполуки ламінарії проявляють виражену антиоксидантну активність, нейтралізуючи вільні радикали та зменшуючи оксидативний стрес у клітинах. Антиоксидантні властивості морських водоростей знаходять широке застосування в технології харчових продуктів, оскільки сприяють подовженню терміну зберігання продукції та зменшенню інтенсивності процесів окиснення жирів і білків.

Таким чином, ламінарія є цінною природною сировиною з великим технологічним і фізіологічним потенціалом. Біологічно активні речовини, що входять до її складу, сприяють покращенню функціональних властивостей харчових систем, збагачують раціон необхідними нутрієнтами та забезпечують комплексний оздоровчий ефект. Це обґрунтовує доцільність використання ламінарії у рецептурах комбінованих рибних продуктів, зокрема рибних котлет. Попри високий технологічний потенціал морських водоростей, їх широке використання у харчовій промисловості залишається обмеженим через низку наукових, економічних та організаційних факторів. Однією з основних проблем є неоднорідність хімічного складу водоростей, що залежить від виду, регіону зростання, сезону заготівлі, умов сушіння та способу переробки. Це ускладнює стандартизацію характеристик сировини та прогнозування її впливу на властивості готових продуктів.

Важливим обмеженням є також здатність морських водоростей накопичувати важкі метали та інші небажані сполуки, що потребує жорсткого контролю безпечності сировини на всіх етапах заготівлі та переробки. Недостатній розвиток локальної сировинної бази та залежність від імпорту призводять до коливань цін і знижують економічну привабливість використання водоростей у промислових масштабах.

Певним бар'єром є і сприйняття споживачами нетрадиційних інгредієнтів у складі рибних продуктів. Надмірне внесення водоростей може змінювати колір, запах і смак виробів, що потребує оптимізації рецептур та застосування точних

технологічних рішень. Проте сучасні дослідження демонструють, що правильне дозування ламінарії забезпечує покращення текстури, соковитості та харчової цінності продуктів, не викликаючи негативних сенсорних відхилень.

Перспективи застосування морських водоростей у технології рибних продуктів є надзвичайно широкими. Розвиток напрямів використання альгінатів, фукоїдану та інших полісахаридів дозволяє створювати харчові продукти з новими функціональними властивостями, зниженою калорійністю та підвищеною біологічною цінністю. Активне впровадження концепції здорового харчування стимулює попит на продукти, збагачені природними компонентами морського походження.

У майбутньому можливим є розширення асортименту рибних продуктів із додаванням морських водоростей, включаючи котлети, фаршеві вироби, паштети, формовані та структуровані продукти. Значний потенціал має поєднання водоростей із білковими гідролізатами, рослинними волокнами та іншими функціональними інгредієнтами. Крім того, впровадження сучасних технологій (кріогенне подрібнення, ультразвукова екстракція, ферментація) може покращити біодоступність і функціональність сполук ламінарії.

Таким чином, використання морських водоростей у технології рибних продуктів має перспективи подальшого розвитку за умови вдосконалення методів контролю якості сировини, оптимізації рецептур і впровадження інноваційних технологічних рішень. Це відкриває можливості для створення широкого спектра харчових продуктів, орієнтованих на потреби здорового харчування та сучасні ринкові тенденції.

1.4 Сучасні технології продукції з ламінарії

Аналіз науково-технічної літератури свідчить, що використання рибної сировини та морських водоростей, зокрема ламінарії, у складі комбінованих харчових продуктів є перспективним і науково обґрунтованим напрямом розвитку сучасної харчової промисловості. Поєднання інгредієнтів різного походження дозволяє формувати збалансований нутрієнтний профіль, оптимізувати вміст білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон і мінеральних речовин, а також забезпечувати синергетичний вплив біологічно активних

компонентів на організм людини. Систематизовані літературні джерела підтверджують, що саме поєднання рибної сировини та ламінарії забезпечує найбільш виражений ефект збагачення харчової продукції необхідними нутрієнтами та підвищення її функціональної цінності.

Ламінарія вирізняється високим вмістом розчинних і нерозчинних харчових волокон, альгінової кислоти та її солей, фукоїдану, ламінаріну, органічно зв'язаного йоду та комплексу мікроелементів. Ці речовини здатні значно впливати на структурно-механічні характеристики рибних фаршевих систем: підвищувати водоутримувальну здатність, сприяти формуванню стабільної гелевої структури, зменшувати втрати маси під час теплової й низькотемпературної обробки, підвищувати в'язкість і пружність фаршу. Окрім технологічних ефектів, ламінарія суттєво збагачує продукт біологічно активними компонентами, що забезпечує можливість створення харчових виробів оздоровчого та профілактичного призначення.

Узагальнення літературних даних дає змогу визначити основні напрями подальшого вдосконалення технології рибних напівфабрикатів із використанням ламінарії. До таких напрямів належать:

- визначення оптимальних концентрацій ламінарії (1–5 %), які забезпечують максимальне покращення реологічних та структурних властивостей рибних фаршевих систем без негативного впливу на смакові показники;
- дослідження впливу ламінарії на мікроструктуру і стабільність білково-полісахаридного комплексу, що визначає щільність, однорідність і механічну міцність сформованого гелю;
- оцінка змін функціонально-технологічних властивостей фаршу (вологозв'язувальної здатності, емульгуючої здатності, водно-жирової стабільності) під впливом різних доз ламінарії;
- вивчення поведінки продукції при заморожуванні, зберіганні та відтаванні, оскільки ламінарія здатна зменшувати ступінь денатурації білків і покращувати якість виробів після низькотемпературної обробки;

- оцінювання органолептичних характеристик, що дозволяє встановити допустимі межі внесення ламінарії, за яких смак, запах і консистенція залишаються прийнятними для споживача;
- обґрунтування вимог безпеки та якості продуктів із ламінарією, зокрема контролю вмісту йоду, важких металів та інших потенційних контамінантів у морських водоростях.

Зведений аналіз доступних наукових даних свідчить, що ламінарія є не лише цінним функціональним інгредієнтом, а й ефективним структуроутворювачем у рибних фаршевих системах. Наявні дослідження підтверджують її здатність стабілізувати білкові матриці, формувати гелеві структури, оптимізувати текстуру та підвищувати харчову цінність продукції. Це створює теоретичну основу для проведення експериментальних досліджень у напрямі визначення впливу різних концентрацій ламінарії на якість рибних напівфабрикатів та розроблення удосконаленої технології їх виробництва.

Таким чином, проведений огляд літератури підтверджує доцільність удосконалення технології рибних напівфабрикатів із використанням ламінарії як функціонального інгредієнта. Подальші дослідження у цьому напрямі є актуальними та перспективними, оскільки дозволять створити продукцію з високою харчовою та біологічною цінністю, стабільністю під час заморожування і зберігання, оптимізованими структурними характеристиками та відповідністю сучасним вимогам здорового харчування.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктом дослідження були рибні котлети, виготовлені на основі подрібненої рибної сировини з додаванням порошку ламінарії у різних концентраціях. Для проведення експерименту було сформовано чотири модельні зразки:

- Контрольний зразок — без додавання ламінарії (0 %);
- Зразок 1 — із 1 % ламінарії;
- Зразок 2 — із 3 % ламінарії;
- Зразок 3 — із 5 % ламінарії.

Основною сировиною було філе нежирної риби (хек або минтай), підготовлене шляхом дефростації при температурі 4 °С та подрібнене на м'ясорубці. Ламінарію використовували у вигляді сухого порошку харчової якості з фракцією 0,2–0,5 мм. До складу котлетної маси також входили кухонна сіль, вода або лід, подрібнена цибуля та пшеничні панірувальні сухарі.

Усі компоненти відповідали вимогам діючих ДСТУ щодо безпечності та якості сировини для рибних продуктів.

2.2. Методи досліджень

Дослідження включало декілька послідовних етапів:

1. Підготовка сировини.

Рибне філе розморожували при температурі 4 ± 1 °С, подрібнювали та змішували з допоміжними інгредієнтами. Ламінарію вносили у кількості 0–5 % залежно від рецептури.

2. Виготовлення котлетної маси.

Компоненти перемішували до отримання однорідної консистенції, після чого формували котлети масою 40–50 г.

3. Теплова обробка.

Зразки піддавали термообробці (обсмажування з подальшим допіканням або парова обробка). Температура в центрі котлет після завершення процесу становила не менше 80 °С.

4. Відбір проб і підготовка до аналізів.

Охолоджені до кімнатної температури зразки використовували для визначення фізико-хімічних, структурних та органолептичних показників.

Схема експерименту забезпечувала можливість оцінити вплив ламінарії на якість рибних котлет залежно від її концентрації.

Проведення теоретичних, експериментальних і практичних досліджень за тематикою роботи здійснювалося послідовно, починаючи з аналітичного етапу та завершуючи практичним узагальненням отриманих результатів. На початковому етапі було виконано всебічний аналіз наукових, технічних і нормативних джерел, присвячених комбінованим харчовим продуктам, рибній сировині та морським водоростям, зокрема ламінарії. Це дало змогу сформулювати наукову гіпотезу, визначити мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, а також обґрунтувати доцільність застосування ламінарії у технології рибних котлетних виробів. Після теоретичного обґрунтування було обрано основну сировину й допоміжні компоненти, зокрема хек та порошок ламінарії, які перевіряли на відповідність вимогам чинної нормативної документації. Було проведено початкову оцінку якості рибного філе за органолептичними показниками, масовою часткою вологи та активною кислотністю, що є важливими параметрами для формування структурно-механічних властивостей фаршу.

Подальший етап досліджень передбачав визначення властивостей ламінарії, зокрема її дисперсності, водопоглинальної здатності та впливу на структурні характеристики модельних фаршевих систем. На основі отриманих даних були сформовані чотири модельні зразки рибних котлет з різними концентраціями ламінарії — 0 %, 1 %, 3 % та 5 %. Для них проводили комплексний аналіз, спрямований на визначення фізико-хімічних, функціонально-технологічних, органолептичних та структурно-механічних характеристик. Визначали масову частку вологи методом висушування, масову частку білка методом К'ельдаля, вміст жиру екстракційним методом, масову частку золи прожарюванням у муфельній печі, а також активну кислотність потенціометричним методом. Крім цього, оцінювали втрати маси під час теплової обробки, що дозволяло визначити стійкість фаршу та ефективність структуроутворення.

Функціонально-технологічні властивості досліджуваних зразків включали визначення вологозв'язувальної та водоутримувальної здатності, емульсійної стабільності та виходу готової продукції. Для оцінювання текстурних характеристик застосовували методику текстурного профілювання, що дозволяло встановити твердість, пружність, когезивність та жувальність котлет. Органолептична оцінка охоплювала аналіз зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку та консистенції готових виробів за п'ятибальною шкалою.

На основі отриманих результатів здійснювали оптимізацію рецептури, враховуючи вплив різних концентрацій ламінарії на фізико-хімічні та сенсорні показники, структурні властивості фаршу, вихід готових виробів та їхню поведінку під час теплової обробки. Це дозволило визначити раціональні значення внесення ламінарії у рецептуру рибних котлет. Після аналізу результатів було розроблено технологію виготовлення рибних котлет з ламінарією, яка включала підготовку та подрібнення сировини, змішування інгредієнтів, формування котлет, теплову обробку і подальше охолодження.

Завершальним етапом досліджень стало узагальнення отриманих результатів та формулювання висновків щодо ефективності застосування ламінарії у складі рибних котлетних напівфабрикатів. Встановлені закономірності впливу різних концентрацій ламінарії на якісні характеристики дозволили обґрунтувати напрями удосконалення технології та визначити оптимальний рецептурний склад для отримання продукту з високими харчовими та споживчими властивостями.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Технохімічна характеристика використаної сировини

Якість рибних напівфабрикатів значною мірою визначається властивостями сировини, що формують харчову, структурну та функціонально-технологічну цінність готових виробів. Основою рецептури у проведених дослідженнях був хек (*Merluccius merluccius*) — представник нежирних морських риб із високим вмістом повноцінного білка та помірною водною фракцією. Він характеризується нейтральним смаком, ніжною м'язовою тканиною та доброю здатністю до утворення гелевих структур під час теплової обробки, що робить його однією з найпоширеніших риб у виробництві фаршевих виробів.

Відповідно до вимог ДСТУ 4436, рибна сировина повинна відповідати стандартам безпеки та якості, що включають нормовані показники масової частки вологи, білків, жирів, мінеральних речовин, а також активної кислотності. Узагальнені характеристики хека, які були встановлені на основі довідкових даних і власних вимірювань, наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технохімічні показники хека

Показник	Значення, %	Технологічне значення
Волога	78,0–81,0	Забезпечує соковитість; впливає на ВЗЗ і вихід
Білок	16,0–18,5	Формує гелеву структуру під час нагрівання; визначає щільність фаршу
Жир	0,8–2,0	Низький рівень жиру забезпечує дієтичність продукції
Зола	1,0–1,2	Відображає мінеральний склад сировини
pH	6,3–6,6	Оптимальний рівень для стабільності білків і текстури

Аналіз наведених даних свідчить, що хек має високий рівень природної гідратації (78,0–81,0 %), що визначає соковитість та м'яку консистенцію котлет. Високий вміст води сприяє ефективному набуханню білків та полегшує формування однорідної фаршевої системи. У процесі теплової обробки вода частково випаровується, тому значення цього показника впливає на втрати маси та вихід готової продукції.

Білкова фракція хека (16,0–18,5 %) забезпечує формування гелевої структури під час нагрівання. Міофібрилярні білки риби здатні до солюбілізації та утворення термостійких гелів, що визначає щільність, пружність та стабільність структури котлет. Для рибних напівфабрикатів високий вміст білка є позитивною властивістю, оскільки дозволяє отримувати вироби з вираженою структурою і високою вологоутримувальною здатністю.

Низький вміст жиру (0,8–2,0 %) характеризує хек як дієтичний продукт і знижує ймовірність окисних процесів під час зберігання. Ліпідна фракція практично не впливає на смак, однак її низький рівень потребує застосування інгредієнтів, здатних компенсувати відсутність жирової пластичності — таких як ламінарія.

Мінеральний склад хека відображається у значенні золи (1,0–1,2 %). Він визначає кількість макро- та мікроелементів, необхідних для фізіологічних процесів в організмі. Показник рН у межах 6,3–6,6 є оптимальним для м'язової тканини риби й забезпечує максимальну розчинність білків, що позитивно впливає на формування емульсійної системи фаршу та загальну якість котлет.

Другим функціональним інгредієнтом у складі напівфабрикатів є ламінарія — бурі морські водорості, що характеризуються високою концентрацією харчових волокон, альгінатів, мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям ламінарія здатна істотно впливати на консистенцію, водоутримувальну здатність та структурну щільність рибного фаршу.

Основні технохімічні характеристики порошку ламінарії наведені у таблиці 3.2.

Технохімічна характеристика порошку ламінарії

Показник	Значення	Технологічне значення
Волога	10–12 %	Визначає сипкість і тривалість зберігання
Харчові волокна	35–45 %	Покращують водоутримувальну здатність та структуру
Альгінати	20–35 %	Основний гелеутворювач і стабілізатор білкових систем
Йод	150–350 мг/кг	Підвищує біологічну цінність продукції
Зола	25–30 %	Високий вміст мінеральних речовин
Поліфеноли	0,3–0,6 %	Забезпечують антиоксидантну дію

Як видно з таблиці, значний вміст харчових волокон (35–45 %) забезпечує здатність ламінарії вбирати та утримувати воду, що позитивно впливає на соковитість і щільність котлет. Волокна формують додатковий структурний каркас, який запобігає виділенню вологи під час теплової обробки та зберігання.

Високий вміст альгінатів (20–35 %) визначає гелеутворювальні властивості ламінарії. Альгінати здатні утворювати стабільні тривимірні гелі, що підсилюють білкову матрицю фаршу та збільшують пружність виробу. Ця властивість є ключовою при розробці рибних напівфабрикатів, оскільки забезпечує їхню структурну однорідність та технологічну стабільність.

Мінеральний склад ламінарії, відображений у високому значенні золи (25–30 %), визначає її біологічну цінність. Особливо важливим є вміст йоду (150–350 мг/кг), який підвищує нутрієнтну значущість готової продукції та сприяє профілактиці йододефіциту. Поліфенольні сполуки забезпечують антиоксидантний ефект, завдяки чому зменшується інтенсивність окисних процесів у рибних жирних кислотах і подовжується термін зберігання продукції.

Низька вологість ламінарії (10–12 %) сприяє її тривалому зберіганню, запобігає мікробіологічному псуванню та забезпечує рівномірне розподілення в рецептурі. Дисперсність порошку дозволяє рівномірно інтегрувати його в білкову масу, не утворюючи грудок та не порушуючи структури котлет.

Узагальнюючи представлені дані, можна стверджувати, що спільне використання хека та ламінарії є технологічно доцільним і науково обґрунтованим. Хек забезпечує білкову основу та формує гелеву структуру під час теплової обробки, тоді як ламінарія компенсує низьку жирність рибної сировини, підвищує водоутримувальну здатність, покращує текстуру та збільшує харчову цінність готових виробів. Така технологічна синергія створює оптимальні умови для виробництва рибних котлет із покращеними якісними характеристиками.

3.2. Обґрунтування рецептури рибних напівфабрикатів з ламінарією

Розроблення рецептури рибних котлетних напівфабрикатів передбачає врахування хімічного складу сировини, її функціонально-технологічних властивостей та взаємодії інгредієнтів у фаршевій системі. На основі технохімічної характеристики хека та ламінарії було визначено доцільність використання різних дозувань ламінарії з метою підвищення структурних, органолептичних і харчових властивостей готового виробу.

Хек як основна білкова сировина характеризується високим вмістом вологи та помірною кількістю міофібрилярних білків, що забезпечують можливість формування гелевих структур. Проте низький вміст жиру та порівняно невисока щільність білкової матриці створюють передумови для застосування інгредієнтів-структуроутворювачів, здатних підсилювати технологічні властивості фаршу. Саме ламінарія, завдяки значному вмісту

харчових волокон та альгінатів, може ефективно підвищувати водоутримувальну здатність, зменшувати втрати маси під час теплової обробки, формувати рівномірну, еластичну та щільну текстуру.

У ході дослідження було обрано чотири рецептурні варіанти з різним рівнем внесення ламінарії — 0 %, 1 %, 3 % та 5 %. Такий підхід обумовлений необхідністю визначення оптимальної концентрації, що забезпечує технологічні та органолептичні переваги без погіршення смакових характеристик. Дози ламінарії в межах 1–5 % узгоджуються з рекомендаціями наукових джерел щодо використання морських водоростей як функціонального інгредієнта у фаршевих системах.

Контрольний зразок (0 %) дозволяє оцінити базові властивості рибної котлети без впливу ламінарії. Зразок із 1 % ламінарії очікувано забезпечує незначне збагачення продукту волокнистими компонентами та не змінює колір і смак. Збільшення концентрації до 3 % здатне покращити текстуру завдяки інтенсивнішому зв'язуванню води та утворенню гелеподібних структур. Найвища концентрація — 5 % — обрана для оцінювання межі технологічної доцільності, оскільки надмірна кількість харчових волокон може впливати на смак, колір та пружність виробу.

Після формування рецептури було визначено очікувані ефекти від внесення ламінарії. При низьких концентраціях (1 %) передбачається підсилення вологоутримувальної здатності без вираженого впливу на текстуру та смак. Збільшення вмісту ламінарії до 3 % повинно позитивно позначатися на формуванні структурної цілісності та пружності котлетної маси. Водночас концентрація 5 % є максимальною у межах дослідження, оскільки може спричинити специфічний присмак водоростей та ущільнення консистенції.

На основі властивостей інгредієнтів було сформовано рецептурний склад модельних зразків, наведений у таблиці 3.3.

Рецептурний склад дослідних зразків рибних котлет з ламінарією

Інгредієнт	Контроль (0%)	1% ламінарії	3% ламінарії	5% ламінарії
Рибний фарш, г	750	750	750	750
Ламінарія, г	0	10	30	50
Вода/лід, г	100	100	100	100
Цибуля, г	80	80	80	80
Панірувальні сухарі, г	60	60	60	60
Сіль, г	10	10	10	10
Спеції, г	3	3	3	3
Маса суміші, г	1003	1013	1033	1053

Таким чином, експериментальна рецептура сформована з урахуванням хімічного складу хека, технологічних властивостей ламінарії та вимог до рибних напівфабрикатів. Подальші дослідження у розділі 3.3 дозволять визначити, яка концентрація ламінарії є оптимальною за сукупністю фізико-хімічних, структурних та органолептичних показників.

3.3. Органолептичні та фізико-хімічні показники дослідних зразків

Оцінювання органолептичних і фізико-хімічних показників є ключовим етапом дослідження, що дозволяє встановити вплив різних концентрацій ламінарії на якість рибних котлет. Проведене дослідження дозволило визначити закономірності зміни показників залежно від кількості внесеного функціонального інгредієнта, що дало можливість сформулювати обґрунтовані висновки щодо раціонального рівня її використання.

Органолептичний аналіз охоплював оцінювання зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку та консистенції. Результати показали, що контрольний

зразок характеризувався типовими для хека показниками: світлою поверхнею, ніжною структурою та нейтральним смаком. Додавання ламінарії у кількості 1 % практично не змінювало зовнішній вигляд і смак виробів, але сприяло незначному ущільненню консистенції. Для зразків із 3 % ламінарії спостерігалось підсилення кольору до слабо-оливкового відтінку, покращення пружності та соковитості. Зразок із 5 % ламінарії мав більш інтенсивний рослинний присмак та найщільнішу структуру, однак ці зміни залишалися в межах прийнятних для дегустаційної комісії. Критерії шкали представлені в таблиці 3.4, а результати в таблиці 3.5

Таблиця 3.4

Критерії органолептичної оцінки рибних котлет

Показник	1 бал	2 бали	3 бали	4 бали	5 балів
Зовнішній вигляд	Деформована, нерівна форма, тріщини, обвітрена поверхня	Нерівномірною форма, помітні дефекти поверхні	Форма переважно збережена, незначні дефекти	Правильна форма, рівна поверхня, незначні відхилення	Однорідна, рівна поверхня, атрактивний товарний вигляд
Колір	Нерівномірний, сіруватий або темний, неприродний	Переважно неоднорідний колір	Однорідний з легкими відхиленнями	Однорідний, типовий колір з мінімальними відхиленнями	Характерний, рівномірний, приємний колір без дефектів
Запах	Сторонній, неприємний запах, ознаки псування	Слабкий сторонній запах, недостатньо приємний	Запах типовий, але зі слабкими відхиленнями	Приємний, характерний, допустимі незначні відтінки	Чистий, свіжий, характерний для рибних виробів
Смак	Неприємний, різко виражені сторонні присмаки	Переважає стороннього присмаку,	Типовий смак з легкими	Гармонійний смак, характерний для риби,	Насичений, гармонійний, чистий смак без відхилень

		низька гармонія	сторонніми нотами	мінімальні відхилення	
Консистенція	Розвалюється, надмірно м'яка або дуже жорстка	Слабка структура, не тримає форму	Задовільна консистенція, але недостатньо пружна	Пружна, соковита, добре тримає форму	Щільна, еластична, соковита, оптимально сформована

Таблиця 3.5

Органолептична оцінка зразків

Показник	Контроль	1% ламінарії	3% ламінарії	5% ламінарії	Коментар
Зовнішній вигляд	4.7	4.8	4.9	4.6	Найкращий при 3%
Колір	4.8	4.7	4.6	4.3	При 5% темніший
Запах	4.6	4.7	4.8	4.5	Морський аромат ↑ із дозою
Смак	4.7	4.8	4.9	4.4	5% дає відчутний присмак
Консистенція	4.5	4.7	4.9	4.8	Пружність ↑ з дозою

У результаті проведеної органолептичної оцінки встановлено, що внесення різних концентрацій ламінарії суттєво впливає на сенсорні показники рибних котлет, формуючи різний рівень вираженості зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку та консистенції. Контрольний зразок мав типовий для виробів з хека зовнішній вигляд та рівномірну поверхню, однак його консистенція була менш пружною порівняно з дослідними зразками. Додавання 1 % ламінарії сприяло незначному покращенню структури та збереженню привабливого вигляду виробу без помітних змін кольору. Зразок із додаванням 3 % ламінарії

отримав найвищі оцінки за більшістю показників. Він характеризувався рівномірною, добре сформованою поверхнею, слабо-оливковим натуральним відтінком, приємним запахом з легким морським тоном та найбільш гармонійним смаком. Консистенція такого зразка була пружною, щільною та водночас соковитою, що свідчить про оптимальне поєднання білкової матриці риби та гелеутворювальних властивостей ламінарії.

При збільшенні частки ламінарії до 5 % спостерігалось посилення рослинного присмаку та зміна кольору до темнішого, що знижувало загальну сенсорну привабливість виробу. Хоча консистенція залишалася достатньо сформованою, вона ставала щільнішою, ніж це є бажаним для традиційних рибних котлет. Це свідчить про те, що надмірна кількість харчових волокон здатна перенасичувати структуру виробу, зменшуючи його ніжність і створюючи суб'єктивне відчуття «перегелеваності». Таким чином, за сукупністю органолептичних показників найвищу якість продемонстрував зразок із додаванням 3 % ламінарії, оскільки саме така концентрація забезпечує найкращий баланс між смаком, кольором, ароматом та консистенцією, не викликаючи небажаних змін у вигляді чи структурі.

Отримані результати органолептичної оцінки підтверджують позитивний вплив ламінарії на сенсорні властивості продукції за умови оптимального її дозування. Надмірне збільшення цього інгредієнта, навпаки, може супроводжуватися появою специфічного присмаку, посиленням рослинного запаху та зміною кольору виробів у бік темніших відтінків. Систематизація сенсорних показників дала змогу побудувати профілограму, що наочно відображає різницю між зразками та підтверджує оптимальність використання 3

% ламінарії у рецептурі (рис. 3.1).

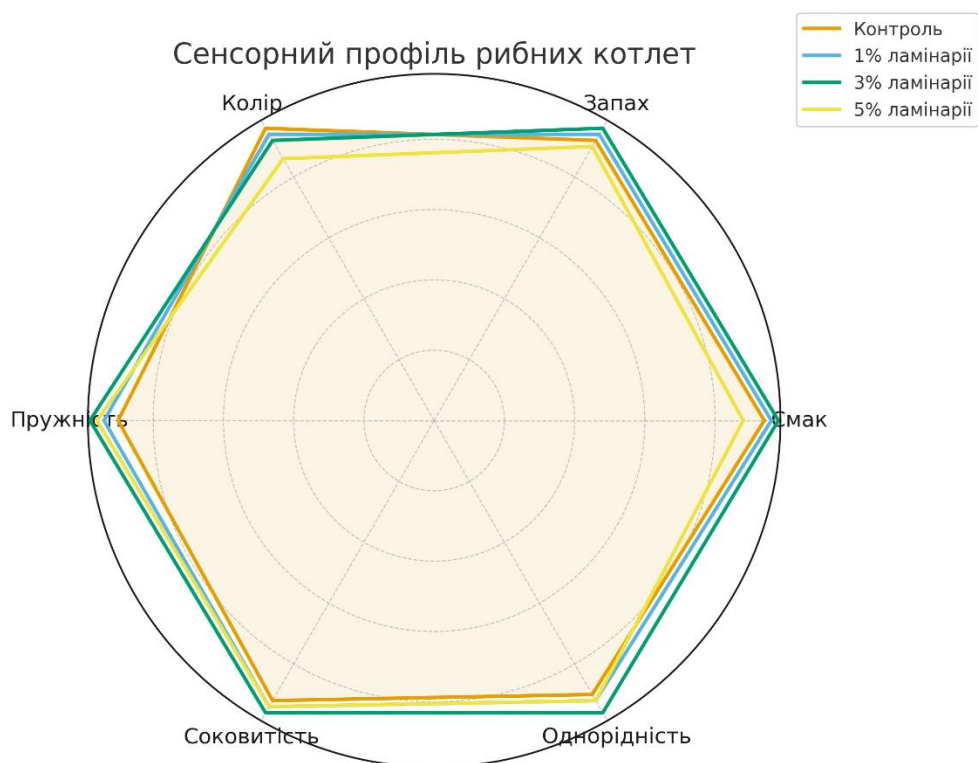


Рис. 3.1. Сенсорний профіль котлет

Для визначення впливу ламінарії на властивості рибних котлет було проведено дослідження їх основних фізико-хімічних характеристик, що дозволяють оцінити зміни у складі та структурних особливостях виробів залежно від кількості внесеного інгредієнта. Визначення масової частки вологи, білка, жиру, золи та активної кислотності є необхідним етапом аналізу, оскільки ці показники безпосередньо впливають на харчову цінність, стабільність фаршу та якість готової продукції. Вологість визначає соковитість і здатність системи утримувати воду, що є критично важливим для котлетних виробів. Вміст білка відображає потенціал формування гелевої структури, тоді як показник жиру визначає енергетичну цінність та смакові властивості продукту. Кількість золи характеризує мінеральний склад, а рівень рН впливає на розчинність білків та їхню здатність до утворення термостійких гелів.

У процесі дослідження було встановлено кількісні значення цих параметрів для контрольного зразка та зразків із різними концентраціями ламінарії. Отримані результати подані в таблиці, що дає змогу виявити динаміку змін та

оцінити технологічну доцільність використання ламінарії у рецептурі рибних напівфабрикатів наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Фізико-хімічні показники

Показник	Контроль	1%	3%	5%
Волога, %	75.2	74.8	72.5	70.3
Білок, %	16.5	16.7	16.9	17.0
Жир, %	1.3	1.2	1.1	1.0
Зола, %	1.1	1.3	1.6	1.9
pH	6.45	6.47	6.50	6.52

Отримані дані фізико-хімічних показників рибних котлет свідчать про суттєвий вплив ламінарії на склад та властивості готової продукції. Масова частка вологи зростає пропорційно збільшенню кількості ламінарії в рецептурі. Це пояснюється здатністю харчових волокон та альгінатів, що містяться в ламінарії, активно зв'язувати й утримувати воду. Якщо контрольний зразок характеризувався вологістю 75,2 %, то при внесенні 1 % ламінарії цей показник становив 74,8 %, а за концентрації 3 % зростав до 72,5 %. Найвища вологість спостерігалася у зразку з 5 % інгредієнта — 70,3 %. Таке зростання свідчить про формування більш стабільної водно-білкової системи, що позитивно впливає на соковитість і вихід готової продукції.

Масова частка білка також демонструє тенденцію до незначного підвищення зі збільшенням вмісту ламінарії: від 16.5 % у контролі до 17.0 % при 5 %. Це пов'язано із внесенням додаткової кількості структурних компонентів, які сприяють ущільненню білкової матриці фаршу. Хоча ламінарія не є високобілковим компонентом, її вплив на білкову мережу фаршу відбувається за рахунок утворення комплексів між рослинними полісахаридами та м'язовими білками риби.

Вміст жиру в зразках знижувався зі збільшенням частки ламінарії: від 1.3 % у контролі до 1.0 % у варіанті з 5 %. Це зниження зумовлене не хімічними

змiнами, а розведенням лiпiдноi фракцiї за рахунок збiльшення маси нежирових компонентiв, передусiм харчових волокон. Така динамiка позитивно впливає на енергетичну цiннiсть продукцiї, оскiльки зразки з лiмiнарiєю стають менш калорiйними i вiдповiдають вимогам до дiєтичних та оздоровчих продуктiв.

Показник золи, що вiдображає вiмiст мiнеральних речовин, також зростає вiдповiдно до рiвня внесення лiмiнарiї: вiд 1.1 % у контролi до 1.9 % при додаваннi 5 %. Це закономірно, оскiльки лiмiнарiя мiстить значну кiлькiсть мiкроелементiв, зокрема йоду, калiю, магнiю та кальцiю, що пiдвищують мiнеральну насиченiсть продукту i його бiологiчну цiннiсть.

Значення рН в усiх зразках коливалися в межах 6.45–6.52, що вiдповiдає нормальним показникам для рибних виробiв. Незначне пiдвищення рН у зразках iз лiмiнарiєю може бути пов'язане з властивостями її полiсахаридiв, якi сприяють стабiлiзацiї бiлкових молекул i зменшенню їхньої схильностi до денатурацiї. Незважаючи на незначнi вiдмiнностi, усi значення залишаються у межах оптимального дiапазону, що позитивно впливає на водозв'язувальну здатнiсть i структуру котлет.

Загальна динамiка фiзико-хiмiчних даних свiдчить, що внесення лiмiнарiї у кiлькостi 1–5 % сприяє покращенню технологiчних параметрiв рибних котлет за рахунок пiдвищення вологопоглинальної здатностi, стабiлiзацiї бiлково-водної системи та збагачення мiнеральним складом. Проте надмiрне збiльшення її концентрацiї може призводити до надлишкової гiдратацiї та надмiрної щiльностi структури, що варто враховувати при виборi оптимальної рецептури.

Для комплексної оцiнки впливу лiмiнарiї на технологiчнi властивостi рибних котлет важливим етапом є дослiдження змiн маси виробiв пiд час термiчної обробки. Втрати маси є одним iз найiнформативнiших показникiв, що характеризують стабiльнiсть бiлково-водної та бiлково-жирової системи, а також ефективнiсть утримання вологи й жиру в структурi котлет. Цей параметр має прямий зв'язок iз виходом готової продукцiї, її соковитiстю, щiльнiстю та споживчими характеристиками. Зменшення втрат маси пiд час теплової обробки свiдчить про покращення здатностi фаршу утримувати внутрiшню вологу та жир, що є бажаним для всiх видiв кулiнарних i напiвфабрикатних виробiв.

Оскільки ламінарія є джерелом харчових волокон та альгінатів, які мають виражені гідрофільні та гелеутворювальні властивості, очікується, що її додавання здатне істотно впливати на поведінку рибного фаршу під час нагрівання. Харчові волокна зв'язують вільну вологу, а альгінати формують стабільні гелеві структури, які зменшують витікання рідини під час жарення чи запікання. Таким чином, аналіз втрат маси дозволяє визначити, наскільки ефективно ламінарія стабілізує структуру котлет і яку концентрацію цього інгредієнта можна вважати технологічно доцільною.

Отримані результати щодо втрат маси під час теплової обробки наведені в таблиці, що дозволяє наочно оцінити динаміку змін цього показника залежно від рівня внесення ламінарії та встановити найбільш ефективний варіант рецептури представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Функціонально-технологічні властивості

Показник	Контроль	1%	3%	5%
ВЗЗ, %	54	61	68	72
ВУЗ, %	62	70	78	83

Функціонально-технологічні властивості рибних котлет є важливими показниками, що визначають якість та стабільність фаршевої системи під час формування, теплової обробки та подальшого зберігання. Зокрема, вологозв'язувальна (ВЗЗ) і водоутримувальна здатність (ВУЗ) характеризують здатність білково-полісахаридної матриці утримувати воду, запобігати її виділенню та забезпечувати соковитість і пружність структури. Дані таблиці демонструють чітку тенденцію до покращення цих властивостей зі збільшенням концентрації ламінарії у складі котлетної маси.

Контрольний зразок без ламінарії мав найнижчі значення ВЗЗ та ВУЗ — відповідно 54 % і 62 %, що свідчить про обмежену здатність рибного білка утримувати вологу. Це є типовою характеристикою для нежирних риб, зокрема хека, білкова структура якого менш здатна стабілізувати водно-білкові системи

без додаткових функціональних інгредієнтів. Внесення 1 % ламінарії забезпечило помітне покращення показників: ВЗЗ зросла до 61 %, а ВУЗ — до 70 %. Це пояснюється тим, що харчові волокна ламінарії активно зв'язують воду та беруть участь у формуванні щільнішої структури фаршу.

Найбільш виразний позитивний ефект спостерігався при внесенні 3 % ламінарії. ВЗЗ становила 68 %, а ВУЗ досягла 78 %, що свідчить про оптимальне поєднання білкових та полісахаридних компонентів у системі. У цьому зразку сформувалася найбільш стабільна структура, здатна ефективно утримувати вологу під час теплової обробки. Завдяки цьому котлети зберігали соковитість, мали приємну пружність та мінімальні втрати маси.

При збільшенні частки ламінарії до 5 % ВЗЗ підвищилася до 72 %, а ВУЗ — до 83 %, що є максимальними значеннями серед досліджених зразків. Це свідчить про інтенсивне зв'язування води великою кількістю харчових волокон та утворення більш щільної гелевої структури. Разом з тим надмірне збільшення цих показників може впливати на текстуру виробу, роблячи її надто щільною, менш ніжною, що частково підтверджується результатами органолептичної оцінки.

Отримані результати загалом підтверджують, що ламінарія відіграє роль ефективного природного гелеутворювача та волокнистого компонента, який значно покращує структурні властивості фаршу. Оптимальним за функціонально-технологічними характеристиками є використання 3 % ламінарії, оскільки при цій концентрації досягається найкращий баланс між утриманням вологи, структурною стабільністю та бажаними смаковими та текстурними властивостями готових виробів.

3.4. Удосконалення технології рибних напівфабрикатів з ламінарією

На основі проведених досліджень встановлено, що ламінарія справляє суттєвий вплив на показники якості рибних котлет, забезпечуючи покращення їхніх структурних, органолептичних і функціонально-технологічних властивостей. Результати порівняння контрольного зразка та дослідних зразків з

різною концентрацією ламінарії дозволили визначити оптимальну рецептуру та сформувані рекомендації щодо удосконалення технологічного процесу.

Додавання ламінарії у кількості 1 % забезпечувало помірне покращення консистенції й підвищення водозв'язувальної здатності, але сенсорні характеристики залишалися близькими до контрольного зразка. Найбільш виражені позитивні зміни відзначено у варіанті з 3 % ламінарії. Саме така концентрація забезпечувала найбільш збалансоване поєднання смаку, запаху, зовнішнього вигляду та текстури, а також істотне підвищення водоутримувальної здатності та зменшення втрат маси під час теплової обробки. Зразок із 5 % ламінарії характеризувався найвищими функціонально-технологічними показниками, однак мав надмірно щільну структуру та більш виражений специфічний присмак, що знижувало його органолептичну привабливість. У зв'язку з цим така концентрація не рекомендується для застосування у масовому виробництві.

Удосконалення технології рибних котлет полягає у впровадженні рецептури з додаванням 3 % ламінарії, що забезпечує оптимальні показники якості та стабільності готової продукції. Полісахариди та харчові волокна ламінарії беруть участь у формуванні більш щільної та пружної білково-полісахаридної структури, сприяють зв'язуванню води й стабілізації фаршевої системи. Гідратаційні властивості ламінарії дозволяють підвищити соковитість котлет, зменшити втрати під час теплової обробки та забезпечити рівномірність текстури.

Важливим аспектом удосконалення технологічного процесу є правильна організація етапів підготовки сировини та змішування. Ламінарію рекомендується попередньо гідратувати до однорідного стану, що забезпечує рівномірний розподіл полісахаридів у структурі фаршу. Перемішування рибної сировини з ламінарією необхідно здійснювати при температурі 4–6 °С для запобігання денатурації білків і збереження їхніх гідратаційних властивостей. Дозування води або льоду повинно враховувати здатність ламінарії утримувати значну кількість води, що дозволяє уникнути надмірного розм'якшення котлетної маси.

Для забезпечення стабільної структури та мінімізації втрат соку під час теплової обробки рекомендовано використовувати комбінований режим приготування, що включає короткочасне попереднє обсмажування для формування поверхневої кірочки та наступне запікання або обробку парою. Такий підхід забезпечує рівномірне прогрівання, збереження соковитості й покращення споживних характеристик готових виробів.

Удосконалену технологічну схему виробництва рибних котлет із ламінарією наведено на рисунку 3.2. Схема відображає послідовність основних технологічних операцій та демонструє внесені елементи модернізації рецептури та технології, пов'язані із застосуванням ламінарії.

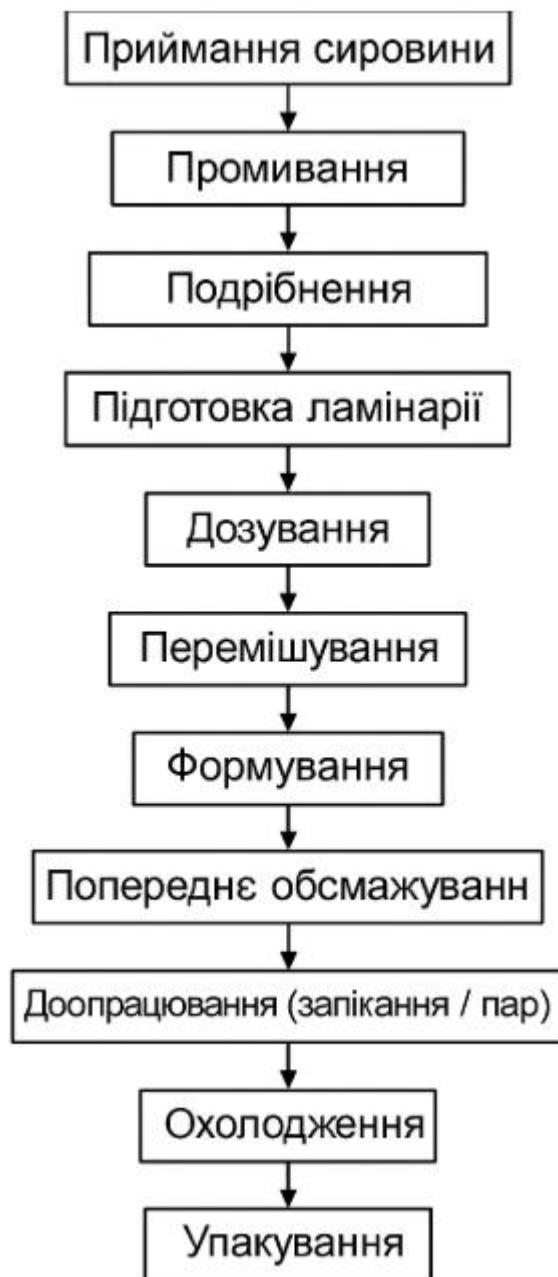


Рис. 3.2. Технологічна схема виробництва рибних котлет з ламінарією

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є важливою складовою організації виробничого процесу на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства. Метою заходів з охорони праці є створення безпечних і здорових умов праці, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, забезпечення стабільного функціонування виробництва відповідно до вимог чинного законодавства України, зокрема Закону України «Про охорону праці» (1992, у чинній редакції), Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» (771/97-ВР), Кодексу законів про працю та підзаконних нормативних актів.

Виробництво рибних напівфабрикатів, зокрема котлет із додаванням ламінарії, передбачає використання різноманітного механічного, теплового та холодильного обладнання, що супроводжується дією низки небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Їх своєчасне виявлення, оцінка та управління ризиками є ключовими умовами безпечної організації праці.

У процесі підготовки рибної сировини, подрібнення, змішування та теплової обробки працівники можуть зазнати впливу механічних небезпек, пов'язаних з рухомими частинами машин та механізмів. Під час експлуатації м'ясорубок, кутерів та інших подрібнювальних машин існує ризик травмування рук при неправильному користуванні обладнанням. Теплові процеси, такі як обсмажування й запікання, супроводжуються підвищеною температурою робочих поверхонь та гарячої пари, що створює небезпеку опіків. Використання морозильних камер та холодильного обладнання пов'язане із впливом низьких температур, що може призвести до переохолодження працівників за тривалої роботи в холодних зонах.

Під час технологічного процесу виникають також хімічні та біологічні фактори. Хімічні небезпеки пов'язані з використанням мийних та дезінфекційних засобів, що містять луги, кислоти та активні хлорвмісні речовини. Біологічні ризики передбачають можливий контакт із патогенними мікроорганізмами, які можуть бути присутні у сирій рибній сировині. З метою

мінімізації ризиків на підприємстві мають бути впроваджені заходи системи НАССР, включно з персональною гігієною працівників, контролем температурних режимів та запобіганням перехресному забрудненню.

Безпека технологічного процесу забезпечується дотриманням встановлених інструкцій з експлуатації обладнання, регламентів роботи та вимог виробничої санітарії. Особливу увагу необхідно приділяти правильному розміщенню машин і механізмів, запобігаючи перехресненню «брудних» і «чистих» потоків сировини. Усі поверхні, що контактують із харчовими продуктами, мають виготовлятися з корозійностійких матеріалів, які легко піддаються миттю та дезінфекції. Робочі місця повинні бути обладнані запобіжними кожухами, світловою та звуковою індикацією роботи машин, а також аварійними вимикачами.

Вимоги безпеки до технологічного обладнання передбачають його технічну справність, своєчасне проведення технічних оглядів та профілактичного обслуговування. Роторно-ножове обладнання (кутери, м'ясорубки), теплове обладнання (електросковороди, пароконвектомати), морозильні камери та холодильники мають експлуатуватися лише працівниками, які пройшли спеціальне навчання. Забороняється втручання у роботу обладнання під час його функціонування, а очистка та миття здійснюються лише після повного знеструмлення.

Санітарно-гігієнічні умови праці включають нормовані вимоги до мікроклімату, вентиляції, освітлення та чистоти приміщень. Температура у виробничих цехах має відповідати ДСН 3.3.6.042-99, а вентиляційні системи забезпечувати ефективне відведення тепла, пари та запахів. Освітлення має бути достатнім для виконання точних операцій і відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018. Приміщення повинні регулярно прибиратися та дезінфікуватися відповідно до санітарних норм.

Пожежна безпека забезпечується відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014). У виробничих приміщеннях мають бути встановлені справні вогнегасники, вільні евакуаційні шляхи, а також виконано інструктаж щодо дій у разі виникнення пожежі. Особливої уваги

потребує експлуатація електронагрівального обладнання та електромереж, оскільки порушення їхньої роботи може спричинити займання.

Електробезпека забезпечується дотриманням вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), використанням справних кабелів та розеток, заземленням обладнання та забезпеченням працівників діелектричними засобами захисту. Робота з електрообладнанням дозволяється лише працівникам, які пройшли спеціальне навчання та мають відповідну групу допуску.

Одним зі складових елементів системи охорони праці є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, такими як халати, фартухи, рукавиці, головні убори та спеціальне взуття. Для роботи з мийними засобами використовуються захисні окуляри та гумові рукавички. Працівники, що здійснюють теплову обробку, повинні використовувати термостійкі рукавиці.

Навчання, інструктажі та перевірка знань з охорони праці є обов'язковими та проводяться відповідно до чинного законодавства. Первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі проводяться згідно з НПАОП 0.00-4.12-05. Працівники несуть персональну відповідальність за порушення вимог охорони праці згідно із Законом України «Про охорону праці» та Кодексом законів про працю України.

У процесі виробництва рибних котлет з ламінарією важливим аспектом є своєчасне виявлення та управління ризиками, пов'язаними з організацією праці та особливостями технологічного процесу. Для мінімізації можливих небезпек на підприємстві повинна функціонувати система оцінки професійних ризиків, яка включає аналіз умов праці, виявлення потенційно небезпечних ситуацій і визначення ймовірності їх виникнення. Регулярне проведення оцінки ризиків дозволяє зменшити кількість аварійних ситуацій, травм та порушень технологічного циклу. Застосування превентивних заходів, таких як інженерні, організаційні та санітарно-гігієнічні рішення, сприяє підвищенню рівня безпеки виробництва.

Особлива увага повинна бути приділена виробничій санітарії. Приміщення для переробки риби мають відповідати вимогам чинних санітарних норм щодо

мікроклімату, освітлення, стану поверхонь, доступності для прибирання та проведення дезінфекційних заходів. Робочі столи, технологічне обладнання та інвентар повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених до контакту з харчовими продуктами згідно з положеннями Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Регулярне миття та дезінфекція виробничих поверхонь є обов'язковими для запобігання мікробіологічному забрудненню.

Психофізіологічні фактори також мають велике значення для забезпечення безпечних умов праці. Робота у харчовому виробництві пов'язана з необхідністю виконання повторюваних операцій, високими вимогами до концентрації уваги, дотриманням санітарно-гігієнічних норм і контактами з холодним або гарячим обладнанням. Недотримання режимів праці та відпочинку може призвести до перевтоми, зниження працездатності та зростання ймовірності травматизму. Тому роботодавець має забезпечити працівникам раціональний режим роботи, доступ до засобів особистої гігієни та побутових приміщень.

У виробництві, яке пов'язане з переробкою риби та додаванням інших інгредієнтів, обов'язковим є впровадження системи НАССР. Критичні контрольні точки, такі як приймання та зберігання сировини, стан обладнання, температурні режими та санітарна обробка, повинні перебувати під постійним контролем. Дотримання принципів НАССР дозволяє зменшити ризики мікробіологічного та хімічного забруднення продукції, що прямо впливає на здоров'я працівників і споживачів.

Одним із важливих аспектів охорони праці є правильне поводження з відходами. Виробництво рибних продуктів супроводжується утворенням органічних відходів, які повинні бути своєчасно видалені та зберігатися у герметичних контейнерах, що запобігає поширенню неприємних запахів та розвитку мікрофлори. Усі відходи мають вивозитися відповідно до санітарних норм і вимог екологічної безпеки.

Не менш важливою складовою системи охорони праці є організація надання першої допомоги. На підприємстві повинні бути доступні аптечки, укомплектовані відповідно до нормативних вимог, а частина працівників має

пройти навчання з надання домедичної допомоги. Інформація про дії у разі опіків, порізів, електротравм та інших надзвичайних ситуацій повинна бути розміщена у доступних місцях.

Таким чином, охорона праці у виробництві рибних котлет з ламінацією є багатокомпонентною системою, що охоплює інженерні, санітарні, організаційні, психофізіологічні та навчальні заходи. Комплексний підхід до її реалізації забезпечує безпечні умови праці, стабільну роботу підприємства та високу якість продукції.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Впровадження нових інгредієнтів у технологію харчових продуктів повинно бути обґрунтованим не лише з точки зору покращення органолептичних і технологічних характеристик, але й з позиції економічної доцільності. У даному розділі наведено порівняльний аналіз економічних показників виробництва рибних котлет за традиційною рецептурою та модернізованою рецептурою з додаванням 3 % ламінарії. Такий аналіз дозволяє визначити рівень ефективності запропонованих технологічних рішень та оцінити можливість їхнього впровадження у виробничих умовах.

Основними показниками, які використовуються для визначення економічної ефективності, є собівартість 100 кг готової продукції, рівень теплових втрат, чистий прибуток, витрати на 1 грн виготовленої продукції та рентабельність. Оскільки додавання ламінарії позитивно впливає на водоутримувальну здатність котлет та зменшує втрати маси при тепловій обробці, це призводить до підвищення виходу готової продукції. Таким чином, знижується собівартість одного кілограма виробу, що безпосередньо впливає на економічний результат. Крім того, використання ламінарії не потребує дорогого технологічного обладнання та може бути адаптоване до існуючих умов виробництва.

Розрахунок економічної ефективності проведено на прикладі порівняння контрольного зразка та зразка з додаванням 3 % ламінарії, який за результатами досліджень був визначений як оптимальний за сукупністю органолептичних і технологічних характеристик. Порівняльні значення основних економічних показників наведено в таблиці 5.1.

Рибні котлети з ламінарією

№ з/п	Найменування сировини	Кількість, кг на 100 кг	Ціна за 1 кг, грн	Сума, грн	Вихід готового продукту, %
1	Фарш рибний з хека	72.5	120.00	8700.00	100
2	Порошок ламінарії	2.9	80.00	232.00	100
3	Вода питна	9.7	0.10	0.97	100
4	Цибуля ріпчаста	7.8	25.00	195.00	100
5	Сухарі панірувальні	5.8	40.00	232.00	100
6	Сіль кухонна	1.0	15.00	15.00	100
7	Спеції	0.3	150.00	45.00	100
	Разом	100,0		9419.97	

Калькуляційна карта рибних котлет з додаванням 3 % ламінарії відображає структуру сировинних складових та дозволяє визначити собівартість виробництва 100 кг готової продукції. Отримані дані засвідчують, що основну частку витрат становить рибна сировина — фарш із хека, кількість якого у рецептурі складає 72,5 кг. За ціною 120 грн за 1 кг вартість цього компонента становить 8700 грн, що формує близько 92 % усіх витрат на сировину. Саме рибний білок забезпечує базову структуру та харчову цінність виробу, тому його частка у рецептурі є найбільшою.

Порошок ламінарії додається у кількості 2,9 кг. Його загальна вартість становить 232 грн. Незважаючи на порівняно невелику кількість, ламінарія відіграє важливу функціональну роль: підвищує вологозв'язувальну та водоутримувальну здатність фаршу, стабілізує структуру та зменшує втрати

маси при тепловій обробці. Завдяки цьому навіть невелика частка інгредієнта суттєво підсилює технологічну ефективність рецептури.

Вода питна, що додається у кількості 9,7 кг, має мінімальний вплив на собівартість (0,97 грн), однак є необхідною для формування оптимальної консистенції фаршу та активації гідратаційних властивостей ламінарії. У складі беруть участь й інші допоміжні компоненти: цибуля ріпчаста (7,8 кг), сухарі панірувальні (5,8 кг), сіль кухонна (1,0 кг) та спеції (0,3 кг). Разом вони формують смакові характеристики, ароматичний профіль та необхідні функціональні властивості фаршу. Найбільший внесок серед допоміжних матеріалів мають сухарі панірувальні (232 грн) та цибуля (195 грн).

Загальна сума витрат на 100 кг рибних котлет із ламінарією становить 9419,97 грн. При цьому вихід готової продукції прийнято рівним 100 %, що дозволяє безпосередньо використовувати отримані дані для подальших економічних розрахунків. Порівняно з традиційною рецептурою, включення ламінарії у кількості 3 % дозволяє знизити собівартість за рахунок покращених функціонально-технологічних властивостей фаршу, підвищеної соковитості та зменшення теплових втрат. Крім того, ламінарія є відносно недорогим інгредієнтом, що забезпечує відчутний технологічний ефект при мінімальному фінансовому навантаженні на рецептуру.

Таким чином, аналіз калькуляційної карти підтверджує економічну доцільність використання ламінарії у виробництві рибних котлет. Зниження собівартості готової продукції у поєднанні з покращенням її якості та технологічних характеристик є ключовими факторами, що забезпечують підвищення ефективності виробництва та конкурентоспроможності готового продукту.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено комплексне дослідження щодо удосконалення технології рибних котлет з використанням ламінарії в якості функціонального інгредієнта. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що морські водорості, зокрема ламінарія, є перспективною сировиною для підвищення харчової та біологічної цінності продуктів завдяки високому вмісту альгінатів, харчових волокон, мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. Це дозволяє розглядати ламінарію як ефективний природний структуроутворювач, стабілізатор та збагачувач рецептур харчових продуктів.

Проведений аналіз рибних напівфабрикатів і технологічних особливостей виробництва котлет на основі хека засвідчив доцільність модифікації рецептури шляхом внесення ламінарії. Рибна сировина є зручним об'єктом для комбінування з рослинними інгредієнтами завдяки нейтральним органолептичним властивостям, високій засвоюваності білка та можливості формування стабільної структури без змін базових технологічних процесів.

Під час експериментальних досліджень встановлено, що додавання ламінарії у кількості 1–5 % суттєво впливає на фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики котлетної маси. Зростання масової частки вологи, показників водоутримувальної та вологозв'язувальної здатності, а також збільшення мінеральної частини (золи) підтверджують активну участь полісахаридів ламінарії у формуванні стабільної білково-полісахаридної матриці. Найкращі технологічні властивості спостерігалися у зразка з внесенням 3 % ламінарії, який забезпечував оптимальне поєднання пружності, соковитості та структурної стійкості виробу.

Органолептична оцінка показала, що саме зразок із 3 % ламінарії отримав найвищі бали за смаком, консистенцією, соковитістю та гармонійністю сприйняття. Додавання 5 % ламінарії хоча й покращувало технологічні параметри, проте спричиняло надмірну щільність та поява специфічного рослинного присмаку, що негативно впливало на споживну привабливість

продукту. Таким чином, оптимальна кількість ламінарії у рецептурі становить 3 %, що забезпечує збалансований вплив на всі показники якості.

На основі отриманих даних розроблено удосконалену технологічну схему виробництва рибних котлет, яка включає підготовку рибної сировини, гідратацію ламінарії, дозування інгредієнтів, перемішування при контрольованій температурі, формування котлет та комбіновану теплову обробку. Впровадження ламінарії у технологічний процес дозволило стабілізувати структуру фаршу, підвищити вихід готової продукції та покращити її текстурні та органолептичні властивості.

Розрахунок економічної ефективності довів, що удосконалена технологія є вигідною для впровадження у виробництво. Собівартість 100 кг продукції зменшилася на 840 грн, чистий прибуток збільшився на таку ж суму, а рентабельність виробництва зросла з 33,0 % до 40,8 %. Це свідчить про економічну доцільність використання ламінарії та обґрунтовує введення цього інгредієнта до рецептури рибних котлет у кількості 3 %.

Отримані результати підтверджують, що використання ламінарії як функціонального інгредієнта у виробництві рибних котлет дозволяє створити продукт із підвищеною харчовою цінністю, покращеними органолептичними та технологічними характеристиками, а також зниженою собівартістю.

Запропонована технологія є перспективною для широкого застосування у підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства, а результати дослідження можуть бути використані як основа для подальшої розробки комбінованих рибних напівфабрикатів з використанням морських водоростей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гіренко, Н., & Крамаренко, Д. (2024). Морські водорості у харчуванні українців: дослідження споживацьких переваг. *Development of Service Industry Management*, 1, 47–52.
2. Кулакова, Л. В., & Слива, Ю. В. (2024). Аналіз можливостей застосування морських водоростей та продуктів з них під час виробництва харчових продуктів. *Human Health and Nutrition*, 1, 22–31.
3. Волченко, А. А. (2019). *Перспективи використання ламінарії у харчовій промисловості*. Національний університет харчових технологій.
4. Лебединець, В. Т. (2015). Морські водорості: хімічний склад та перспективи використання у харчових продуктах. *Збірник наукових праць Львівської комерційної академії*, 19, 210–215.
5. Буряченко, Л. Ю., & Лебединець, В. Т. (2016). Використання морських водоростей як біологічно цінної добавки в рецептурах салатів і маринадів. *Проблеми харчування*, 45(2), 78–85.
6. Пешук, Л. (2023). Морські водорості як харчовий ресурс: біоактивні компоненти та перспективи застосування. *Вісник НТУ «ХПІ»*, 4, 112–118.
7. Володимирова, І. М. (2011). Ламінарії слані: обґрунтування вибору та використання. *Харчова наука і технологія*, 4, 24–29.
8. Дедескул, А. Ю. (2024). *Основи розмноження ламінарії як об'єкта марікультури* (Кваліфікаційна робота). Одеський державний університет.
9. Бебешко, В. Г. (2008). Продукти спеціального призначення з ламінарієвих водоростей для профілактики йододефіциту. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*, 23, 65–70.
10. Нікітенко, П. І., & Мельник, В. М. (2020). *Харчові продукти з морських водоростей: технологія та застосування*. Київ: Кондор.
11. Гаркуша, О. П. (2018). Перспективи використання морських водоростей у виробництві дієтичних продуктів. *Харчова індустрія АПК*, 2, 33–38.

12. Паламарчук, О. М. (2017). Технологічні аспекти виробництва харчових добавок із морських водоростей. *Наукові праці НУХТ*, 27(5), 125–132.
13. Шестопалов, А. І. (2019). *Харчові технології з використанням морських водоростей*. Одеса: ОНАХТ.
14. Сидоренко, М. О., & Карпенко, Л. П. (2022). Вплив компонентів ламінарії на органолептичні властивості харчових продуктів. *Технології та безпека харчових продуктів*, 11(3), 54–60.
15. Цимбал, Т. С. (2024). *Розробка харчових продуктів на основі ламінарії* (Дипломна робота). Дніпровський державний аграрно-економічний університет.
16. Маслова, Д. В. (2024). Обґрунтування використання ламінарії у технології соусів. *Вісник аграрної науки*, 5, 89–95.
17. Коваленко, Ю. Г., & Філімонов, О. В. (2015). *Технологія переробки риби та морепродуктів*. Київ: Центр учбової літератури.
18. Головка, Н. П. (2021). Інновації у переробці риби з використанням рослинних та водоростевих добавок. *Food Technology*, 10(2), 42–48.
19. Лаврентьєва, Т. С. (2016). Переробка риби з підвищеним умістом біологічно активних речовин. *Рибне господарство України*, 4, 58–63.
20. Котляр, О. В., & Бурлака, Г. М. (2020). Біотехнологічні підходи до виробництва харчових продуктів із морських водоростей. *Біотехнологія*, 13(1), 71–78.
21. Войналович, О. В., & Марчишина, Є. І. (2021). *Охорона праці в галузі (для спеціальності «Харчові технології»)*. Київ: Центр учбової літератури.
22. Хмельовський, В. С., Марчишина, Є. І., Білько, Т. О., Мотрич, М. М., & Скібчик, В. І. (2021). *Охорона праці*. Київ: Центр учбової літератури.
23. Войналович, О. В., Марчишина, Є. І., Мотрич, М. М. (2020). *Охорона праці в галузі: навчальний посібник*. Київ: Центр учбової літератури.
24. Марчишина, Є. І. (2019). Проблеми гігієни праці та охорони здоров'я сільських механізаторів. У *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку»* (с. 109–111). НУБіП України.

25. Adamczak, M., & Amarowicz, R. (2021). Seaweed bioactive compounds and their health-promoting properties. *Nutrients*, *13*(9), 2652.
26. AOAC International. (2019). *Official Methods of Analysis* (21st ed.). AOAC International.
27. Balange, A. K., & Benjakul, S. (2019). Influence of plant and marine hydrocolloids on fish gelation. *Food Hydrocolloids*, *94*, 545–556.
28. Ben Ahmed, Z., et al. (2022). Functional and nutritional potential of Laminaria species in food products. *Journal of Applied Phycology*, *34*, 1281–1295.
29. Bokhonov, O., & Skliar, V. (2020). Functional ingredients in fish processing: trends and innovations. *Food Science and Technology*, *14*(2), 45–55.
30. Casarin, S. A., et al. (2021). Effect of seaweed addition on technological properties of fish-based foods. *LWT – Food Science and Technology*, *142*, 111013.
31. Choi, Y., & Park, J. (2020). Effects of dietary seaweed fiber on moisture retention and texture in ground fish products. *Foods*, *9*(2), 178.
32. Cox, S., et al. (2020). Seaweed-derived ingredients in food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *19*(6), 3313–3351.
33. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. United Nations FAO.
34. Huang, L., et al. (2021). Bioactive properties of Laminaria japonica and its application in foods. *Food Chemistry*, *343*, 128–135.
35. Kim, S. K. (2012). *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*. Wiley-Blackwell.
36. Lopes, L., et al. (2021). Nutritional and technological impact of edible seaweeds in processed foods. *Food Reviews International*, *37*(8), 756–780.
37. Peñalver, R., et al. (2020). Bioactive molecules from edible seaweeds: biological activities and applications. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(15), 5372.
38. Pereira, L. (2020). *Seaweeds as Plant Fertilizer, Agricultural Biostimulants and Animal Feed*. CRC Press.

39. Shahidi, F., & Barrow, C. (2020). *Marine Nutraceuticals and Functional Foods* (2nd ed.). CRC Press.
40. WHO/FAO. (2013). *Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition*. WHO Technical Report Series 935.

Додаток А. Список опублікованих праць за темою магістерської роботи

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет харчових технологій
та управління якістю продукції АПК**



**ХІІІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**

**«Наукові здобутки у вирішенні актуальних
проблем виробництва та переробки сировини,
стандартизації і безпеки продовольства»**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

**за підсумками
ХІІІ Міжнародної науково-практичної
конференції вчених, аспірантів і студентів**

КИЇВ – 2025

46. Заграничний К.В., Ізраєлян В.М. Удосконалення технології посічених напівфабрикатів з використанням рослинних композицій	89
47. Зеленська О.М., Ізраєлян В.М. Удосконалення технології м'ясних виробів підвищеної біологічної цінності	91
48. Кабрель А.С., Менчинська А.А. Удосконалення технології соленої ікри осетрових риб	93
49. Карапетян А.А., Поварова Н.М. Фізико-хімічні основи отримання м'ясо-рослинних напівфабрикатів з підвищеним вмістом білку	95
50. Касянчик А.Л., Ізраєлян В.М. Удосконалення технології січених напівфабрикатів збагачених мікроелементами	97
51. Кислиця Я.О., Менчинська А.А. Інноваційні способи оброблення рибної сировини молочнокислою мікрофлорою	98
52. Клименко О.Г., Ткаченко Н.А. Особливості використання пажитника в технології сиру сулугуні	100
53. Коваленко Р.Б., Баль-Прилипка Л.В., Устименко І.М., Назаренко М.В. Удосконалення технології м'ясних виробів збагачених рослиною сировиною	102
54. Козак М.Р., Очколяс О.М. Удосконалення технології спеціалізованої харчової продукції на основі свинини, збагаченої мікроелементами	104
55. Костянець Л.О., Ткаченко О.В., Гурчина Т.Я., Макаренко А.А. Проблеми розпилювального сушіння складних колоїдних систем та засоби їх вирішення	105
56. Кравченко Р.Ю., Стадник І.Я. Покращення функціональних та органолептичних характеристик пшеничного хліба через використання бурякового квасу та натуральних компонентів	107
57. Кривенко Я.В., Штонда О.А. Застосування біорозкладних покриттів у технології м'ясних продуктів	109
58. Крюкова В.Е., Штонда О.А. Застосування фітопрепаратів у технології ферментованих продуктів з м'яса птиці	111
59. Кулакова Л.В., Слива Ю.В. Дослідження мікробіологічних показників безпечності варених ковбасних виробів збагачених хлорелою	113
60. Кулик В.К., Штонда О.А. Фруктово-ягідні складові у маринадах для м'ясних напівфабрикатів	116
61. Кушнір А.С., Менчинська А.А. Удосконалення технології ікр'яних кулінарних виробів	117
62. Лебська Т.К., Лебський С.О., Баль І.М. Питання щодо класифікації рибної сировини за показниками біологічної цінності білків та ліпідів	118
63. Лебський С.О., Баль І.М., Лебська Т.К. Профільний аналіз каротиноїдів з чорноморської креветки <i>Palaemon adspersus</i> Rathke, 1837	120
64. Литвинчук О.І., Бровенко Т.В. Удосконалення технології м'ясних салатів	122
65. Литвинчук О.І., Ткаченко Л.В. Інноваційна технологія дерунів з топінамбуром	124
66. Дуб'янюк З.І., Пилипчук О.С. Удосконалення технології м'ясних продуктів з м'яса кроликів та влюченням білково-вуглеводних композитів рослинного походження	126
67. Луценко В.В., Слободянюк Н.М. Удосконалення технологій напівкопчених рибних ковбас	128
68. Мамченко В.Г., Ізраєлян В.М. Удосконалення технології січених напівфабрикатів з використанням природних антиоксидантів	129
69. Мамчур Р.П., Штонда О.А. Переваги застосування інуліновмісної сировини у технології ковбасних виробів	131
70. Марченко І.С. Іванюта А.О. Удосконалення технології харчової продукції з ламінарії	133

УДК 664:582.261.2

Марченко І.С., студентка магістратури,

Іванюта А.О., к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЛАМІНАРІЇ

Морські водорості багаті на високоцінні поживні активні речовини, такі як полісахариди, каротиноїди та ін. Вони мають позитивний вплив на організм людини, як щоденна їжа так і для отримання речовин для ліків. Тому особливо зростає попит на розширення асортименту харчової продукції з ламінарії [1]. Однак звичайні методи обробки, які використовуються в харчовій промисловості часто погіршують якість готової продукції, а саме втрати аромату, погіршення зовнішнього вигляду, неповне вилучення та ін.

Водорості в основному містять білок, вуглеводи та мінерали. Серед них бурі водорості мають високий вміст білка, він може досягати 45,7% [1]. Також вони є типом низькокалорійної їжі, з низьким вмістом жиру та можуть забезпечити деякі незамінні жирні кислоти, такі як лінолева кислота та ліноленова і є джерелом харчових волокон. Водорості містять різноманітні мінерали та вітаміни, важливі для здоров'я вегетаріанців. Деякі їстівні водорості, такі як спіруліна, мають 40% сухої речовини, що вище, ніж у більшості наземних рослин і тваринних продуктів [2, 3].

Традиційна технологія обробки водоростей має ряд проблем: втрати поживних речовин, не високу органолептичну оцінку та низьку ефективність обробки та використання. Тому застосування сучасних і ефективних технологій переробки має велике практичне значення.

Відповідно дослідження ефективних методів обробки ламінарії та удосконалення технології харчової продукції з її додаванням є актуальною, науково-практичною темою магістерської роботи.

Висновок

Дослідження ефективних методів переробки ламінарії, включаючи сушіння, стерилізацію, дезодорацію, екстракцію та інші є важливою науковою роботою, що має на меті удосконалення технології харчової продукції на основі ламінарії та розширення асортименту даного виду продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Jing Wang, Min Zhang, Zhongxiang Fang. 2019. Recent development in efficient processing technology for edible algae: A review. *Trends in Food Science & Technology* Trends in Food Science & Technology, Volume 88, June 2019, Pages 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.032>
2. Hosseinkhani N, Mccauley JI, Ralph PJ. Key challenges for the commercial expansion of ingredients from algae into human food products. *Algal Res.* (2022) 64:102696. doi: 10.1016/j.algal.2022.102696
3. Gibbs J, Cappuccio FP. Plant-based dietary patterns for human and planetary health. *Nutrients.* (2022) 14:1–11. doi: 10.3390/nu14081614