

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

УДК 664.951.3

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету харчових технологій
та управління якістю продукції АПК

_____ Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

« _____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технологій м'ясних,
рибних та морепродуктів

_____ Олександр САВЧЕНКО

« _____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Удосконалення технології котлет рибних з використанням
гідролізату з м'яса мідій»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к.т.н, професор

Наталія СЛОБОДЯНЮК

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

Виконав

Денис КОСТЮК

КИЇВ – 2025

**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
Костюку Денису Миколайовичу**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Удосконалення технології котлет рибних з використанням гідролізату з м'яса мідій»**

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: рибна котлетна маса, рецептури котлет; гідролізат мідій; 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 _____ **Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА**

Завдання прийняв до виконання _____ **Денис КОСТЮК**

АНОТАЦІЯ

У роботі, спираючись на аналіз літературних джерел та результати експериментальних досліджень, обґрунтовано актуальність створення технології рибної котлетної маси, збагаченої гідролізатом з м'яса мідій. Такий інгредієнт розглядається як перспективне джерело йоду, легкозасвоюваного білка та біологічно активних сполук, що дає можливість підвищити харчову цінність готового продукту.

Доведено доцільність використання концентрованого гідролізату мідій у складі рецептури як функціональної харчової добавки. У результаті оцінювання впливу гідролізату на фізико-хімічні властивості рибних котлет встановлено, що внесення добавки сприяє зростанню масової частки золи приблизно на 24–29 % залежно від концентрації, що свідчить про підвищення мінерального комплексу готового продукту.

Органолептичні показники збагачених котлет залишаються на рівні контрольних зразків: консистенція зберігає однорідність і пластичність, смак має легкі солонуваті відтінки з характерним рибним профілем, аромат відповідає рецептурним компонентам і не містить сторонніх запахів.

Запропонована технологія передбачає попереднє розведення гідролізату м'яса мідій водою у співвідношенні 1:3,5–1:3,7, що забезпечує рівномірне його розподілення у котлетній масі. Важливою перевагою технології є можливість повного виключення кухонної солі з рецептури завдяки природно солоному смаку концентрату.

На основі отриманих результатів розроблену технологію рибної котлетної маси підвищеної харчової цінності рекомендовано до впровадження у виробництво підприємств ресторанного господарства. Для забезпечення стабільної якості та безпечності продукції сформовано систему моніторингу, розроблену відповідно до принципів НАССР. Крім того, наведено заходи щодо створення безпечних умов праці в закладах харчування та виконано оцінку економічної ефективності та соціальної значущості впроваджуваної інновації.

Ключові слова: гідролізат мідій, концентрат, рибні котлети, якість, технологія виробництва, йод, білок, харчова цінність.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Стан забезпеченості населення України йодом та його вплив на здоров'я	9
1.2. Роль харчового білка у раціоні людини та актуальний стан забезпечення населення України білковими продуктами.....	11
1.3. Використання гідролізату мідій для збагачення раціону харчування.....	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Мета, об'єкт , предмет дослідження	18
2.2. Методи досліджень.....	18
2.3. Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень	21
3.1. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників удосконаленої рибної страви	24
3.2. Формування рецептури та базова технологічна послідовність виробництва удосконаленої страви	31
3.3. Порівняння харчової та енергетичної цінності звичайних і збагачених рибних котлет	33
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	42
4.1. Обґрунтування соціальної значущості удосконаленої технології рибних котлет з додаванням гідролізату з м'яса мідій.....	42
4.2. Розрахунок економічної доцільності удосконаленої технології рибних котлет.....	43
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

У сучасних умовах зростає інтерес споживачів до раціонального та збалансованого харчування, що зумовлює необхідність упровадження у виробництво удосконалених страв із підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Розширення асортименту харчових добавок на ринку відкриває можливість для розробки інноваційних рецептур, які здатні підвищувати якість та функціональність готової продукції.

Збалансоване харчування передбачає оптимальне співвідношення основних нутрієнтів — білків, жирів та вуглеводів — що забезпечує повноцінний фізіологічний стан організму. Рекомендоване їх співвідношення в денному раціоні становить: 45–65 % енергії за рахунок вуглеводів, 10–35 % — білків та 20–35 % — жирів. Саме використання натуральних харчових добавок дає змогу коригувати харчову цінність страв, підвищувати вміст мікро- й макронутрієнтів, а також покращувати органолептичні властивості продуктів.

В умовах формування нових тенденцій харчової промисловості значного поширення набувають напівфабрикати та готові продукти, збагачені незамінними амінокислотами, мінеральними речовинами і зниженою часткою солі, цукру та насичених жирів. Це визначає необхідність створення рецептур, спрямованих на покращення харчової цінності без погіршення сенсорних характеристик.

Риба, як джерело повноцінного білка, містить у середньому 15–25 г протеїну на 100 г продукту, хоча кількість залежить від виду, ступеня оброблення та рецептури виробу. Тому використання рибної сировини у поєднанні з функціональними інгредієнтами є перспективним напрямом підвищення біологічної цінності страв.

Дослідження низки авторів (Лагунов Н.І., Рехіна Т.В., Беседіна М.В., Новікова А.Н., Корольов Л.Ю., Парєнкова Т.А., Телегіна В.А., Терєтьєв Н.І., Ордухан Н.І., Ордуханян Л.В. та ін.) демонструють, що гідролізат з м'яса мідій, отриманий шляхом контрольованого гідролізу, характеризується високою харчовою цінністю, є джерелом органічного йоду та малих пептидів, а також

проявляє імуномодулювальні властивості. Застосування гідролізату в харчових технологіях є перспективним способом збагачення страв функціональними компонентами.

Гідролізат мідій одержують методом м'якого лужного гідролізу культивованої сировини, що описано у Деклараційному патенті України № 53327, МПК А23L1/333, А01К61/00. Отриманий продукт може використовуватися як інгредієнт для підвищення харчової цінності та покращення технологічних властивостей рибних страв.

Метою роботи є удосконалення технології приготування рибних страв з котлетної маси шляхом введення харчової добавки — гідролізату з м'яса мідій.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- проаналізувати значення білка в раціоні людини та рівень забезпечення населення України білоквмісними продуктами;
- охарактеризувати властивості різних видів гідролізатів з м'яса мідій;
- порівняти органолептичні та фізико-хімічні показники якості рибних котлет із додаванням гідролізату та традиційних виробів;
- обґрунтувати доцільність збагачення рибних страв мідійним гідролізатом для підвищення їх харчової цінності;
- розробити та запропонувати заходи щодо моніторингу безпечності інноваційної продукції;
- оцінити конкурентоспроможність розробленої технології.

Об'єкт дослідження — технологія виробництва рибних котлет із використанням гідролізату м'яса мідій.

Предмет дослідження:

- харчова добавка «Гідролізат з мідій» (СОУ 15.8-34821206-020:2008);
- котлетна маса за традиційною рецептурою «№ 1.246»;
- котлетна маса з додаванням гідролізату мідій як дослідна модель;
- рибні котлети, виготовлені за традиційною технологією;
- рибні котлети з використанням гідролізату як функціональної добавки.

У роботі застосовано органолептичні, фізико-хімічні та математичні методи аналізу.

Наукова новизна роботи полягає в такому:

- уперше обґрунтовано та розроблено технологію виробництва рибних котлет із додаванням харчової добавки «Гідролізат з мідій», що слугує джерелом білка та органічного йоду;
- сформовано комплекс даних, що доводить доцільність використання мідійного гідролізату для отримання продукту з покращеними органолептичними та фізико-хімічними характеристиками;
- оптимізовано рецептуру рибних котлет за інтегральними органолептичними показниками.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Стан забезпеченості населення України йодом та його вплив на здоров'я

Проблема недостатнього надходження йоду з харчовими продуктами залишається однією з ключових у сфері громадського здоров'я. Попри зростання світової практики використання йодовмісних добавок і збагаченої продукції, в Україні все ще бракує узагальненої інформації щодо ролі йоду в організмі та реального рівня забезпечення ним різних груп населення. Добова фізіологічна потреба в йоді для дорослої людини коливається в межах 100–200 мкг. За все життя організм засвоює лише 3–5 г мікроелемента — обсяг, який дорівнює приблизно одній чайній ложці [1].

Найчастіше нестача йоду проявляється у вигляді ендемічного зоба — збільшення розмірів щитоподібної залози, що є наслідком її компенсаторної реакції на недостатній синтез тиреоїдних гормонів. Проте дефіцит йоду має значно ширший спектр наслідків: він може спричиняти розвиток вузлових утворень, порушення функції щитоподібної залози, підвищувати ризик онкологічних процесів, а також впливати на когнітивні здібності дітей. Установлено, що йододефіцит — одна з найпоширеніших причин попереджуваної розумової відсталості у дитячому віці [2]. Серед інших можливих наслідків — передчасні пологи, безпліддя, порушення фізичного та інтелектуального розвитку, вроджені дефекти, глухонімота, порушення зору та неврологічний кретинізм [4].

Загальна кількість йоду в організмі дорослої людини становить 20–50 мг, половина з яких міститься в щитоподібній залозі, а решта — у м'язових тканинах. Йод надходить до організму у двох основних формах: **неорганічний** (у вигляді йодидів, йодатів або спиртових розчинів) і **органічний**, де він зв'язаний з амінокислотами, цукрами чи іншими органічними сполуками [5]. Неорганічні форми мають високу реакційну здатність і активно вступають у хімічні взаємодії з тканинами організму, що може призводити до небажаних

змін. Органічно зв'язаний йод, навпаки, є більш стабільним і характеризується відсутністю тенденції до накопичення [6].

Результати масштабних досліджень, проведених у країнах Азії, засвідчили, що відсутність системної йодопрофілактики в ендемічних регіонах спричиняє зниження інтелектуального рівня новонароджених у середньому на 10–15 % [7]. Надлишкові кількості органічних йодовмісних сполук виводяться природним шляхом, що мінімізує ризик передозування на відміну від неорганічних форм йоду [8].

Біологічне значення йоду визначається його ключовою роллю у синтезі тиреоїдних гормонів — тироксину (Т4) та трийодтироніну (Т3), у складі яких міститься чотири та три атоми йоду відповідно. Протягом приблизно 17 хвилин через щитоподібну залозу проходить повний обсяг крові, що циркулює в організмі. У цей час йод у складі гормонів проявляє антисептичні властивості та нейтралізує нестійкі мікроорганізми, які можуть потрапляти у кров із зовнішнього середовища або з травного тракту [8].

Тривалий дефіцит йоду призводить до порушення системи регуляції гормонального обміну та зниження синтезу тиреоїдних гормонів, що запускає каскад патологічних змін. Вони впливають на метаболізм, теплопродукцію, психоемоційний стан, ріст і розвиток тканин, а також загальну здатність організму адаптуватися до стресових чинників [8].

Оскільки людський організм не здатен синтезувати йод і не має значних його запасів, для підтримання нормальних фізіологічних функцій необхідне постійне надходження мікронутрієнтів із їжею. Нестача цих сполук призводить до формування явища «прихований голод», який виявляється порушеннями різних функцій організму без виражених зовнішніх симптомів [3].

В Україні йододефіцит посідає одне з провідних місць серед соціально значущих захворювань, поступаючись лише туберкульозу, цукровому діабету, артеріальній гіпертензії та ВІЛ/СНІДу. За даними ЮНІСЕФ, близько 14,6 млн людей проживають на територіях, ендемічних щодо зобу [8]. Значна частина таких територій розташована у зоні Полісся (Київська, Житомирська,

Чернігівська, Сумська, Рівненська та Волинська області), що зазнала значного радіонуклідного забруднення після аварії на ЧАЕС [9].

Моніторинг стану дитячого здоров'я вказує, що протягом 1990-х років кількість дітей із проявами йододефіциту зростає майже утричі [10]. У рамках проєкту «Чорнобиль–Сасакава» було діагностовано зоб у 35,6 % обстежених дітей, причому найвищі показники виявлено в Київській, Житомирській, Харківській та Сумській областях [11]. Ситуацію ускладнили економічні фактори — погіршення купівельної спроможності населення, нестача різноманітної продукції та обмеження у харчуванні, що сприяли загальному зростанню йодозалежних патологій [12].

З огляду на це Україна була включена до міжнародних програм ЮНІСЕФ та ВООЗ щодо подолання наслідків йодного дефіциту. У 2002 році затверджено Державну програму профілактики йодної недостатності на 2002–2009 роки [22]. За підсумками спільної оцінки ВООЗ, ЮНІСЕФ та Міжнародної ради з контролю йододефіцитних захворювань у 2007 році було відзначено значний прогрес: частка використання йодованої солі у світі зростає з 20 % до 70 %, а 120 країн упровадили відповідні законодавчі норми. Однак Україна залишилася серед п'яти країн із найнижчим рівнем споживання йодованої солі — лише 18 % населення регулярно використовують її у харчуванні, що становить найнижчий показник у Європі [24].

1.2. Роль харчового білка у раціоні людини та актуальний стан забезпечення населення України білковими продуктами

Білки є однією з основних складових харчового раціону людини та відіграють ключову роль у підтриманні життєдіяльності організму. Джерела білка представлені широким спектром продуктів тваринного і рослинного походження: м'ясом, рибою, молочними продуктами, яйцями, крупами, бобовими культурами, хлібобулочними виробами, овочами та фруктами. При цьому їх харчова цінність визначається амінокислотним складом. Білки тваринного походження містять повний набір незамінних амінокислот у пропорціях, необхідних організму, що дозволяє називати їх повноцінними.

Рослинні білки характеризуються неповним амінокислотним складом, однак при правильному поєднанні різних видів рослинної їжі можна цілком забезпечити організм необхідними амінокислотами.

Баланс білкового обміну залежить від достатнього надходження до організму вуглеводів, жирів і вітамінів. У разі їх нестачі посилюється розщеплення власних білків, що призводить до порушення азотистого балансу навіть при нормальному рівні споживання. Дефіцит білка уповільнює ріст, пригнічує регенерацію тканин і знижує імунний захист, тоді як надмірне його споживання створює додаткове навантаження на печінку й нирки та може спричинити метаболічні порушення. Оптимальною нормою добового споживання для дорослої людини вважається приблизно 1,2–1,5 г білка на 1 кг маси тіла, хоча реальна потреба залежить від віку, рівня фізичних навантажень і стану здоров'я.

У законодавстві України підкреслюється важливість забезпечення населення доступними, якісними та безпечними харчовими продуктами. Норми раціонального споживання, що регламентують фізіологічні потреби у білку, затверджені Міністерством охорони здоров'я України та є основою для формування раціонального харчування різних груп населення. Білок визначено одним із ключових показників збалансованого раціону, оскільки його надходження безпосередньо пов'язане з енергетичною цінністю харчування та станом здоров'я.

Фізіологічна роль білка в організмі охоплює широке коло функцій. Він забезпечує надходження незамінних амінокислот, бере участь у побудові ферментів і гормонів, виконує структурну та механічну функції, впливає на регуляцію багатьох процесів завдяки гормонально активним пептидам, транспортує кисень, гормони і метали, бере участь у буферних системах, підтримує роботу імунної системи та сприяє реалізації функцій інших нутрієнтів. Склад білкових молекул є надзвичайно складним і включає вуглець, кисень, азот, водень, сірку, а також мікроелементи, серед яких можуть бути

фосфор, залізо, йод та інші. За своєю природою білки становлять полімери амінокислот, з'єднаних між собою пептидними зв'язками.

Потреба в білку зростає не лише при інтенсивній фізичній праці, а й під впливом зовнішніх факторів, зокрема високих температур, умов гарячих цехів, а також у період відновлення після тяжких захворювань. Наукові дослідження свідчать, що надмірне споживання білка може порушувати функції печінки та нирок, тому у випадках збільшення його кількості в раціоні доцільно підвищувати споживання овочів і фруктів, багатих на мінеральні речовини, які нейтралізують кислотні продукти білкового метаболізму та покращують діяльність травних залоз. Рослинні продукти є важливим джерелом мінеральних елементів, необхідних для підтримання нормальної кислотно-лужної рівноваги.

Таким чином, білок є незамінним компонентом харчування, а забезпечення населення України достатньою кількістю високоякісних білкових продуктів є важливим завданням державної політики у сфері харчування та громадського здоров'я.

1.3. Використання гідролізату мідій для збагачення раціону харчування

Збагачення харчових продуктів сировиною, що містить органічні форми йоду та високоцінний білок, залишається актуальним напрямом розвитку харчової промисловості. Однією з таких сировин є гідролізат з м'яса мідій, який використовують як харчову добавку у різних галузях – від масового харчування до виробництва спеціалізованих та функціональних продуктів. Мідії належать до морепродуктів із високою біологічною цінністю: вони містять повноцінний білок, поліненасичені жирні кислоти, мінеральні речовини (зокрема йод, залізо, цинк, селен), а також вітаміни, серед яких важливе місце посідає ніацин (нікотинова кислота). Ніацин бере участь у численних окисно-відновних реакціях, входить до складу коферментів, впливає на ліпідний та вуглеводний обмін у клітинах, а також використовується як лікарський засіб у клінічній практиці. Серед мінералів особливої уваги заслуговує фосфор, що входить до складу нуклеїнових кислот та аденозинтрифосфату (АТФ) – універсального

енергетичного носія в організмі. Важливим компонентом є й йод, який необхідний для синтезу гормонів щитоподібної залози [13].

Мідії та продукти їх переробки, зокрема гідролізати, рекомендують у харчуванні людей з підвищеною потребою в білку та мікронутрієнтах – при йододефіцитних станах, у період реконвалесценції після захворювань, а також у раціонах дієтичного й спортивного харчування. Відзначають, що вміст білка в м'ясі мідій є порівнянним або навіть вищим, ніж у традиційних видах м'яса, таких як яловичина чи курятина, що робить їх перспективною сировиною для отримання концентрованих білкових продуктів. Гідролізат з м'яса мідій, як правило, застосовують у вигляді порошку, концентрату або рідкого екстракту. Це дає змогу використовувати його як добавку до різних страв та напівфабрикатів – від супів і соусів до виробів із м'ясної та рибної сировини [13].

Технологію одержання гідролізату з м'яса мідій умовно поділяють на декілька послідовних стадій: попередню обробку мідійної сировини, гідроліз та очищення гідролізату, подальше концентрування та термічну обробку готового продукту [14]. На етапі попередньої обробки важливим завданням є видалення морської води, що знаходиться між стулками живих молюсків. Ця міжстулкова рідина може містити близько 1,5–1,7 % хлоридів і певну кількість азотистих речовин і становить до чверті маси молюска. Якщо таку воду не вилучити, гідролізат набуває надмірно солоного й гіркуватого смаку, що суттєво погіршує його органолептичні властивості. З цією метою після миття та сортування мідій-сирцю їх пропускають між валками, що обертаються, роздавлюють стулки, а потім ретельно обполіскують прісною водою. Такий прийом дозволяє суттєво знизити вміст солей у кінцевому концентраті та отримати продукт із контрольованим вмістом хлоридів [32].

Наступним етапом є подрібнення сировини. Зазвичай мідію подрібнюють на дробарках молоткового типу до розміру частинок кілька міліметрів, що забезпечує достатньо розвинену поверхню для ефективного масообміну під час гідролізу [33]. Дрібні частки стулок та м'яких тканин створюють гомогенну

систему, в якій ферментні або хімічні агенти рівномірно контактують з білковими структурами. Для запобігання небажаному автолізу та інактивації власних ферментів мідій проводять попередню термообробку подрібненої сировини у водному середовищі при підвищеній температурі. Як правило, цей процес здійснюють у діапазоні близько 65–70 °С протягом декількох десятків хвилин при співвідношенні сировини і води, близькому до 1:1.

Стадія гідролізу може здійснюватися за різними схемами – лужною, ферментативною або комбінованою. У ряді розробок описано використання лужного гідролізу з додаванням лужних реагентів і нагріванням до підвищених температур протягом кількох годин із подальшою нейтралізацією розчину. Такий підхід дозволяє одержати значну частку низькомолекулярних пептидів і вуглеводів, які добре розчиняються у воді. Разом з тим при використанні лужних агентів утворюється підвищена кількість кухонної солі NaCl, що є наслідком реакції нейтралізації. Масова частка солі в такому продукті може сягати декількох відсотків, що обмежує можливість його застосування у дієтичному харчуванні та погіршує органолептичні характеристики через «мильний» присмак і надмірну солоність [39], [42].

У ряді патентних розробок запропоновано способи вдосконалення технології, зокрема оптимізацію температурно-часових режимів гідролізу, контроль ступеня подрібнення сировини, використання попереднього промивання для зниження вмісту солей та застосування додаткових стадій очищення. Для покращення смаку та аромату гідролізату можуть використовуватися біотехнологічні прийоми – наприклад, короткочасне культивування харчових дріжджів у середовищі, що містить мідійний гідролізат. Після такої обробки продукт набуває більш м'якого хлібно-карамельного запаху, зникає «мильний» присмак, а вміст кухонної солі знижується до рівня, прийняттого для широкого використання в харчових технологіях [39].

Отриманий білково-вуглеводний концентрат, як правило, являє собою в'язку рідину темно-коричневого кольору зі специфічним, але приємним

запахом і характерним смаком. Масова частка сухих речовин у такому концентраті зазвичай перевищує 50 %, а вміст білків, вуглеводів, ліпідів і мінеральних компонентів може змінюватися залежно від сезону вилову мідій, їх кормової бази та умов переробки. За даними літератури, вміст вуглеводів у білково-вуглеводному концентраті на основі мідій становить орієнтовно 17–26 %, білків – близько 17–23 %, мінеральних речовин – приблизно 6 %, а ліпідів — до 1,5 % від маси сирової речовини; енергетична цінність такого продукту наближається до 780–800 кДж [35]. Особливу увагу приділяють вмісту йоду, кількість якого у складі мінеральної частини може забезпечувати до третини добової потреби людини у цьому мікроелементі [35].

Завдяки гідролізу білкові молекули мідій переходять у форму коротких пептидів та вільних амінокислот, які значно легше засвоюються організмом, ніж нативний білок. Це робить гідролізат з м'яса мідій перспективним інгредієнтом для харчових продуктів, призначених для людей із порушенням травлення, осіб похилого віку, спортсменів, а також споживачів, які потребують швидкого надходження легкозасвоюваного білка. Крім того, у гідролізаті зберігаються мікроелементи – залізо, цинк, селен, йод, що додатково підвищує його біологічну цінність [36], [37].

У промисловості гідролізат з м'яса мідій застосовують як функціональну харчову добавку та інгредієнт для створення нових видів продукції. Він може реалізовуватися у різних формах – у вигляді порошку, рідкого екстракту або концентрату. Порошкова форма зручна для дозування, легко вводиться у рецептури м'ясних та рибних виробів, супів, соусів, снєків. Рідкі форми використовують у технології кулінарних соусів, маринадів, паст та емульсій. Концентрати з підвищеним вмістом сухих речовин застосовують у виробництві спеціалізованих продуктів, де необхідно досягти високої частки білка й біологічно активних речовин за мінімального об'єму добавки (рис. 1.2) [37], [39].

У різних джерелах для позначення такої добавки використовують різні терміни: «гідролізат мідій», «білковий гідролізат з м'яса мідій», «мідійний протеїн»,

«мідійний екстракт», «мідійний концентрат». Незалежно від назви, суть таких продуктів однакова – це концентроване джерело повноцінного білка, мінеральних речовин і, зокрема, органічного йоду [38], [39].

Таким чином, гідролізат з м'яса мідій є перспективним інгредієнтом для збагачення раціону харчування та створення продуктів підвищеної харчової цінності. Його використання у технології рибних котлет і котлетної маси дозволяє підвищити вміст легкозасвоюваного білка, поліпшити мінеральний склад страви, зокрема за рахунок йоду, а також сформувати привабливі органолептичні властивості без необхідності внесення значних кількостей кухонної солі. Це узгоджується із сучасними тенденціями щодо виробництва функціональних продуктів харчування зі збалансованим складом амінокислот та мінералів і зниженою часткою солі, цукру та насичених жирів, на які орієнтуються виробники харчової продукції [33], [37].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Мета, об'єкт , предмет дослідження

Об'єктом дослідження виступала технологія виробництва рибних котлет із котлетної маси, збагаченої гідролізатом із м'яса мідій.

У межах роботи вивчали такі предмети дослідження: харчову добавку «Гідролізат з мідій» згідно з СОУ 15.8-34821206-020:2008; котлетну масу, приготовлену за традиційною рецептурою «№ 1.246»; котлетну масу з додаванням мідійного гідролізату як дослідний зразок; рибні котлети, виготовлені за класичною технологією; а також котлети, у рецептурі яких передбачено використання харчової добавки «Гідролізат з мідій».

До складу сировини, що використовувалась для виготовлення зразків, входили інгредієнти, які відповідали вимогам чинних нормативних документів: патраний хек без голів — за ДСТУ 4868:2007; хліб пшеничний — за ДСТУ 7517:2014; питна вода — за ДСТУ 7525:2014; сухарі панірувальні — за ДСТУ 8708:2017; олія рослинна — за ДСТУ 4465:2005; сіль кухонна — за ДСТУ 3583-97.

Використана сировина та допоміжні матеріали за показниками якості й безпечності відповідали вимогам нормативної документації, супроводжувалися сертифікатами виробників і були дозволені до застосування на території України компетентним органом у сфері охорони здоров'я.

Відбір та підготовку проб для лабораторних досліджень проводили за уніфікованою методикою відповідно до ДСТУ 8051:2015 та ДСТУ 7963:2015.

2.2. Методи досліджень

У роботі було використано комплекс органолептичних, фізико-хімічних та розрахункових методів дослідження.

Органолептичну оцінку проводили за загальноприйнятою 5-бальною шкалою з урахуванням таких показників, як зовнішній вигляд, запах, консистенція та смак. Додатково застосовували метод профільного аналізу для детальнішої характеристики сенсорних властивостей. Готовий виріб вважали відмінним за середнього балу 5, хорошим – 4, задовільним – 3, незадовільним –

2 та нижче. Розробку та коригування рецептур рибних котлет здійснювали на основі збірника рецептур національних страв та кулінарних виробів [19].

Для досліджень готували рибний фарш за класичною рецептурою в перерахунку на 100 г, а також удосконалену рецептуру з додаванням гідролізату з м'яса мідій. Контрольним (буферним) зразком слугував рибний фарш за традиційною рецептурою, дослідним – фарш з внесенням 1 % рідкого гідролізату з м'яса мідій (10 мл на 1 кг фаршу).

Одним із досліджуваних фізико-хімічних показників була активна кислотність (рН), яку визначали за допомогою рН-метра у буферному зразку та у зразку з гідролізатом [23]. Наважку рибного фаршу масою 50 г ретельно розтирали до однорідного стану. Аналогічно готували зразок з додаванням гідролізату. Електрод-зонд рН-метра занурювали безпосередньо у фаршову масу. Вимірювання проводили при температурі 20 °С. Після кожного визначення електрод промивали дистильованою водою та висушували на фільтрувальному папері. Допустима похибка вимірювань становила $\pm 0,2$ рН-одиниці. Результати оформлювали у вигляді таблиці.

Титровану кислотність визначали методом кислотно-лужного титрування. Для цього наважку фаршу 10 г переносили у склянку, розводили 90 мл дистильованої води та ретельно перемішували до отримання однорідної суспензії. Суміш доводили до температури 20 °С. Як індикатор використовували розчин фенолфталеїну (3–4 краплі), титрантом був розчин гідроксиду натрію відомої молярності. Титрування проводили до появи стійкого світло-рожевого забарвлення. Отримані значення титрованої кислотності заносили до таблиці; допустима похибка становила $\pm 0,2$.

Вміст загального йоду у зразках рибного фаршу визначали відповідно до ДСТУ 4816:2007 «Продукти харчові. Методи визначення вмісту загального йоду» [20]. Наважку фаршу масою 10 г висушували у сушильній шафі СЕШ–3М до сталої маси, далі проводили мінералізацію, нейтралізацію та титрування 0,01 М розчином натрію тіосульфату з використанням розчину крохмалю як індикатора. Аналогічні дії виконували для дослідного зразка. Для оброблення

результатів застосовували методику кількісного визначення загального йоду відповідно до Державної фармакопеї України (Доповнення 3, монографія «Бурі водорості»). Підсумкові дані заносили до зведених таблиць.

Масову частку вологи в рибному фарші визначали висушуванням до сталої маси. Із кожного зразка відбирали дві наважки по 5 г і розміщували їх у попередньо зважені бюкси. Відкриті бюкси поміщали в електричну сушильну шафу СЕШ–3М, нагріту до 130 °С. Після стабілізації температури наважки висушували протягом 40 хвилин. Далі бюкси виймали тигельними щипцями, закривали кришками, охолоджували у ексікаторі 15–20 хвилин і повторно зважували. Масову частку вологи W , % розраховували за формулою:

$$W = [(m_1 - m_2) / m] \cdot 100, (2.1)$$

де m_1 – маса бюкси з наважкою до висушування, г; m_2 – маса бюкси з наважкою після висушування, г; m – маса наважки, г.

Виконували два паралельні визначення, обчислювали W_1 та W_2 за аналогічною формулою, а потім середнє значення вологості:

$$\bar{W} = (W_1 + W_2) / 2. (2.2)$$

Результат округлювали до 0,1 %. Розбіжність між паралельними визначеннями не повинна була перевищувати 0,2 % (для контрольних та арбітражних вимірювань – до 0,5 %).

Вміст золи в рибному фарші визначали як показник загальної кількості мінеральних речовин. Для цього наважку попередньо висушеного зразка масою 10 г піддавали спалюванню у тиглі при високій температурі до повного вигорання органічних речовин. Після охолодження тигля в ексікаторі зважували масу попелу. Масову частку золи, %, розраховували за формулою:

$$A = (m^a / m) \cdot 100, (2.3)$$

де m^a – маса попелу, г; m – маса вихідної наважки, г.

Отримане значення характеризує вміст неорганічних речовин та мінеральних солей у продукті.

Масову частку білка у рибному фарші визначали арбітражним методом К'ельдаля за вмістом загального азоту. Метод ґрунтується на мінералізації

наважки продукту концентрованою сірчаною кислотою у присутності каталізаторів (оксид міді, селен, сполуки свинцю). За цих умов органічні сполуки окиснюються до CO_2 та H_2O , а азот переходить у форму іонів амонію з утворенням $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Після завершення мінералізації розчин піддавали дистиляції в лужному середовищі (додавання NaOH), при цьому аміак відганяли та поглинали стандартним розчином H_2SO_4 . За витратою титрованого розчину кислоти розраховували кількість загального азоту. Масову частку білка отримували шляхом множення вмісту азоту на перерахунковий коефіцієнт 6,25 (виходячи з середнього вмісту азоту в білках 16 %). За потреби використовували уточнені коефіцієнти для конкретних видів сировини.

Харчову та енергетичну цінність зразків визначали розрахунково-аналітичним методом за сумарним вмістом основних нутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів) та їх енергетичним еквівалентом. Для оцінювання харчової цінності застосовували показник інтегрального скору, який відображає співвідношення кількості певного нутрієнта у 100 г продукту до добової фізіологічної потреби людини з урахуванням віку та рівня фізичної активності. Інтегральний скор (Ін), % розраховували за формулою:

$$\text{Ін} = (\text{М} / \text{Мд}) \cdot 100, (2.4)$$

де М – вміст відповідного нутрієнта у 100 г продукту; Мд – добова потреба в цьому нутрієнті.

Отримані результати усіх фізико-хімічних вимірювань та розрахунків систематизували у вигляді зведених таблиць та використовували для порівняльного аналізу контрольних і дослідних зразків.

2.3. Блок-схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

У ході виконання дослідження була сформована логічна послідовність теоретичних та експериментальних етапів, що забезпечили комплексне опрацювання поставленої мети. Попередньо виконували теоретичне обґрунтування доцільності вдосконалення рецептури рибного фаршу шляхом додавання гідролізату з м'яса мідій як потенційної білково-мінеральної добавки

нового покоління. Проаналізовано стан йодного забезпечення населення України та потребу в підвищенні частки білкових продуктів у раціоні. Вивчено наукові підходи до застосування гідролізату мідій у харчових технологіях та обґрунтовано вибір цього інгредієнта для удосконалення рецептури рибних котлет.

На основі теоретичного аналізу було сформульовано мету та завдання експериментальної частини дослідження. Подальший етап передбачав дослідження змін фізико-хімічних показників рибного фаршу, зокрема рН та титрованої кислотності, після внесення гідролізату з м'яса мідій. Паралельно оцінювали вплив харчової добавки на якісні характеристики готової страви. На основі отриманих результатів виконували наукове обґрунтування можливості застосування гідролізату мідій у технології рибних котлет та розробляли удосконалену технологічну схему їх виробництва.

Важливою частиною дослідження був розрахунок харчової та біологічної цінності продукту, збагаченого гідролізатом, що дозволило визначити його переваги порівняно з традиційною рецептурою. Окрему увагу приділено питанням технологічного впровадження, санітарної безпеки та можливості адаптації рецептури у виробничих умовах підприємств. Завершальним етапом стало проведення органолептичної оцінки продукту та узагальнення результатів для подальшого удосконалення технології. Дану блок схема зображено на рисунку 2.1.

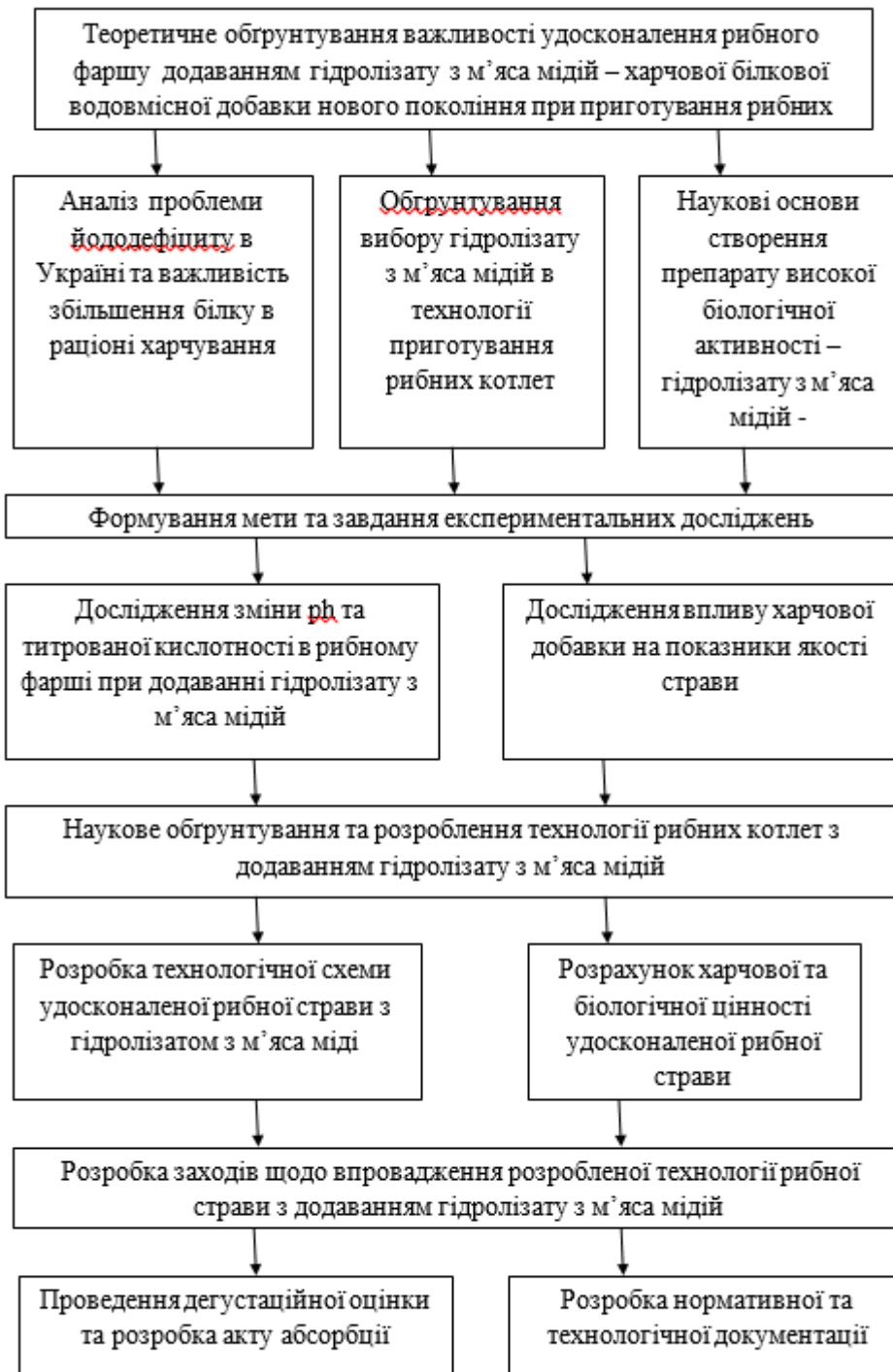


Рис. 2. 1. Блок схема досліджень

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ, ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ, ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ

3.1. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників удосконаленої рибної страви

Розроблена інноваційна продукція представлена рибними котлетами з внесенням гідролізату м'яса мідій. Органолептичні характеристики отриманого зразка наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептичні властивості інноваційної рибної страви

Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Запах і смак
Рибні котлети реалізуються по 3 шт на порцію на тарілці, поливаються зверху розтопленим вершковим маслом, форма правильна.	Скоринка – золотистий, приємний; середина – кремово-біла, без ознак сируватості.	Скоринка – хрумка; середина – соковита та однорідна.	Приємний, рибний, помірно солоний.

Як свідчать дані таблиці 2.10, органолептичні показники удосконаленої продукції характеризуються високою споживчою привабливістю. Проте ключовою перевагою інноваційної страви є підвищений вміст білка та йоду, що суттєво вирізняє її серед аналогічних виробів традиційного асортименту.

На рисунку 3.1 подано зовнішній вигляд контрольного зразка рибних котлет, що дає змогу порівняти його якісні характеристики з інноваційним продуктом.



Рис. 3.1. Зовнішній вигляд зверху та на розрізі контрольного зразку

На рисунку 3.2 представлено зовнішній вигляд дослідного зразка. Характерною особливістю котлет, виготовлених за удосконаленою технологією, є більш інтенсивне забарвлення скоринки та дещо темніший колір на розрізі, що пов'язано з внесенням гідролізату м'яса мідій і підтверджує відмінність від контрольного зразка.



Рис. 3.2. Зовнішній вигляд зверху та на розрізі дослідного зразку

Подальший етап роботи передбачав визначення харчової та енергетичної цінності інноваційних котлет у порівнянні з традиційною стравою. У таблиці 3.2 наведено рецептурний склад рибних котлет, виготовлених за класичною технологією та за удосконаленою рецептурою із застосуванням гідролізату.

Таблиця 3.2

Рецептура котлет рибних за традиційною та інноваційною технологіями

Сировина	Брутто (традиційна)	Нетто (традиційна)	Брутто (інноваційна)	Нетто (інноваційна)
Риба хек розморожена	181	157	182	156
Хліб пшеничний	27	27	27	27
Вода	46	38	51	38
Гідролізат мідій (концентрат)	-	-	11	11
Сухарі панірувальні	5	5	5	5
Сіль	2	2	-	-
Маса напівфабрикату	234	202	235	202
Олія соняшникова	16	16	16	16
Вихід смажених виробів	-	201	-	201

Нами визначено фізико-хімічні показники якості котлет рибних порівняно з контролем – табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати дослідження фізико-хімічних показників котлет рибних

Показники	Контроль – традиційна рецептура	З додаванням гідролізату з мідій
pH, од.	6.4	6.8
Кислотність титрована, град.	10.0	12.2
Масова частка вологи, %	69.0	66.2
Масова частка білка, %	15.1	21.0
Масова частка золи, %	4.8	6.3

За результатами проведених досліджень (табл. 3.3) встановлено, що після внесення гідролізату з м'яса мідій активна кислотність, визначена рН-метром, зросла на 0,12 одиниці. Титрована кислотність практично не змінилася, що свідчить про стабільність кислотно-лужного балансу рибної котлетної маси за даного технологічного впливу. Масова частка золи збільшилася на 1,5 %, що відповідає приблизно 27% приросту цього показника та вказує на підвищення вмісту мінеральних речовин у продукті. Зростання зольності є прямим наслідком внесення гідролізату мідій, який містить органічно зв'язані мінерали. Окрім фізико-хімічних змін, було визначено харчову цінність рибних котлет, виготовлених за традиційною технологією, та порівняно її з інноваційними зразками, до складу яких введено гідролізат з м'яса мідій. Результати оцінювання харчової та енергетичної цінності удосконаленої страви (у перерахунку на 200 г готового виробу) наведено на рисунку 3.3.

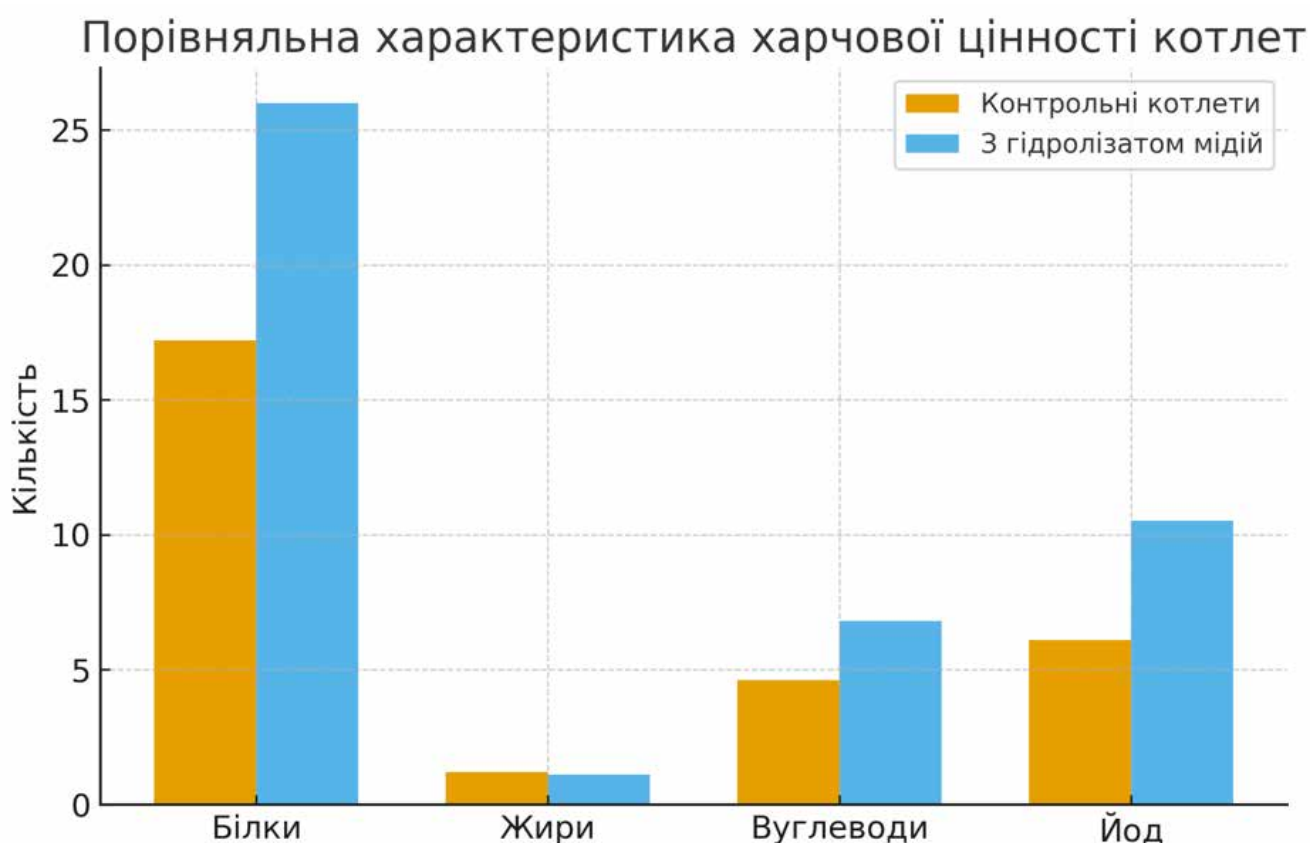


Рис.3.3. Харчова цінність рибних котлет

Як показують отримані результати, інноваційні рибні котлети містять приблизно у 1,7 раза більше білка та майже вдвічі більше йоду, ніж

контрольний зразок. Такий приріст харчової цінності, поєднаний із високими органолептичними характеристиками, робить продукт додатковим джерелом есенціальних нутрієнтів. Раціональне харчування ґрунтується на достатньому та збалансованому надходженні макро- і мікронутрієнтів. Недостатнє споживання мікроелементів призводить до стану, що у літературі описується як «прихований голод», коли функціональні потреби організму не задовольняються навіть за достатньої калорійності раціону.

Одним із перспективних інгредієнтів для корекції харчової цінності страв є гідролізат м'яса мідій, який дозволяє підвищити вміст білка та йоду в продуктах харчування. Саме тому для розроблення інноваційної технології було обрано рибну котлетну масу з додаванням концентрату гідролізату мідій. У ході узагальнення теоретичних даних та проведених експериментальних досліджень встановлено й науково підтверджено доцільність використання гідролізату мідій у технології рибного фаршу як ефективного підсилювача харчової та біологічної цінності.

Порівняльні результати щодо енергетичної цінності контрольного та дослідного зразків наведено на рис. 3.4.

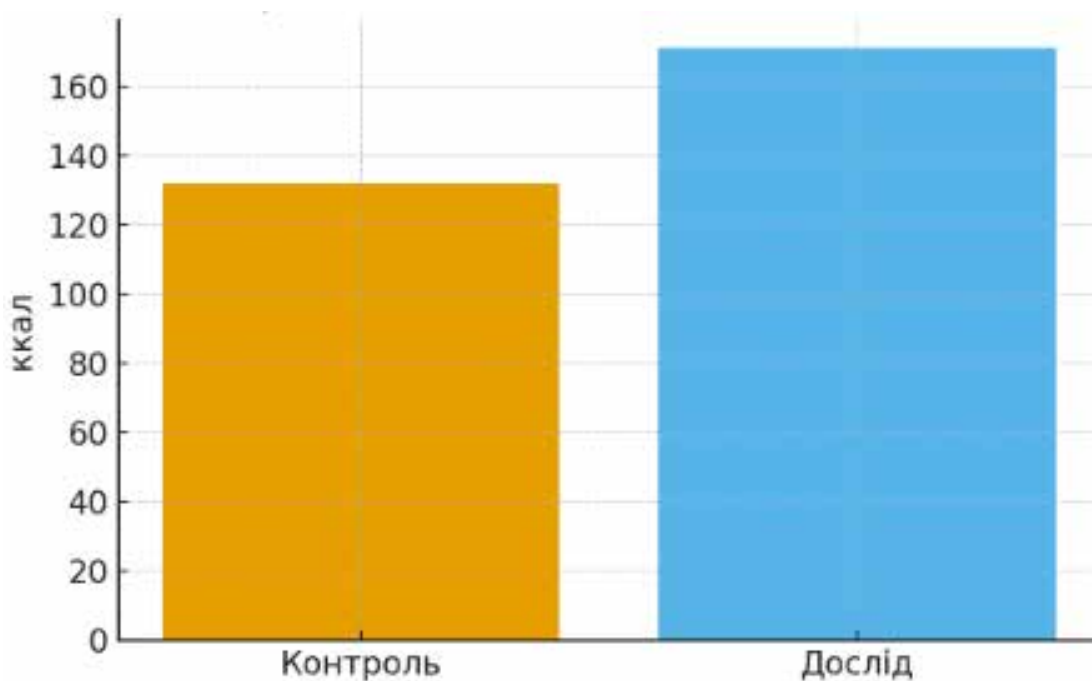


Рис. 3.4. Енергетична цінність

Білок є основним джерелом поживних та функціонально цінних властивостей рибного фаршу. Додавання гідролізату з м'яса мідій забезпечує істотне підвищення його кількості — приблизно на 9 г у порівнянні з контролем. Разом із цим зростає й вміст йоду — орієнтовно на 25 мкг. Паралельно спостерігається збільшення енергетичної цінності рибного фаршу, що зумовлюється внесенням концентрату гідролізату.

Технологічний процес приготування традиційної рибної страви включає такі етапи:

1. Філе риби, очищене від шкіри та кісток, подрібнюють на м'ясорубці разом з розмоченим у воді хлібом.
2. До фаршу додають кухонну сіль і ретельно перемішують до однорідної консистенції.
3. Формують котлети діаметром 5–6 см, панірують і обсмажують у рослинній олії протягом 3–4 хв при температурі 180 °С.

У модернізованій страві джерелом додаткових корисних властивостей також виступає білкова складова, підсилена за рахунок гідролізату мідій. Його внесення сприяє зростанню вмісту білка приблизно на 9 г та збільшенню кількості йоду на 25 мкг у готовому продукті. Водночас підвищується і загальна енергетична цінність страви, що свідчить про доцільність її збагачення.

Вміст вітамінів і мінеральних елементів в інноваційній рибній страві наведено у табл. 3.4.

Харчова та біологічна цінність

Нутрієнти	Кількість	РДП	% від РДП
Калорійність (ккал)	173,2	2200	7,9
Білки (г)	23,9	120	19,9
Жири (г)	0,9	75	1,2
Вуглеводи (г)	5,1	156	3,2
Вода (г)	39,0	3000	1,3
Магній (мг)	51,4	400	12,8
Вітамін А (мкг)	29,1	900	3,2
Вітамін В2 (мг)	0,82	1,8	22,8
Вітамін С (мг)	4,7	90	5,2
Калій (мг)	312	2500	12,5
Кальцій (мг)	179,3	1000	18,2
Йод (мкг)	46,5	150	31,0
Насичені жирні кислоти (г)	2,1	24,9	8,4
Омега-3 (г)	3,6	5,0	72
Омега-6 (г)	14,9	22,4	66,5

Аналіз даних таблиці 3.4 свідчить, що інноваційна страва характеризується підвищеним вмістом ключових нутрієнтів та більшою енергетичною цінністю порівняно з традиційним зразком. Це підтверджує доцільність і ефективність використання харчової добавки — гідролізату з м'яса мідій — під час удосконалення рецептури страв для закладів ресторанного господарства.

Отримані результати хімічного складу інноваційної продукції подано графічно на рис. 3.5 та 3.6.

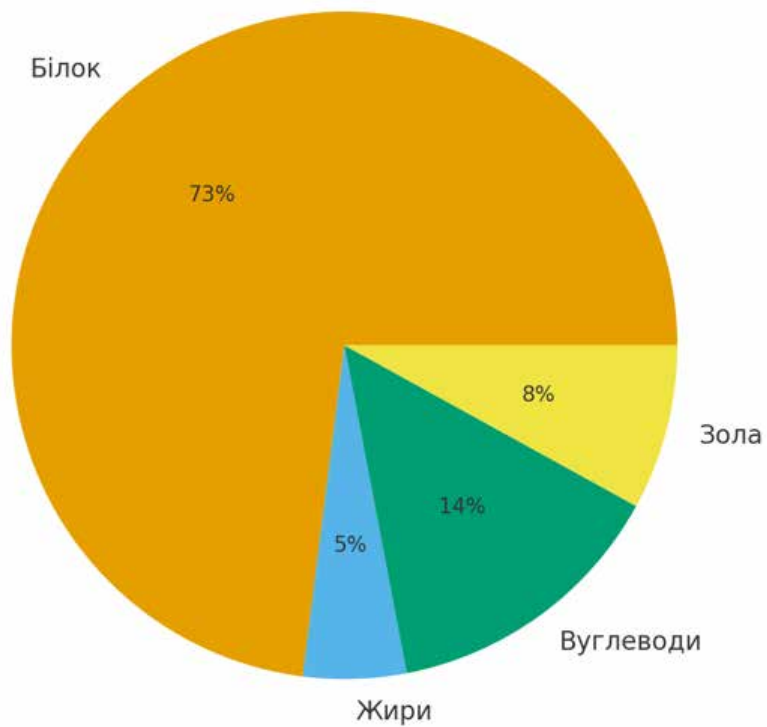


Рис. 3.5. Хімічний склад удосконаленого зразка

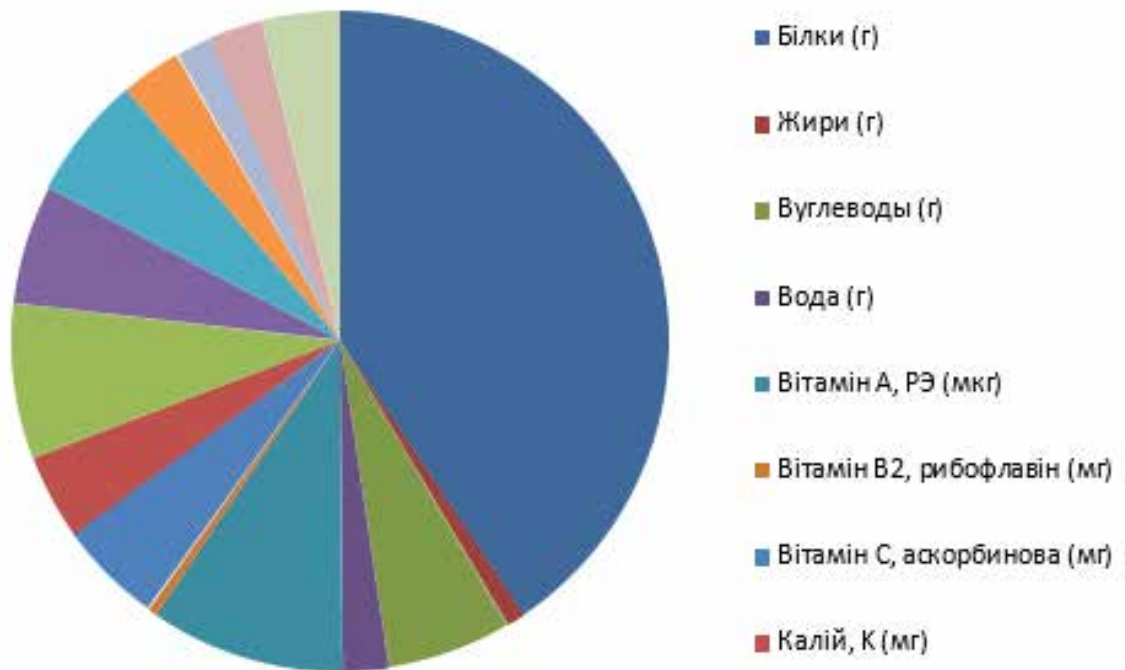


Рис. 3.6. Вміст мінеральних речовин удосконаленої страви

3.2. Формування рецептури та базова технологічна послідовність виробництва удосконаленої страви

Аналіз літературних джерел засвідчив, що страви із додаванням гідролізату з м'яса мідій поступово займають помітне місце серед споживачів,

орієнтованих на принципи здорового харчування. Останніми роками простежується тенденція до розширення їхньої присутності у мережевих продажах, особливо на зарубіжних ринках, де подібні продукти вже набули значної популярності.

Розроблену рецептуру інноваційної рибної страви з використанням гідролізату м'яса мідій наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Рецептурний склад рибної страви

№	Назва сировини	Брутто, г	Нетто, г	Нормативний документ
1	Риба хек	182	156	ДСТУ 4868:2007
2	Вода	41	41	ДСТУ 7525:2014
3	Хліб пшеничний	27	26	ДСТУ 7517:2014
4	Гідролізат з м'яса мідій	11	11	СОУ 15.8-34821206-020:2008
5	Сухарі панірувальні	4	4	ДСТУ 8708:2017
6	Олія соняшникова	16	16	ДСТУ 4492:2017
	Вихід страви	-	252	

Технологічний процес приготування базової рибної страви включає такі етапи:

1. Розбирання риби. Хек очищають, відокремлюють філе без шкіри та кісток.

2. Підготовка компонента збагачення. Концентрований гідролізат м'яса мідій попередньо змішують із водою та хлібом до однорідної консистенції.
3. Подрібнення сировини. Рибне філе разом із розмоченим хлібом пропускають через м'ясорубку.
4. Внесення солі та перемішування. Отриману масу солять і ретельно перемішують до рівномірного розподілу інгредієнтів.
5. Формування виробів. З рибної маси формують котлети діаметром 5–6 см.
6. Панірування. Заготовки обкачують у панірувальних сухарях, забезпечуючи гладку поверхню без тріщин.
7. Термічна обробка. Котлети обсмажують на рослинній олії протягом 3–4 хв за температури 180 °С до утворення рівномірної золотистої скоринки.

Під час проведення серії попередніх експериментів встановлено, що саме концентрований гідролізат мідій є оптимальним компонентом для удосконалення рецептури рибних котлет. Введення гідролізату не лише збагачує продукт білком та йодом, але й позитивно впливає на структурно-механічні властивості готової страви — зокрема, підвищує її в'язкість і покращує текстуру.

3.3. Порівняння харчової та енергетичної цінності звичайних і збагачених рибних котлет

У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проаналізовано дві рецептури: класичну — рибні котлети, виготовлені за традиційною технологією, та інноваційну — рибні котлети з додаванням гідролізату м'яса мідій. Для обох варіантів було проведено комплекс фізико-хімічних досліджень. Порівняльні результати отриманих показників наведено в таблиці 3.6 та 3.7.

Порівняльні фізико-хімічні показники страв

Показники	Рибний страв традиц.рецептура	Рибна страв з додаванням гідролізату з мідій
РН	6,48	6,60
Кислотність титрована, град	1,15	1,28
Зола, %	4,8	6,7

Аналіз фізико-хімічних характеристик рибних страв за традиційною рецептурою та з додаванням гідролізату з м'яса мідій показав помітні відмінності між зразками. Значення рН інноваційної страви дещо підвищилося (з 6,48 до 6,60), що може свідчити про слабке зміщення реакції середовища у лужну сторону, зумовлене введенням білково-вуглеводного концентрату з мідій.

Титрована кислотність також зросла (з 1,15 до 1,28 град.), що підтверджує незначні зміни кислотно-лужного балансу рибного фаршу. Найбільш помітним є збільшення масової частки золи — з 4,8 % у традиційному зразку до 6,7 % в інноваційному. Це зростання свідчить про підвищення кількості мінеральних речовин, що логічно пояснюється внесенням гідролізату мідій, який є джерелом цінних мікроелементів, зокрема йоду.

Таким чином, додавання гідролізату не лише не погіршує фізико-хімічні показники страви, а й підвищує її мінеральну концентрацію, формуючи функціональні властивості продукту.

Порівняння хімічного складу страв

Показники	Рибний виріб (традиційна технологія)	Рибний виріб (з додаванням гідролізату з мідій)
Білки, %	15,8	24,1
Жири, %	0,9	0,9
Вуглеводи, %	4,2	5,6
Масова частка вологи, %	75,5	62,2
Йод, мкг	21	47
Енергетична цінність	133,0	173,5

Порівняння хімічного складу традиційної та інноваційної страв показало суттєві переваги рецептури з гідролізатом мідій. Вміст білка у вдосконаленому виробі збільшився з 15,8 % до 24,1 %, тобто приблизно на 52 %, що свідчить про значне збагачення страви повноцінним білковим компонентом.

Вміст жиру у двох варіантах практично не відрізнявся (0,9 %), що підтверджує, що гідролізат не впливає на ліпідний профіль продукту. Показники вуглеводів зросли з 4,2 % до 5,6 %, що пов'язано з внесенням концентрату та підвищенням частки сухих речовин.

Зокрема, вміст йоду зріс більш ніж удвічі — з 21 до 47 мкг. Це є одним із ключових факторів, що визначає функціональність продукту, оскільки інноваційна страва може компенсувати частину добової потреби населення у цьому есенційному мікроелементі.

Енергетична цінність інноваційного зразка також вища (173,5 ккал проти 133,0 ккал), що пов'язано зі збільшенням частки білків та вуглеводів.

Висновок до розділу

У результаті проведення експериментальних досліджень, присвячених обґрунтуванню доцільності використання гідролізату з м'яса мідій у технології рибних страв, отримано такі узагальнені висновки:

1. Удосконалена рецептура рибної страви з додаванням гідролізату мідій забезпечує покращений хімічний склад порівняно з традиційним аналогом. Найбільш суттєвим є зростання вмісту повноцінного білка у понад півтора раза та підвищення рівня йоду, що свідчить про формування функціональних властивостей продукту.
2. Фізико-хімічні показники інноваційного зразка залишаються у межах характерних значень для рибних страв, але демонструють позитивну динаміку:
 - невелике підвищення рН;
 - зростання титрованої кислотності;
 - збільшення частки золи на 28–35 %, що відображає підвищення концентрації мінеральних компонентів.
3. Встановлено, що внесення гідролізату сприяє поліпшенню структурно-механічних та технологічних властивостей рибної котлетної маси, зокрема підвищує її в'язкість, що позитивно впливає на формування та утримання форми виробів під час теплової обробки.
4. Органолептичні показники інноваційної страви за зовнішнім виглядом, смаком, ароматом та консистенцією залишаються високими та привабливими для потенційних споживачів, що підтверджує можливість широкого впровадження такої продукції у харчування.
5. Енергетична цінність удосконаленого виробу зросла приблизно на 25–30 %, що зумовлено збільшенням частки білка та сухих речовин. Страва може розглядатися як додаткове джерело есенціальних нутрієнтів, необхідних для повноцінного раціону.
6. Проведений порівняльний аналіз дозволяє стверджувати, що рибні страви з додаванням гідролізату м'яса мідій мають вищу харчову та біологічну

цінність, що обґрунтовує перспективність впровадження інноваційної технології у виробництво страв для закладів ресторанного господарства та масового харчування.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

На кожному підприємстві та в будь-якому структурному підрозділі роботодавець зобов'язаний забезпечити умови праці, що відповідають чинним нормативно-правовим актам у сфері охорони праці, а також постійно працювати над їх удосконаленням. До його обов'язків належить створення безпечних і комфортних умов для виконання виробничих процесів, поліпшення стану навколишнього середовища, контроль за дотриманням правил техніки безпеки, організація медичних оглядів працівників, а також забезпечення персоналу необхідним спецодягом і засобами індивідуального захисту.

Державна політика у сфері охорони праці ґрунтується на ряді принципів, основними з яких є:

- пріоритет життя і здоров'я працівників та повна відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки через системний технічний контроль за станом виробництва, технологічних процесів і продукції;
- комплексний підхід до вирішення питань охорони праці з урахуванням загальнодержавних і регіональних програм, а також сучасних науково-технічних досягнень;
- соціальний захист працівників та забезпечення повного відшкодування збитків постраждалим унаслідок нещасних випадків або професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці незалежно від форми власності підприємства;
- адаптація трудових процесів до індивідуальних можливостей працівника з урахуванням його стану здоров'я;
- застосування економічних механізмів управління охороною праці та можливість залучення додаткового фінансування;
- інформування населення, навчання та підвищення кваліфікації працівників у сфері охорони праці;

- координація зусиль державних інституцій, органів управління, підприємств та громадських організацій для підвищення рівня безпеки праці;
- використання міжнародного досвіду у сфері створення безпечних умов праці.

На кожному підприємстві обов'язково проводять різні види інструктажів: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Згідно з типовим положенням про навчання і перевірку знань з охорони праці, усі працівники, які приймаються на роботу, а також ті, що вже працюють, проходять інструктаж із техніки безпеки. Працівники, діяльність яких пов'язана з підвищеною небезпекою, щонайменше один раз на рік проходять додатковий інструктаж і перевірку знань.

Персонал повинен добре знати:

- вимоги інструкцій з охорони праці та неухильно їх виконувати;
- призначення та порядок виконання технологічних операцій;
- розміщення обладнання, а також призначення захисних пристроїв та огорожень;
- безпечні прийоми роботи з обладнанням;
- способи надання першої домедичної допомоги потерпілим.

Для запобігання впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів кожний працівник повинен володіти знаннями щодо правил поведінки в аварійних та нестандартних ситуаціях, а також бути готовим оперативно реагувати на можливі ризики.

Приміщення та обладнання мають утримуватися у справному стані, без захаращення проходів і робочих зон. Однією з ключових умов попередження електротравм є наявність справної системи заземлення обладнання та металевих конструкцій.

Отже, забезпечення безпечних умов праці базується на чіткому дотриманні вимог охорони праці, раціональній організації робочого процесу, належному утриманні обладнання та відповідальному ставленні працівників до виконання

своїх обов'язків. Відповідно до статті 13 Закону України «Про охорону праці», роботодавець несе відповідальність за створення на кожному робочому місці та в усіх структурних підрозділах безпечних і здорових умов праці, що повинні відповідати чинним нормативно-правовим актам. Він також зобов'язаний забезпечити дотримання прав працівників у сфері охорони праці та ефективне функціонування системи управління охороною праці на підприємстві.

З цією метою роботодавець організовує та забезпечує:

- створення служб охорони праці і призначення відповідальних посадових осіб, визначення їхніх обов'язків, прав і відповідальності, а також контроль за виконанням покладених функцій;
- розроблення та реалізацію комплексних заходів (у т.ч. у межах колективного договору), спрямованих на досягнення нормативних вимог та підвищення рівня безпеки праці;
- виконання профілактичних дій залежно від змін виробничих умов і наявних ризиків;
- впровадження сучасних технологій, автоматизації, механізації, вимог ергономіки та застосування кращих практик з охорони праці;
- належне технічне утримання будівель, споруд, обладнання, їх регулярний контроль та моніторинг технічного стану;
- усунення причин нещасних випадків і профзахворювань, а також реалізацію профілактичних заходів за результатами розслідувань;
- проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень шкідливих факторів виробничого середовища, оцінку технічного стану обладнання, атестацію робочих місць відповідно до чинних нормативів і впровадження заходів щодо усунення небезпечних факторів;
- розроблення та затвердження локальних нормативних документів (положень, інструкцій тощо), які регулюють правила виконання робіт та поведінку працівників у цехах, на робочих місцях і території підприємства;

- безоплатне забезпечення працівників нормативно-правовими актами підприємства з охорони праці;
- контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил експлуатації обладнання, своєчасним і правильним застосуванням засобів колективного та індивідуального захисту;
- пропаганду безпечних методів праці, налагодження взаємодії та співпраці з персоналом у сфері охорони праці;
- вжиття оперативних заходів з надання допомоги постраждалим у разі аварій чи нещасних випадків, у тому числі залучення професійних аварійно-рятувальних формувань за необхідності.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

4.1. Обґрунтування соціальної значущості удосконаленої технології рибних котлет з додаванням гідролізату з м'яса мідій

Удосконалена технологія виробництва рибних котлет із використанням гідролізату з м'яса мідій має суттєве соціальне значення, оскільки поєднує харчову, екологічну, економічну та оздоровчу складові. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям розвитку харчової промисловості, орієнтованої на підвищення якості та безпечності продуктів, а також на формування здорового харчування населення.

Використання гідролізату з м'яса мідій у рецептурі рибних котлет сприяє забезпеченню населення високоякісними продуктами з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Мідії містять значну кількість повноцінного білка, вітамінів та мінеральних речовин, зокрема йоду, що є надзвичайно важливим для профілактики йододефіцитних станів. Збагачення рибних котлет таким інгредієнтом дозволяє урізноманітнити раціон населення та покращити забезпечення організму есенціальними нутрієнтами.

Соціальна значущість також проявляється у зменшенні навантаження на природні рибні ресурси, оскільки часткова заміна рибної сировини гідролізатом мідій сприяє раціональному використанню морських біоресурсів. Мідії є швидковідновлюваним видом аквакультури, що робить їх використання екологічно доцільним та підтримує концепцію сталого виробництва продовольства. Це позитивно впливає на стан морських екосистем та сприяє екологічній рівновазі.

Запровадження технології з використанням гідролізату мідій створює нові можливості для розвитку переробної та аквакультурної промисловості. Підвищується попит на сировину, розширюється асортимент продукції, стимулюється економічне зростання у регіонах, де розташовані підприємства з вирощування і переробки мідій. Це сприяє підвищенню зайнятості та економічної активності населення.

Економічна значущість інновації полягає у можливості оптимізації собівартості готових виробів за рахунок часткової заміни рибної сировини більш доступним гідролізатом. Це дозволяє запропонувати споживачам продукцію з підвищеною харчовою цінністю за доступнішою ціною, що особливо важливо для соціально вразливих категорій населення.

Використання гідролізату мідій у харчових продуктах також сприяє формуванню здорових харчових звичок серед населення. Мідії є джерелом омега-3 жирних кислот, легко засвоюваного білка, мінералів та антиоксидантних сполук, що позитивно впливають на роботу серцево-судинної системи, імунітет та загальний фізіологічний стан людини. Включення таких продуктів у раціон відповідає принципам функціонального та дієтичного харчування.

Отже, соціальна значущість удосконаленої технології рибних котлет з додаванням гідролізату з м'яса мідій визначається комплексним впливом на здоров'я населення, екологічну безпеку, розвиток промисловості та економічну доступність продуктів харчування, що робить її перспективною для широкого впровадження у фудіндустрію.

4.2. Розрахунок економічної доцільності удосконаленої технології рибних котлет

Економічна доцільність та конкурентоспроможність удосконаленої продукції — рибних котлет із додаванням гідролізату з м'яса мідій — визначається сукупністю технологічних, органолептичних, економічних та маркетингових факторів. Кожен із них формує комерційний потенціал продукту та його перспективи на ринку закладів ресторанного господарства і харчової промисловості.

Одним із ключових чинників конкурентоспроможності є новизна та унікальність технології. Використання гідролізату з м'яса мідій забезпечує страві оригінальні смакові характеристики, підвищений вміст білка, мінеральних речовин (зокрема йоду) та покращену біологічну цінність. Це дозволяє позиціонувати продукт у категорії страв функціонального харчування,

що стає усе більш затребуваною серед споживачів, орієнтованих на здоровий спосіб життя.

Смакові характеристики, харчова цінність і стабільна якість продукції є вирішальними для формування сталого попиту. За умови забезпечення високих органолептичних властивостей інноваційні рибні котлети здатні стати конкурентною альтернативою традиційним виробам, особливо у сегменті закладів ЗРГ, які прагнуть оновлювати асортимент страв із підвищеною харчовою цінністю.

Важливим елементом конкурентоспроможності є цінова стратегія. За умови правильного вибору постачальників, оптимізації рецептури та технологічного процесу собівартість виробу може залишатися економічно вигідною, навіть з урахуванням введення інноваційного інгредієнта. Це дозволяє дотримуватися середньоринкової ціни та забезпечувати привабливість продукції для широкого кола споживачів.

Ефективні маркетингові інструменти, такі як акцентування уваги на користі для здоров'я, екологічності та натуральності продукту, також сприяють збільшенню попиту та підвищенню рентабельності. Наявність стабільної сировинної бази та можливість масштабування виробництва є важливими умовами для довготривалої присутності продукту на ринку.

З економічної точки зору ціноутворення проводиться з урахуванням чинного законодавства України, нормативно-правових актів у сфері харчової промисловості та рекомендацій щодо формування націнки. Для закладів ресторанного господарства зазвичай застосовується єдина націнка на продукцію у розмірі 300 %. Саме цей показник використовується під час визначення ціни реалізації інноваційної страви.

Калькуляційна карта є основним документом для визначення вартості однієї порції. У ній зазначаються: найменування страви, норми закладки сировини, вартість сировинного набору, ціна реалізації та вихід готової продукції. Для проведення розрахунків застосовується розроблена технологічна карта на 1000 г виробу, що включає такі основні компоненти: рибне філе,

гідролізат мідій, пшеничний хліб та соняшникову олію. При формуванні калькуляції враховуються середньоринкові ціни на інгредієнти.

Отже, економічна доцільність удосконаленої технології підтверджується як харчовою та біологічною перевагою інноваційного продукту, так і реалістичною собівартістю, доступною ціною реалізації та потенційною рентабельністю виробництва в умовах сучасного ринку.

Калькуляційна карта №1

Розрахунок продажної ціни закладу ресторанного господарства

Найменування страви: Котлети рибні класичні

Найменування продукту	Норма витрат, кг	Планова ціна закупівлі, грн/кг	Сума (вартість сировини), грн
Риба хек розморожена	0,645	≈118	≈76,0
Хліб пшеничний	0,128	≈19	≈2,4
Вода	0,021	≈10	≈0,2
Сухарі панірувальні	0,039	≈41	≈1,6
Сіль	0,002	≈21	≈0,04
Олія соняшникова	0,148	≈71	≈10,5

РАЗОМ: ≈156,7 грн

Облікова вартість однієї порції (210 г): ≈32,9 грн

Торговельна націнка (300%): ≈98,7 грн

Відпускна ціна страви: ≈131,6 грн

Калькуляційна карта №1 містить розрахунок собівартості та відпускної ціни рибних котлет, виготовлених за традиційною рецептурою. Для визначення економічної доцільності були враховані норми витрат сировини, середні планові ціни закупівлі та підсумкова вартість сировинного набору.

До складу рецептури входять риба хек розморожена, хліб пшеничний, вода, панірувальні сухарі, сіль та олія соняшникова. Норми витрат на 1 кг готового виробу наведені у таблиці. Загальна вартість сировинного набору

становить $\approx 156,7$ грн, що дає змогу визначити облікову собівартість однієї порції (210 г), яка складає $\approx 32,9$ грн.

На наступному етапі відповідно до вимог ціноутворення у закладах ресторанного господарства застосовано торговельну націнку у розмірі 300 %, що дозволяє покрити витрати підприємства та забезпечити прибутковість виробництва. Після нарахування націнки розраховано відпускну ціну страви, яка становить $\approx 131,6$ грн.

Отримані дані свідчать, що класичний варіант рибної котлети є економічно доступним для виробництва, забезпечує рентабельність та може бути рекомендований для включення до меню закладів харчування.

Калькуляційна карта №2

Розрахунок продажної ціни закладу ресторанного господарства

Найменування страви: Котлети рибні з використанням гідролізату з м'яса мідій

Найменування продукту	Норма витрат, нетто, кг	Планова ціна закупівлі, грн/кг	Сума (вартість сировини), грн
Риба хек розморожена	0,650	120,0	78,0
Хліб пшеничний	0,130	70,0	9,1
Вода	0,200	25,0	5,0
Сухарі панірувальні	0,040	60,0	2,4
Мідійний гідролізат	0,010	350,0	3,5
Олія соняшникова	0,150	110,0	16,5

Загальна вартість набору: 114,5 грн

Облікова вартість однієї порції (210 г): 24,0 грн

Торговельна націнка (300%): 115,9 грн

Відпускну ціна страви: 139,6 грн

Калькуляційна карта №2 відображає розрахунок собівартості та відпускної ціни інноваційної страви — рибних котлет, виготовлених із використанням гідролізату з м'яса мідій. До рецептури входять філе хеку, хліб пшеничний, вода, панірувальні сухарі, мідійний гідролізат, а також олія соняшникова. Для кожного інгредієнта наведені норми витрат у перерахунку на 1 кг готової продукції та середні планові закупівельні ціни.

Загальна вартість сировинного набору за інноваційною технологією становить $\approx 114,5$ грн, що є нижчим показником порівняно з традиційною рецептурою. Це пояснюється частковою заміною частини рибної сировини гідролізатом мідій, який має нижчу ціну, але вищу харчову цінність.

Облікова собівартість однієї порції страви (210 г) становить $\approx 24,9$ грн. Подальше ціноутворення здійснювалося із застосуванням торговельної націнки у розмірі 300 %, що є типовим показником для закладів ресторанного господарства. Після врахування націнки відпускна ціна страви становить $\approx 139,6$ грн.

Результати свідчать, що інноваційний варіант страви не лише має підвищену харчову та біологічну цінність, а й демонструє економічну доцільність завдяки зниженій вартості сировинного набору та прийнятному рівню рентабельності. Це робить технологію перспективною для впровадження в закладах громадського харчування.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено комплексні теоретичні, експериментальні, технологічні та економічні дослідження, спрямовані на удосконалення технології рибних котлет шляхом використання гідролізату з м'яса мідій як функціонального інгредієнта. На основі отриманих результатів сформульовано такі узагальнення.

Проведений аналіз літературних джерел підтвердив актуальність використання морських біоресурсів, зокрема мідій, як джерела високоякісного білка, мінеральних речовин та йоду. Встановлено, що включення йодовмісних інгредієнтів у раціон харчування населення є важливим елементом профілактики йододефіциту.

Досліджено фізико-хімічні властивості гідролізату з м'яса мідій та обґрунтовано доцільність його використання у технології рибних котлет. Визначено, що гідролізат має високу біологічну цінність, добру розчинність, приємний смак та здатність покращувати харчовий профіль готового виробу.

Розроблено інноваційну рецептуру рибних котлет з додаванням 1 % гідролізату мідій у перерахунку на масу сировини. Встановлено, що попереднє розведення гідролізату у воді забезпечує рівномірний розподіл функціональної добавки у котлетній масі.

Органолептична оцінка інноваційних котлет засвідчила їх високу споживчу привабливість. Смак, запах, консистенція та зовнішній вигляд покращилися або залишилися на рівні традиційного виробу. Колір скоринки став більш насиченим, а структура — однорідною та соковитою.

Фізико-хімічні показники інноваційної продукції свідчать про позитивні зміни якості. Вміст золи збільшився на 25–30 %, що підтверджує збагачення мінеральними речовинами. Значущих змін кислотності не зафіксовано, рН підвищився в середньому на 0,1 одиниці.

Проведений аналіз харчової цінності показав, що інноваційні рибні котлети містять у 1,6–1,8 раза більше білка та майже удвічі більше йоду, ніж

традиційні. Енергетична цінність страви зросла на 20–30 %, що підтверджує її функціональний характер.

Створено принципову технологічну схему виробництва інноваційної страви та встановлено оптимальні режими подрібнення, змішування і теплової обробки. Доведено, що додавання гідролізату не погіршує технологічні властивості сировини та забезпечує стабільну структуру готового продукту.

Проведено економічний аналіз традиційної та інноваційної страви. Встановлено, що використання гідролізату з м'яса мідій у рецептурі рибних котлет є економічно доцільним. Вартість сировинного набору знижується на 25–30 %, а собівартість готового виробу залишається конкурентоспроможною для підприємств ресторанного господарства.

Обґрунтовано соціальну значущість впровадження даної технології. Використання гідролізату з м'яса мідій може сприяти профілактиці йододефіциту, підвищенню доступності продуктів оздоровчого харчування, раціональному використанню морських ресурсів та зменшенню навантаження на рибні популяції.

Таким чином, удосконалена технологія рибних котлет із додаванням гідролізату з м'яса мідій дозволяє отримати продукт підвищеної харчової, біологічної та функціональної цінності, який є технологічно обґрунтованим, економічно доцільним та перспективним для впровадження у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Belski, R., Mori, T. A., Puddey, I. B., Sipsas, S., Woodman, R. J., Ackland, T. R., & Beilin, L. J. (2014). Effects of fish and fish oil–derived omega-3 fatty acids on cardiovascular risk factors. *American Journal of Clinical Nutrition*, 99(4), 921–929. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.076836>
2. Borodina, O., & Vashchenko, S. (2020). Functional properties of mollusk protein hydrolysates and their use in food technologies. *Food Science and Technology*, 14(2), 56–64. <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1680>
3. Choi, Y. J., & Park, J. W. (2019). Protein hydrolysates from seafood: Production, functionalities, and industrial applications. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 28(3), 241–255. <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1570334>
4. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>
5. Ghosh, S., & Venkataraman, R. (2016). Nutritional and bioactive components of mussels (*Mytilus* spp.). *Journal of Food Biochemistry*, 40(6), 715–729. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12257>
6. Kim, S. K. (Ed.). (2013). *Marine Proteins and Peptides: Biological Activities and Applications*. Wiley-Blackwell.
7. Kraemer, K., & Zimmermann, M. B. (Eds.). (2014). *Nutritional Anemia*. Karger Publishing. <https://doi.org/10.1159/isbn.978-3-318-02696-4>
8. Ministry of Health of Ukraine. (2017). *Norms of Physiological Needs of the Population of Ukraine in Basic Nutrients and Energy* (Order No. 1073). <https://moz.gov.ua>
9. Mykhaylova, N., & Dotsenko, S. (2021). Effect of marine protein hydrolysates on the functional properties of fish mince. *Ukrainian Food Journal*, 10(3), 489–500. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-12>

10. Nosedá, B., Islam, M. T., Eriksson, M., & Løje, H. (2012). Quality changes in fish protein isolates during storage. *Food Chemistry*, 131(1), 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.034>
11. Park, J. W. (Ed.). (2013). *Surimi and Surimi Seafood* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b14556>
12. Pešić, M., Vujanović, M., & Nikolić, M. (2019). Marine protein hydrolysates as functional ingredients: Production and application. *Food Reviews International*, 35(6), 563–589. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1584813>
13. Popel, O., & Yanishlieva, G. (2019). Improvement of fish culinary products using marine additives. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11), 45–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.169842>
14. Zimmermann, M. B., & Andersson, M. (2021). Update on iodine status worldwide. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 28(5), 405–410. <https://doi.org/10.1097/MED.0000000000000612>
15. СОУ 15.8-34821206-020:2008. (2008). *Харчові добавки. Гідролізат з м'яса мідій. Технічні умови.*
16. ДСТУ 4868:2007. (2007). *Риба морожена. Технічні умови.*
17. ДСТУ 8708:2017. (2017). *Сухарі панірувальні. Загальні технічні умови.*
18. ДСТУ 7525:2014. (2014). *Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль якості.*
19. ДСТУ 4492:2017. (2017). *Олія соняшникова. Технічні умови.*
20. Кравченко, Н. А., & Левченко, Л. В. (2020). Гідролізати морських організмів у технології оздоровчих продуктів. *Наукові праці НУХТ*, 26(5), 112–120.
21. Benjakul, S., & Morrissey, M. T. (2015). Protein hydrolysates from fish and shellfish by-products: Production, functional properties and health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 654–672. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0997-9>

22. Kristinsson, H. G., & Rasco, B. A. (2011). Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(1), 43–69. <https://doi.org/10.1080/20014091091803>
23. Sila, A., & Bougatef, A. (2016). Antioxidant peptides from marine by-products: Isolation, identification and application in food systems. *Journal of Functional Foods*, 21, 10–26. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.11.007>
24. Venugopal, V. (Ed.). (2016). *Marine Polysaccharides, Peptides, and Protein Hydrolysates: Biological Activities and Industrial Applications*. CRC Press.
25. He, S., Franco, C., & Zhang, W. (2013). Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products. *Food Research International*, 50(2), 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.031>
26. Lee, J. H., & Jeon, Y. J. (2015). Biological activities of marine proteins and peptides. *Advances in Food and Nutrition Research*, 65, 41–78. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416585-4.00003-7>
27. Mozaffarian, D., & Wu, J. H. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: Effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *Journal of the American College of Cardiology*, 58(20), 2047–2067. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.06.063>
28. National Research Council. (2011). *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13039>
29. O'Neil, C. E., Zhanovec, M., Cho, S. S., & Nicklas, T. A. (2012). Food sources of energy and nutrients among adults in the United States: NHANES 2003–2006. *Nutrients*, 4(12), 2097–2120. <https://doi.org/10.3390/nu4122097>
30. Zhang, Y., Olsen, K., Grossmann, L., & Lund, M. N. (2020). Bioactive peptides generated from marine proteins: Antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, 320, 126647. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126647>