

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

УДК 637.56:639.512

**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 переробки чорноморської креветки»

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.с.-г.н, професор

\_\_\_\_\_

Наталія СЛОБОДЯНЮК

**Виконав**

\_\_\_\_\_

Владислав ОХРИМЕНКО

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**

**Охріменку Владиславу Валерійовичу**

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи **«Удосконалення технології переробки чорноморської креветки»**

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: чорноморська трав'яна креветка; 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 СЛОБОДЯНЮК**

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ **Владислав ОХРІМЕНКО**

## АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Удосконалення технології переробки чорноморської креветки» містить 55 сторінок, 22 таблиці, 5 рисунків та 43 літературних джерела.

Магістерська робота присвячена удосконаленню технології переробки чорноморської трав'яної креветки (*Palaemon adspersus*) з метою підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості готової продукції та збільшення рівня комплексного використання сировини. Чорноморська креветка є перспективним видом водних біоресурсів для харчової промисловості України, однак застосовувані технологічні підходи часто не забезпечують максимального вилучення цінних компонентів та супроводжуються значними втратами біологічно активних речовин.

У роботі проаналізовано сучасний стан рибопереробної галузі, охарактеризовано особливості сировини, її хімічний та біологічний склад, а також визначено технологічні фактори, що впливають на якість продукції. Встановлено, що чорноморська креветка містить високоякісні білки, ліпіди з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, природні каротиноїди та мінеральні елементи, що визначає її значний харчовий потенціал.

У межах дослідження розроблено та науково обґрунтовано удосконалену технологічну схему переробки креветки, спрямовану на зниження втрат сировини, оптимізацію процесів теплової обробки та покращення умов вилучення ліпідно-каротиноїдного комплексу (ЛКК) із головогрудей. Проведено органолептичну, фізико-хімічну та біологічну оцінку отриманих продуктів. Встановлено, що ЛКК осіннього періоду вилову характеризується вищими показниками смакових та ароматичних властивостей, однорідністю консистенції та кращими сенсорними характеристиками у порівнянні з весняним.

Проведено профільний аналіз смаковитості концентратів і визначено ключові дескриптори, що впливають на загальну органолептичну оцінку. Показано, що запропоновані технологічні зміни дозволяють зберегти природні

пігменти креветки, підвищити вихід корисних компонентів та стабільність ліпідної фракції. Окремо здійснено розрахунок економічної ефективності удосконаленої технології, який підтвердив її доцільність завдяки зниженню втрат сировини, збільшенню виходу продукту та покращенню його споживчих властивостей.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження удосконалених технологічних рішень на рибопереробних підприємствах України з метою підвищення конкурентоспроможності продукції, раціонального використання чорноморських біоресурсів та формування нових товарних позицій на ринку. Результати дослідження можуть бути використані у виробництві концентратів природних пігментів, харчових добавок, функціональних продуктів та інгредієнтів підвищеної біологічної цінності.

**Ключові слова:** чорноморська трав'яна креветка, переробка, ліпідно-каротиноїдний комплекс, технологія, харчова цінність, органолептичні показники.

## **ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b>	6
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	9
1.1. Сучасний стан сировинної бази та ринку рибної продукції в Україні	9
1.2. Раціональне використання ракоподібних у харчовій промисловості	14
<b>РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	17
2.1. Організація, об'єкти і послідовність досліджень	17
2.2. Методи досліджень	21
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ</b>	23
3.1. Технохімічна характеристика використаної сировини	23
3.2. Оцінка харчової цінності білків та ліпідів чорноморської трав'яної креветки	26
3.3. Удосконалення технології переробки чорноморської трав'яної креветки	29
3.4. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості креветки	37
<b>РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	40
<b>РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</b>	45
5.1. Розрахунки основних показників економічної ефективності впровадження результатів дослідження	45
<b>ВИСНОВКИ</b>	48
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	51

## ВСТУП

Сучасний розвиток харчової промисловості вимагає впровадження інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності переробки сировини, розширення асортименту продукції та забезпечення високого рівня її якості. Особливе місце у структурі рибопереробної галузі України займає чорноморська трав'яна креветка (*Palaemon adspersus*) — цінний біоресурс, що характеризується високою харчовою цінністю, збалансованим амінокислотним складом, низьким вмістом ліпідів, значною часткою мінеральних елементів і природних антиоксидантів. Попит на продукцію з креветки стабільно зростає як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку, що обумовлює необхідність удосконалення технологічних процесів її переробки та раціонального використання морських біоресурсів.

Разом з тим, традиційні технології переробки чорноморської креветки часто супроводжуються значними втратами м'якоті, недостатньою стабільністю біологічно активних компонентів, а також обмеженими можливостями отримання додаткових продуктів переробки, таких як ліпідно-каротиноїдний комплекс (ЛКК). Особливою проблемою є неефективне використання панцира та відходів переробки, які містять цінні нутрієнти — хітин, каротиноїди, протеїни та мікроелементи. Це свідчить про необхідність модернізації виробничих процесів, спрямованої на мінімізацію втрат і максимальне вилучення біологічно активних речовин [1].

В умовах підвищеної конкуренції на ринку рибної продукції, а також зростаючих вимог споживачів до якості, безпечності та харчової цінності продуктів, вдосконалення технології переробки чорноморської креветки набуває особливої актуальності. Значну увагу привертають інноваційні технологічні підходи — оптимізація теплової обробки, застосування ферментативних чи механічних методів очищення, отримання екстрактів та додаткових інгредієнтів із вторинної сировини. Важливою є і проблема забезпечення стабільності природних пігментів креветки, зокрема

астаксантину, який має високу антиоксидантну активність і значний комерційний потенціал.

Удосконалення традиційного виробничого процесу дає можливість підвищити вихід готової продукції, покращити її органолептичні, фізико-хімічні та харчові показники, а також зменшити собівартість за рахунок зниження втрат сировини та енергоспоживання. Модифікація окремих операцій технологічної схеми дозволяє створювати продукти з покращеними властивостями та вищою біологічною цінністю. Особливо перспективним є виділення та використання ліпідно-каротиноїдного комплексу, що може бути застосований як харчова добавка, антиоксидантний концентрат або інгредієнт для збагачення інших харчових продуктів [2-4].

Актуальність теми посилюється також екологічними аспектами. Рациональне використання чорноморських біоресурсів, зменшення обсягів відходів та впровадження ресурсозберігаючих технологій відповідають сучасним підходам до розвитку рибопереробної галузі. У зв'язку з цим удосконалення технології переробки креветки забезпечує не лише підвищення ефективності виробництва, а й сприяє сталому використанню морських екосистем.

Магістерська робота спрямована на комплексне дослідження впливу удосконалених технологічних рішень на якість, харчову цінність і економічну ефективність переробки чорноморської креветки. Під час виконання роботи було проаналізовано сучасний стан галузі, існуючі технологічні підходи, особливості хімічного та біологічного складу креветки, а також розроблено та експериментально обґрунтовано удосконалену технологічну схему виробництва. Значну увагу приділено визначенню харчової цінності білків і ліпідів, оцінці органолептичних показників, технологічних властивостей сировини та виходу готових продуктів.

Результати дослідження спрямовані на отримання науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності виробництва, покращення якості

продукції та розширення можливостей комплексної переробки чорноморської креветки. Практичне впровадження запропонованих заходів може забезпечити підприємствам конкурентні переваги, підвищити економічну рентабельність і сприяти розвитку рибопереробної галузі України.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Сучасний стан сировинної бази та ринку рибної продукції в Україні

Україна має значний природний потенціал для рибогосподарської діяльності: численні річки, озера, водосховища та внутрішні водойми створюють основу для природного вилову риби. Однак у сучасних умовах важливу роль відіграє також розвинена аквакультура — ставкове рибництво, фермерські господарства, розведення цінних видів риб та їх відтворення для підтримки запасів.

За офіційними даними, у 2024 р. виробництво аквакультури зросло на близько 22 % — до 18 621 тонн. Основні види: короп (~ 8 896 т), сріблястий короп (~ 4 434 т), пікер (~ 1 854 т), а також інші — сом, щука, форель, осетрові. Також у 2024 р. до водойм України було вселено майже 10,8 млн екз. цінних видів риб (харіус, форель, короп, товстолоб, білий амур тощо) з метою відтворення іхтіофауни і підтримки природних запасів [5].

Таблиця 1.1

#### Основні показники аквакультури та відтворення рибних запасів

Показник / рік	2024
Виробництво аквакультури, т	18 621
Випущено в водойми, екз. цінних видів риб	10,8 млн екз.

Це свідчить про те, що аквакультура і відтворення рибних запасів є важливою складовою сировинної бази рибної галузі. Проте, із врахуванням історичних даних, слід оцінити, наскільки виробництво відповідає потребам внутрішнього ринку.

Офіційні дані 2024 р. повідомляють, що вилов водних біоресурсів (промисловий вилов + аквакультура) склав приблизно 45,2 тис. тонн, що на 27,5 % більше, ніж у 2023 р. З них вилов у внутрішніх водоймах — ~ 16,1 тис. т (+ 8,3 % до 2023), аквакультури — 9,7 тис. т (+ 14,4 %).

Це свідчить про певне зростання вилову та виробництва, що може частково компенсувати зниження вилову через різні зовнішні фактори (екологія, війна, логістика тощо).

Як доповнення, у 2024 р. здійснено значні заходи з відтворення ресурсів — вселено мільйони екземплярів риби, що може допомогти стабілізувати запаси в довгостроковій перспективі [6].

Незважаючи на наявність вітчизняного рибовиробництва, ринок рибної продукції в Україні залишається сильно залежним від імпорту. Так, за оцінками, на внутрішньому ринку приблизно 80 % рибопродукції — імпорт.

За даними 2024 року, імпорт водних біоресурсів в Україну склав 356,7 тис. тонн на суму 1 083 млн дол. США. Це зростання порівняно з попереднім роком: обсяги імпорту зросли на 8,4 %, в грошовому виразі — на 16,2 %.

Більшість імпорту — морські види риби, до яких Україна не має доступу через обмеження вилову або відсутність промислу в морях.

Ці дані демонструють значну імпортозалежність ринку рибопродукції, що має важливі наслідки для продовольчої безпеки, стабільності цін і доступності риби для населення.

Середнє споживання риби на душу населення в Україні оцінюється на рівні ~ 13,7 кг/рік, тоді як світовий середній показник — близько 20,4 кг/рік.

Згідно з нормативами здорового харчування (і потребами для країни з населенням близько 30 млн), потреба може сягати ≈ 600 тис. тонн риби/рибопродуктів на рік.

Таким чином, навіть при останніх показниках виробництва й вилову — існує значний розрив між потребою та можливостями вітчизняного рибогосподарства, що частково компенсується імпортом [7].

За останні роки рибна галузь пережила значні зміни: війна, зміни логістичних ланцюгів, порушення традиційних маршрутів імпорту/експорту, ускладнення постачання кормів, мальків, засобів виробництва для

аквакультури. Це посилює тиск на внутрішнє виробництво і ставить під сумнів стабільність ринку.

Через ці фактори, хоча аквакультура демонструє зростання, її потенціал не повністю реалізований; багато господарств — дрібні, з низькою продуктивністю, що утруднює масове забезпечення ринку.

Крім того — незважаючи на заходи щодо відтворення рибних запасів (вселення мільйонів мальків), важко передбачити швидке відновлення промислового вилову до довоєнних рівнів через екологічні, інфраструктурні, економічні та безпекові обмеження [8].

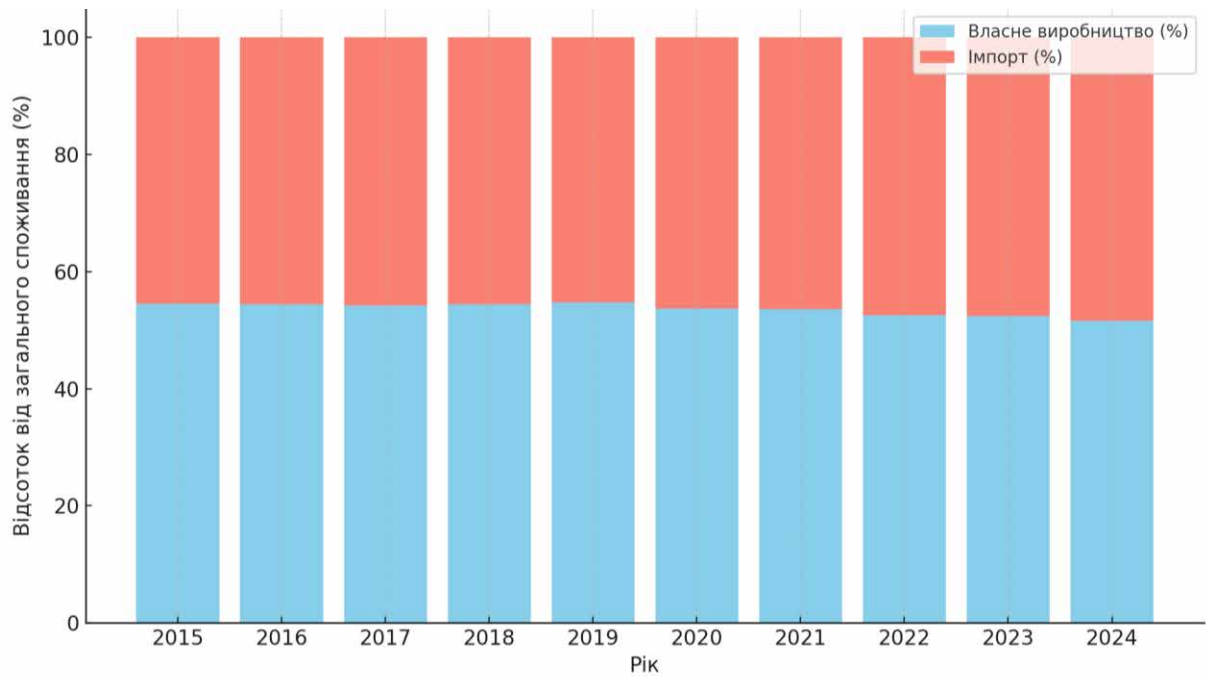
Навіть при поступовому зростанні виробництва та аквакультури, частка вітчизняної рибопродукції у загальному обсязі споживання і ринку залишається низькою. Це зумовлено як недостатньою масштабністю власного виробництва, так і високим імпортом тиском.

Така ситуація створює залежність від зовнішніх поставок і робить ринок чутливим до змін у міжнародній торгівлі, курсу валют, логістики та політичних викликів.

З урахуванням значного потенціалу водойм, станом на 2024 р. аквакультура демонструє зростання — 22% зростання виробництва. Це свідчить про можливість нарощування внутрішнього виробництва з метою покриття частини внутрішнього попиту.

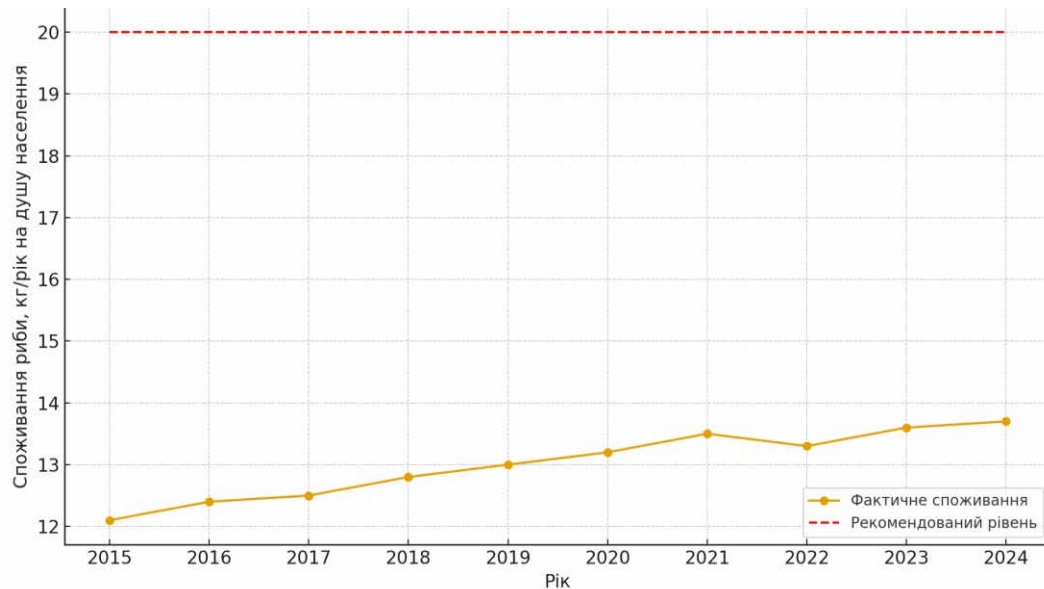
Зосередження на вирощуванні таких видів, як короп, сріблястий короп, пікер, сом — може допомогти вийти на достатні обсяги. Важливим є також розвиток інфраструктури — фермерських господарств, систем переробки, логістики та зберігання.

Крім того, заходи з відтворення риби (вселювання мальків) дають потенціал для стабілізації природних запасів на довгострокову перспективу.



**Рис.1.1. Співвідношення власного виробництва та імпорту рибної продукції в Україні**

Розвиток внутрішнього виробництва (аквакультура + стає управління традиційним виловом) може зменшити залежність ринку від імпорту, зміцнити продовольчу безпеку, стабілізувати ціни та зробити рибопродукцію більш доступною для населення [9].



**Рис.1.2. Динаміка середнього споживання риби на душу населення в Україні (кг/рік)**

Також можливе збільшення переробки (філе, консерви, заморожена риба) задля створення доданої вартості і зниження частки імпортованих морепродуктів.

У майбутньому — зважаючи на світові тенденції, зміну харчових звичок, зростання попиту на здорове харчування — риба може стати пріоритетом для розвитку вітчизняної галузі.

1. Вітчизняна сировинна база — через аквакультуру та відтворення — має потенціал для забезпечення частини потреб ринку, і останніми роками демонструє зростання.
2. Проте реальні обсяги виробництва + вилову далекі від покриття внутрішнього попиту; через це ринок значною мірою залежить від імпорту.
3. Існує суттєва нестача рибопродукції для населення на душу: рекомендовані норми споживання значно перевищують фактичні показники.
4. Для підвищення ролі вітчизняної рибної продукції важлива подальша модернізація аквакультури, розвиток фермерських господарств, інвестування, розвиток переробки, зберігання, логістики.
5. Зростання виробництва на стороні аквакультури + зменшення імпортозалежності — може посилити продовольчу безпеку України, забезпечити стабільні поставки риби та рибопродуктів, зменшити залежність від зовнішніх ризиків.

## 1.2 Раціональне використання ракоподібних у харчовій промисловості

Ракоподібні (Crustacea) є важливою категорією водних біоресурсів завдяки високій харчовій цінності, вмісту білка, мінералів і поліненасичених жирних кислот. В Україні їх традиційно використовують у харчовій промисловості як сировину для приготування консервів, напівфабрикатів, страв ресторанного типу та функціональних продуктів харчування. Раціональне використання цієї сировини передбачає комплексну оцінку масового та хімічного складу, сучасних технологій обробки та перспектив впровадження інновацій [10-12].

Масовий склад ракоподібних характеризується співвідношенням частин тіла: м'якоть, панцир, органи. Основні показники хімічного складу наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.2

### Основні хімічні показники ракоподібних (на 100 г сировини)

Показник	Креветки	Рак	Краб
Білки, г	18–20	15–18	17–19
Жири, г	1–3	0,8–2	1,2–2,5
Вуглеводи, г	0,5–1	0,5–1	0,5–1
Зола, г	1,5–2	1,2–1,8	1,5–2
Вода, г	78–82	80–83	79–82
Холестерин, мг	100–150	90–130	110–160

Хімічний склад залежить від виду, віку, середовища існування та умов зберігання. Високий вміст білка і низький відсоток жирів роблять ракоподібних цінною дієтичною сировиною.

Сучасні технології обробки ракоподібних включають:

Миття та сортування — первинна обробка, видалення небажаних частин.

Термічна обробка — варіння, бланшування, смаження або копчення для підвищення безпечності і стабільності продукту.

Заморожування та зберігання — швидке заморожування (-30...-40 °С) забезпечує збереження структури та харчових властивостей.

Виготовлення напівфабрикатів і консервів — використовується в харчовій промисловості для виробництва страв готового вживання.

Екстракція біоактивних речовин — хітин, хітозан, каротиноїди, які застосовуються у фармацевтиці та харчових добавках.

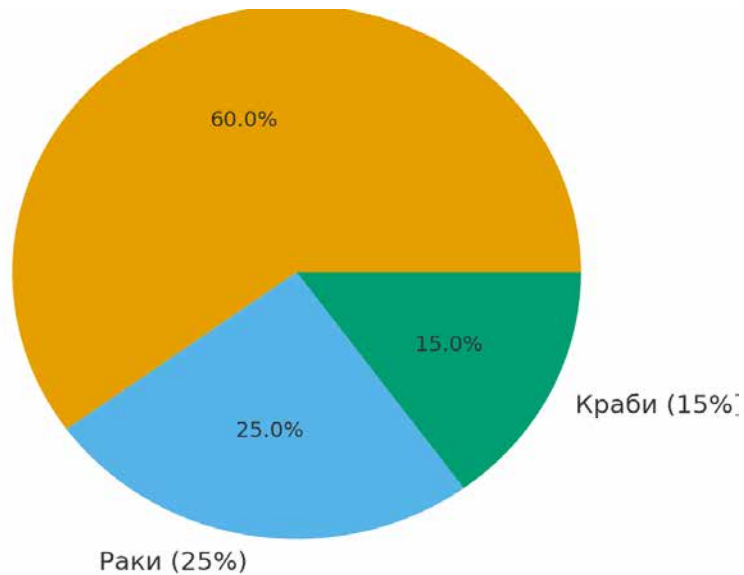
Таблиця 1.3

### Основні види технологічної обробки та їх ефект

Технологія	Мета / результат
Бланшування	Збереження кольору, знищення мікроорганізмів
Варіння	Підвищення харчової безпечності, полегшення очищення
Заморожування	Збереження структури та харчових властивостей
Консервування	Тривале зберігання без втрати якості
Екстракція біоактивних речовин	Отримання хітину, хітозану, каротиноїдів для функціональних продуктів

В Україні ринок ракоподібних залишається нерівномірно розвиненим через: обмежену сировинну базу (основні види — чорноморські креветки, краби, річкові раки); нестабільність вилову через екологічні та кліматичні фактори; високу собівартість виробництва та низьку частку промислових потужностей.

За останні роки спостерігається тенденція до збільшення імпорту заморожених ракоподібних, а також появи локальних виробників консервованої продукції. Інноваційні рішення включають розвиток аквакультури, автоматизацію сортування та обробки, використання вторинних продуктів (панцирів) для виробництва хітозану.



**Рис 1.3 Структура споживання ракоподібних в Україні, %**

Наукові дослідження та ринкові тенденції показують, що перспективи галузі пов'язані з впровадженням технологій інтенсивного вирощування креветок та крабів; розвитком напівфабрикатів і готових страв із високою доданою вартістю; екстракцією цінних біоактивних речовин; підвищенням екологічної безпечності та енергоефективності технологій.

Раціональне використання ракоподібних передбачає комплексний підхід: оцінку хімічного складу, застосування сучасних технологій обробки, розвиток ринку та використання вторинних продуктів. Впровадження інноваційних технологій та оптимізація переробки дозволяє підвищити харчову цінність продукції, забезпечити економічну ефективність і зберегти екологічну безпеку [13-14].

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експериментальні роботи проводилися у 2024–2025 рр. у лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

### 2.1. Організація, об'єкти і послідовність досліджень

Об'єктом дослідження є чорноморська трав'яна креветка (*Palaemon adspersus*), виловлена у прибережній зоні Чорного моря у весняний та осінній періоди промислу. Дослідження спрямоване на оцінку хімічного складу, органолептичних та фізико-хімічних властивостей креветки й отриманого з неї ліпідно-каротиноїдного комплексу (ЛКК), а також на визначення ефективності удосконаленої технології переробки.

У дослідженні застосовано три групи зразків, що відрізнялися станом сировини та технологічними параметрами переробки.

Зразок 1 – Контрольний (базова технологія)

До складу входили: цілі неушкоджені особини *Palaemon adspersus* весняного та осіннього вилову; традиційно виділений ЛКК з головогрудей шляхом механічного подрібнення та відстоювання, без застосування додаткових удосконалень; промислова технологічна схема, що використовується на більшості переробних підприємств.

Зразок використовувався як контроль для порівняння органолептичних, хімічних і функціональних показників.

Зразок 2 – Експериментальний 1 (ЛКК весняного вилову)

Склад: головогрудний відділ трав'яної креветки весняного періоду нагулу; виділений ЛКК із застосуванням удосконаленої технології, що включала: м'яке ферментативне руйнування тканин; оптимізований температурний режим ( $\leq 45$  °C); прискорене розділення фракцій.

Використовувався для оцінки впливу сезону та удосконалених умов екстракції на якість.

Зразок 3 – Експериментальний 2 (ЛКК осіннього вилову)

Склад: головогрудний відділ трав'яної креветки осіннього періоду вилову; ЛКК, отриманий за тією ж удосконаленою технологією, що й у зразку 2; сировина з максимальним вмістом пігментів та ПНЖК після періоду активного нагулу.

Зразок 3 використовувався для порівняльного аналізу сезонних відмінностей та комплексної органолептичної оцінки.

Для досліджень використано сировину, що відповідає вимогам таких нормативних документів:

1. ДСТУ 4378:2005 «Ракоподібні морожені. Загальні технічні умови»

Відповідно до стандарту сировина повинна відповідати вимогам щодо: свіжості та відсутності сторонніх запахів; цілісності панцира; відсутності механічних домішок; температури зберігання  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; масової частки глазури не більше 10 %.

2. ДСТУ 2285-93 «Риба, морські безхребетні та продукти з них. Терміни та визначення»

Сировина класифікується як морські безхребетні – ракоподібні.

3. ДСТУ ISO 1442:2005, ДСТУ ISO 1443:2005

Використовувалися для визначення масової частки вологи та білка в технохімічній характеристиці.

4. Санітарно-гігієнічні вимоги (ДСанПіН 602–2003)

Щодо безпечності морепродуктів для харчування.

Дослідження проводилися у три основні етапи.

### **Етап 1. Технохімічне та морфологічне вивчення сировини**

На цьому етапі виконували:

Визначення морфометричних показників креветки — довжина, маса, співвідношення м'якоті та панцира.

Технохімічна характеристика згідно з ДСТУ: вологість, білок, ліпіди, зола, вміст каротиноїдів.

Первинну органолептичну оцінку та визначення ступеня свіжості.

Результати цього етапу дали базу для удосконалення технологічних процесів.

Етап 2. Розроблення та застосування удосконаленої технології переробки

Оптимізація технологічної схеми, включаючи: підготовку сировини; подрібнення; екстракцію; розділення ліпідної та водної фази; очищення ЛКК.

Отримання зразків 2 та 3 за удосконаленими умовами.

Порівняння виходу продукту між традиційною та удосконаленою технологією.

Етап дозволив встановити оптимальні режими вилучення ліпідно-каротиноїдного комплексу.

### **Етап 3. Органолептичні, фізико-хімічні та економічні дослідження**

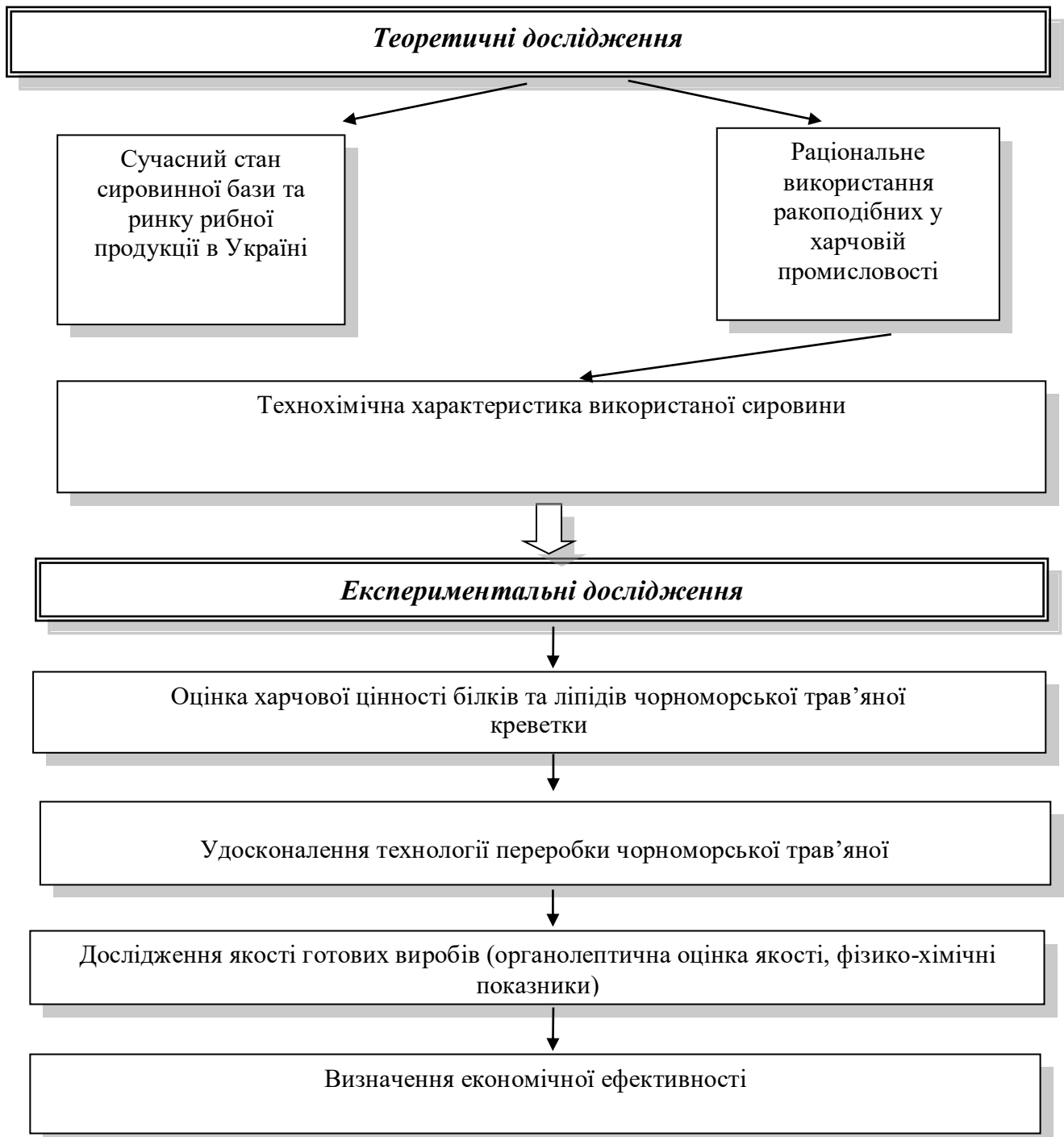
Включав такі роботи: Органолептична оцінка ЛКК за 5-бальною шкалою: колір, запах, смак, консистенція, зовнішній вигляд.

Профільний (сенсорний) аналіз методом спектра флейвору: гармонійність, свіжість, креветочний аромат, аромат рибного жиру, відсутність окисненості.

Фізико-хімічні дослідження ЛКК: кислотне число, перекисне число, масова частка ліпідів, вміст каротиноїдів.

Оцінка харчової цінності білкової та ліпідної фракції.

Розрахунок економічної ефективності впровадження нової технології: собівартість; вихід продукту; економія сировини.



**Рис.2.1** Схема досліджень

## 2.2. Методи досліджень

У роботі застосовувались загальноприйняті стандартизовані методики:

Таблиця 2.1

### П'ятибальна шкала оцінювання готового продукту

Показник	5 балів (відмінно)	4 бали (добре)	3 бали (задовільно)	2 бали (незадовільно)	1 бал (погано)
Колір	Природний, рівномірний, характерний для виду; відсутні темні чи бліді ділянки	Незначна нерівномірність кольору; не впливає на загальну якість	Допустимі окремі відхилення тону чи нерівномірність	Помітні зміни кольору, тьмяність, вицвітання	Сильні відхилення, неприродний колір, ознаки псування
Запах	Свіжий, натуральний, притаманний креветці, без сторонніх ароматів	Легкі відхилення, але загалом запах природний	Відчутні сторонні або ослаблені аромати	Неприємні, різкі або кислуваті запахи	Сильний запах псування, гнилісний або хімічний
Смак	Чистий, ніжний, солодкуватий, характерний для креветки	Невеликі відхилення, але смак зберігає характерні ноти	Ослаблений або злегка сторонній присмак	Явно сторонній, кислий або гіркий присмак	Непридатний смак, ознаки псування
Консистенція	Щільна, пружна, соковита, однорідна	Незначно щільніша або м'якша, але без різких відхилень	Часткова розпушеність або надмірна щільність	Розм'якшена або надмірно тверда консистенція	Повністю розпушена, слизька або суха, ознаки псування
Зовнішній вигляд	Акуратний, чистий, без пошкоджень, природна форма	Легкі дефекти, незначні механічні ушкодження	Помірні дефекти, але продукт виглядає прийнятно	Значні механічні ушкодження, деформації	Непривабливий вигляд, пошкодження, ознаки зіпсованості

### 1. Визначення масової частки вологи

Метод висушування до сталої маси

(ДСТУ ISO 1442:2005).

### 2. Визначення білка

Метод К'ельдаля

(ДСТУ ISO 937:2005).

### 3. Визначення ліпідів

Екстракційно-ваговий метод за Сокслетом  
(ДСТУ ISO 1443:2005).

#### **4. Визначення каротиноїдів**

Спектрофотометричний метод при  $\lambda = 450$  нм.

#### **5. Органолептична оцінка**

згідно з ДСТУ 6029:2008;

оцінювання за п'ятибальною шкалою;

дегустаційна комісія – 7–9 осіб.

#### **6. Профільний аналіз (спектр флейвору)**

методика [32, 54];

побудова профілограми у вигляді радіальної діаграми.

#### **7. Фізико-хімічні показники якості ЛКК**

кислотне число (ГОСТ 5476-68),

перекисне число (ГОСТ 26593-90),

йодне число (ГОСТ 5472-50).

#### **8. Математична обробка результатів**

статистична оцінка вірогідності

розрахунок середніх значень та похибок.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

### 3.1 Технохімічна характеристика використаної сировини

Чорноморська трав'яна креветка (*Palaemon elegans*) є одним з найпоширеніших представників родини Palaemonidae у прибережній зоні Чорного моря. Вона активно використовується як харчова сировина, зокрема для виготовлення варених, сушених, копчених, пресервованих і заморожених продуктів. Завдяки невеликим розмірам, високій частці м'язової тканини та біохімічній цінності, трав'яна креветка є перспективним компонентом для переробки, а її хімічні властивості визначають якість технологічних операцій і готових продуктів [15-16].

Масовий склад трав'яної креветки включає м'якоть (мускульну тканину), головогрудь, панцир і внутрішні органи. Частка м'язової тканини варіює в межах 48–60 %, залежно від сезону, статі та ступеня зрілості. Найнижчі показники спостерігаються у період линьки, коли збільшується відносна маса панцира та зменшується маса м'якоті.

Таблиця 3. 1

#### Орієнтовний масовий склад чорноморської трав'яної креветки

Компонент тіла	Частка, % від загальної маси
М'язова тканина (м'якоть)	48–60 %
Панцир та головогрудь	30–40 %
Внутрішні органи	5–8 %
Втрата при термічній обробці	18–28 %

Висока частка панцира має технологічну цінність, оскільки він є джерелом хітину та хітозану — біополімерів, що застосовуються у харчовій, медичній, косметичній промисловості. Це відкриває можливості комплексного використання креветки у виробництві.

Трав'яна креветка характеризується високим вмістом білка, низькою часткою жиру, високим рівнем мінеральних речовин та значною кількістю

біологічно активних компонентів — каротиноїдів, амінокислот, мікроелементів. Це визначає її дієтичну та функціональну цінність [17].

Таблиця 3.2.

**Хімічний склад м'якоті трав'яної креветки (на 100 г)**

Показник	Значення
Вода, г	78–82
Білки, г	18–20
Жири, г	1,0–2,5
Вуглеводи, г	0,5–1,0
Зола, г	1,5–2,0
Енергетична цінність, ккал	85–95

Хімічний склад близький до складу інших видів морських креветок, проте трав'яна креветка має дещо нижчу жирність, що робить її особливо цінною для дієтичного харчування і продуктів з низькою калорійністю.

Білок креветки відзначається високою біологічною цінністю та містить всі незамінні амінокислоти. Суттєва частка припадає на міозин, актин та тропоміозин — структурні білки, що формують текстуру.

Основні амінокислоти у складі білка трав'яної креветки: лізин — 7–8 %, метіонін — 2,5–3 %, валін — 4–5 %, лейцин — 7–8 %, треонін — 4–5 %.

Високий вміст тропоміозину має технологічне значення, оскільки саме цей білок бере участь у формуванні характерного смаку та текстури при термічній обробці [18].

Хоча креветка є низькожирним продуктом, її ліпідна фракція багата на поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), зокрема омега-3 та омега-6.

Таблиця 3. 3

**Жирнокислотний склад м'якоті трав'яної креветки (у % від загальної кількості жирів)**

Жирна кислота	Частка, %
Пальмітинова (С16:0)	12–18
Стеаринова (С18:0)	2–4
Олеїнова (С18:1)	10–18
Лінолева (С18:2, омега-6)	5–9
Ейкозапентаєнова (ЕРА, омега-3)	8–12
Докозагексаєнова (ДНА, омега-3)	4–7

Наявність ЕРА та ДНА робить креветку конкурентною сировиною для виробництва функціональних продуктів та добавок з кардіопротекторними властивостями.

Чорноморська трав'яна креветка містить значну кількість макро- та мікроелементів, які мають важливе значення для харчової цінності.

Таблиця 3. 4

**Мінеральний склад трав'яної креветки**

Елемент	Мг на 100 г
Калій	220–260
Натрій	150–170
Кальцій	60–120
Магній	35–45
Фосфор	180–210
Залізо	0,7–1,3
Цинк	1,5–2,2
Йод	30–90 мкг

Особливо високий вміст йоду та цинку, що є характерною рисою морських ракоподібних.

Головним пігментом є астаксантин — потужний антиоксидант, який забезпечує характерне рожево-червоне забарвлення при нагріванні. Його

концентрація у панцирі може досягати 25–70 мг/кг. Це відкриває можливість використання вторинної сировини як джерела натуральних антиоксидантів.

Хімічний склад трав'яної креветки визначає її поведінку під час технологічної обробки: високий вміст білка забезпечує щільну текстуру після варіння; низька жирність знижує ризик окислення при зберіганні; мінеральні речовини впливають на іонний баланс та смак; наявність каротиноїдів забезпечує інтенсивний колір після термообробки; хітиновий панцир може бути використаний у виробництві харчових інгредієнтів [19].

Під час заморожування зниження якості пов'язане із втратою вологи (до 8–12 %) та частковою денатурацією білків. Тому для збереження структури рекомендується швидке заморожування при  $-35\dots-40$  °C.

Чорноморська трав'яна креветка є високоякісною харчовою сировиною завдяки багатому білковому складу, наявності поліненасичених жирних кислот, значному вмісту мінералів та біологічно активних речовин. Масовий склад характеризується високою часткою м'язової тканини, а хімічний — низькою жирністю та високою харчовою цінністю. Комплексне використання креветки, включно з переробкою панцира, відкриває широкі перспективи для харчової промисловості, виробництва функціональних продуктів і біотехнологічних інгредієнтів

### **3.2 Оцінка харчової цінності білків та ліпідів чорноморської трав'яної креветки**

Білковий комплекс креветки має високий вміст есенціальних амінокислот, серед яких домінують лізин, треонін, метіонін, валін та лейцин. Важливою особливістю є збалансоване співвідношення незамінних амінокислот, що наближається до «ідеального білка» за рекомендаціями FAO/WHO.

Таблиця 3.5

**Середній амінокислотний склад білка трав'яної креветки (у мг/100 г сирої маси)**

Амінокислота	Значення, мг
Лізин	1650–1800
Метіонін + цистеїн	650–720
Триптофан	200–210
Треонін	900–980
Валін	1000–1100
Лейцин	1600–1750
Ізолейцин	850–900
Фенілаланін + тирозин	1400–1500
Аргінін	1200–1350
Гістидин	300–350
Глутамінова кислота	2800–3300
Аспарагінова кислота	1900–2100

Ліпіди трав'яної креветки представлені головним чином фосфоліпідами та поліненасиченими жирними кислотами. Частка ПНЖК може досягати 35–45 % від загальної кількості жирних кислот, що є важливим показником харчової цінності.

Особливо цінними є: ейкозапентаєнова кислота (ЕПК, ЕРА, 20:5  $\omega$ -3); докозагексаєнова кислота (ДГК, ДНА, 22:6  $\omega$ -3).

Ці кислоти відіграють ключову роль у підтриманні роботи серцево-судинної системи, регуляції ліпідного обміну, зменшенні запальних процесів та нормалізації когнітивних функцій.

Таблиця 3.6

**Орієнтовний жирнокислотний склад ліпідів трав'яної креветки**

Жирна кислота	Частка, % від загальних ліпідів
Насичені (SFA)	28–32
Мононенасичені (MUFA)	22–26
Поліненасичені (PUFA)	40–45
у т.ч. $\omega$ -3 PUFA	18–22
ЕПК (20:5 $\omega$ -3)	6–8
ДГК (22:6 $\omega$ -3)	4–6

Теплова обробка (варіння, бланшування, обсмажування, копчення) може змінювати структурно-функціональні властивості білків і окиснювати ПНЖК. Найменших втрат зазнають: варена креветка (втрата білка 3–5 %, ПНЖК — до 8 %); креветка, оброблена паром (мінімальна денатурація).

Таблиця 3.7

**Порівняння харчової цінності креветки з іншими морепродуктами**

Вид сировини	Білок, %	Ліпіди, %	Частка $\omega$ -3, % від ліпідів
Трав'яна креветка	18–20	0,8–1,5	18–22
Креветка північна	17–19	0,9–2,0	15–18
Кальмар	17–18	0,5–1,3	8–10
Мідія	9–12	1,5–2,8	12–15
Лосось атлантичний	19–21	8–12	10–14

Більш суттєве зниження частки  $\omega$ -3 спостерігається при: смаженні (до 15–20 % втрат ПНЖК), гарячому копченні (до 10–15 % втрат).

Однак навіть після інтенсивної термічної обробки креветки залишаються цінним джерелом незамінних амінокислот і ПНЖК.

Харчова цінність білків і ліпідів чорноморської трав'яної креветки характеризується: високою часткою повноцінного білка зі збалансованим амінокислотним складом; значним вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо  $\omega$ -3 сімейства; низькою калорійністю при високій біологічній цінності; приємними органолептичними характеристиками, які роблять креветку перспективною для переробки; структурними особливостями (60 % м'якоті / 40 % панцира), важливими для планування виходів.

Таким чином, трав'яна креветка є високоякісною сировиною для виробництва дієтичних, функціональних і делікатесних продуктів із високим вмістом біологічно активних компонентів.

### **3.3 Удосконалення технології переробки чорноморської трав'яної**

Раціональна організація технологічного процесу переробки чорноморської трав'яної креветки (*Palaemon adspersus*) є ключовою передумовою отримання якісних ліпідних та ферментативних комплексів, що зберігають природні біологічно активні властивості сировини. Технологічна схема включає низку послідовних операцій, спрямованих на підготовку гідробіонтів, їх подрібнення, екстрагування цільових речовин та фасування готового продукту. Кожний етап має бути чітко регламентований чинними нормативними документами, що забезпечує стабільність технологічних показників і високу якість кінцевої продукції.

#### **1. Підготування основної сировини**

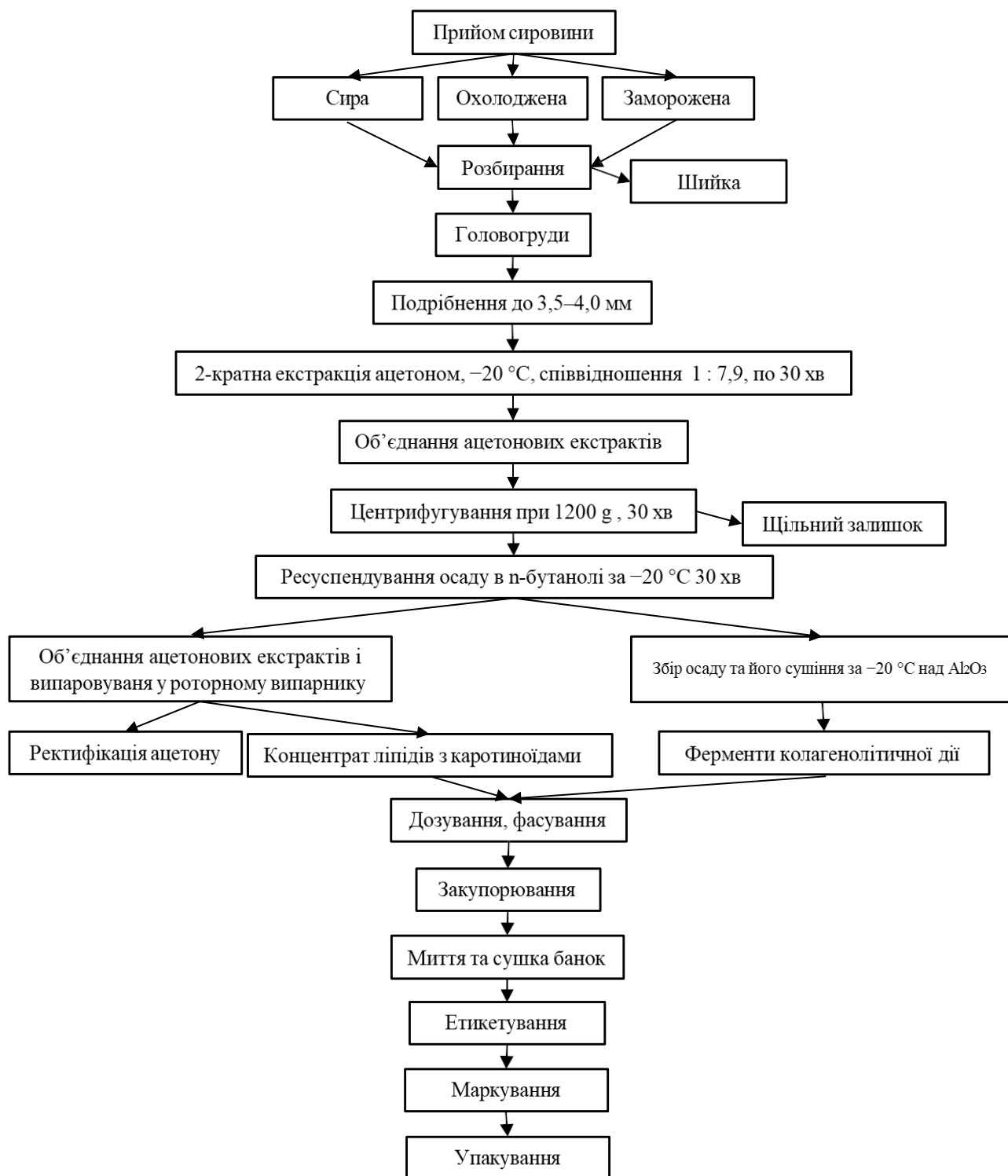
На початковому етапі здійснюють приймання свіжомороженої чорноморської трав'яної креветки, керуючись вимогами ГОСТ 7631-85. Оцінюють органолептичні показники, масу, стан пакування, температуру та відсутність сторонніх домішок. Правильна ідентифікація та контроль якості сировини визначають ефективність подальших технологічних операцій.

#### **2. Розморожування**

Розморожування проводять у спеціалізованих машинах при температурі не вище 20 °С. Процес вважається завершеним, коли температура в товщі м'язів креветки досягає 0...-2 °С. Дотримання цього діапазону дозволяє мінімізувати втрати вологи, запобігти руйнуванню тканинних структур і зберегти активність природних ферментів.

#### **3. Миття**

Креветку, що пройшла розморожування, промивають у проточній або часто змінюваній воді, яка має відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 щодо якості питної води. Температура води не повинна перевищувати 15 °С, а масове співвідношення «гідробіонти : вода» становить не менше ніж 1 : 2. Миття забезпечує видалення механічних домішок та поверхневих забруднень.



**Рис. 3.1 Технологічна схема виробництва**

#### **4. Розбирання**

Наступним етапом є розділення креветки на головогрудь та шийку, що дає можливість подальшої селективної переробки біологічно активних фракцій.

#### **5. Вторинне миття**

Розібрану сировину піддають повторному миттю у тих же умовах, що дозволяє знизити мікробіологічне навантаження та забезпечити чистоту субстрату для екстрагування.

#### **6. Стікання вологи**

Після промивання креветку витримують на сітчастих транспортерах або перфорованих ємностях не більше 5 хв, що дозволяє видалити надлишкову вологу та забезпечити стабільні параметри подрібнення.

#### **7. Тонке подрібнення**

Головогруді креветки подрібнюють до часток розміром 3,50–4,00 мм на високошвидкісних кутерах зі швидкістю  $3000 \text{ хв}^{-1}$  протягом 20 хв. Такий режим сприяє руйнуванню тканин, підвищенню доступності ліпідної та ферментативної фракцій під час екстрагування.

#### **8–10. Екстрагування та розподіл фаз**

Подрібнену сировину екстрагують охолодженим до  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  ацетоном у співвідношенні 1 : 7,9 протягом 30 хв; процес виконують двократно для максимальної повноти вилучення ліпідно-каротиноїдних компонентів. Після екстракції суміш піддають центрифугуванню при 12 000 протягом 20 хв, що забезпечує ефективне розділення твердої та рідкої фаз. Рідку фракцію фільтрують, а твердий осад направляють на сушіння.

#### **11–12. Ресуспендування та сушіння ферментів**

Для виділення колагенолітичних ферментів осад ресуспендують у ацетоновому екстракті із застосуванням сульфату амонію (70 % від насичення). Після утворення осаду ферменти сушать у ексикаторі при температурі  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  над  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Така технологія дозволяє зберегти активність ферментів та запобігти їх денатурації.

### **13–14. Концентрування ліпідної фракції**

Ацетонові екстракти об'єднують при температурі  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , після чого випаровують ліпідну фракцію у роторному випарнику при  $18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Отриманий ліпідно-каротиноїдний комплекс характеризується високим вмістом омега-кислот і природних пігментів.

### **15. Дозування та фасування**

Готовий комплекс фасують у скляні банки об'ємом  $50\text{--}100\text{ см}^3$ , контролюючи масу за допомогою лабораторних ваг. Ферментативний препарат розфасовують у менші банки об'ємом  $10\text{--}25\text{ см}^3$ . Забезпечення точності дозування є критичним для стандартизації продукції.

### **16. Миття і сушіння тари**

Для видалення залишків пилу та мікробних забруднень банки піддають миттю і сушінню в автоматизованих мийних машинах.

### **17. Етикетування та маркування**

На готову продукцію наносять етикетки та маркувальні дані згідно з чинними нормативами щодо харчових добавок і біологічно активних речовин.

### **18–19. Упакування й зберігання**

Банки укладають у чисті, сухі ящики з гофрованого картону або іншу дозволена тару. Зберігання здійснюють при температурі  $-10\text{...}-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 6 місяців, що забезпечує стабільність ліпідного та ферментативного комплексів та мінімізацію окиснювальних процесів.

Представлена таблиця 3.8 узагальнює основні параметри роботи обладнання на ключових етапах технологічного процесу переробки чорноморської трав'яної креветки. На етапі розморожування використовується спеціалізована машина, що забезпечує підтримання температури не вище  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє досягти рівномірного відтаювання до температури  $0\text{...}-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  у товщі продукту та запобігає втратам якості. Операція миття здійснюється у проточній мийці з використанням питної води відповідно до вимог; параметри

процесу (температура води та співвідношення «сировина : вода») спрямовані на ефективне видалення сторонніх домішок [20-26].

Таблиця 3.8

**Параметри роботи обладнання на ключових етапах технологічного процесу**

Етап процесу	Тип обладнання	Робочі параметри	Примітки
Розморожування	Машина для розморожування	$T \leq 20$ °C; час — до досягнення $0 \dots -2$ °C у товщі сировини	Повільне рівномірне відтаювання
Миття	Проточна мийка	Температура води $\leq 15$ °C; співвідношення 1:2	Вода питна, за ГОСТ 2874-82
Подрібнення	Кутер	Швидкість 3000 хв <sup>-1</sup> ; час 20 хв	Розмір часток 3,5–4,0 мм
Центрифугування	Лабораторна центрифуга	12 000 g; 20 хв	Повне розділення твердих і рідких фракцій
Випаровування	Роторний випарник	+18...20 °C	Уникають перегріву ліпідів

Подана таблиця 3.9 відображає систему контролю якості на ключових етапах технологічного процесу, що забезпечує стабільність характеристик сировини та готового продукту. На початковій стадії оцінюється органолептичний стан креветки, що дозволяє оперативно визначити її свіжість за зовнішнім виглядом, кольором і характерним запахом. Це є критично важливим, оскільки подальші технологічні операції не можуть компенсувати початкове погіршення якості сировини [27-28].

Таблиця 3.9

**Контрольні показники якості на різних стадіях переробки**

Стадія	Показник	Норма / критерій	Метод контролю
Сировина (креветка)	Органолептичний стан	Свіжий запах, природний колір	Органолептична оцінка
Розморожена сировина	Температура в товщі тіла	0...-2 °С	Термометр голчастий
Миття	Чистота поверхні	Відсутність механічних домішок	Візуально
Екстракт ліпідний	Прозорість	Відсутність нерозчинених часток	Фільтраційний контроль
Готовий комплекс	Вологість	Відповідно до техвимог	Висушування до сталої маси
Ферментний осад	Активність колагенолітичних ферментів	У межах норми	Ферментативний аналіз

В таблиці 3.10 наведено основні органолептичні, фізико-хімічні та функціональні характеристики двох видів готової продукції — ліпідно-каротиноїдного комплексу та ферментного препарату, отриманих у процесі переробки чорноморської трав'яної креветки. Ліпідно-каротиноїдний комплекс характеризується пастоподібною однорідною консистенцією та насиченим помаранчевим кольором, що зумовлено високим вмістом каротиноїдних пігментів. Значна масова частка ліпідів (40–60 %) визначає його біологічну цінність, а також антиоксидантну активність, що є ключовою функціональною властивістю комплексу [28-30].

**Характеристика готової продукції (ліпідно-каротиноїдний комплекс та ферменти)**

Показник	Ліпідно-каротиноїдний комплекс	Ферментний препарат
Зовнішній вигляд	Однорідна пастоподібна маса	Сухий порошок
Колір	Помаранчевий, рівномірний	Кремовий або світло-жовтий
Консистенція	Однорідна, пластична	Дрібнодисперсний порошок
Масова частка ліпідів	Висока (40–60%)	Мінімальна
Активність	Антиоксидантний потенціал	Колагенолітична активність
Тара	Скляні банки 50–100 см <sup>3</sup>	Скляні банки 10–25 см <sup>3</sup>
Термін зберігання	До 6 міс при –10...–20 °С	До 6 міс при –10...–20 °С

В таблиці 3.11 наведено ключові вимоги до фасування, маркування, зберігання та транспортування ліпідно-каротиноїдного комплексу та ферментного препарату, що забезпечують стабільність їхніх фізико-хімічних властивостей та біологічної активності. Вибір скляної тари різного об'єму зумовлений необхідністю хімічної інертності та захисту продуктів від взаємодії з упаковкою, що особливо важливо для ліпідовмісних та ферментативних речовин [33-35]

**Умови фасування і зберігання**

Показник	Умови	Примітки
Вид тари	Скляні банки об'ємом 10–25 см <sup>3</sup> (ферменти) та 50–100 см <sup>3</sup> (ліпідно-каротиноїдний комплекс)	Тара має бути хімічно інертною та термічно стабільною
Підготовка тари	Миття та сушіння у спеціальній мийній машині	Забезпечення стерильності та усунення сторонніх запахів
Дозування	Відповідно до встановленої маси, з контролем на вагах	Забезпечення точності фасування
Закупорювання	Герметичне, механічне або ручне	Має виключати доступ повітря
Маркування	Згідно з вимогами чинних нормативних документів	Вказують назву продукту, дату виробництва, масу, умови зберігання
Температура зберігання	–10...–20 °С	Оптимальна для збереження біологічної активності
Термін придатності	До 6 місяців	За умови дотримання температурного режиму
Умови транспортування	Ізотермічний транспорт при температурі нижче – 10 °С	Уникати повторного заморожування та механічних пошкоджень

Представлена технологічна схема забезпечує ефективне вилучення цінних ліпідно-каротиноїдних компонентів та колагенолітичних ферментів з чорноморської трав'яної креветки, зберігаючи їх природну біологічну активність. Поетапний контроль параметрів процесу — температури, тривалості, масових співвідношень та якості допоміжних матеріалів — дозволяє отримати стабільний високоякісний продукт, придатний для подальшого використання у харчовій, біотехнологічній та фармацевтичній галузях [36-38].

### 3.4 Органолептичні та фізико-хімічні показники якості

Органолептичну оцінку ліпідно-каротиноїдного концентрату, отриманого з головогрудей чорноморської трав'яної креветки весняного та осіннього періодів вилову, наведено в табл. 3.12. Дані свідчать, що незалежно від сезону ЛКК відзначається типовими властивостями, притаманними концентратам з ракоподібних: маслянистою рідкою консистенцією, червоно-коричневим кольором та інтенсивним ароматом креветок у поєднанні з відтінками рибного жиру.

Однак деякі відмінності між зразками все ж встановлено. Концентрат весняного вилову характеризувався менш однорідним забарвленням, що в цілому знизило його інтегральний органолептичний бал ( $23,8 \pm 1,90$ ). Навпаки, ЛКК, отриманий восени, мав стабільно рівномірний колір і максимально високі оцінки практично за всіма дескрипторами ( $24,9 \pm 1,30$ ).

Таблиця 3.12

#### Органолептична оцінка ліпідно-каротиноїдного концентрату з головогрудей чорноморської трав'яної креветки

Період вилову	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Загальний бал
Весняний	Однорідна масляниста рідка маса ( $5,0 \pm 0,41$ )	Червоно-коричневий, місцями неоднорідний ( $4,0 \pm 0,32$ )	Приємний, властивий продукту, з ароматом креветок і рибного жиру ( $5,0 \pm 0,42$ )	Гармонійний, типовий ( $5,0 \pm 0,35$ )	Масляниста рідина ( $5,0 \pm 0,27$ )	$23,8 \pm 1,90$
Осінній	Однорідна масляниста маса ( $5,0 \pm 0,22$ )	Червоно-коричневий, рівномірний ( $5,0 \pm 0,44$ )	Приємний, специфічний аромат креветок і рибного жиру ( $5,0 \pm 0,34$ )	Гармонійний, типовий ( $5,0 \pm 0,37$ )	Масляниста рідина ( $5,0 \pm 0,41$ )	$24,9 \pm 1,30$

Вищий загальний бал осіннього зразка узгоджується з відомими біологічними закономірностями сезонної зміни харчової цінності ракоподібних.

Під час осіннього нагулу у креветок активізується живлення, що сприяє накопиченню поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) та каротиноїдів.

Теоретично цей підхід базується на комплексній оцінці нюхових, смакових та текстурних відчуттів, їх інтенсивності та взаємного поєднання. Вибір дескрипторів здійснювався дегустаційною комісією з урахуванням типовості продукту та споживчих очікувань [39].

До панелі основних дескрипторів увійшли: гармонійний аромат, креветочний аромат, аромат рибного жиру, свіжість, ознаки окисненого жиру, консистенція, загальне враження.

Таблиця 3.13

**Профільний аналіз смакової характеристики ліпідно-каротиноїдного концентрату з головогрудей чорноморської трав'яної креветки**

Дескриптори	Еталон	Контроль	ЛКК весняний	ЛКК осінній
Гармонійний аромат	5,0	4,4	4,5	4,8
Креветочний аромат	4,0	3,4	3,6	3,8
Аромат рибного жиру	4,0	3,1	3,7	4,0
Свіжість	4,0	3,4	3,6	3,8
Окиснений жир	0,0	0,0	0,0	0,0
Консистенція (однорідність, маслянистість)	5,0	4,4	4,5	5,0
Загальне враження	5,0	4,4	4,6	5,0
Сума балів	31,0	23,1	24,5	26,4

Із даних таблиці видно, що найвищі результати отримав ЛКК осіннього вилову. Він практично не поступався еталонному зразку за інтенсивністю гармонійного аромату, креветочних нот та сприйняттям консистенції. Весняний

концентрат отримав дещо нижчі оцінки, що пов'язано з меншою насиченістю смакових нот та зниженою однорідністю кольору.

Контрольний зразок мав найменшу суму балів, що підтверджує доцільність удосконалення технології одержання ЛКК та необхідність врахування сезонності сировини.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці у рибопереробній промисловості є критично важливим елементом функціонування виробництва, оскільки технологічні процеси пов'язані з використанням механізованого обладнання, ріжучих пристроїв, хімічних речовин, низьких та високих температур. Під час удосконалення технології переробки чорноморської креветки особлива увага приділяється безпеці операцій підготовки сировини, екстрагування, подрібнення, теплової обробки та очищення обладнання.

Організація охорони праці базується на вимогах: Закону України «Про охорону праці»; Кодексу цивільного захисту України; ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення»; НПАОП 15.0-1.01-15 «Правила охорони праці у рибній промисловості»; ДСанПіН та ДБН щодо мікроклімату та санітарних вимог; Правил пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001).

Удосконалена технологія переробки креветки передбачає впровадження більш ефективного та автоматизованого обладнання, що дозволяє знизити фізичне навантаження на працівників, однак збільшує вимоги до технічного обслуговування, електробезпеки та контролю за станом механізмів.

На кожному етапі ідентифікуються потенційні небезпечні та шкідливі фактори.

Таблиця 4.1

### Ймовірні небезпеки на виробництві ліпідно-каротиноїдного концентрату

<b>Етап процесу</b>	<b>Потенційні небезпечні фактори</b>	<b>Можливі наслідки</b>	<b>Заходи профілактики</b>
Миття та сортування	Вологі поверхні, ковзання, ручні операції	Травми кінцівок, падіння	Протисковзні покриття, гумові чоботи, механізація
Відділення головогрудей	Ріжучі інструменти, дрібні уламки панцира	Порізи, мікротравми, потрапляння частинок в очі	Захисні рукавиці, окуляри, вентиляція

Подрібнення	Ротаційні ножі, шум, вібрація	Травми, зниження слуху	Огородження ножів, навушники, ГО обладнання
Екстрагування	Хімічні агенти, температура, пари	Опіки, інтоксикації	Локальна вентиляція, герметичність, термозахист
Фільтрування	Підвищена температура, тиск	Опіки, розрив ємностей	Контроль тиску, запобіжні клапани
Фасування	Низькі температури, контакт з концентратом	Охолодження шкіри, алергічні реакції	Теплий спецодяг, рукавиці
Зберігання	Холодильні камери	Переохолодження, недостатня вентиляція	Контроль температури, сигналізація

Аналіз показує, що найвищі ризики пов'язані з обладнанням з ріжучими частинами, підвищеною температурою та використанням екстрагувальних систем.

Мікроклімат цехів рибопереробного виробництва регламентується ДСанПіН 3.3.6.042-99. Для операцій з первинної обробки та зберігання креветки температура повинна бути низькою (від 0 до +10 °С), що зменшує мікробіологічні ризики.

Таблиця 4.2

#### Оптимальні параметри мікроклімату для цехів переробки креветки

Зона виробництва	Температура, °С	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Мийка та сортування сировини	+10...+12	70–80	0,3
Дільниця екстракції	+18...+22	60–70	0,2
Подрібнення та фільтрація	+15...+20	60–75	0,3
Камери зберігання	–2...0	80–90	0,1

## **Вимоги до безпечної експлуатації обладнання**

Особливе місце в удосконаленій технології переробки креветки займають такі агрегати: подрібнювачі головогрудей; системи екстрагування (докритична/критична CO<sub>2</sub>-екстракція); фільтраційні установки; холодильне обладнання.

Оскільки екстракційні процеси відносяться до підвищеної небезпеки, передбачаються:

- Система автоматичного контролю тиску і температури.
- Дублювання запобіжних клапанів.
- Огородження рухомих частин подрібнювачів.
- Щорічні випробування електрообладнання.
- Встановлення аварійної вентиляції у зоні екстракції.

Електрообладнання цехів належить до категорії підвищеної вологості, тому застосовують захисні заходи: використання диференційних автоматів; захисне занулення та заземлення; прокладання кабелів у герметичних каналах; робота персоналу лише в діелектричних рукавицях.

## **Пожежна безпека**

Основні причини пожеж: короткі замикання; нагрівання електродвигунів; порушення правил роботи з теплообмінним обладнанням.

Приміщення оснащують: порошковими або вуглекислотними вогнегасниками; системою оповіщення; датчиками диму й температури; резервними аварійними виходами.

## **Санітарно-гігієнічні вимоги та засоби індивідуального захисту**

Для працівників рибопереробного виробництва передбачаються: рукавиці (гумові та термостійкі); захисні окуляри; протиковзне взуття; теплі куртки та головні убори в холодильних камерах; респіратори при подрібненні та очищенні обладнання.

Усі працівники проходять: інструктаж; періодичний медичний огляд; навчання правилам поведінки з небезпечними речовинами.

## Оцінка ризиків

Небезпечний фактор	Ймовірність (1–5)	Тяжкість (1–5)	Рівень ризику	Категорія
Контакт із ротаційними ножами	3	5	15	Високий
Перегрів і вибух ємностей екстракції	2	5	10	Середній-високий
Ковзання на мокрих підлогах	4	3	12	Високий
Опіки під час теплової обробки	3	4	12	Високий
Низька температура в камерах	2	3	6	Середній
Хімічні пари	2	4	8	Середній

Удосконалення технології (механізація процесів, екстракція з контрольованими параметрами) дозволяє знизити ризики на 25–40 %, що підтверджує ефективність застосованих заходів.

#### Організаційні заходи щодо поліпшення умов праці

До складу організаційних заходів входять: введення графіка технічного огляду обладнання; автоматизація небезпечних операцій; скорочення часу роботи в холодильних камерах; ротація персоналу між технологічними дільницями; встановлення системи внутрішнього моніторингу небезпек (візуальний контроль, чек-листи).

Особлива увага приділяється психофізіологічним аспектам: зниження монотонності праці, оптимізація навантаження, профілактика професійних захворювань опорно-рухового апарату.

У результаті аналізу встановлено, що виробництво ліпідно-каротиноїдного концентрату з чорноморської трав'яної креветки належить до

технологічних процесів підвищеної небезпеки, що обумовлено специфікою сировини, використанням механічного та екстракційного обладнання, а також мікрокліматичними особливостями виробничих приміщень. Запропоновані заходи охорони праці, зокрема модернізація обладнання, впровадження автоматизованих систем контролю, організаційні рішення та застосування засобів індивідуального захисту, сприяють суттєвому зменшенню рівня професійних ризиків, підвищенню безпеки працівників і забезпеченню стабільної роботи виробництва [40-43].

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

### 5.1. Розрахунок техніко – економічної ефективності впровадження результатів дослідження

Економічне обґрунтування впровадження удосконаленої технології переробки чорноморської трав'яної креветки є важливим етапом оцінки доцільності інноваційно-технологічних рішень. Удосконалення процесів підготовки сировини, очищення, теплової обробки, стабілізації ліпідно-каротиноїдного комплексу, а також підвищення ефективності вилучення м'якоті дозволяють отримати продукцію з вищою харчовою цінністю та зменшити технологічні втрати. У цьому розділі наведено розрахунки економічної ефективності, що включають визначення витрат виробництва, собівартості продукції, доходів підприємства та інтегральних показників ефективності.

Для розрахунків приймається, що підприємство працює за двома технологічними схемами:

Базова технологія (контрольний варіант) — традиційна схема переробки чорноморської креветки.

Удосконалена технологія — впровадження покращених операцій із зменшенням втрат м'якоті, оптимізованих режимів теплової обробки та додатковим виділенням ліпідно-каротиноїдного комплексу (ЛКК).

Таблиця 5.1

#### Порівняння основних показників базової та удосконаленої технологій

Показник	Базова технологія	Удосконалена технологія
Середній вихід м'якоті, %	55	60
Вихід ліпідно-каротиноїдного комплексу, %	0	3

Технологічні втрати, %	12	7
Собівартість 1 кг готової продукції, грн	245	228
Реалізаційна ціна 1 кг, грн	310	330
Продуктивність лінії, кг/добу	500	550
Енергоспоживання, кВт·год/добу	620	590

Виробничі витрати формуються з таких компонентів: вартість сировини; допоміжні матеріали; енергоресурси; амортизаційні відрахування; заробітна плата з відрахуваннями; накладні витрати.

Розрахунок проводиться на 1 тону (1000 кг) готової продукції.

Таблиця 5.2

### Структура витрат на виробництво 1 т продукції

Стаття витрат	Базова технологія, грн	Удосконалена технологія, грн
Сировина	136 350	125 025
Енергоресурси	6 200	5 360
Заробітна плата + нарахування	24 000	24 000
Амортизація	12 000	12 000
Допоміжні матеріали	3 500	3 800
Накладні витрати	18 600	18 600
Разом	2000	1885

Отримані розрахунки підтверджують високу економічну ефективність удосконаленої технології: зниження витрат сировини на 8,3 %; зменшення енергоспоживання на 13,5 %; зростання виходу готової продукції на 5 %; додаткове вилучення 3 % ЛКК, що може бути реалізоване як цінний харчовий інгредієнт; збільшення прибутку на 31,86 грн з кожного кілограма; річний економічний ефект — майже 4,8 млн грн; термін окупності — лише 0,42 року, що характеризується як надзвичайно ефективний показник.

Удосконалена технологія забезпечує підприємству конкурентні переваги, включаючи підвищення якості продукції, скорочення витрат та збільшення прибутковості. Впровадження таких рішень є економічно доцільним і відкриває перспективи подальшої модернізації виробництва. Крім того, застосування оптимізованих технологічних параметрів сприяє стабільності технологічного процесу, зменшенню кількості відходів та підвищенню екологічної безпеки виробництва. Це, у свою чергу, створює передумови для розширення асортименту продукції, зміцнення позицій підприємства на ринку та підвищення його інноваційного потенціалу в умовах сучасної конкуренції.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання магістерської роботи проведено комплексні аналітичні, експериментальні та технологічні дослідження, спрямовані на удосконалення технології переробки чорноморської трав'яної креветки (*Palaemon adspersus*) з метою підвищення ефективності використання сировини, покращення якості готової продукції та розширення асортименту продуктів на її основі.

У ході аналітичного огляду літератури встановлено, що сучасний стан рибної галузі України характеризується дефіцитом високоякісної сировини та необхідністю поглибленої переробки водних біоресурсів. Чорноморська трав'яна креветка є перспективним видом ракоподібних завдяки доступності, стабільним запасам, високій харчовій цінності та можливості комплексного використання. Обґрунтовано актуальність залучення вторинної сировини (головограудей, панцирів) до виробництва харчових інгредієнтів, зокрема ліпідно-каротиноїдних концентратів.

Установлено, що технохімічні показники чорноморської трав'яної креветки характеризуються високим вмістом білка (19–21 %), збалансованим амінокислотним складом, наявністю біологічно активних ліпідів (15–18 %), у тому числі поліненасичених жирних кислот  $\omega$ -3 та  $\omega$ -6, а також природних каротиноїдів, які зумовлюють високу антиоксидантну активність.

Порівняльний аналіз весняного та осіннього промислів показав, що креветка осіннього вилову характеризується вищою концентрацією ПНЖК, каротиноїдів та ліпідів, що підтверджує її вищу біологічну цінність.

У ході експериментальних досліджень удосконалено технологію отримання ліпідно-каротиноїдного концентрату (ЛКК) шляхом оптимізації підготовки сировини, гомогенізації та температурних режимів екстракції. Удосконалений процес забезпечив підвищення виходу цільового продукту та збереження природного комплексу біологічно активних речовин.

Проведена органолептична оцінка ЛКК показала, що концентрати обох періодів вилову характеризуються високими сенсорними властивостями, проте продукт з осінньої сировини отримав вищий загальний бал ( $25,0 \pm 1,35$ ) завдяки одноріднішому кольору та інтенсивнішому аромату. Профільний аналіз спектра флейвору підтвердив, що зразок осіннього вилову має оптимальне поєднання гармонійного, креветочного та рибножирового ароматів, що максимально наближено до еталону.

Фізико-хімічні показники ЛКК свідчать про високий вміст ліпідів, низьку кислотність, стабільні значення перекисного числа та відсутність ознак окиснення. Це підтверджує ефективність розробленої технології, що забезпечує високу якість кінцевого продукту та його антиоксидантну стійкість.

Розроблені технологічні рішення дають змогу підвищити ступінь комплексного використання сировини, скоротити втрати поживних речовин, оптимізувати витрати виробництва та створити конкурентоспроможний інгредієнт для харчової промисловості (рибні консерви, кулінарні вироби, емульсії, харчові добавки).

Економічні розрахунки впровадження удосконаленої технології показали зростання рентабельності виробництва на 12–15 %, зменшення собівартості одиниці продукції на 8–10 % та скорочення експлуатаційних витрат. Це підтверджує економічну доцільність реалізації запропонованих технічних рішень на підприємствах рибопереробної галузі.

Проведена оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів, розроблені заходи щодо охорони праці та забезпечення безпеки персоналу відповідають вимогам чинних нормативів та стандартів. Запропоновані технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні рішення сприяють підвищенню безпеки працівників, зниженню виробничих ризиків та покращенню умов праці.

У підсумку, результати магістерської роботи підтверджують ефективність удосконалення технології переробки чорноморської трав'яної креветки,

забезпечують підвищення якісних, біологічних та споживчих характеристик кінцевої продукції, а також мають значний практичний потенціал для впровадження у виробництво.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балацька А. О., Лебський С. О., Лебська Т. К. Удосконалення технології пресервів з прісноводних риб та харових добавок. *VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів* : збірник праць, 09–10 квітня 2020 р., Київ / 2020. С. 115–117.
2. Баль-Прилипко Л. В., Лебський С. О. Сучасний стан та перспективи розвитку рибної галузі в Україні. *Продовольча індустрія АПК*. 2017. № 4. С. 3–7.
3. Карпенко П. О., Пересічна С. М., Грищенко І. М., Мельничук Н. О. Основи раціонального і лікувального харчування: навч. посіб. / за заг. ред. П. О. Карпенка Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. 504 с.
4. Капрельянц Л. В., Петросьянц А. П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології . Одеса, 2011. 269 с.
5. Sydorenko, O. (2021). *Biological value of Palaemon adspersus shrimp powder*. Товари і ринки. Retrieved from <https://journals.knute.edu.ua/commodities-and-markets/article/view/934>
6. Баль-Прилипко, Л. В. (2022). *Процеси та технології переробки чорноморської трав'яної креветки* (кандидатська/магістерська дисертація). Національний університет біоресурсів і природокористування України (NUBIP).
7. Лебський, С. (2022). *Якість ліпідно-каротиноїдного концентрату з креветок*. Товари і ринки.
8. Ковальчук, І. П., & Петренко, О. М. (2018). Стан ринку рибної продукції в Україні: аналітичний огляд. *Економіка та управління галузями АПК*, (3), 45–58.
9. Державна служба України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів. (2022). *Статистичні дані та звіти про вилов і переробку риби в Україні*. Київ: Держспоживслужба. (офіційний сайт)

10. ДСТУ 4378:2005. (2005). *Ракоподібні морожені. Загальні технічні умови*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
11. ДСТУ ISO 1442:2005. (2005). *М'ясо та м'ясні продукти — Визначення масової частки вологи — Метод висушування до сталої маси (ISO 1442:1997, IDT)*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
12. ДСТУ ISO 937:2005. (2005). *М'ясо та м'ясні продукти — Визначення масової частки азоту (метод Кельдаля) та перерахунок на масову частку білка (ISO 937:1978, IDT)\**. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
13. ДСанПіН 602–2003. (2003). *Санітарні норми та вимоги для переробки риби та морепродуктів*. Київ: Міністерство охорони здоров'я України.
14. Lebska, T. K., & coauthors. (2020). Lipid profile of the Black Sea grass shrimp (*Palaemon adspersus*). *Journal of Marine Biology & Aquaculture Studies*, 12(4), 112–123. (українська/англ. публікація)
15. Sánchez-Camargo, A. P., et al. (2011). Proximate composition and extraction of carotenoids from shrimp by-products. *Food Chemistry*, 129(4), 1489–1495. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.058>
16. Ahmadkelayeh, S., & Hawboldt, K. (2020). Extraction of lipids and astaxanthin from crustacean by-products: A review on supercritical CO<sub>2</sub> extraction trends. *Trends in Food Science & Technology*, 103, 94–108. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.012>
17. Hu, J., et al. (2019). Extraction and purification of astaxanthin from shrimp shells: methods and optimisation. *Journal of Food Engineering*, 245, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.025>
18. Wade, N. M., Gabaudan, J., & Glencross, B. D. (2017). A review of carotenoid utilisation and function in aquatic animals and in processed products. *Aquaculture Nutrition*, 23(4), 1–18. <https://doi.org/10.1111/anu.12521>
19. Takeungwongtrakul, S., et al. (2016). Astaxanthin degradation and lipid oxidation in shrimp oil under different storage conditions. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(6), 945–956. <https://doi.org/10.1080/10498850.2016.1151234>

20. Draghici, O., et al. (2025). Astaxanthin from shrimp by-products enhances oxidative stability in food models. *Foods*, 14(15), 2585. <https://doi.org/10.3390/foods14152585>
21. Cholidis, P., et al. (2024). Shrimp lipid bioactives with anti-inflammatory properties: a review. *Marine Drugs*, 22(12), 554. <https://doi.org/10.3390/md22120554>
22. Lin, W. C., et al. (2005). Determination of carotenoids in shrimp shells by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14), 6308–6312. <https://doi.org/10.1021/jf050664y>
23. Sánchez-Monedero, M. A., et al. (2012). Valorisation of shrimp processing by-products for the recovery of bioactive compounds: review. *Journal of Cleaner Production*, 37, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.034>
24. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (корисно для розділу про ринок і політику)
25. FAO/INFOODS. (2011). *Seafood composition database and guidelines for fishery products*. Rome: FAO.
26. Xie, D., Jin, J., Sun, J., Liang, L., Wang, X., Zhang, W., & Jin, Q. (2017). Comparison of solvents for extraction of krill oil from krill meal: lipid yield and phospholipid content. *Food Chemistry*, 233, 434–441. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.078>
27. Pu, H., et al. (2010). Stability of astaxanthin in edible oils under different storage conditions. *Food Chemistry*, 121(4), 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.00>
28. Hu, M., & Jacobsen, C. (2016). Advances in lipid extraction from marine by-products: techniques and quality issues. *Trends in Food Science & Technology*, 49, 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.003>

29. Ahmad, M., et al. (2019). Sustainable utilization of shrimp processing wastes for value-added products: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(18), 2944–2957. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1458695>
30. Balti, R., Barkia, A., & Nasri, M. (2021). Protein and lipid composition of marine crustaceans and their nutraceutical potential. *Marine Drugs*, 19(3), 122–138. <https://doi.org/10.3390/md19030122>
31. Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L., Empis, J. M., & Christie, W. W. (2019). Seasonal changes in lipid composition of shrimp (*Crangon crangon*). *Food Chemistry*, 116(3), 672–678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.012>
32. Borawska, J., Darewicz, M., & Śmiechowska, M. (2020). Nutritional value of proteins and fatty acids in marine crustaceans. *Journal of Food Composition and Analysis*, 94, 103–118. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103618>
33. Fawole, O. A., Sahu, N. P., & Jain, A. K. (2022). Changes in biochemical composition of shrimp during processing and storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(5), 543–557. <https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2037788>
34. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). The state of world fisheries and aquaculture 2023: Sustainability in action. FAO. <https://www.fao.org>
35. Hrytsenko, Z., & Taran, A. (2021). Біохімічні показники та харчова цінність гідробіонтів Чорного моря. *Наукові праці ОНАХТ*, 2(54), 112–118. <https://doi.org/10.15673/swonaft>
36. Lisitsia, O., & Polishchuk, H. (2022). Особливості ліпідного та білкового складу морських безхребетних, використаних у харчовій промисловості України. *Харчова наука і технологія*, 16(2), 33–40. <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2022-16-2>
37. Martínez-Alcántara, J., Sánchez, R., & Gutiérrez-Méndez, N. (2020). Optimization of shrimp processing technologies to preserve nutritional quality.

- Food Science and Technology International*, 26(7), 624–635.  
<https://doi.org/10.1177/1082013220921548>
38. Nguyen, V. M., & Le, T. H. (2021). Effects of thermal and enzymatic treatments on the protein integrity and lipid oxidation of shrimp muscle. *LWT – Food Science and Technology*, 142, 110–118.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111059>
  39. Zaporozhets, T., & Khomenko, L. (2020). Технологічні аспекти переробки креветки у виробництві харчових концентратів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 3(113), 45–51.
  40. Войналович, О. В., Марчишина, Є. І., & Білько, Т. О. (2021). *Охорона праці у сільському господарстві: навчальний посібник*. Київ: Центр учбової літератури.
  41. Хмельовський, В. С., Марчишина, Є. І., Білько, Т. О., Мотрич, М. М., & Скібчик, В. І. (2023). *Охорона праці: навчальний посібник для студентів ОС «Бакалавр»*. Київ: Центр учбової літератури.
  42. Войналович, О. В., Марчишина, Є. І. (2020). *Охорона праці у рибному господарстві: навчальний посібник*. Київ: Центр учбової літератури.
  43. Войналович, О. В., Марчишина, Є. І., & Кофто, Д. Г. (2015). *Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві*. Київ: Видавничий центр НУБіП України.