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

**УДК 663.033:639.3.043**

**ПОГОДЖЕНО**
**Декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК**

_____Лариса БАЛЬ-ПРИЛИПКО

**«_____» _____2024 р.**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
**Завідувач кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів**

_____Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

**«_____» _____2024 р.**

# МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Використання ферментного препарату при виробництві рибних кормових гідролізатів»**

Спеціальність **181 «Харчові технології»**

Освітня програма **«Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»**

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**

**Гарант освітньої програми**

к.с.-г.н, доцент _____ Наталія СЛОБОДЯНЮК

**Керівник магістерської роботи**

д.е.н., професор _____ Віктор ЄМЦЕВ

**Виконав** _____ Андрій КУДЛА

**КИЇВ – 2024**

**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
«_____»_____2024 р.

**ЗАВДАННЯ**
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ
**Кудлі Андрію Сергійовичу**

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

Тема магістерської роботи **«Використання ферментного препарату при виробництві рибних кормових гідролізатів»**
Затверджена наказом ректора НУБіП України від 17.01.2024р. № 53 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2024 року

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: вид продукту - кормові гідролізати; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви; нормативно-технічна документація (ДСТУ, ТУ);економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної ефективності.
Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літературних джерел; організація, об'єкти, предмети і методи досліджень; результати дослідження та їх аналіз; розрахунки економічної ефективності; висновки; список використаної літератури.
**Дата видачі завдання** «15» березня 2024 р.

**Керівник магістерської роботи** _____ Віктор ЄМЦЕВ

**Завдання до виконання прийняв** _____ Андрій КУДЛА

# РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Використання ферментного препарату при виробництві рибних кормових гідролізатів» містить 58 сторінок, 5 таблиць, 15 рисунків та 50 літературних джерел.

Мета магістерської роботи – використання ферментного препарату при виробництві рибних кормових гідролізатів.

Об´єкт дослідження – технологія ферментного препарату .

Предмет дослідження – рибні кормові гідролізати.

В кваліфікаційній магістерській роботі розглянуто способи отримання рибних кормових гідролізатів, ферменти та особливості їх застосування, суть процесу протеолізу, походження ферментних препаратів та їх властивості.

В роботі розроблені питання технології виробництва рибного кормового гідролізату (РКГ) з застосуванням ферментного препарату Pronase E.

Розроблено заходи щодо охорони навколишнього середовища, та запропонована схема очищення води від забруднень, характерних для даного виробництва. Розраховано економічну ефективність виробництва при впровадженні запропонованої технологічної схеми виготовлення РКГ.

**Ключові слова:** рибний кормовий гідролізат (РКГ), ферментний препарат, ферментативний гідроліз, субстрат.

**ЗМІСТ**


**ВСТУП** 5

**РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ** 7

1.1. Способи отримання рибних кормових гідролізатів 7

1.2. Ферменти та особливості їх застосування 10

1.3. Суть процесу протеолізу, походження ферментних препаратів та їх властивості 14

**РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ** 20

2.1 Організація, об’єкти і послідовність досліджень 20

2.2 Методи досліджень 22

**РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ** 23

3.1. Технохімічний склад сировини 23

3.2. Визначення pH та температурного оптимуму процесу ферментолізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом 23

3.3. Дослідження динаміки накопичення продуктів гідролізу високомолекулярних білків тканин чорноморської кільки залежно від ступеню гідратації системи та дози ферментного препарату 27

3.4. Дослідження динаміки накопичення продуктів ферментолізу високомолекулярних білків тканин чорноморської кільки залежно від тривалості процесу 29

**РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ КОРМОВИХ ГІДРОЛІЗАТІВ** 32

4.1 Опис технологічної схеми 32

**РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА** 36

**РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ** 42

6.1. Техніко-економічне обґрунтування 42

6.2. Розрахунки основних показників економічної ефективності впровадження результатів дослідження 48

**ВИСНОВКИ** 51

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ** 52

# ВСТУП

Рибне господарство України відіграє значну роль у забезпеченні населення продовольством, а галузей національної економіки - сировиною, а також у відтворенні природних ресурсів та підвищенні зайнятості населення.

Крім того, існуючі технології по переробці рибної сировини в кормове борошно із-за використовуних жорстких режимів обробки сприяють зниженню кормової цінності продукту. В зв'язку з цим зростає роль рентабельних, раціональних технологій і технологічних рішень, які б використовувались при виробництві рибних кормових продуктів.

Актуальною є розробка і впровадження нової технології виробництва ферментованих кормових рибних продуктів, біологічна ефективність яких значно вище в порівнянні з кращими видами кормового рибного борошна.

Однією з найважливіших характеристик технологічного процесу ферментованих кормових продуктів є швидкість деструкції високомолекулярних білків сировини. Для забезпечення високої цінності продукту і його мікробіологічної безпеки, швидкість ферментативного гідролізу повинна значно перевершувати швидкість розвитку гнильної мікрофлори.

Збільшення швидкості ферментативного гідролізу може бути досягнуто в результаті застосування високоактивних протеаз, в основному мікробіологічного походження.

Наше дослідження режимів ферментативного гідролізу білків рибної сировини ферментним препаратом Pronase E покаже на скільки деградують субстрати. Це питання є досить актуальним, так як ми зможемо визначити як впливають протеази на збільшення швидкості проведення гідролізу.

Таким чином, основним технологічним завданням є розробка методів скорочення тривалості ферментації, що визначає напрям дослідження цієї роботи.

Відповідно до основної мети завдання справжньої роботи полягають в наступному:

1. Дослідження хімічного складу і активності протеолітичних ферментів сировини;

2. Визначити ефективність автопротеолізу високомолекулярних білкових речовин кільки чорноморської в залежності від температури, гідратації, pH системи та продовження процесу;

3. Визначити вплив гідродинамічних умов автопротеолізу на ефективність й відтворювання процесу;

4. Дослідити хімічний складу отриманих ферментованих продуктів.

# РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1. Способи отримання рибних кормових гідролізатів

Одним з важливих напрямків у виробництві продуктів з гідробіонтів є їх глибока переробка, яка передбачає розщеплення білкових молекул на пептидні фрагменти, тобто виробництво білкових гідролізатів - продуктів з високим вмістом вільних амінокислот і низькомолекулярних поліпептидів. Білкові гідролізати широко використовуються в медицині, мікробіології, харчовій та комбікормовій промисловості. Вони виробляються з різної білкової сировини - м'яса, риби, молока і т.д.

По складу гідролізат є сумішшю амінокислот і низькомолекулярних поліпептидів, які легше засвоюються тваринами, ніж білки кормового борошна.

Біологічна ефективність кормових продуктів на основі рибної сировини значно вища за аналогічні продукти на основі м'ясо-кісткової сировини. Вища ефективність рибних продуктів пов'язана з особливостями амінокислотного складу білків практично всіх водних організмів [1].

Серед великої кількості різних водних організмів, які використовуються в якості сировини не малу частину складає малотоварна дрібна риба, яку складно обробляти із-за малих розмірів для отримання традиційних продуктів. Проблема раціонального використання цього виду рибної сировини має першорядне значення для багатьох приморських країн. Враховуючи наявну в Україні сировинну базу кільки чорноморської та її хороший хімічний склад, можна сказати, що вона є чудовим варіантом сировини для виробництва кормових гідролізатів, оскільки має високий вміст азотистих речовин (в переліку на білок біля 17 %) і високий вміст жиру.

Гідроліз білків може бути здійснений двома способами: хімічним (під дією кислот і лугів) або біологічним (під дією протеолітичних ферментів).

Гідроліз білків під дією кислоти називається кислотним гідролізом, а отриманий продукт - кислотним гідролізатом. Кислотний гідролізат є досить технологічним і не містить небезпеки бактерицидного забруднення довкілля. Проте

цей спосіб має недолік - в ході гідролізу відбувається руйнування ряду амінокислот (триптофану, треоніну, серину) [2].

При лужному способі отримання білкового гідролізату спостерігається рацемізація амінокислот (частина α-амінокислот перетворюється на D-амінокислоти) і майже повне руйнування цистеїну, цистину і аргініну. Тому цей спосіб практичного застосування не знайшов.

Спосіб розщеплення білку під дією протеолітичних ферментів називається ферментативним гідролізом. В цьому випадку для розщеплення білків до субстрату додають подрібнені травні органи риб або теплокровних тварин, що містять протеолітичні ферменти або чисті ферментні препарати. Якщо розщеплення білку йде під дією ферментних систем, що містяться в самому субстраті, то процес називають автопротеолізом.

Процес ферментативного гідролізу протікає при невисокій температурі (не вище 50$^{o}$C), що сприяє збереженню в готовому продукті (гідролізаті) біологічно активних речовин і на відміну від гідролізату, отриманого хімічним способом, в ньому присутні ті ж амінокислоти і в тому ж співвідношенні, що і в початковій сировині. Крім того, ферментативний гідроліз руйнує зв'язок білку з жиром, що дозволяє легко відокремити останній від початкової сировини і робить гідролізат стійким при зберіганні [3].

Перспективною технологією гідролізу може служити електрохімічна ферментативна технологія. Використання цієї технології дозволяє виключити з процесу застосування кислот і лугів, тому що pH середовища забезпечується в результаті електролізу оброблюваного середовища, що містить незначну кількість солі. Це, у свою чергу, дозволяє автоматизувати процес і забезпечити більш тонкий і оперативний контроль технологічних параметрів. Процес проводять у діафрагмовому електролізері, що складається з діелектричного корпусу, іонообмінної мембрани, що розділяє корпус на анодний і катодний простір і електродів, з'єднаних з джерелом струму. Слід виділити важливу особливість електрохімічної технології обробки білкових продуктів, білки і продукти їх гідролізу - з'єднання амфотерні, дисоціюючись в електричному полі вони беруть

участь у електрокінетичних процесах, що істотно позначається на характері гідролізу, дозволяючи направлено регулювати і інтенсифікувати процес. Електрохімічна технологія виробництва ферментативних гідролізатів повинна володіти істотними перевагами в порівнянні з традиційними технологіями. Її відпрацювання дозволить впровадити у виробництво більш досконалий технологічний процес [4-5].

Питання виробництва кормових гідролізатів та інших ферментованих рибних продуктів розглядалося різними авторами з середини XX століття.

У цілому численні дослідження, проведені в різних країнах, можна розділити на 2 групи. У першій групі, дослідження були зосереджені на уточненні режимів ферментолізу, як із застосуванням власних ферментів сировини (автопротеоліз), так і з застосуванням ферментів і ферментних препаратів, що додатково вводять в систему. Ці дослідження зводилися до уточнення кінетики процесу. Результатими робіт в тій чи іншій мірі були окремі випадки рівнянь Міхаеліса-Ментона або Корніш-Боудена для фермент-субстратних систем різного рівня складності. У численних роботах були встановлені значення фермент-субстратного співвідношення для різних субстратів, промислових і експериментальних ферментних препаратів, індивідуальних ферментів [6-7].

Були визначені ефективні температурні умови протікання ферментативних реакцій, значення гідратації і величини pH - оптимумів для розглянутих систем. У ряді робіт були запропоновані каскадні схеми ферментолізу комплексом ферментних препаратів і/ або індивідуальних ферментів з різною специфічністю. У каскадних процесах умови ферментолізу регулювали на кожному ступені каскаду. Застосування каскадних режимів дозволило збільшити глибину гідролізу і як наслідок підвищити біологічну цінність продукту.

Друга група робіт спрямована на розробку і дослідження методів підвищення швидкості гідролітичної деградації високомолекулярних білкових субстратів. Автори цих робіт не мали на меті застосування ферментів і ферментних препаратів з максимальною протеолітичною активністю, а розглядали в основному методи модифікації, що активують фермент-субстратні системи. Різними авторами

були запропоновані методи і режими хімічної або теплової модифікації білків-субстратів, різні активатори і синергуючі компоненти, у тому числі з'єднання, що створюють умови міцелярного каталізу.

Для підвищення гідратації субстрату були досліджені і запропоновані методи примусової ультразвукової сольватації білкових речовин субстрату [8-9].

З розглянутих вище даних проведених досліджень, можна зробити висновок, що однозначно не встановлено режими та не досліджено ферментативний гідроліз білків рибної сировини ферментними препаратами на ступінь деградації субстрату при виробництві рибних кормових гідролізатів. Тому в даній роботі ми будемо розглядати це питання докладніше і дослідимо, як впливає ферментний препарат Pronase E на процес ферментативного гідролізу.

## 1.2. Ферменти та особливості їх застосування

Найважливішою властивістю білків є їх каталітична активність. Речовини білкової природи, що здатні каталітично прискорювати хімічні реакції називаються ферментами. Використання ферментів перетворилося на найважливіший промисловий принцип вдосконалення харчових технологій, у тому числі й технології рибних продуктів [10].

Роль ферментів в життєдіяльності тварин, рослин і мікроорганізмів колосальна. Завдяки каталітичній функції різноманітні ферменти забезпечують швидке протікання в організмі або поза ним величезного числа хімічних реакцій. Нині у біологічних об'єктах виявлено декілька тисяч індивідуальних ферментів, а декілька сотень з них виділено і вивчено. Підраховано, що одна жива клітина може містити до тисячі різних ферментів, кожен з яких прискорює ту або іншу хімічну реакцію. Будучи виділені з організму, ферменти не втрачають здатність здійснювати каталітичну функцію. На цьому засновано їх практичне застосування в хімічній, харчовій, легкій і фармацевтичній промисловості. Особливе значення для хімічного виробництва має специфічність ферментів: адже до 80% витрат у виробництві багатьох хімічних речовин доводяться на відділення домішок, що виникли в результаті побічних реакцій. Крім того, ферменти дозволяють

здійснювати ряд процесів, виконання яких звичайними методами органічного синтезу залишаються доки невирішеною проблемою [11].

Біохімічні процеси, що протікають при зберіганні сировини і виробництві продукції, пов'язані з дією, власних ферментів сировини, а також ферментів, що вносяться в ході технологічного процесу у вигляді ферментних препаратів. Передусім це ферменти, що продукуються різними мікроорганізмами; крім того, для отримання ферментних препаратів використовують пророслe зерно, тканини тварин або рослини.

Ферменти значно підвищують швидкість хімічних реакцій, які у відсутність ферментів протікають украй повільно. При цьому ферменти не витрачаються і не зазнають безповоротних змін. Вони прискорюють хімічні реакції, дозволяючи молекулам реагуючих речовин долати активаційний бар'єр на нижчому енергетичному рівні. Це стає можливим в результаті двох стадій будь-якої ферментативної реакції:

- формування фермент-субстратного комплексу, якому відповідає значно нижча енергія активації;

- власне каталіз, в результаті якого фермент-субстратний комплекс розпадається на продукти реакції і вільний фермент, який може взаємодіяти з новою молекулою субстрату.

Усі відомі ферменти являются білками, що мають третинну або четвертинну структуру. Для них характерні властивості, які відрізняють їх від неорганічних каталізаторів [12-13].

Передусім це дуже висока швидкість каталізу.

По-друге, це специфічність дії ферментів. Вони каталізують строго певні реакції. Тільки завдяки щонайтоншій специфічності ферментативного каталізу можлива строга впорядкованість і щонайтісніший взаємозв'язок окремих ферментативних реакцій, що лежать в основі біологічного обміну речовин.

По мірі специфічності окремі ферменти досить сильно розрізняються між собою. Виділяють наступні основні типи специфічності:

- абсолютна специфічність - фермент каталізує перетворення тільки одного субстрату;

- групова специфічність - фермент діє на групу споріднених субстратів, що мають певні структурні особливості;

- специфічність по відношенню до певних типів реакцій - такі ферменти виявляють найменшу специфічність, вони діють незалежно від того, які групи є присутніми поблизу того зв'язку, на який спрямована дія ферменту;

- стереохімічна специфічність - фермент каталізує перетворення тільки однієї стереохімічної форми субстрату.

Третьою особливістю ферментів, як біологічних каталізаторів, являється їх лабільність. Вони схильні до впливу різних чинників і можуть змінювати свою активність під дією pH, температури, присутності активаторів і інгібіторів та ін. Лабільність (чи, іншими словами, мінливість) ферментів обумовлена їх білковою природою, складною просторовою конфігурацією (структурою) [14].

Багато ферментів є двокомпонентними, тобто складаються з білкової частини - апоферменту і пов'язаного з ним небілкового компонента - кофермента, що бере участь у дії ферменту в якості обов'язкового кофактора. В результаті ферментативних реакцій коферменти, як правило, не піддаються змінам, проте при ряду послідовно протікаючих реакцій кофермент може бути субстратом для окремих ферментів, хоча і регенерується кінець кінцем в початковій формі.

Хімічна природа коферментів, їх функції у ферментативних реакціях і механізм дії надзвичайно різноманітні. Так, наприклад, коферментами можуть виступати вітаміни і їх похідні.

Відповідно до хімічної будови коферменти можна підрозділити на наступні групи: а) коферменти аліфатичного ряду (глутатіон, ліпоєва кислота); б) коферменти ароматичного ряду (коензим Q-убіхінон); в) коферменти - гетероциклічні з'єднання (похідні вітамінів $B_6$, $B_1$, біотвань - вітаміну Н, похідні фолієвої кислоти); г) коферменти - нуклеотиди і нуклеозиди (коензим А, НАД/НАДО, ФАД/ФАДФ) [15].

Будь-який ферментний препарат передусім має бути охарактеризований по його ферментативній активності. Комісія з ферментів Міжнародного Біохімічного Союзу рекомендує використовувати наступні поняття і вирази одиниць активності ферментів :

- стандартна одиниця ферменту - це така кількість ферменту, яка каталізує перетворення одного мікромоля цього субстрату за одну хвилину за заданих умов. Стандартна одиниця ферменту позначається буквою Е (від російського слова "единица") або буквою U (від англійського слова "unit").

- питома активність - це число одиниць (Е або U), віднесене до одного міліграма білку у ферментному препараті. Кількість білку в препараті ферменту може бути визначена будь-яким відомим методом визначення білку (метод Кьєльдаля, метод Лоурі та ін.).

- молекулярна активність - число молекул цього субстрату або еквівалентів груп, що перетворюються за одну хвилину однією молекулою ферменту при оптимальній концентрації субстрату. Це поняття відповідає числу оборотів, введених Варбургом. Число оборотів по Варбургу - це число молей перетвореного субстрату, що доводиться на моль ферменту за хвилину. Для визначення молекулярної активності ферменту треба знати його молекулярну масу.

- катав - каталітична активність, здатна здійснювати реакцію із швидкістю рівною 1 молю в секунду в заданій системі виміру активності. Каталітична активність в 1 катав (кат) при практичному застосуванні виявляється занадто великою величиною, тому у більшості випадків каталітичні активності виражають в мікрокаталах (мккат), нанокаталах (нкат) або пікокаталах (пкат). Стандартна одиниця ферменту знаходиться з каталом в наступному співвідношенні: 1 Е (U) = 16,67 нкат.

Наявність ферменту в розчині або екстракті можна визначити виходячи зі швидкості каталізованої ним реакції, про яку можна судити або по накопиченню продуктів реакції, або по спаду субстрату [16-18].

### 1.3. Суть процесу протеолізу, походження ферментних препаратів та їх властивості

Ферментативний гідроліз білків і пептидів, що каталізується протеолітичними ферментами (пептид-гідролазами, протеазами) називається протеолізом.

Розрізняють два типи протеолізу. Перший призводить до повного розщеплювання білкових молекул до окремих амінокислот. Другий - частковий, так званий обмежений протеоліз, при якому вибірково гідролізується один або декілька пептидних зв'язків в молекулі білку. Протеоліз першого типу відбувається в результаті погодженої дії різних протеолітичних ферментів, тоді як реакції обмеженого протеолізу каталізуються окремими специфічними протеазами.

Швидкість протеолізу білків залежить від ряду чинників, зокрема від їх взаємодії з іншими речовинами: субстратами, коферментами, алостеричними ефекторами, а також від хімічних модифікацій, яким може піддаватися білок [19-20].

Пептидгідролази (протеази, пептидаза), що каталізують гідроліз білків є великою групою ферментів, що розрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями, структурою і субстратною специфічністю. Ці ферменти мають універсальне поширення і локалізовані в різних субклітинних структурах: ядрах, лізосомах, мітохондріях, пластинчатому комплексі, мікросомних і плазматичних мембранах, цитозолі та ін. Розрізняють дві великі групи протеаз: ендопептидази, що розщеплюють у білках внутрішні і пептидні зв'язки, і екзопептидази, які гідролізують зв'язки на N - і С-кінцевих ділянках пептидного ланцюга.

По будові активного центру ферменту і механізму його дії виділяють 4 сімейства ендопептидаз: аспартильні, сернинові, цистеїнові і металопротеази. До аспартильних протеаз відносяться пепсин, ренин, катепсини D, Е і ряд інших; до серинових ферментів належать трипсин, хімотрипсин, еластаза, переважна більшість протеаз плазми крові (чинники згортання крові, фібринолізу, системи комплементу, кінінової системи), багато внутрішньоклітинних і бактерійних протеаз. До цистеїнових протеаз відносяться багато катепсинів: В, Н, L, ряд

бактерійних і рослинних ферментів, з яких найдобріше вивчений папаїн. Представниками металопротеаз є колагеназа, термолізин та ін. Екзопептид розділяють на амінопептидазу і карбоксипептидазу, дипептидиламінопептидази і дипептидилкарбоксипептидази, які каталізують відщеплення амінокислот або дипептидів від N - і С-кінця пептидного ланцюга відповідно, і дипептидаза, що каталізує гідроліз дипептидів. Багато екзопептидаз являються металоферментами [21-23].

Більшість протеаз синтезуються у вигляді неактивних попередників профементів; їх активація відбувається в результаті обмеженого протеолізу, що протікає або аутокаталітично, або під дією певних протеаз. Багато протеаз піддаються аутолізу (самопереварюванню), при цьому часто втрачають ферментативну активність. В деяких випадках (наприклад, у Са2+-залежних нейтральних протеаз) на певних етапах аутолізу відмічають активацію ферментів. У плазмі крові і інших біологічних рідинах також в різних клітинах і тканинах присутні білкові інгібітори, специфічно блокуючі активність окремих протеаз або груп протеаз. За допомогою систем таких інгібіторів здійснюється регуляція активності протеаз у фізіологічних умовах і оберігання білків від їх дії. Порушення балансу між протеазами і відповідними інгібіторами часто призводить до розвитку патології.

Протеази відносять до класу пептидгідролаз - ферментів, що прискорюють реакції гідролізу білків, пептидів і інших з'єднань, що містять пептидні зв'язки.

Залежно від характеру протеолітичних реакцій, що каталізують, розрізняють наступні протеази:

1. Амінопептидази - (α-аміноацилпептидгідролази), що каталізують гідроліз поліпептидів по місцю пептидного зв'язку, що знаходиться поряд з вільною амінною групою.

2. Карбоксипептидази - (пептидиламінокислотні гідролази), що каталізують розщеплювання поліпептидів по місцю пептидного зв'язку, що знаходиться поряд з вільною гідроксильною групою.

3.Дипептидази - (дипептидгідролази) каталізують гідролітичне розщеплення на вільні амінокислоти. Дипептидаза розщеплює тільки такі пептидні зв'язки, по сусідству з якими знаходяться одночасно вільні карбоксильна і амінні групи.

4. Протеїнази - (пептидилгідролази) гідролізують безпосередньо білок. При цьому утворюються поліпептиди і вільні амінокислоти. В процесі дії ферментів на субстрати вирішальну роль грає структура молекул субстрату (відповідна частка молекули субстрату), в якій відбувається розрив. До цієї підгрупи протеїнази належить пепсин, трипсин, хімотрипсин, папаін та ін.

Продуценти різних груп протеолітичних ферментів виявлені серед самих різних груп мікроорганізмів: бактерій (Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas), мікроміцетів (Aspergillus, Rhizopus, Penicillium), актиноміцетів (Streptomyces, Actinomyces). На їх основі створено великотоннажне виробництво ферментних препаратів протеолітичної дії [24-27].

Дуже широко розповсюджені мікроорганізми секретують значну кількість протеолітичних ферментів в навколишнє середовище, що значно полегшує завдання їх виділення і очищення. Можливість управління синтезом ферментів за рахунок підбору відповідного живильного середовища і умов культивування дозволяє не лише збільшити вихід протеолітичних ферментів, але і отримувати ферментні препарати з певними властивостями. Методи селекції і генної інженерії значно збільшують можливості цілеспрямованого біосинтезу ферментів. Суттєва здатність мікроорганізмів, унікальних по своїй субстратній специфічності (кератинази, колагенази, еластаза) – продукувати ферменти.

Нині до номенклатури і класифікації ферментів внесено велику кількість протеолітичних ферментів мікробного походження, які відносяться до різних підкласів. По сучасній класифікації протеолітичні ферменти відносяться до класу гідролаз і утворюють підклас пептид-гідролаз, або протеаз. Протеази зазвичай підрозділяються на пептидазу і протеінази. Чіткого поділу за цією ознакою немає, оскільки встановлено, що протеінази (пепсин, трипсин, папаін та інші) гідролізують пептидні зв'язки не лише не тільки в білках, але і різних поліпептидах.

Згідно класифікації Бергмана, підклас пептид-гідролаз ділиться на дві групи: ендопептидази і екзопептидази, які відрізняються специфічністю дії на субстрат. Екзопептидази не можуть гідролізувати пептидні зв'язки, ланцюги, що перебувають в середині, і діють, відщеплюючи послідовно одну за іншою кінцеві амінокислоти. Ендопептидази можуть діяти на центральні ділянки пептидного зв'язку і розщеплювати молекулу білку на дрібніші фрагменти [28-29].

Необхідно відзначити, що багато які із протеолітичних ферментів мікробного походження отримані в кристалічному вигляді, наприклад субтелезин КФ 3.4.21.14, серинова эндопептидаза Alternaria КФ 3.4.21.16, серинова протеіназа Arthrobacter КФ 3.4.21.14, кисла протеіназа Aspergillus oryzae КФ 3.4.23.6, кисла протеіназа Penicillium janthinellum КФ 3.4.26.6. та ін.

Часто під одним номером знаходиться ряд ферментів, що одержують із різних джерел, але мають схожі властивості. У промисловості найчастіше отримують комплекс протеолітичних ферментів, достоїнства якого визначаються з урахуванням подальшого застосування ферментного препарату. Загальна протеолітична активність препаратів визначається на стандартних субстратах (казеїні, гемоглобіні, казеїнаті натрію) відповідно до відомих методів і використовується для порівняння ефективності їх дії на специфічні субстрати (колаген, еластин, кератин, желатин і т.д.).

Слід зазначити, що лише для небагатьох мікробних протеаз глибоко вивчені фізико-хімічні властивості, проведена ідентифікація функціональних груп каталітичного центру, досліджені кінетика гідролізу субстратів і субстрактна специфічність.

Виробництво протеолітичних препаратів організоване на основі мікроскопічних грибів пологів Aspergillus і Rhizopus при поверхневому культивуванні продуцентів, а також на основі бактерій Bacillus (subtilis, mesentericus, licheniformis, cereus і ін.) при глибинному культивуванні. Протєїнази, отримані з цих культур, володіють високою активністю.

Серед мікроорганізмів продуцентів протеіназ не менш важливе місце, ніж бактерії, займають актиноміцети Streptomyces (bradia, griseus, fradiospiralis).

Вперше здатність синтезувати протеіназі актиноміцетами була показана Ваксманом, а потім Красильниковим. В даний час опубліковані дослідження, де описано використання актиноміцетів як продуценти кератинази, еластаза, коллагенази [30-31].

Відомі препарати протеіназ Streptomyces griseus і Streptomyces fradie. Проте проведення глибоких досліджень ферментів у мікроорганізмів ускладнюється високою гетерогенністю протеолітичних комплексів, що синтезуються, вимагаючи особливо тонких і чутливих методів виділення і очищення. Комплексні препарати, що отримуються на практиці, дають специфічні ефекти при гідролізі субстратів. Так, наприклад, протеолітичні ферменти бактерицидного і грибного походження діють в основному на білки м'язової тканини. Разом з тим, відомі комплексні препарати, що проявляють активність відносно колагену і еластину. При дослідженні різних субтилізинів встановлена їх висока каталітична активність і низька специфічність гідролітичної дії, що допускає їх використання в різних харчових технологіях.

Протеїназа з Actinomyces fradiae, віднесена до типу трипсиноподібних, здатна також гідролізувати казеїн, денатурований колаген, але не активна відносно еластину.

З культуральної рідини Bacillus mesentericum 316M виділяють комплексний ферментний препарат, що володіє високою протеолітичною активністю до фібрилярних білків, у тому числі колагену і еластину.

Із відходів виробництва антибіотиків отриманий протеолітичний препарат (джерело Streptomyces griseus), що володіє високою казеїнолітичною активністю, піддаючи при цьому гідролізу гемоглобін, еластин, колаген і желатин.

Отримання високоочищених фракцій ферментів тривалий, складний і дорогий процес, а застосування комплексних препаратів не завжди дає бажаний ефект і вимагає дослідження умов гідролізу не лише на чистих субстратах, але і при обробці складних білкових систем. При цьому інтерес представляє як глибина протеолізу, так і якісна характеристика продуктів реакції, оскільки саме вони

визначають не тільки функціональні, біологічні і технологічні властивості продуктів, але і можуть проявляти фізіологічні ефекти у складі їжі.

Протєїнази, що включають ферменти мікробного походження, складають близько половини виробництва препаратів на світовому ринку. Їх ефективність і потужність набагато перевершують синтетичні каталізатори. Вони високоспецифічні по відношенню до своїх субстратів і прискорюють певні хімічні реакції без утворення побічних продуктів; ферменти функціонують в розбавлених водних розчинах при фізіологічних значеннях pH і температури.

До найбільш важливих характеристик ферментних препаратів, які визначають можливість їх застосування на практиці, відносять pH, температурний оптимум, субстратну специфічність.

Виділяють три групи ферментів по відношенню до pH:

1. Лужні протеінази, що стабільні і активно діють в області pH 5-10. Максимальна їх активність виявляється при pH 9,5-10,5. Встановлено, що це головним чином серинові протеінази (для акту каталізу важливу роль грають функціональні групи серину). Вони активно інгібіруються диізопропілфторфосфатом (ДФФ).

2. Нейтральні протеінази з оптимумом pH для протеолізу близько 7,0. У цю групу об'єднують більшість металоферментів, чутливих до таких аддентам, як ЕДТА і о-фенантролін. Вони не інгібіруються ДФФ і тиоловими реагентами, стійкі при pH 6÷9.

3. Кислі протеінази, активні при pH 2÷5, не чутливі до сульфгідрильних реагентів, металохелатних агентів, важких металів і до ДФФ. Для акту каталізу цієї групи ферментів важливі залишки карбоксильних груп глутамінової і аспарагінової кислот.

Разом з тим необхідно відзначити, що залежність активності pH носить підрядний характер і пов'язана із структурою активного центру, що визначає механізм дії.

Із аналізу наведених вище даних про джерела походження протеаз мікробіологічного походження і їх властивостей витікає, що на швидкість процесу ферментативної деградації білків-субстратів мають вплив і інші компоненти складних субстратних систем [32].

# РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 2.1 Організація, об'єкти і послідовність досліджень

Об'єктом нашого дослідження є технологія виробництва рибних кормових гідролізатів, а предметом дослідження, як субстратно полікомпонентна система, на даному етапі робіт був прийнятий шпрот (кілька) чорноморський (Sprattus phalericus) весняного вилову.

Ми провели теоретичні та експериментальні дослідження, які схематично зображенні на рис. 2.1 і рис. 2.2.

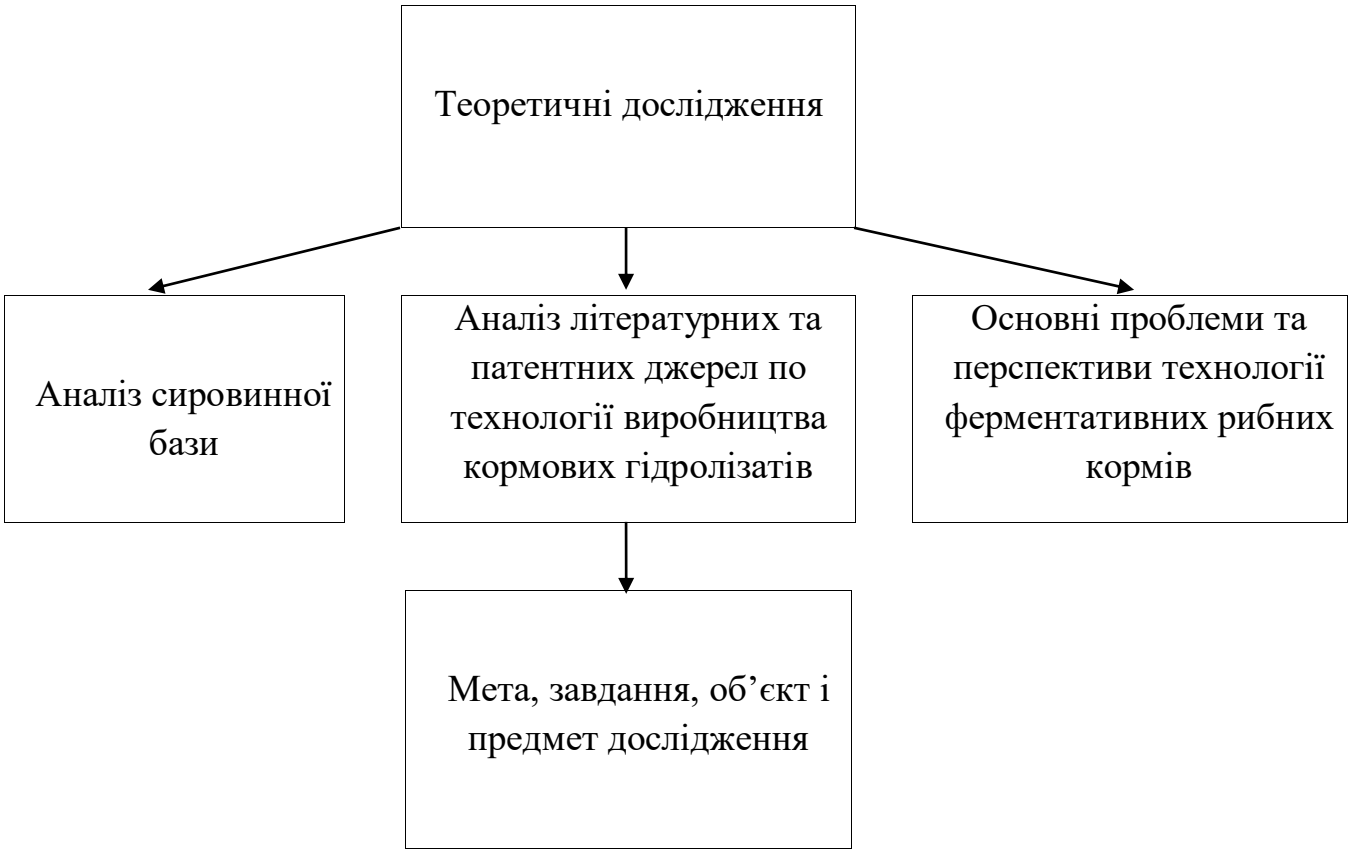



**Рис. 2.1. Схема теоретичних досліджень**

**Рис. 2.2. Схема експериментальних досліджень**

## 2.2. Методи досліджень

Про хімічний склад чорноморської кільки і отриманого продукту ми судили за вмістом вологи, загального і небілкового азоту, ліпідів, що екстрагуються етиловим ефіром та вмістом загального і вільного Тирозину.

Ефективність процесу ферментолізу оцінювали по кількості гідролізованого білку за період інкубації, який визначали по кількості азоту Тирозину і розраховували по формулі:

$$A = \frac{ABT - ABT_0}{AЗT - ABT_0} x\,100\%\text{, де}$$

$ABT$ - азот вільного Тирозину після інкубації;

$ABT_0$ - азот вільного Тирозину сировини, %;

$AЗT$ - азот загального Тирозину сировини.

Масову частку вологи визначали ваговим методом. Визначення загального азоту проводили по методу Кьєльдаля. Небілковий азот визначали по методу Кьєльдаля після осадження високомолекулярних речовин трихлороцтовою кислотою (ТХО кислота) з кінцевою концентрацією 2,5 %. Масову частку жиру визначали по методу Сокслета.

Визначення вільного азоту Тирозину проводили калориметричним методом по кольоровій реакції з реактивом Фоліна після осадження високомолекулярних білків ТХО-кислотою. Визначення азоту загального Тирозину проводили після повного лужного гідролізу досліджуваних зразків.

Для проведення необхідних досліджень були використані наступні матеріали і реактиви :

- кілька чорноморська морожена тралового лову, весняного вилову;
- ферментний препарат Pronase E (синонім - Actinase E) на основі Streptomyces griseus. Виробництво WKG (ФРН).

# РОЗДІЛ 3
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

## 3.1. Технохімічний склад сировини

Дослідження хімічного складу чорноморської кільки проводили з метою виявлення можливої динаміки його змін у весняний період (таблиця 3.1). Відбір сировини проводили з весняних уловів в кількості 10 кг в кожному зразку. Зразки сировини зберігали в холодильнику при температурі не вище мінус 18°С.

Таблиця 3.1

**Хімічний склад кільки чорноморської**

| Місяці промислового періоду | Вологa, % | Спільний азот, мг/100г сировини | Розподіл азотистих речовин по фракціях, мг/100г сировини | | Вміст ліпідів, % від маси сировини | Спільний азот, мг/100г сухої речовини | Розподіл азотистих речовин по фракціях, мг/100г сухої речовини | | Вміст ліпідів, % до маси сухої речовини |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Азот високомолекулярних з'єднань | Небілковий азот | | | Азот високомолекулярних з'єднань | Небілковий азот | |
| Квітень | 71,8 | 2620 | 2588,9 | 31,1 | 8,9 | 9290,78 | 9180,45 | 110,28 | 31,56 |
| Травень | 70,4 | 2640 | 2611,1 | 28,9 | 10,13 | 8918,92 | 8821,29 | 97,64 | 34,22 |
| Середнє значення за період промислу | 71,1 | 2630 | 2600 | 30,0 | 9,515 | 9104,85 | 9000,89 | 103,96 | 32,89 |

В період спостереження (квітень – травень) нами не було виявлено великих змін хімічного складу кільки чорноморської.

## 3.2. Визначення pH та температурного оптимуму процесу ферментолізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом

В результаті експериментального визначення pH оптимуму процесу ферментолізу білків чорноморської кільки (рис. 3.1) виявлений максимум активності ферментного препарату при значеннях pH 7,9. При цьому протеолітична

активність в нейтральному середовищі (pH 7) відрізняється від максимальної не більше ніж на 10%.

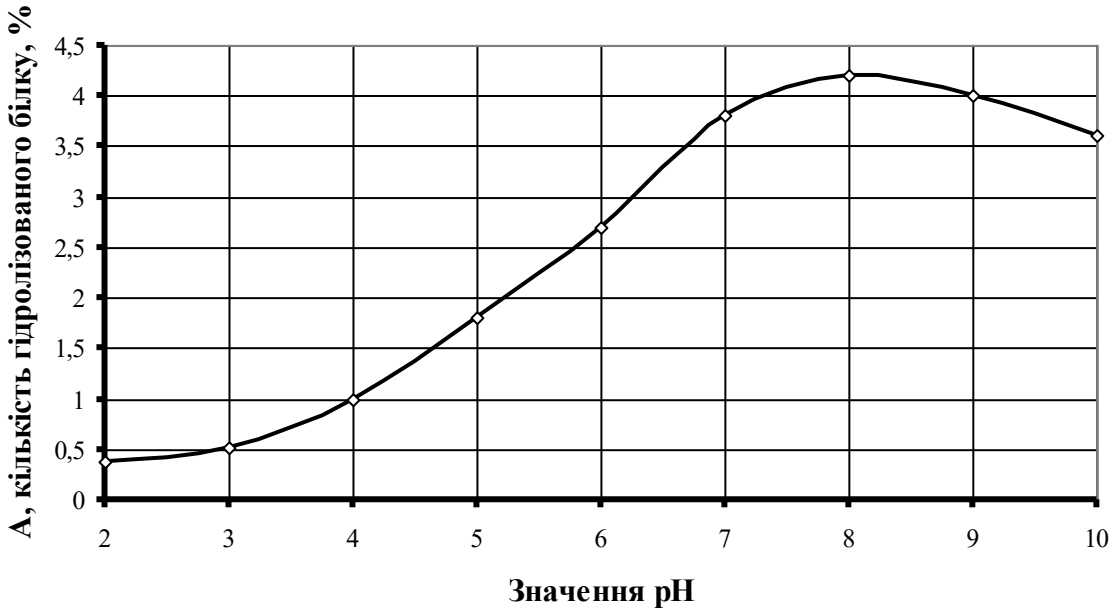



**Рис. 3.1. Динаміка накопичення продуктів ферментолізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E в залежності від зачення pH субстратної системи**

Із отриманих результатів випливає можливість ефективного ферментолізу при нейтральних значення pH.

Визначення температурного оптимуму проводили для температурного діапазону 30-60°С.

Результати досліджень накопичення продуктів гідролізу високомолекулярних білків чорноморської кільки при температурі 30°С, представлені на рис. 3.2. Отримані результати показують, що при температурі 30°С протягом 6 годин удається гідролізувати приблизно 8% всіх високомолекулярних білків субстрату.

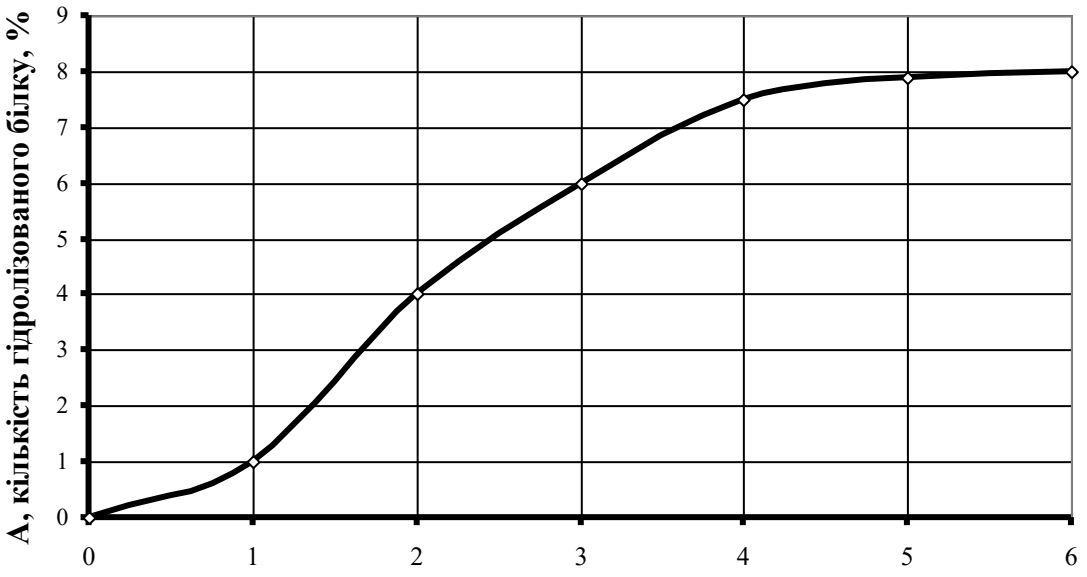



**Рис. 3.2. Динаміка накопичення продуктів ферментативного гідролізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E. Температура процесу - 30 оС.**

Експериментальні криві отримані при дослідженні накопичення продуктів ферментолізу високомолекулярних білків чорноморської кільки при температурі 40°С, представлені на рис. 3.3.

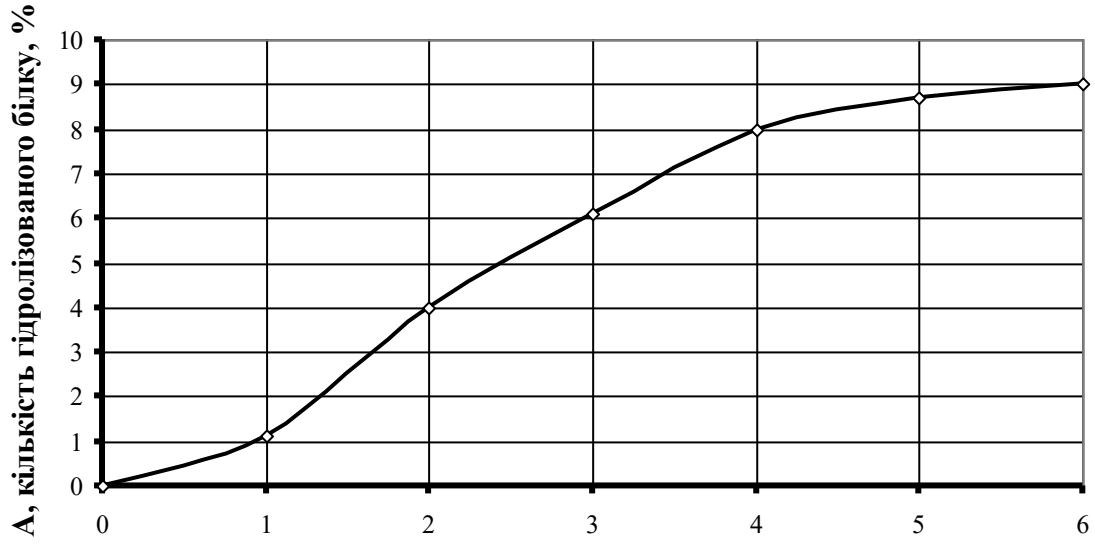



**Рис. 3.3. Динаміка накопичення продуктів ферментативного гідролізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E. Температура процесу - 40 оС.**

Отримані результати показують, що в цьому випадку на протязі 6 годин удається гідролізувати близько 9% всіх високомолекулярних білків субстрату.

Експериментальні криві, отримані при дослідженні накопичення продуктів гідролізу високомолекулярних білків чорноморської кільки при температурі 50°С, представлені на рис. 3.4.

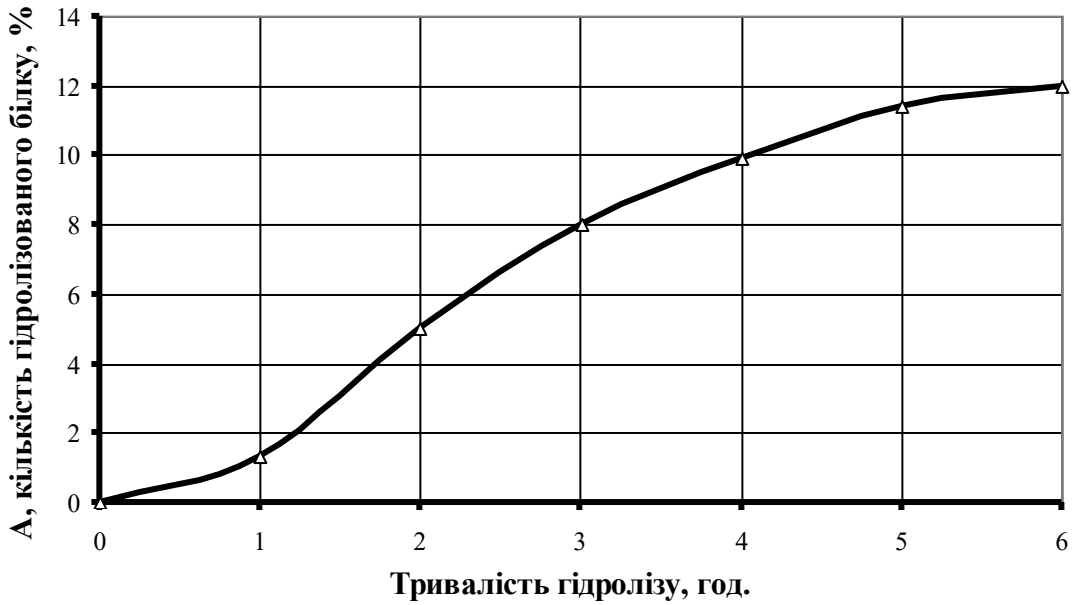



**Рис. 3.4. Динаміка накопичення продуктів ферментативного гідролізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E. Температура процесу - 50 оС.**

Отримані результати показують, що при температурі 50°С протягом 6 годин удається гідролізувати близько 12 % всіх високомолекулярних білків субстрату.

Експериментальна крива, отримана при дослідженні накопичення продуктів ферментативного гідролізу високомолекулярних білків при температурі 60°С, представлена на рисунках 3.5. Дані кривої аналогічні залежностям, отриманим для температурного діапазону 30-50°С. Особливістю динаміки процесу при температурі 60°С є інтенсивніший гідроліз в межах перших 120 хвилин процесу і його згасання в результаті денатурації білкової частки ферментів на другій стадії.

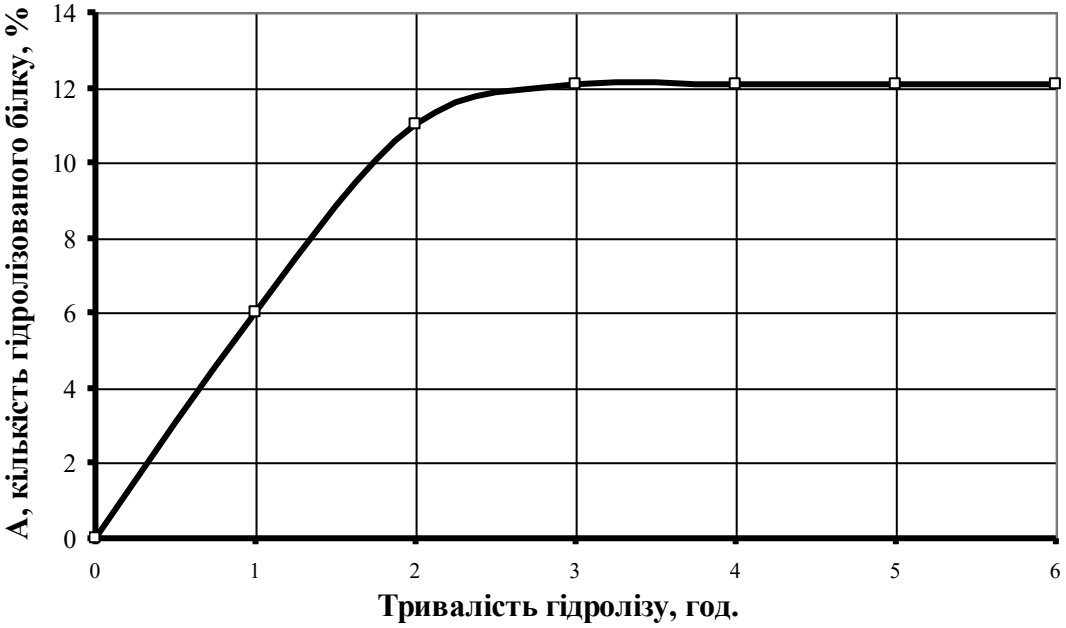



**Рис. 3.5. Динаміка накопичення продуктів ферментативного гідролізу білків чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E. Температура процесу - 60 оС.**

Якщо збільшувати температуру процесу гідролізу білків чорноморської кільки, то денатурація білкової частки протеаз сировини буде ще інтенсивнішою і, як наслідок, буде інтенсивне зниження їх активності при збільшенні тривалості процесу.

Отримані експериментальні дані дозволяють зробити висновок про доцільність проведення процесу ферментативного гідролізу в температурному діапазоні 50-60ºС.

### 3.3. Дослідження динаміки накопичення продуктів гідролізу високомолекулярних білків тканин чорноморської кільки залежно від ступеню гідратації системи та дози ферментного препарату

Дослідження процесу накопичення продуктів ферментативної деградації високомолекулярних білків тканин чорноморської кільки залежно від кількості введеної в систему води проводили при температурі 55°С і природних (нейтральних/слаболужних) значеннях pH.

Отримана експериментальна залежність характеризується двома зонами перегину – 25-50% і 125-150% (рис. 3.6) введеної в систему води по відношенню

до маси вихідної сировини. Інтервал гідратації системи 50-150% характерний найбільшою інтенсивністю процесу. Зниження інтенсивності гідролізу при високому ступені гідратації системи (для даної фермент-субстратної системи перегин кривої при величині гідратації в районі 140-150%) ймовірно пояснюється значним зменшенням відносної концентрації субстрату. Перегин кривої в інтервалі гідратації 25-75% менш типовий і його виникнення не має однозначного теоретичного пояснення. Серед найбільш вірогідних причин його появи - інактивація ферменту високими концентраціями субстрату і/або зміна в'язкості системи.

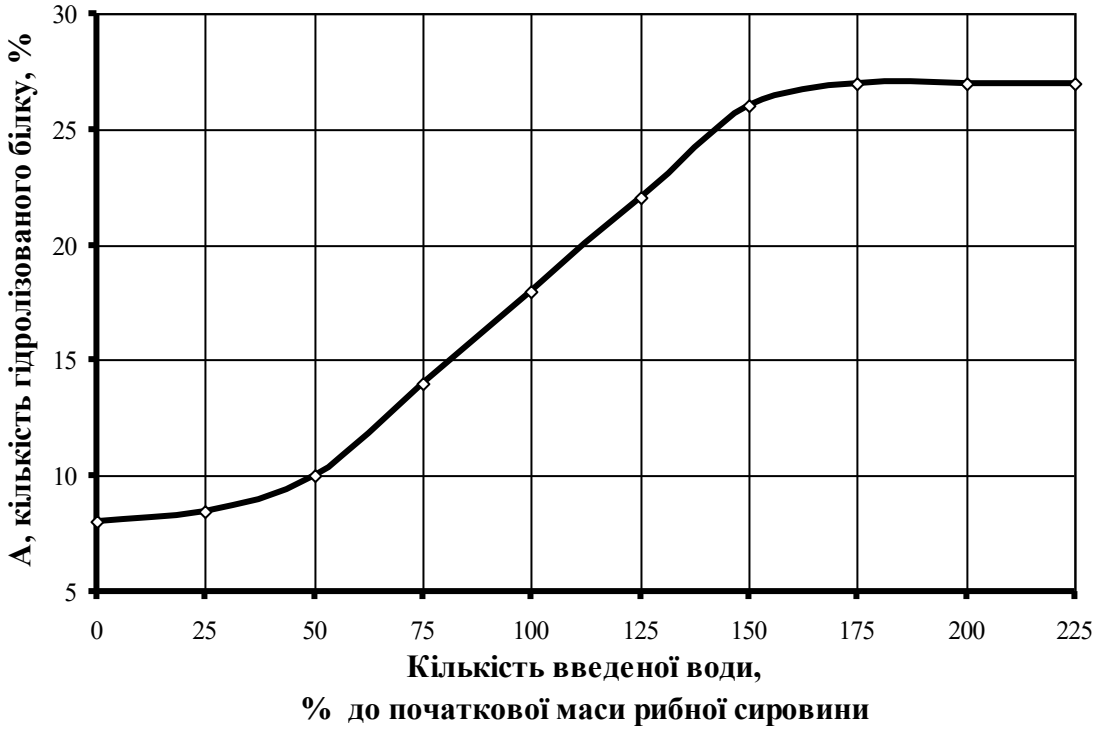
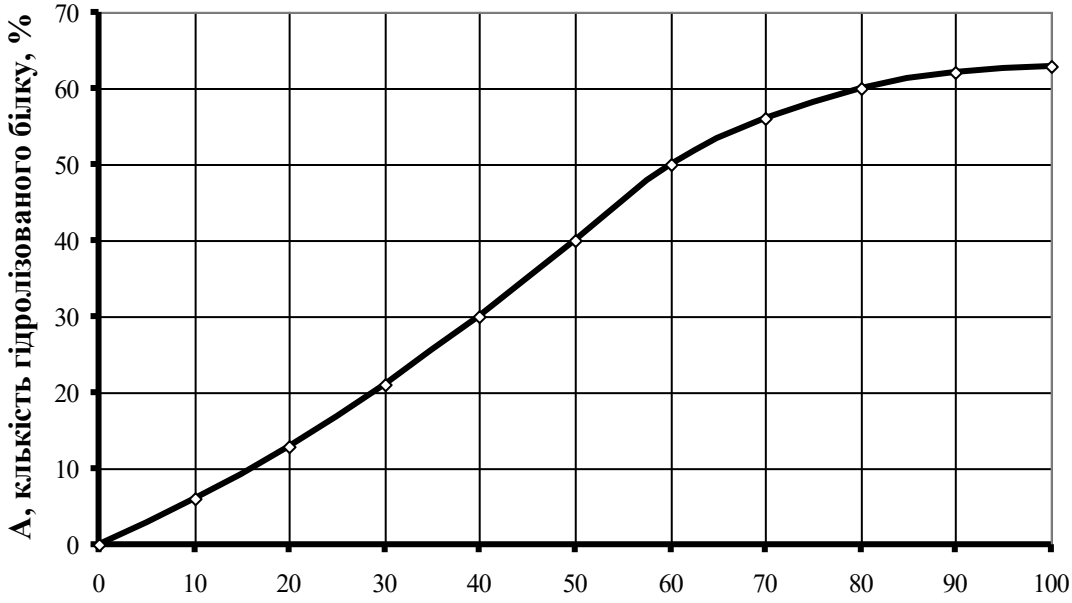



**Рис. 3.6. Залежність кількості гідролізованого білку від кількості введеної в систему води**

Експериментальними дослідженнями динаміки кількості гідролізованого білку від дози введеного в систему ферментного препарату Pronase E (рис.3.7) встановлено, що найбільш інтенсивна деградація білків субстрату протікає в інтервалі концентрацій до 70÷75 мг/100 г субстрату, при гідромодулі 140%.

Подальше збільшення дози введеного ферментного препарату супроводжується зменшенням інтенсивності процесу.




**Кількість введеного в систему ферментативного препарату Ponase E, мг/100г субстрату.**

**Рис. 3.7. Залежність кількості гідролізованого білку від кількості введеного в систему ферментного препарату**

З отриманих результатів виходить, що ферментативний гідроліз білків чорноморської кільки слід проводити при дозі ферментного препарату 70÷75 мг/100 г субстрату.

### 3.4. Дослідження динаміки накопичення продуктів ферментолізу високомолекулярних білків тканин чорноморської кільки залежно від тривалості процесу

Експериментальними дослідженнями динаміки кількості гідролізованого білку від тривалості процесу (рис.3.8) встановлено, що в процесі ферментолізу ферментним препаратом Pronase E може дезагрегувати 90-92% високомолекулярних білків тканин сировини, при цьому максимальна ефективність гідролізу досягається на протязі 120 хвилин.

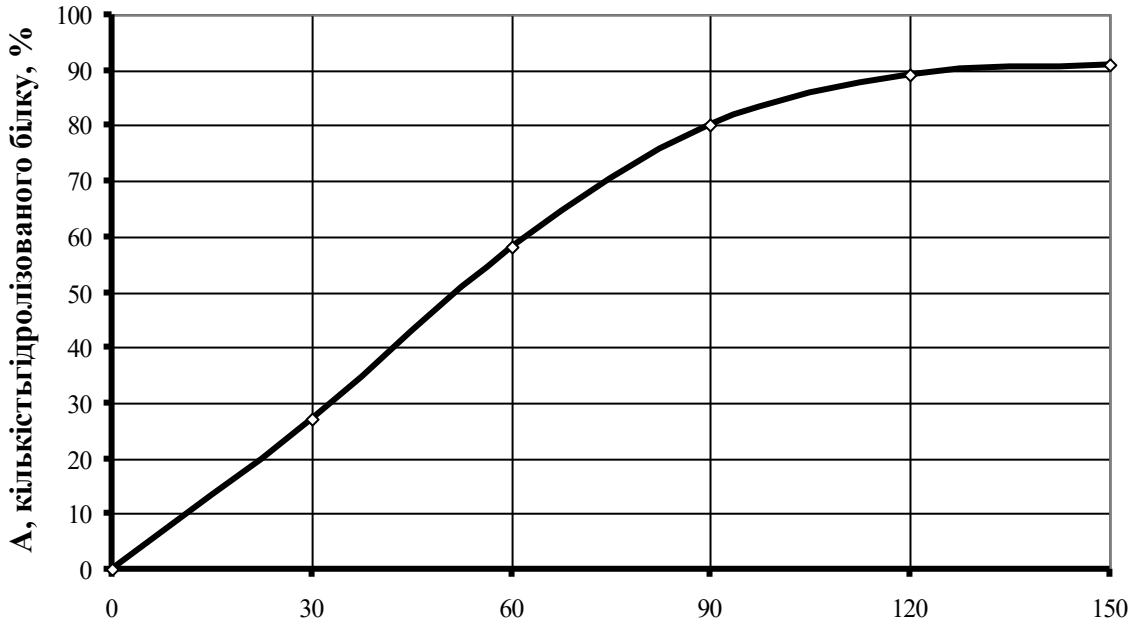



**Рис. 3.8. Залежністькількості гідролізованого білку від тривалості ферментолізу**

Хімічний склад ферментованих тканин чорноморської кільки оцінювали за вмістом загального і небілкового азоту та вмісту ліпідів. Кількість ліпідів визначали безпосередньо після ферментолізу, а також після відділення частки ліпідів відстоюванням.

Таблиця 3.2

**Хімічний склад ферментованої чорноморської кільки**

| Загальний азот, мг/100г сухої речовини | Розподіл азотистих речовин по фракціях, мг/100г сухої речовини | | Вміст ліпідів, % до маси сухої речовини |
|---|---|---|---|
| | Азот високомолекулярних з'єднань | Небілковий азот | |
| 9104,8 | 936,1 | 8114,8 | 31,7 |

Одержані експериментальні дані по хімічному складу ферментованої чорноморської кільки дозволяють зробити висновок, що близько 89% усіх

азотистих речовин сировини представлено низькомолекулярними пептидами і вільними амінокислотами, що говорить про високу біологічну цінність отриманого продукту.

Проаналізувавши результати проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Хімічний склад шпрота (кільки) чорноморського (Sprattus phalericus), достатньо стабільний, з урахуванням природних сезонних коливань;

2. Встановлені режими ферментативної деградації високомолекулярних білкових речовин тканин чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E:

| | | |
|---|---|---|
| pH оптимум | - | 7÷9 |
| температура процесу | - | 55ºС |
| доза введеного в систему ферментного препарату | - | 70÷75 мг/100г |
| ступінь гідратації | - | 140% |
| тривалість автолізу | - | 120 хвилин. |

3. Визначений хімічний склад ферментованого продукту, отриманого у встановлених режимах. Отриманий продукт містить близько 56÷58% у перерахунку на суху речовину азотистих речовин білкової природи, при цьому близько 89% всіх азотистих речовин складають низькомолекулярні пептиди і вільні амінокислоти.

# РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ КОРМОВИХ ГІДРОЛІЗАТІВ

## 4.1 Опис технологічної схеми

Технологічна схема отримання кормового гідролізату ферментативним способом з використанням ферментного препарату Pronase E показана на рис.1.1.

Прийом сировини
↓
Акумулювання
↓
Подрібнення
↓
Додавання ферментного препарату Pronase E
↓
Підігрів (55°С)
↓
Ферментування (2 год)
↓
Коагуляція
↓
Центрифугування → тверда частина (жом)
↓
Рідка частина
(гідролізат)
↓
Нагрівання
↓
Сепарування
(знежирений гідролізат)
↓
Сушіння
(світла мука)
↓
Охолодження
↓
Зважування
↓
Упаковування
↓
Маркірування
↓
Зберігання

**Рис. 1.1. Технологічна схема кормового гідролізату**

## Опис технологічної схеми

**Прийом сировини**

Сировина повинна бути не нижче 1 сорту при наявності сортів і відповідати вимогам нормативно-технічної документації.

Для виготовлення рибного кормового гідролізату (РКГ) використовують рибу-сирець, охолоджену і морожену рибу, що відповідають вимогам діючих нормативних документів.

Допускається використовувати рибу з механічними пошкодженнями і відхиленнями від правильного оброблення, але за якістю м'яса відповідну вимогам першого сорту і діючих нормативних документів.

**Акумулювання**

Призначену для виробництва кормового продукту рибну сировину зберігають в спеціально відведених охолоджуваних закритих приміщеннях. Свіжу сировину, що направляється на переробку, дозволяється зберігати на протязі доби з моменту її надходження, при температурі не вище плюс 5 $^{o}$C. Морожену сировину перед обробкою розморожують на повітрі або у воді температурою не вище плюс 20$^{o}$C. Розморожена сировина негайно направляється на переробку.

**Подрібнення**

Подрібнення рибної сировини проводять у риборізці з діаметром отворів грат 2-8мм.

**Додавання ферментного препарату та нагрівання**

До субстрату додають ферментний препарат Pronase E та нагрівають до 55$^{o}$C для забезпечення оптимальних умов діяльності ферментів. Для збільшення активності більшої частини ферментних систем pH гідролізованої суміші має бути або в нейтральній, або в злегка кислій області (pH 7-9).

**Ферментування**

Тривалість ферментолізу складає 120 хвилин. Суміш необхідно періодично перемішувати. Гідроліз білку приводиться до повного руйнування гістологічної стуктури сировини і зміни його зовнішнього вигляду - початкова сировина

перетворюється на густу сметаноподібну масу. В ході гідролізу вода, що утримується білками в структурі тканин, переходить у вільний стан, в ній розчиняються продукти гідролізу білку, а також у вигляді емульсії жир, що вивільняється за рахунок руйнування жирової тканини і білково-ліпідних комплексів. Тканини непіддатливі гідролізу (кістки, плавники, луска), розподіляються в рідкій фазі у вигляді суспензій. У гідролізаті спостерігається збільшення вітаміну $B_{12}$ в порівнянні з початковою сировиною, що обумовлено, очевидно, вивільненням його з клітинних структур в ході ферментолізу.

**Коагуляція і центрифугування**

Для коагуляції нерозщепленого білку гідролізат нагрівають до 90…100°С. Потім кістково-білкову суспензію (жом) відділяють від рідкої частини шляхом центрифугування. Вихід жому коливається від 5 до 15% від маси сировини. Жом можна використовувати в кормових цілях.

**Сепарування**

Для підвищення стійкості при зберіганні гідролізат після центрифугування піддають знежирюванню шляхом сепарації. Виділений жир-напівфабрикат може бути використаний для отримання готової жирної продукції.

**Сушіння**

Знежирений гідролізат упарюють до вмісту азотистих речовин 50% і сушать на розпилювальних сушарках.

**Охолодження**

Отриманий висушений напівфабрикат направляють на охолодження в системах пневмотранспорту. Кінцева температура висушеного продукту після охолодження не повинна відрізнятися від температури пакувального приміщення більш ніж на 3-4°С.

**Зважування і упаковка**

Отриманий кормовий продукт упаковують в паперові непроникні мішки по не нижче за четверту категорію. Мішки повинні бути міцні, чисті, не заражені шкідниками, без стороннього запаху з граничною масою до 30 кг. Мішки наповнені продуктом зашивають.

**Маркірування**

Мішки маркують відповідно до вимог ГОСТ 7630. Маркування повинно містити:

- найменування і місцезнаходження підприємства-виробника;
- найменування продукту;
- склад продукту;
- сорт (при наявності сортів);
- маса нетто;
- дата виготовлення;
- термін зберігання;
- позначення стандарту або технічних умов.

На мішки з продукцією для експорту повинно бути нанесене маркування відповідно до вимог зовнішньоекономічної організації або іноземного покупця.

**Зберігання**

Зберігання продукту проводиться в чистих, сухих, добре провітрюваних, не заражених шкідниками приміщеннях при температурі не вище плюс 20°С і відносній вологості не вище 75%.

Термін зберігання РКГ 12 місяців з дати виготовлення [33-40].

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Основними показниками, що характеризують ефективність роботи з охорони праці на підприємстві є рівень виробничого травматизму і профзахворювань, чисельність осіб, що працюють в незадовільних умовах праці, кількість обладнання, що не відповідає вимогам нормативних актів з охорони праці, кількість технологічних процесів, що не відповідають вимогам НПАОП, кількість аварійних споруд, забезпеченість засобами індивідуального і колективного захисту, витрати на поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, витрати на соціальне страхування від нещасних випадків, витрати на розслідування та ліквідацію наслідків нещасних випадків, профзахворювань.

Метою охорони праці на підприємстві є зниження виробничого травматизму і професійних захворювань. За умов широкого впровадження у рибообробблювальній галузі сучасних технічних засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, індустріальних технологій, нових форм організації особливого значення набуває проблема безпеки праці. Більшість нещасних випадків та аварій виникають не внаслідок необережних дій працівників, а через відсутність ефективних технічних засобів безпеки, організаційні прорахунки посадових осіб, не навченість працівників безпечним методам виконання робіт, недосконаліть системи контролю за станом охорони праці, відповідальність за що покладено згідно із законодавством у галузі охорони праці на роботодавця (керівника підприємства).

Ефективне управління охороною праці має базуватися на врахуванні всіма працівниками підприємства наявності ризиків травмування та професійних захворювань і коригування ними своїх дій у трудовій діяльності. Поліпшення умов і безпеки праці, доведення їх до нормативних вимог є одним з резервів зростання продуктивності та екологічної ефективності виробництва, а також дозволяє знизити ризик травмування і професійної захворюванності працівників.

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» всі працівники

підприємства, включаючи власника проходять навчання, інструктаж, перевірку знань правил, норм та інструкцій з питань охорони праці в порядку і строки, які встановлені для певних видів робіт, професій та посад. Для перевірки знань посадових осіб і спеціалістів за наказом керівника підприємства створюється комісія, очолювана керівником підприємства або керівником відділу охорони праці.

До комісії входять керівники (їх заступники) відділу охорони праці, виробничо-технічних служб та представники місцевих органів державного нагляду за охороною праці. Працівники, що не пройшли навчання і перевірку знань або при повторній перевірці показали незадовільні знання з питань охорони праці, звільняються з посади. Працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки, а також де є необхідність у професійному відборі, при прийнятті на роботу проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці та періодичне навчання і перевірку знань не рідше одного разу на рік. Для працівників, що виконують роботи з обслуговування обладнання підвищеної небезпеки (варильники, екстрактори), обов'язково проводять курсове навчання з охорони праці, що відбувається безпосередньо на виробництві.

Це роботи (НПАОП 0.00-8.24-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою») по обслуговуванню парових та водонагрівальних котлів, устаткування, що працює під тиском, компресорів, холодильних установок, газового обладнання, електричного устаткування, підйомників, автонавантажувачів, тракторів та іншого внутрішнього механізованого транспорту. Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань покладена на роботодавця, а в структурних підрозділах – на керівників цих підрозділів. Виконання цих завдань контролює відділ охорони праці підприємства.

На рибопереробному підприємстві здійснюється адміністративно-громадський та оперативний контроль за станом охорони праці. Оперативний контроль – це регламентований порядок перевірки стану охорони праці у всіх підрозділах та звіти працівників нижчих ланок перед вищими про стан охорони праці та про вжиті заходи щодо його поліпшення. Цей контроль проводиться за трьома ступенями:

1 ступінь оперативного контролю – проводиться щоденно керівником виробничого підрозділу та уповноваженим трудового колективу з охорони праці. Перед початком робочого дня вони перевіряють стан охорони праці (чи працює обладнання, заземлення, чи є спецодяг та ін.). Якщо є якісь недоліки, то записують у «Журнал оперативного контролю за станом охорони праці»;

2 ступінь оперативного контролю – проводиться один раз на 7-10 днів головним технологом або начальником цеху з уповноваженим трудового колективу з охорони праці. Вони перевіряють чи є запізнення на робочих місцях, перерви, чи проводяться інструктажі, загальний стан обладнання, наявність у працівників допусків до роботи та ЗІЗ. Також перевіряють чи усунуті недоліки контролю 1 ступеню і якщо є недоліки, то їх записують у «Журнал оперативного контролю 2-го ступеню»;

3 ступінь оперативного контролю – проводиться один раз на місяць комісією до складу якої входять роботодавець, голова профкому, інженер з охорони праці і головний спеціаліст. Комісія робить перевірку вцілому на підприємстві, потім збирають збори та заслуховують звіти керівників підрозділів. Вони контролюють виконання заходів з охорони праці передбачених 1-м і 2-м ступенем. Результати перевірки 3-го ступеня оформляють протоколом.

На підприємстві з виготовлення кормових гідролізатів робітники дотримуються загальних вимог безпеки.

В усіх цехах переробного підприємства регулярно проводяться санітарні дні. Візуальний контроль сировини, напівфабрикатів, готової продукції і санітарного стану технологічного обладнання обов'язковий і проводиться виробничою лабораторією 2 рази за зміну. Санітарно-мікробіологічний контроль сировини, напівфабрикатів, допоміжних матеріалів, санітарного стану виробництва проводять згідно нормативних документів, затверджених Міністерством охорони здоров'я. Майданчик, на якому попередньо обробляють сировину, сортують її, відмочують та миють захисщають від дощу і вітру та забезпечують рівень нормативного освітлення; Зберігають сировину в обладнаних закритих бункерах. Апарати, що працюють під тиском (сушильні барабани), відповідають вимогам

НПАОП 05.0-1.05-06 «Правила охорони праці для працівників берегових рибообробних підприємств». Завантажувальний пристрій жироборошняного обладнання має захисний пристрій, що унеможливлює попадання інструменту або рук працівника до зони дії робочих органів.

Під час ручного вивантажування відмоченої сировини з чанів застосовують справний інвентар з прилаштованими дерев'яними ручками з дерев'яних твердих порід, що не мають задирів і тріщин. Якщо сировина не проходить до ротора, то риборізку зупиняють та вішають біля пускового пристрою знак «Не вмикати - працюють люди», і тільки після цього прочищають завантажувальну горловину. Приямок у риборізці для встановлення опори станції шнека, що подає подрібнену сировину від риборізки у змішувальний апарат має достатній двосторонній прохід для зручності обслуговування та ремонту станції, а також для санітарного обслуговування. Приямок зверху закривають мідною суцільною або ґратчастою кришкою, що обладнана каналізацією.

Про вмикання і вимкнення сушильних барабанів та зрошувального конденсатора повідомляють інших працівників, для чого улаштовують звукову або світлову сигналізацію зі зворотним повідомленням про отримання сигналу. Сушильні барабани працюють тільки за наявності води у зрошувальних конденсаторах.

Магнітні сепаратори ізольовані і розміщують на ізольованих опорах, а їх перекидні клапани щільно прилягають до коробки електромагніту. Заборонено під час роботи машин (механізмів) знімати металеві предмети, які притягло до полюсів електромагнітів, вмонтованих у завантажувальний пристрій машини.

Для нормального функціонування виробництва керівники підприємства повинні знати вимоги, що висуваються до них по витратах питної води та викидів газоутворюючих речовин в атмосферу та скидання стічних вод у водойми.

В рибній промисловості викид в атмосферу незначний. Це коптильні виробництва, які не дають глобального забруднення.

Основним забруднювачем виробництва по обробці гідробіонтів є стічна вода. Вся харчова промисловість скидає більше всього стоків на одиницю продукції. В середньому 24 - 25 $м^3$/т продукції.

Кожне рибопереробне підприємство має розвідку для скидання стічних вод: внутрішньоцехову та в межах території.

Скидання може здійснюватися через відкриті канали та частіше через закриті. На кожному підприємстві повинні бути заводські очисні споруди, так як в наш час по існуючих правилах скидання стічних вод без очистки не допустиме в міські каналізації або водойму [16].

В теперішній час не рекомендується змішувати стічні води в межах підприємства. Можливе спорудження локальних очисних споруд для забезпечення окремих технологічних процесів обертального водного споживання.

Перед скиданням в каналізацію або водойму вода повинна бути знезаражена, для цього здійснюють хлорування або озонування.

Методи очищення стічних вод поділяють на механічні, фізико-хімічні та біологічні.

В склад очисних споруд для рибної галузі можуть входити наступні пристрої: решітки, піскоуловлювачі, відстійники, жироуловлювачі, сита, флотатори, електрофлотатори, електрофлотокоагулятори, спорудження реагентної обробки.

Для очищення стічних вод можуть бути використані:

- ультрафільтрація;
- сорбція;
- обробка ультразвуком;
- магнітна обробка;
- біологічне очищення (в деяких випадках).

Суть механічного методу (решітки відціджувачі (сита), піскоуловлювачі, первинні відстійники, жироуловлювачі) заключається в тому, що із стічних вод шляхом відстоювання і фільтрації видаляються механічні домішки. Грубодисперсні часточки в залежності від розміру уловлюються решітками і ситами різних конструкцій, а поверхневі забруднення – жироуловлювачами [16].

Фізико-хімічні методи

Флотація – процес очищення стічних вод цим методом заключається в утворенні комплексів і видалення утвореного пінного шару з поверхні оброблюваної рідини. Буває вакуумна флотація (для видалення дуже мілких забруднень), натискові (має широке використання, так як дозволяє регулювати степінь перенасичення повітрям з потрібною ефективністю очищення стічних вод), імпелерна флотація, пінна сепарація, пневматична флотація.

Електрофлотація – суть методу полягає в переносі забруднюючих часток з рідини на поверхню за допомогою бульбашок газу, які утворюються при електролізі стічних вод.

Електрокоагуляція – полягає в пропусканні електричного току через стічні води, відбувається анодне розчинення металу електрода, у воді розчинені метали піддаються гідролізу з утворенням гідроокисів, які мають колоїдні властивості і призводять до коагуляції розчинених в стічних водах речовин.

Електрофлотокоагуляція та інша очистка стічних вод проводиться також за допомогою окислювачів – хлор, озон, технічний кисень, перекис водню та ін. Знезараження води можна також здійснювати за допомогою ультрафіолетових променів або за допомогою ультразвуку. Ці методи ефективні для знезараження води в обертальних системах водного споживання.

Біологічне очищення стічних вод (за допомогою мікроорганізмів і найпростіших) в природних умовах (спорудження грунтової очистки, біологічні ставки), в штучних умовах (біофільтри, біопінки, аеропінки, зовнішні біофільтри). Стічні води перед біологічною очисткою піддають механічній, а після неї видалення хворобоутворюючих бактерій - хімічному очищенню, хлорування рідким хлором або хлорною кислотою [40-50].

# РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

## 6.1. Техніко-економічне обґрунтування

Рівень споживання риби та рибних продуктів є показником продовольчого забезпечення населення, який необхідно підтримувати відповідно до фізіологічно обгрунтованої норми. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, середній загальносвітовий показник споживання риби становить близько 22 кг. У країнах із більш високим рівнем економіки він значно вищий: у Норвегії – 66 кг, Японії – 58 кг, Південній Кореї – 78 кг, Португалії – 62 кг (Рис 6.1).

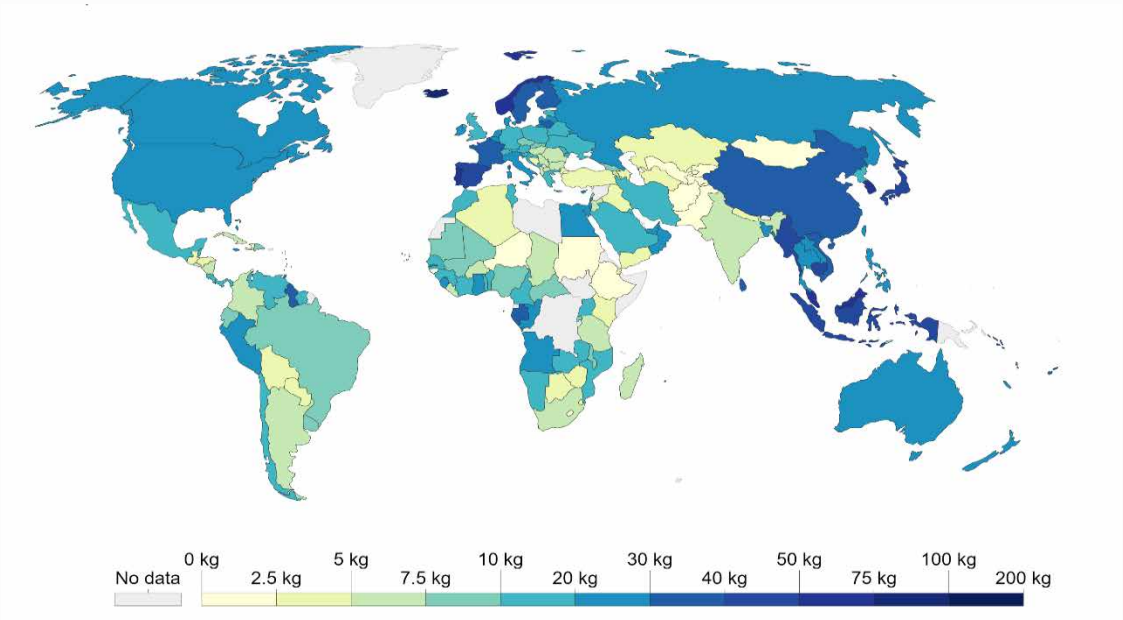



**Рис.6.1. Споживання риби та морепродуктів у світі, 2023 р**.

У період з 1961 по 2019 рік загальносвітове споживання харчової продукції з водних біоресурсів збільшувалося в середньому на 3,0 % на рік. Споживання харчової продукції з водних тварин на душу населення зростало на 1,4 % на рік – з 9,0 кг у 1961 році до 20,5 кг у 2019 році. У 2020 році, цей показник дещо знизився до 20,2 кг, проте наступного року повернувся до попереднього рівня.

Останні десятиліття на споживання харчової продукції з водних біоресурсів на душу населення передусім впливали зростання пропозиції цієї продукції, зміна споживчих переваг, розвиток технологій і зростання доходів.

Динаміка споживання риби свідчить про те, що набирає обертів тренд здорового способу життя, в результаті споживачі все більше надають перевагу рибі й морепродуктам. До того ж риба краще засвоюється організмом, після неї немає «тяжкості». Це особливо актуально зараз, у теплу пору року, коли хочеться більше рухатися й не переїдати.

Світове зростання споживання риби в світі відбувається за рахунок розвитку аквакультури. Технології з вирощування риби зробили крок вперед. Безумовно, така продукція може відрізнятися за якістю: одна річ – це лосось, який вирощують в ідеальних умовах у Норвегії. Ця країна – піонер у розвитку аквакультури.

В Україні задоволення потреб населення через стабільне забезпечення продукцією рибальства й аквакультури залишається проблемою. Це зумовлює низький рівень споживання риби та рибних продуктів. У 2021 році українці споживали 11 кг риби на душу населення, що лише на 55 % задовольняє рекомендовану норму [51]. На рисунку 6.2 наведена динаміка споживання риби та продуктів її перероблення у світі та в Україні протягом 2010-2021 рр.

**Рис. 6.2. Споживання риби та рибних продуктів у світі та в Україні**

У 2022-2023 рр. не відмічено помітного приросту споживання українцями рибопродуктів.

Культура споживання риби в Україні ще на стадії формування.

Українці споживають як імпортну рибу, так і власного виробництва. У переліку країн, що експортують до України рибу, на першому місці Норвегія. Звідти імпортуємо оселедець, лосось, форель і скумбрію. На другому місці Ісландія, яка також лідирує по поставках скумбрії й оселедця. Замикає трійку найбільших країн-експортерів риби в Україну США, які славляться минтаєм і хеком, диким лососем Аляски та червоною ікрою.

Найціннішою зі споживчої точки зору в Україні є червона риба, зокрема лосось і форель. Згідно з даними Державної митної служби, 2021-го Україна імпортувала 42 400 тонн червоної риби на загальну суму $160,8 млн, це на 31% вище аналогічного показника минулого року, в цілому за останні п’ять років обсяг імпорту червоної риби зріс у 2,1 рази.

В ЄС, навпаки, популярна біла риба – тріска, яка в Україні не входить навіть до першої двадцятки рибних позицій за обсягами споживання і, відповідно, імпорту.

На рівень споживання впливає доступність продукту для споживача. Минтай – один із най більш популярних і численних видів риби в світі. Його загальносвітовий вилов становить близько 3,5 млн тонн щорічно. Продукт знаходиться в нижньому ціновому діапазоні і тому дійсно максимально доступний. В Україні минтай експортують з Аляски, де він живе.

З Норвегії ввозять охолоджені форель і лосось, а з Туреччини – сібас і дорадо. Інші позиції, які користуються попитом на українському ринку, везти в охолодженому вигляді затратно й часом неможливо, адже майже вся дика риба виловлюється строго в певний сезон [52].

Серед усього різноманіття видів риби залишилося занадто мало таких, які можна спробувати в первозданному вигляді. Лосось з Аляски – зразок первозданності продукції. У цьому регіоні заборонено аквакультуру як таку. Як стверджують аналітики Інституту маркетингу морепродуктів Аляски

(ASMI), найбільша цінність риби з Аляски полягає в тому, що людина жодним чином не впливає на її розвиток.

Якість річкової продукції, імпортованої наприклад, з азіатських країн, може викликати сумнів, оскільки контроль у сфері аквакультури там набагато нижчий. Однак, в будь-якому випадку, сьогодні кожна друга риба в світі – вирощена. І ця тенденція буде зростати. За нашими прогнозами, до 2030 року 70% всієї риби становитиме фермерська риба. Це логічно – за рахунок аквакультури можна задовольнити постійно зростаючий попит населення на рибу й морепродукти, а сегмент дикої риби перейде в преміальний, рідкісний товар.

Споживаня риби та морепродуктів за видами наведено на рис.6.3.

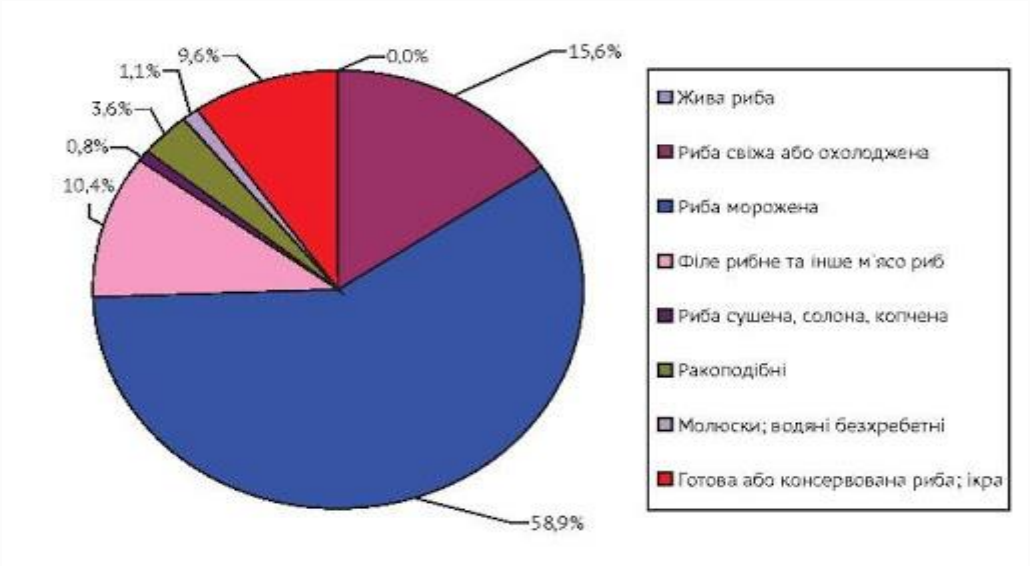



**Рис.6.3. Споживання риби та морепродуктів за видами**

Сучасні технології шокової заморозки дозволяють зберігати свіжість, смак, аромат і текстуру м’яса риби і морепродуктів. Особливо якщо переробку робили прямо на судні після вилову.

Додаткова цінність продукції формується саме за рахунок переробки та доробки риби. При цьому основний світовий тренд, який поступово стає стандартом, це максимальна зручність вживання для кінцевого споживача й економія його часу, мінімізація зусиль на підготовку продукту [53].

Риба та морепродукти в супермаркетах ЄС і США пропонуються в практично готовому до приготування вигляді: випотрошені тушки, філе, брикети, посипані спеціями і в маринаді, розділені на оптимальні для одноразового вжитку упаковані, вакуумовані порції (по 270–300 г), рибні бургери та високоякісні рибні палички, які треба лише розігріти.

Асортимент зручних для споживача страв у ЄС і США вражає, чого не скажеш про український ринок, де риба переважно представлена в необробленому вигляді.

Однак у майбутньому цей тренд визначатиме розвиток українського рибного ринку. Адже платоспроможний споживач уже сьогодні готовий платити більше, обираючи якісний і практично готовий до вживання продукт [54].

У 2022 році під впливом війни імпорт риби в Україну знизився, через зруйновану логістику, скорочення економіки та зниження купівельної спроможності населення. Також на ємність ринку впливають окупація територій та руйнація або окупація переробних підприємств.

В 2022 році імпортна риба подорожчала на третину. Зросли в об'ємах дешеві види: мойва, кілька, сардина. Така тенденція збереглася і в 2023 році, оскільки купівельна спроможність населення залишилась на низькому рівні [9].

Обсяг вилову водних біоресурсів в Україні за період 2010-2022 рр. зменшувався. На рисунку 1.4. наведено дані щодо загального вилову гідробіонтів в Україні.

Різке скорочення порівняно з попередніми періодами відмічено у 2014 році, що зумовлено анексією Криму. Україна втратила основну територію вилову, а саме морської риби, яка становила значну частку в загальній структурі рибного господарства.

У 2022 року було добуто лише 33,8 тис. тонн водних біоресурсів, що становить 46 % відповідно до показника 2021 року. Причиною цього є військове вторгнення рф.

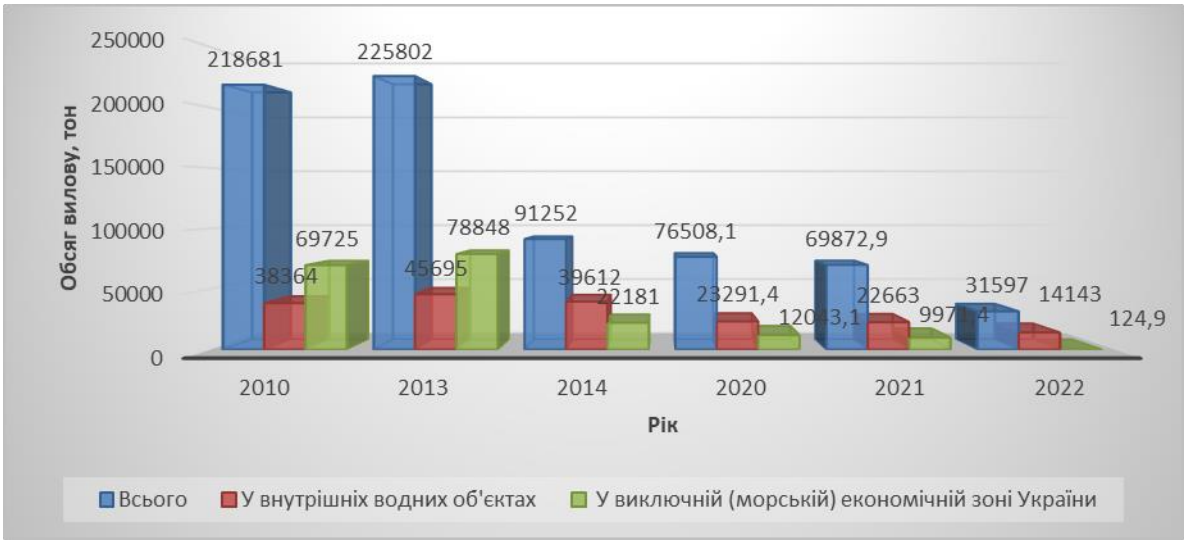



**Рис. 6.4. Обсяг добування водних біоресурсів в Україні**

У 2022 році вилов риби радикально зменшився внаслідок війни. Загальний обсяг добування в усіх районах промислу становив 31,6 тисяч тонн водних біоресурсів, що склало лише 45,2% відповідного показника 2021 року. Промисловими рибалками у внутрішніх водних об’єктах було виловлено 14 тисяч тонн біоресурсів, що становило 62,4 % попереднього року. У Чорному морі добули всього 124,9 тонн (1,3% від показника 2021 року), а в Азовському морі, яке повністю підконтрольне Росії, до окупації виловили лише 24 тонни (0,5% від обсягу 2021 року) [54].

Промисловий вилов риби у 2022 році відбувався в умовах часткової або повної заборони навігації на значних ділянках українських вод. Водночас промислове рибальство в Азовському та Чорному морях було заблоковане, за винятком окремих ділянок Миколаївської та Херсонської областей. Промисел за межами української юрисдикції у водах, на які поширюється дія Конвенції про збереження морських біоресурсів Антарктики, був призупинений з введенням воєнного стану в Україні, що ускладнило процес заміни екіпажу суден, які виловлювали антарктичного криля.

У більшості регіонів України, де велися бойові дії, рибним господарствам завдано значних матеріальних збитків через пошкодження гідротехнічних систем і споруд, будівель, виробничого обладнання та іншого майна, а також загибель риби. Внаслідок замінування окремих територій став неможливим доступ до виробничих потужностей підприємств і проведення технологічних операцій.

Варто зазначити, що хоча аквакультура є важливим джерелом морепродуктів, вона також стикається з проблемами, пов'язаними з екологічною стійкістю, управлінням хворобами та соціальною відповідальністю.

## 6.2. Розрахунки основних показників економічної ефективності впровадження результатів дослідження

У цьому підрозділі ми розраховуємо зміну собівартості продукції за калькуляційними статтями витрат по базовій та проектній технологіях. Розрахунок проводимо відповідно до «Інструкції з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції на підприємствах рибної промисловості незалежно від форм власності»

Калькулювання собівартості продукції на підприємствах рибопереробної промисловості – це вираження в грошовій формі поточних витрат на її виробництво і збут продукції.

Собівартість складається з витрат, пов’язаних з використанням в процесі виробництва промислової продукції основних фондів, сировини, матеріалів, палива, енергії, праці, а також інших затрат на її виробництво і реалізацію.

Залежно від способів включення окремих видів продукції затрати підрозділяються на прямі і непрямі. Прямі затрати безпосередньо пов’язані з виготовленням продукції (затрати на сировину, основні матеріали, заробітну платню робітників виробництва та ін.) Непрямі затрати містять витрати, пов’язані з обслуговуванням виробництва і керуванням.

Таблиця 6.1

**Основні техніко-економічні показники проекту**

| Показники | Од. вимірювань | РКГ за класичною рецептурою | РКГ за сучасною рецептурою | Відхилення |
|---|---|---|---|---|
| Річний обсяг виробництва | т/рік | 400 | 1 200 | +800 |
| Оптова ціна 1т (без ПДВ) | тис.грн | 50 | 50 | - |
| Річний дохід | тис.грн | 20 000 | 60 000 | + 40 000 |
| Зміна повної річної собівартості | тис.грн | 4 321,82 | 2 772,36 | -1 549,46 |
| Річний прибуток | тис.грн | 15 678,18 | 57 227,64 | + 41 549,46 |
| Рентабельність продукції | % | 21,0 | 25,6 | + 4,6 |
| Витрати на 1 грн. виробленої продукції | грн. | 0,78 | 0,76 | - 0,02 |

Застосування запропонованої технології актуально з наступних причин:

1) підприємство, що починає діяльність по виробництву рибного кормового гідролізату з використанням ферментного препарату в декілька раз збільшує відсоток виходу готового продукту ніж підприємство з традиційною технологією за один і той же період часу. В свою чергу це дозволяє збільшити річний обсяг продукції та підвищити річний дохід виробництва.

2) якість продукції при використанні ферментного препарату вище, у порівнянні з традиційною технологією і більш підходить для продукції вищого ґатунку.

3) нова технологія відповідає вимогам щодо якості відповідної продукції СОТ та ЄС.

За результатами розрахунків виходить, що впровадження проектного варіанту в порівнянні з базовим дозволяє збільшити річний обсяг виробництва продукції на 800 т та збільшити річний дохід виробництва на 40 000 тис. грн.

При визначенні додаткового прибутку нами було встановлено, що при використанні проектного варіанту додатковий прибуток перевищує базовий і становить 41 549,46 тис. грн.

Враховуючи дані розрахунків можна зробити висновки про доцільність та економічну ефективність впровадження запропонованої технології виробництва РКГ.

# ВИСНОВКИ

В результаті тривалих досліджень нами було встановлено:

1. Хімічний склад шпрота (кільки) чорноморського (Sprattus phalericus), достатньо стабільний, з урахуванням природних сезонних коливань.

2. Встановлені режими ферментативної деградації високомолекулярних білкових речовин тканин чорноморської кільки ферментним препаратом Pronase E: pH 7-9, температура процесу - 55$^{o}$C, доза введеного в систему ферментного препарату - 70÷75 мг/100г, ступінь гідратації – 140%, тривалість автолізу – 120 хвилин.

3. Визначений хімічний склад ферментованого продукту, отриманого у встановлених режимах. Отриманий продукт містить близько 56÷58% у перерахунку на суху речовину азотистих речовин білкової природи, при цьому близько 89% всіх азотистих речовин складають низькомолекулярні пептиди і вільні амінокислоти.

4. Розроблено й обґрунтовано принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва рибного білкового концентрату.

5. Розраховано і показано технологічну, екологічну та економічну складові ефективності розробки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.Баль-Прилипко Л. В., Старкова Е. Р., Лебський С. О., Андрощук О. С. Актуальні проблеми рибопереробної галузі: монографія. Київ, 2018. 212 с.

Статті у наукових фахових виданнях України

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. Bal-Prylypko L. V., Lebskiy S. O., Lebskaya T. K., Menchinskaya A. A. A research on biologically active compounds from black sea grass crab palaemon 198 adspersus. International scientific and technical journal. 2019. № 3 (87). P. 21–25.

4. Баль-Прилипко Л. В., Лебська Т. К., Слободянюк Н. М., Лебський С. О. Спосіб отримання препарату колагенази та біологічно ефективних ліпідів із чорноморської трав'яної креветки palaemon adspersus: патент на корисну модель № 142275 України, МПК A61K 35/612 (2015.01), A23L 17/20 (2016/01), A23L 17/40 (2016/01), A23L 33/28 (2016/01). Заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України; u201911723; заявлено 09.12.2019; опубліковано 25.05.2020.

5. Годівля сільськогосподарських тварин / [Бомко В. С. , Бабенко С. П., Москалик О. Ю. та ін.]. – К., 2010. – 278 с.

6. Подпрятов Г.І., Скалецька Л.Ф., Духовська Т.М., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум. К., «Вища освіта», 2004

7. Подобєд Л.І., Курнаєв О.М. Питання заготівлі, зберігання та використання кормів в умовах інтенсивної технології виробництва молока. – Одеса: Друкарський дім, 2012. – 456 с.

8. Столярчук П.З., Півторак Я.І., Голодюк І.П. та ін. Заготівля кормів, нормована годівля тварин та профілактика аліментарних захворювань / Навч. посібник. – Львів: «Добрийдрук», 2011. – 288 с.

9. Рекомендації визначення потреби в кормах і розробка схеми Конвеєрного виробництва зелених кормів у Навчально-дослідному господарстві “Ворзель” Національного аграрного університету/ Уклад.: І.І. Ібатуллін та ін. – К., 2005 р. – 34 с
10. Чупріна, М.О. (2017). Проблеми і напрямки утилізації відходів в україні та світі. Актуальні проблеми економіки та управління, 11, 27-39. 2. E. Blair, Dickson K. (2021)
11. Microbial communities and their enzymes facilitate degradation of recalcitrant polymers in anaerobic digestion. Current Opinion in Microbiology, 64, 100-108.
12. КОВАЛЬ, Є., & СОЛОМОН, А. (2024). ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 339(4), 477-481.
13. Dubinina A.A., Khatskevych Yu.M., Popova T.M., Lenert S.O.Zahalnatekhnolohiiakharchovykhvyrobnytstv/ A.A.Dubinina, Yu.M.Khatskevych, T.M.Popova, S.O.Lenert.–Kharkiv: KhDUHT.–2016. –497p.
14. Raveendran S., Parameswaran B., Ummalyma S.B., Abraham A., Mathew A.K., Madhavan A., Rebello S., Pandey A. Applications of Microbial Enzymes in Food Industry. / S. Raveendran, B. Parameswaran, S. B. Ummalyma, A. Abraham, A. K. Mathew, A. Madhavan, S. Rebello, A.Pandey //Food Technol Biotechnol. –2018. – No56(1). –P. 16–30.DOI:10.17113/ftb.56.01.18.5491
15. Vohnivenko L.P., Shynkaruk M.V.Obgruntuvannia vykorystannia fermentnykh dobavok pry vyhotovlenni varenykh kovbas/ L.P.Vohnivenko, M.V.Shynkaruk //Tavriiskyi naukovyi visnyk DVNZ «KhDAU».–2020.–115.–pp. 144–148
16. Bal-Prylypko L., Kryzhova Yu., Harmash O. Vykorystannia fermentnykh preparativ pry vyrobnytstvi varenykh kovbas/ L.Bal-Prylypko, Yu.Kryzhova, O.Harmash //ProdovolchaindustriiaAPK.–2017.–5.–pp. 11–15.
17. Baggio E., Scopel B.C., RossetoM., Rigueto C.V.T., Dettmer A., BaldassoC.Transglutaminase effect on the gelatin-films properties/ E. Baggio, B. C. Scopel, M. Rosseto, C.V.T. Rigueto, A. Dettmer, C. Baldasso // Polymer

Bulletin. –2022. –No79(9). –P. 7347–7361.DOI:http://dx.doi.org/10.1007/s00289-021-03858-9.

18. Palvashova H., Nikitchina T.Vykorystannia pryiomiv biotekhnolohii dlia pidvyshchennia vykhodu soku z kapusty biloholovoi/ H.Palvashova, T.Nikitchina //Scientific Works.–2019.–82(2).–Pp. 80–88.DOI:https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i2.1170.
19. Bankar S.B., Bule M.V., Singhal R.S., Ananthanarayan L.Glucose oxidase: an overview/ S.B. Bankar, M.V. Bule, R.S. Singhal, L. Ananthanarayan // Biotechnology Advances. –2009. –No27(4). –P.489–501DOI:http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.04.003.
20. Sheiko T.V., Hutnikevych V.M., Khomichak L.M.Doslidzhennia vplyvu fermentnoho preparatu laminex-750 na yakist dyfuziinoho soku/ T.V.Sheiko, V.M.Hutnikevych, L.M.Khomichak //Prodovolchi resursy.–2022.–10(19).–pp.162–168.DOI:https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-18.
21. Danilova K., Oliinichuk S., Zavarzina O.Doslidzhennia dynamiky otsukriuvannia krokhmalevmisnoi syrovyny fermentnym preparatom hliukoamilazyv protsesi fermentatyvnoho hidrolizu / K.Danilova, S.Oliinichuk, O.Zavarzina //Prodovolchi resursy.–2022.–10(19).–pp. 72–80.DOI:https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-08.
22. Koshova V.M.,Mysiura T.H., Popova N.V.Vplyv fermentnykh preparativ na koloidnu stiikist pyva/ V.M.Koshova, T.H.Mysiura, N.V. Popova //Naukovi pratsi NUKhT.–2017.–23. –4.–pp. 127–132.
23. Atamanova A.A., Kolesnyk T.O., Andreieva O.A.Suchasni doslidzhennia vlastyvostei ta vykorystannia fermentiv/ A.A.Atamanova, T.O.Kolesnyk, O.A. Andreieva //Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu.–2020.–5.–pp. 257–263.
24. Kapreliants L.V.Fermentы v pyshchevыkh tekhnolohyiakh/ L.V.Kapreliants.–Odessa: Druk.–2009.–468p.
25. Danilova K.O., Oliinichuk C.T., Zavarzina O.S., KuznietsovaI.V., Hrushetskyi R.I., Hrinenko I.H. Doslidzhennia dynamiky aktyvnosti fermentnoho preparatuα-

amylase v protsesi rozridzhennia/ K.O.Danilova, C.T.Oliinichuk, O.S.Zavarzina, I.V.Kuznietsova, R.I.Hrushetskyi, I.H.Hrinenko // Prodovolchi resursy.–2022. –18.– pp. 61–69.DOI:https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-06.

26. Wang X., Pei D., Teng Y., Liang J.Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism/ X. Wang, D. Pei, Y. Teng, J. Liang // Journal of food science and technology. –2018. –No 55. –P. 389–398.DOI:https://doi.org/10.1007/s13197-017-2950-8.
27. Azizi S., Azizi M.H., Moogouei R., Rajaei P.The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread/ S. Azizi, M.H. Azizi, R. Moogouei, P. Rajaei // Food science & nutrition. –2020. –No 8(5). –P. 2373–2382.DOI:https://doi.org/10.1002/fsn3.1527.
28. Tebben L., Chen G., Tilley M., Li Y.Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties/ L. Tebben, G. Chen, M. Tilley, Y. Li // Journal of Food Science. –2020. –No 85(12). –P.4201–4208.DOI:https://doi.org/10.1111/1750-3841.15517.
29. Dahiya S., Bajaj B.K., Kumar A., Tiwari S.K., Singh B.A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making/ S. Dahiya, B.K. Bajaj, A. Kumar, S. K. Tiwari, B. Singh // Process Biochemistry. –2020. –No 99. –P. 290–306.DOI:https://doi.org/10.1016/j.procbio.2020.09.002.
30 .Minorova A.V., Rudakova T.V., Krushelnytska N.L., Moiseieva L.O., Narizhnyi S.A.Vykorystannia fermentno-bakterialnoi kompozytsii v biotekhnolohii bezlaktoznykh molochnykh produktiv na osnovi vtorynnoi molochnoi syrovyny/ A.V.Minorova, T.V.Rudakova, N.L.Krushelnytska, L.O.Moiseieva, S.A.Narizhnyi //Prodovolchi resursy.–2023.–11(21). –93–102.DOI:https://doi.org/10.31073/foodresources2023-21-09.
31. Basso A., Serban A.Industrial applications of immobilized enzymes –a review/A. Basso, A. Serban // Mol. Catal. –2019. –No 479. –110607. DOI:https://doi.org/10.1016/j.mcat.2019.110607.
32. Juers D.H., Matthews B.W., Huber R.E.β-galactosidase: Structure and function of an enzyme of historical and molecular biological importance/ D.H. Juers,

B.W. Matthews, R.E. Huber // Protein Sci. –2012. –No 21. –P.1792–1807. DOI:https://doi.org/10.1002/pro.2165.

33. Технологія переробки риби: навчальний посібник/ Баль-Прилипко Л.В., Менчинська А.А., Темніханов Ю.Д, Голембовська Н.В., Веретинська І.А. К.:ЦП «Компринт», 2017. 330 с.

34. Технологія переробки риби. Методи аналізу: навчальний посібник/ Слободянюк Н.М.,. Голембовська Н.В, Менчинська А.А, Андрощук О.С., Тулуб Д.О. К.:ЦП «Компринт», 2018. 300 с.

35. Технологія риби та морепродуктів: підручник/ Т.К Лебська., Л.В. Баль-Прилипко, Н.М. Слободяюк, Н.В. Голембовська., А.А., Менчинська, А.О. Іванюта. К.: Компринт, 2021, 312 с.

36. Технологія риби та морепродуктів: навчальний підручник/ Т.К. Лебська, Л.В. Баль-Прилипко, Н.М. Слободянюк, Н.В. Голембовська, А.А. Менчинська, А.О. Іванюта – Київ: НУБіП України, 2021. – 311 с.

37. Теоретичні та практичні основи комплексної переробки прісноводних видів риб внутрішніх водоймів України : монографія / Н. В. Голембовська, Н. М. Слободянюк, О. М. Очколяс ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ : Компринт, 2017. - 199 с.

38. Наукові основи технології комплексної переробки риби внутрішніх водоймів України: монографія / Н. М. Слободянюк [та ін.] ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ : Компринт, 2019. - 324 с

39. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / [Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич] - Одесса, 2006.– 400 с.

40. Домарецький В.А. Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій. Монографія / під ред. д-ра техн. наук, проф. В.А.Домарецького.-К.: Фенікс, 2014. – 740с

41. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: НПАОП 0.00-4.12-05. [Діючий від 2005-01-26]. К.: Основа, 2005. 31 с.

42. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці: НПАОП 0.00-6.23-92. [Діючий від 1992-08-21]. К.: Основа, 1992. 7 с.
43.Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій: НПАОП 0.00-4.02-07. [Діючий від 2007-05-21]. К.: Основа, 2007. 11 с.
44.Правила охорони праці для працівників берегових рибообробних підприємств: НПАОП 05.0-1.05-06. [Діючий від 2006-06-16]. К.: Основа, 2006. 21 с.
45.Перелік важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок: НАОП 0.03-8.08-93. [Діючий від 1994-03-30]. К.: Основа, 1994. 17 с.
46.Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам рибного господарства: НПАОП 05.0-3.03-06. – [Діючий від 2006-04-21]. – К.: Основа, 2006. – 19 с.
47.Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту: НПАОП 0.00-4.01-08. – [Діючий від 2008-03-24]. – К.: Основа, 2008. – 13 с.
48.Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці в галузі (харчові технології. К. Центр учбової літератури. 2018. 582 с.
49.Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці у рибному господарстві. К. Центр учбової літератури. 2016. 630 с.
50.Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці на рибооброблювальних підприємствах. К. Основа. 2009. 272 с.
51.Стан світового рибальства та аквакультури 2022. На шляху до блакитної трансформації. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/world-fisheries-aquaculture.html
52.Ярошевич Т., Пахолюк О. (2020). Ринок риби та морепродуктів України: проблеми та перспективи. Товарний вісник, 1 (13), 40-51. https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-04
53.Волхова Т. В., Голембовська Н. В. (2021). Стан та перспективи розвитку ринку риби в Україні. SWorld Journal, 7(1), 44-50.

54. Самофатова В.А., Демчук С.І. Сучасний стан та перспективи розвитку рибного господарства у внутрішніх водоймах України. Економіка харчової промисловості. 2015. № 2 (26). С. 6–12.