

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

## Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістра»

# ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБКИ ПАНЦИРА КРАБІВ У СКЛАДІ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ CRAB SHELL PRODUCTS IN COMPOUND FEEDS FOR SOME AQUACULTURE FACILITIES

Виконав: студент 2 курсу заочної форми навчання  
спеціальності 207 Водні біоресурси та аквакультура  
Освітньо-професійна програма Охорона, відтворення  
та раціональне використання гідробіоресурсів

Іоргачев Олександр Степанович  
(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к.г.н., доц., Соборова О.М.  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к.б.н., доц., Радіонов Д.Б.  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:  
Протокол засідання кафедри  
водних біоресурсів та аквакультури  
№ \_\_\_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2024 р.

Завідувачка кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис) БУРГАЗ Марина  
(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 7  
протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2024 р.

Оцінка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК  
\_\_\_\_\_  
(підпис) ГАЙДАШЕНКО Ірина  
(прізвище, ім'я)

Одеса 2024

## **Анотація**

# **ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБКИ ПАНЦИРА КРАБІВ У СКЛАДІ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ**

**Іоргачев О.С., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури**

Одним із найскладніших і найважливіших питань у годівлі риби є розробка рецептури комбікормів. Перспективним напрямком раціональної годівлі риб є використання різних добавок під час виробництва комбікормів, які покращували б механічні властивості корму, а також не чинили негативного впливу на організм риб. У зв'язку з цим на сучасному ринку кормової сировини звертають увагу на продукти переробки крабів та інших ракоподібних.

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у аналізі властивостей продуктів переробки панцира крабів у складі комбікормів для низки об'єктів рибориства та оцінка ефективності заміни частини рибного борошна і риб'ячого жиру на продукти глибокого перероблення крабів - борошно з крабів і крабового жиру в стартових і продукційних комбікормах для об'єктів аквакультури.

У кваліфікаційній роботі магістра розглянуто питання про рибоводно-біологічну ефективність комбікормів із хітиновмісними продуктами для осетрових, лососевих риб і коропа. В умовах сучасного промислового рибориства постає гостра необхідність розроблення та широкого застосування повноцінних штучних кормосумішей, які містять складний комплекс поживних і біологічно активних речовин, необхідних для нормального росту та життєдіяльності організму. В роботі детально проаналізовано фізіолого-біохімічну характеристику риб, вирощених на комбікормах із додаванням хітозана.

Кваліфікаційна робота магістра представлена на 67 сторінках і включає в себе 27 таблиць, 7 рисунків, 40 літературних джерел посилань.

*Ключові слова:* аквакультура, нетрадиційна сировина, риба, годівля корма, переробка.

**SUMMARY**  
**CRAB SHELL PRODUCTS IN COMPOUND FEEDS FOR SOME**  
**AQUACULTURE FACILITIES**

**Iorhachev O.S., Master of the Water bioresources and aquaculture  
department**

One of the most complex and important issues in fish feeding is the development of feed formulations. Physiological principles of feeding require that feeds contain the full range of nutrients necessary for the body. A promising area of rational fish feeding is the use of various additives in the production of feed that would improve the mechanical properties of the feed and not have a negative impact on the fish's body. In this regard, the modern market of feed raw materials pays attention to the products of processing crabs and other crustaceans. The use of feed containing deeply processed crab products will help improve fish rearing performance and reduce unproductive feed losses.

The purpose of the master's thesis is to analyze the properties of crab shell processing products in the composition of mixed fodders for a number of fish farming facilities and to evaluate the effectiveness of replacing part of the fish meal and fish oil with products of deep processing of crabs - crab meal and crab oil in starter and production mixed fodders for aquaculture facilities.

The master's thesis addresses the issue of the fishery and biological efficiency of feeds with chitin-containing products for sturgeon, salmon and carp. In the context of modern industrial fish farming, there is an urgent need to develop and widely use complete artificial feed mixtures containing a complex set of nutrients and biologically active substances necessary for normal growth and vital activity of the organism. The work analyzes in detail the physiological and biochemical characteristics of fish raised on feed with the addition of chitosan.

The master's thesis is presented on 67 pages and includes 27 tables, 7 figures, 40 references.

*Key words:* aquaculture, non-traditional raw materials, fish, feeding, processing.

## ЗМІСТ

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                           | 3  |
| 1 АДГЕЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПАНЦИРУ КРАБІВ.....                       | 5  |
| 1.1 Комбікорми для осетрових риб.....                                                 | 23 |
| 1.2 Комбікорми для коропа та прохідних лососевих риб.....                             | 26 |
| 1.3 Виробництво хітозана.....                                                         | 29 |
| 2 РИБОВОДНО-БІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПАНЦИРА КРАБІВ.....           | 32 |
| 2.1 Годівля осетрових риб ( <i>Acipenseridae</i> ) .....                              | 37 |
| 2.2 Годівля коропа ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....                                    | 43 |
| 2.3 Годівля лососевих риб ( <i>Salmonidae</i> ).....                                  | 44 |
| 3 ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РИБ, ВИРОЩЕНИХ НА КОМБІКОРМАХ ІЗ ХІТОЗАНОМ..... | 47 |
| 3.1 Осетрові риби ( <i>Acipenseridae</i> ) і лососеві риби ( <i>Salmonidae</i> )...   | 50 |
| 3.2 Короп ( <i>Cyprinidae</i> ).....                                                  | 53 |
| 3.3 Хітозан як лікувально-профілактичний засіб у рибних комбікормах.....              | 56 |
| ВИСНОВКИ .....                                                                        | 62 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....                                             | 64 |

## ВСТУП

Прогрес товарного рибництва можливий лише в поєднанні з глибокими знаннями основ годівлі об'єктів розведення. Рибні комбікорми, особливо ті, що містять досить велику кількість рибного борошна і жиру, мають недостатню міцність, тому частина поживних речовин корму вимивається агресивним водним середовищем і, як наслідок, знижується їхня біологічна дія.

Тому постає проблема підвищення водостійкості рибних кормів, які значною мірою піддаються руйнуванню не тільки у воді, а й також у процесі транспортування, зберігання та роздачі.

У зв'язку з цим на сучасному ринку кормової сировини звертають увагу на продукти переробки крабів та інших ракоподібних - крупку з панцирів крабів, хітин, хітозан.

В аквакультурі і, зокрема, при культивуванні риб, можливості застосування продуктів глибокої переробки ракоподібних вивчені недостатньо. Однак, адгезійні якості, біологічна активність та інші позитивні властивості сухих кормових продуктів із крабів дають змогу створити ефективні повноцінні гранульовані комбікорми для риб, які мають поліпшені фізико-механічні характеристики та поживні властивості.

Використання кормів, що містять продукти глибокої переробки крабів - борошно з крабів і крабовий жир, дасть змогу поліпшити рибоводно-біологічні та фізіологічні показники вирощування риб, знизити непродуктивні втрати кормів.

Одним із найскладніших і найважливіших питань у годівлі риби є розробка рецептури комбікормів. Фізіологічні принципи годівлі вимагають, щоб корми містили весь комплекс поживних речовин, необхідних для організму. Перспективним напрямком раціональної годівлі риб є використання різних добавок під час виробництва комбікормів, які

покращували б механічні властивості корму, а також не чинили негативного впливу на організм риб.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи є аналіз властивостей продуктів переробки панцира крабів у складі комбікормів для низки об'єктів рибориства та оцінка ефективності заміни частини рибного борошна і риб'ячого жиру на продукти глибокого перероблення крабів - борошно з крабів і крабового жиру в стартових і продукційних комбікормах для об'єктів аквакультури.

Для досягнення мети вирішувалися такі завдання:

- проаналізувати адгезійні властивості крупки з панцира крабів, хітозана та його композицій у комбікормах для осетрових, лососевих риб і коропа;
- проаналізувати рибоводно-біологічну ефективність комбікормів із хітиновмісними продуктами для осетрових, лососевих риб і коропа;
- проаналізувати фізіолого-біохімічну характеристику риб, вирощених на комбікормах із додаванням хітозана;
- проаналізувати лікувально-профілактичні властивості хітозана при утриманні риб у несприятливих умовах.

**Об'єктом дослідження** є продукти переробки панциря краба у складі комбікормів для об'єктів аквакультури

**Предмет дослідження** полягає в оцінці ефективності застосування продуктів глибокої переробки крабів у комбікормах для осетрових риб, лососевих риб та коропа.

## **1 АДГЕЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПАНЦИРУ КРАБІВ**

Для нормальної життєдіяльності риб у кормі має знаходитися комплекс поживних речовин у певній кількості та співвідношенні. Потреба риб у структурних елементах харчування залишається постійною і змінюється залежно від віку, розміру, статевої зрілості риб, гідрохімічних властивостей, температури води, і навіть від якісних особливостей самих поживних речовин корму [2].

У процесі обміну речовин чільне місце приділяється протеїну. Говорячи про харчову цінність білка, слід мати на увазі його амінокислотний склад. Спільними для всіх білків рослинного та тваринного походження є понад 20 амінокислот.

Засвоєння рибою білка залежить від солоності та температури води, зі збільшенням яких потреба у протеїні підвищується.

Перетравність протеїну основних рослинних кормів є максимальною при годівлі коропа арахісовим шротом, горохом, пшеницею та ячменем.

За використання повноцінних кормів, виготовлених у гранульованому вигляді, на 1 кг приросту риби потрібно 550-650 г протеїну.

Перевищення цього рівня свідчить про дисбаланс дієти та неповноцінність білка [1-2].

Основним джерелом енергії, що забезпечує низку фізіологічних функцій організму, є жир. До цього часу не існувало єдиної думки про оптимальну кількість жиру в рибних комбікормах. Раніше потребу риб у жирі обмежували невеликими величинами. В даний час кількість жиру в кормах для лососевих риб зросла з 14-16% до більш ніж 30%.

В останні роки з метою економії кормового протеїну та скорочення його витрат на енергетичний обмін комбікорму стали більшою мірою

забезпечувати жирами. Однак для визначення оптимальної жирності корму слід враховувати зв'язок між жиром та протеїном.

Нині під час переробки ракоподібних для отримання делікатесної продукції утворюється до 80% нехарчових відходів, що являють собою три фракції: хітин вмісну, білкову та ліпідну [3].

Хітин вмісна фракція (в основному представляється панцирами) слугує сировиною для отримання хітину і хітозана, що має адгезійні властивості у складі комбікормів для гідробіонтів. Крім цього, з крабових відходів можна отримати інші цінні продукти: крабове борошно, крабовий жир, натуральні пігменти та інші.

Рибне борошно основний компонент осетрових кормів. Воно є важливим джерелом незамінних амінокислот, жиру, кальцію, фосфору.

Протеїн рибного борошна максимально засвоюється рибами. Водночас воно є одним із найдорожчих компонентів кормів, у зв'язку з чим постійно ведеться пошук його дешевших і легкодоступних аналогів.

Крабове борошно за своїм хімічним складом дещо поступається крилевому борошну, оскільки на його виробництво використовуються окремі частини тушки. Порівняно з рибним борошном, у крабовому міститься дещо менша кількість протеїну, а рівень вуглеводів значно вищий.

Нині для вирощування осетрових розробляють рецептури комбікормів з урахуванням фізіологічної потреби цих риб в основних поживних і біологічно активних речовинах [6].

У зв'язку з тим, що амінокислотний склад крабового борошна бідніший, порівняно з рибним борошном, то рівень основних незамінних амінокислот у дослідних варіантах знижено, порівняно з контролем.

Найбільш недорогими та доступними джерелами енергії в кормах для риб є вуглеводи. Вуглеводний обмін у різних видів риб дещо відрізняється. Наприклад, лососеві найменш ефективно використовують вуглеводи. У гранульовані корми для райдужної форелі можна включати до 30-35%

вуглеводів, у тому числі 5-6% клітковини і постачати за їх рахунок до 20% енергії.

Якщо лососевими рибами комплекс сирової клітковини практично не перетравлюється, то у коропа розщеплення та всмоктування його відбувається досить інтенсивно.

Для нормальної життєдіяльності риба потребує комплексу мінеральних солей. Вважається, що ридам потрібно кальцій, фосфор, магній, калій, сірка, хлор, залізо, мідь, йод, марганець, кобальт, цинк, молібден, селен, хром, олово.

Для забезпечення потреби у поживних та біологічно активних речовинах у складі раціонів для риб використовують широкий набір кормових засобів. Кращі вітчизняні та зарубіжні рибні корми включають до 9-12 компонентів різної природи, за винятком добавок вітамінів, мінеральних солей та інших біологічно активних речовин [10-15].

Непоганим джерелом тваринного білка є м'ясо-кісткове борошно. У ній міститься багато незамінних амінокислот, особливо аргініну та гістидину. Разом з тим наявність великої кількості жиру, представленого в основному граничними жирними кислотами, обмежує можливість її використання в рибних кормах, в яких рівень цього борошна зазвичай не перевищує 10%.

У невеликих дозах може бути використана в кормах для лососевих риб кров'яне борошно, яке має позитивну дію, стимулюючи харчову реакцію риб. Поживна цінність кров'яного борошна невелика через дисбалансованість по амінокислотному складу [3-6].

Ефективними інгредієнтами кормосумішей для риб, особливо молоді, є продукти молочного виробництва, з яких найбільш доступні сухий обіг і сухе знежирене молоко, які є джерелом добре збалансованого білка і легко доступних вуглеводів, а також вітамінів групи В.

*Нетрадиційні види кормової сировини для риб.* Внаслідок підвищення цін та зростання дефіциту основних видів сировини при виробництві рибних

кормів виникла необхідність розширення асортименту кормових засобів, який дуже швидко став досить різноманітним [3-10].

Серед них високобілкові кормові продукти - різні відходи рибної, м'ясопереробної промисловості, продукти мікробного синтезу, шроти і макухи з рівнем протеїну понад 20%. При переробці відходів виробництва філе кальмарів, наприклад, отримані борошно та жир, які використовують у складі комбікормів для форелі [2-8].

Важливими джерелами нетрадиційної кормової сировини в рибництві є відходи консервної, шкіряної, фармацевтичної та частково масложирової промисловості - борошно з відходів зеленого горошку, томатів, кабачків, яблук, винограду.

Замінниками рибного борошна в кормах можуть стати як тваринні, так і рослинні джерела протеїну. Одним із таких джерел білка можуть стати продукти переробки ракоподібних, наприклад борошно з крабів.

Борошно з крабів - порошок рожевого кольору, сипучий, неоднорідний, що являє собою суміш органічних компонентів різної густини (частинок м'якої органіки і крабового панцира), з крабовим характерним крабовим запахом, без ознак окислення жиру, що містить повний набір необхідних поживних речовин [5].

Енергетична цінність продукту становить 10,3 МДж/кг, у дослідях використовували партію з кислотним числом - 30,2 мг КОН, перекисне - 0,14%.

У борошні з крабів міститься значна кількість каротиноидних пігментів, загальна кількість яких близько 4000 мг%.

Каротиноїди дають поштовх у рості та покращують рибницько-біологічні та фізіологічні показники.

Крабовий жир являє собою маслянисту плинну рідину, коричнево-оранжевого кольору з характерним гострим запахом ракоподібних. Він є ліпідним продуктом із незначним вмістом білків і мінеральних солей,

насичений фосфоліпідами, частка яких (за даними аналізів зразків різних партій) змінюється від 22 до 30% від суми загальних ліпідів [7].

Перекисне і кислотне числа дослідної партії крабового жиру склали, відповідно, до 30,4 і до 0,95 % мг КОН відповідно.

Борошно, що отримується з відходів шкіряних підприємств, із вмістом білка понад 50 % наближається за кормовими перевагами до м'ясо-кісткової та рибної.

Використання в кормах для коропа нетрадиційних кормових засобів (відходів консервної та харчової промисловості) сприятливо впливає на активність травних ферментів без помітних впливів дослідних кормів на обмін речовин, імунні якості та хімічний склад м'язової тканини [10].

Значного інтересу в даний час набуває застосування різних біологічно активних препаратів і кормових добавок, що підвищують виживання, прискорюють зростання риби, покращують товарні її якості, мають лікувально-профілактичний ефект, покращують фізико-механічні властивості кормів, завдяки чому досягається рибоводно-біологічний ефект.

Сирий білок у панцирах ракоподібних, таких як панцир креветки (27,23%), панцир краба (25,98%) і панцир омара (23,24%), є індикатором того, що відходи ракоподібних можна використовувати як основний допоміжний корм у промисловості [12-16].

Астаксантин із групи каротиноїдів є найбільш важливою властивістю відходів ракоподібних, що може забезпечити червоний колірний пігмент, а також виступає як попередник для механізму утворення вітамінів.

Астаксантин - це природне джерело, яке може стати вторинним джерелом білка риби, а також замінити синтетичні барвники, що використовуються сьогодні, на натуральні пігментні барвники для декоративних риб, які забезпечують химерні кольори шкіри, що може підвищити ринкову вартість [11-18].

Екстракти з відходів ракоподібних також можуть бути корисними для фармацевтичної промисловості, наприклад, стати джерелом косметики і

добавок для здоров'я. Астаксантин, що міститься у відходах ракоподібних, також сприяє зміцненню імунної системи і містить велику кількість антиоксидантів. Натуральні екстракти астаксантину також мають потенціал як альтернативне джерело кольору, який може замінити синтетичні барвники в кормах для декорацій та інших тварин.

Експлуатація морепродуктів та рибної промисловості протягом останніх десятиліть призвела до утворення великої кількості відходів та побічних продуктів, що становить від 6 до 8 мільйонів тон відходів ракоподібних щороку, хоча лише деякі їстівні частини цих ракоподібних, такі як краби, креветки та омари, можуть бути використані в якості їстівних морепродуктів.

Відходи ракоподібних з голів та панцирів можуть містити високий вміст білка (20-50%), хітину (25-35%), ліпідів (0,2-17%), а також мінералів (15-35%) та пігментів [16-20].

Сьогодні хітин і хітозан, що містяться у відходах ракоподібних, є дуже корисними як антиоксидантні та антимікробні джерела в біологічних механізмах. Крім того, ці компоненти також використовуються як додаткові властивості у складі харчових продуктів для покращення терміну придатності, безпеки та якості.

Панцирі та хвостові відходи ракоподібних містять білки, ліпіди, хітин, хітозан і каротиноїди. Ці властивості багаті на антимікробні та антиоксидантні речовини, які можуть бути використані для покращення безпеки, якості та терміну зберігання продуктів харчування [6].

Білок та амінокислоти у відходах ракоподібних становлять 20-40%. Високий вміст білка в цих відходах зробив цей інгредієнт потенційним інгредієнтом для кормів для риб, худоби та птиці завдяки високому вмісту незамінних амінокислот, які можуть замінити соєвий шрот. Голова креветки містить 50-65% сухої речовини білка та амінокислот, тоді як панцир омара містить 10-40% білка, що вказує на її важливість як заміниці в кормах для тварин [7].

Гліцин, глютамінова кислота, аргінін та аланін - амінокислоти, що містяться у відходах ракоподібних, а з відходів креветок виробляють високопоживні білкові гідролізати, які можна отримати шляхом застосування хімічних речовин, мікробіологічної ферментації та комерційних ферментів. Білкові гідролізати з креветок були використані в різних типах їстівних харчових продуктів, таких як печиво та хліб, тоді як білок та гідролізати використовувались як емульгатор (фармацевтика), запобігання окисленню ліпідів (харчові продукти) та продовження терміну придатності косметичних засобів [9].

Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) - це біологічно активні компоненти, витягнуті з ракоподібних, відомі як джерело омега-3, що приносить користь здоров'ю. Відходи голови норвезького омара містять високий вміст ЕПК (15%) і ДГК (8,3%) загальних нейтральних ліпідів порівняно з олією криля (*Euphasia superba*), яка містить 4,3% ЕПК і 2,3% ДГК.

Чудовим джерелом ліпідів з високим вмістом ПНЖК є цефалоторакс і гепатопанкреас, отримані з продуктів з ракоподібних, які можна екстрагувати за допомогою мікрохвильової, ультразвукової екстракції та екстракції надкритичною рідиною, оскільки ці методи є екологічно чистими і використовують менш токсичні хімічні сполуки [20].

Хітин та його похідні 15-40% хітину було знайдено у відходах ракоподібних. Хітин також слугує другим біополімером, який є найпоширенішим природним джерелом після целюлози. Хітин - це полісахариди без запаху і смаку, подібні до целюлози, з високогідрофобною сполукою, білого або жовтуватого кольору [19].

Хітин можна отримати з екзоскелетів членистоногих, таких як комахи, ракоподібні, павукоподібні та молюски. Однак основним природним джерелом хітину є відходи панцирів крабів, креветок і омарів. Хітин може перетворюватися на хітозан шляхом часткового хімічного або ферментативного деацетилювання.

Хітозан є похідним продуктом від хітину, який походить з природних ресурсів і є основним джерелом відходів ракоподібних. Хітозан (N-деацетильований) містить кополімери D-глюкозаміну та N-ацетил-D-глюкозаміну, пов'язані  $\beta(1,4)$ -глікозидними зв'язками [8-10].

Хітозан біологічно розкладається, нетоксичний і біокомпактний. Хітин та його похідні використовуються для виготовлення контактних лінз, засобів для догляду за шкірою, волоссям та ротовою порожниною (косметика), пребіотичних інгредієнтів (сільське господарство), а також як бар'єр для запобігання псуванню харчових продуктів [22].

У середовищі існування ракоподібних вони накопичують каротиноїди для підвищення антиоксидантної та фотозахисної активності. Ракоподібні також можуть перетворювати  $\beta$ -каротин на астаксантин і накопичувати цей компонент у панцирі, покривах, яйцях та яєчниках. Астаксантин є найважливішим пігментом і надає перевагу ракоподібним, оскільки він може зв'язуватися з білком, утворюючи каротиноїдно-білковий комплекс або «крастаціанін» для маскування, наприклад, червоного, синього та фіолетового кольору [21].

Крастаціанін діє як фоторецептор, а також захищає панцир від шкідливого впливу світла. Астаксантин у цих тварин використовується для запобігання окислювальному стресу і діє як антиоксидант. Астаксантин у складі каротиноїдів використовується в промисловості як натуральний харчовий барвник, барвник для косметичних продуктів та кормових добавок в аквакультурі.

Каротиноїди поділяються на дві групи: ксантофіли (які містять кисень) і каротин (чистий вуглеводень без кисню). Обидві групи каротиноїдів сьогодні застосовуються в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості.

Каротин складається з  $\alpha$ -каротину,  $\beta$ -каротину та лікопіну (вуглеводню), тоді як ксантофіли містять астаксантин, лютеїн, зеаксантин, фукоксантин та перидинін. Астаксантин має до 10 разів більшу

антиоксидантну активність порівняно з зеаксантином, лютеїном,  $\beta$ -каротином і кантаксантином і в 100 разів більшу, ніж  $\alpha$ -токоферол [16-25].

Ксантофіли містять атоми кисню у вигляді гідроксильних, карбонільних, альдегідних, епоксидних, карбоксильних та фураноксидних сполук. Жирні кислоти, складні ефіри, глікозиди, білкові комплекси та сульфати також присутні в деяких ксантофілах.

Для екстракції астаксантину використовують органічні розчинники, такі як метанол, етанол, гексан, петролейний ефір, хлороформ та ацетон. Здатність цих розчинників до екстракції ґрунтується на їх полярних і неполярних характеристиках [2-4]. Цей метод з використанням ацетону (полярна молекула) має потенціал для вилучення найвищого виходу каротиноїдів з рожевих креветок, оскільки ацетон містить карбонільну групу ( $C=O$ ) і дві метильні групи ( $-CH_3$ ).

Астаксантин відіграє основну роль як протираковий, протизапальний, проти діабетичний, імуномодуючий засіб, включаючи нейропротекторний ефект. Особлива характеристика астаксантину, що походить від гідроксильної групи ( $-OH$ ) та кето ( $C=O$ ), може покращити його високу антиоксидантну активність [6].

Основна основа «антиоксидантної ролі» полягає в тому, що астаксантин поглинає активні форми кисню (АФК), які утворюються в організмі. АФК можуть пошкоджувати біологічні молекули і є дуже чутливими до імунної системи, в якій АФК виробляються і активуються при виникненні інфекції.

АФК генеруються лімфоцитами для боротьби з патогенами, макрофагами та нейтрофілами для фагоцитозу. АФК можуть бути потенційно шкідливими для організму, оскільки підвищують рівень імунної системи.

Неперероблені 50-70% панцирів, голів і хвостів ракоподібних можуть бути хорошим джерелом астаксантину. Поживні речовини, що містяться у відходах ракоподібних, виявилися корисними як їстівна їжа і додатковий корм для тваринництва та рибництва, оскільки вони можуть замінити

синтетичні барвники, що використовуються сьогодні, на природні пігменти, особливо для декоративних риб [3-6].

Природний астаксантин також може бути використаний для покращення кольору шкіри риби, що, в свою чергу, може підвищити її ринкову вартість. Це також дає переваги фармацевтичній промисловості, наприклад, косметиці та харчовим добавкам, оскільки астаксантин має поживну цінність для зміцнення імунної системи і містить високі антиоксидантні властивості для живих тварин, оскільки людина, а також худоба і риба не можуть виробляти антиоксиданти.

Відходи ракоподібних слід утилізувати шляхом вилучення корисних компонентів, щоб зробити прорив у розробці раціонів підвищеної дієти. Відходи ракоподібних рибної промисловості складають близько 70% від загального обсягу вилову ракоподібних, і ці відходи становлять небезпеку для навколишнього середовища через необроблену утилізацію [20-22].

Хоча вони багаті на білок, хітин і кальцій, їх можна використовувати для виробництва матеріалів з високою доданою вартістю, якщо переробляти їх належним чином. Відходи панцирів морських ракоподібних є одним з основних джерел природного біополімеру - хітину в багатьох похідних, які будуть використовуватися в медицині, фармацевтиці та очищенні води.

Крабове борошно є побічним продуктом, отриманим в результаті переробки крабів, наприклад, консервування та заморожування. Залежно від методу переробки та виду крабів утворюється близько 60-80% крабових відходів, які складаються з панцирів, нутрощів та м'яса. Ці відходи можуть бути використані як корм для тварин, особливо для риб [1-2].

Безпосередній склад крабів варіюється від виду до виду. Червоний краб містить 32% білка, 36% золи, 8% ліпідів, 11% хітину, а високо ненасичені жирні кислоти становлять від 36 до 48%. Хімічний склад крабового борошна містить 31,4% сирого протеїну, 10,5% сирі клітковини, 2% ефірного екстракту і 40,8% золи.

Хімічний склад королівського крабового борошна складається з сирого протеїну від 36 до 48%, ефірного екстракту від 1,4 до 4,2%, золи від 31,7 до 41,3% і хітину від 17,6 до 17,9% [1-4].

Хімічний склад крабового борошна складається з сирого протеїну 32,2%, сирого жиру 2,8%, золи 39,4%, сирої клітковини 10,6% і без азотистого екстракту 7,7% [3].

Концентрат крабового протеїну містить 60,5% сирого протеїну, 0,4% сирого жиру і 6,1% золи. Зазвичай крабове борошно містить 50% золи, яка складається в основному з карбонату кальцію з хітином 20%, сирого протеїну 25% і ліпідів <2%.

Райдужна форель, яку годують розробленим раціоном, що містив 20% червоного крабового борошна, мала чіткий червоний райдужний стейк на тілі та рожеву м'якоть, що свідчить про те, що крабове борошно можна ефективно використовувати як джерело каротиноїдів у її раціоні [3-8].

Аналогічно, каротиноїди, отримані з червоного краба (*Pleuroncodes planipes*) у кількості від 6 до 9 % у раціоні кижуча (*Oncorhynchus kisutch*), показали, що риби мають хороше або відмінне забарвлення і пігментацію після 120 днів вирощування.

*Адгезійні властивості хітозана.* Фізико-хімічних показників якості гранульованих кормів із введенням продуктів переробки ракоподібних проводять на кормах, виготовлених у лабораторних умовах методом вологого пресування, і на пілотній установці, що моделює технологію промислового кормо виробництва [2-9].

До складу кормів входять також соєвий шрот, пшениця, сухе молоко, дріжджі, риба'ятий жир і вітамінний премікс.

Оцінку фізико-механічних показників якості гранул із введенням хітозанвмісних препаратів проводять за стандартними методиками.

Однією із таких добавок до продукційних кормів для риб є цеоліти. Здатність цеолітових мінералів до виборчої сорбції, іонообмінні,

молекулярно-ситові та каталітичні властивості послужили основою для їх використання в годуванні тварин.

Цеоліти підвищують активність та стабільність шлунково-кишкового тракту та здатні сорбувати деякі мікроорганізми, виводити з травної системи токсини, важкі метали, іони амонію [28].

Водночас у працях практично всіх авторів використання цеолітів у комбікормах для риб оцінюється неоднозначно. У зв'язку з цим необхідні подальші дослідження у цьому напрямку щодо уточнення умов годівлі, складу комбікормів для різновікових риб.

Дуже важливу роль у годівлі риб грають каротиноїди. Не синтезуючись в організмі тварин, вони мають надходити з їжею. Дефіцит їх у раціонах лососевих викликає знебарвлення тканин, позбавляючи привабливості товарної продукції [6-12].

Особливе і цілком очевидно дуже важливе місце у підвищенні ефективності виробництва кормів та годівлі риби займають кормові добавки, що стимулюють взяття та споживання корму. У зв'язку з цим цікавий підходи, пов'язані з привабливістю кормів для риб.

Зокрема американська компанія "Bio-Oregon Inc" представила новий стартовий корм для личинок лосося та форелі. Користь його для риб, що перейшли на зовнішнє харчування, полягає в тому, що кожна частка корму має присмак свіжого рибного гідролізату і крильового борошна. Це дозволяє личинкам охочіше брати корм і поступово ефективно зростати [10-15].

Особливу увагу приділяють введенню в корми атрактантів та стимуляторів, наявність яких забезпечують за рахунок комбінації борошна з ракоподібних (в основному з морських та прісноводних креветок), крильового борошна, борошна з кальмару та різних комбінацій амінокислот.

Смакова система лососевих риб чутлива до найрізноманітніших речовин - солей, кислот, амінокислот та багатьох інших речовин. Глутамінова кислота сприяє підвищенню смакової привабливості комбікорму для осетрових риб.

Серед сучасних способів технологічної обробки сировини перед включенням до комбікорму або при їх виготовленні особливе місце займає екструзія, при якій сировина піддається одночасному впливу підвищеної температури, тиску та вологи [12].

Одним із напрямків покращення фізико-механічних властивостей кормів в останні кілька років стає використання хітину, хітозану та їх похідних.

Пошук нових методів, що підвищують водостійкість та знижують руйнівність оформлених частинок корму, привів до дослідження з цією метою крупки з панцира крабів, хітину, хітозану та його похідних, які знайшли раніше практичне застосування у паперовій, текстильній, харчовій галузях, агропромисловому комплексі, медицині, біотехнології. Косметиці.

За поширеністю у живій природі хітин посідає друге місце після целюлози. В даний час найбільшою мірою вирішено проблеми використання хітозану в харчовій промисловості, сільському господарстві, парфумерно-косметичній промисловості. Області його застосування постійно розширюються [22-28].

Корми, за загальним визнанням рибоводів, є найдорожчим ресурсом у рибогосподарських операціях і становить близько 70% собівартості продукції.

Висока вартість кормів для риб пов'язана з включенням до їх складу рибного борошна як основного джерела протеїну. Рибне борошно включають до складу рибних кормів через його високу біологічної цінності та відмінної якості білка та смакові якості [1].

З метою знизити високу вартість рибного борошна без негативного впливу на якість корму, спрямованих на повну заміну рибного борошна або частково іншими недорогими альтернативними та якісними джерелами білка. Важливим джерелом тваринного білка, який може замінити рибне борошно в рибних раціонах, є краб, сімейство *Oscypodida*.

Цей краб зустрічається в приливно-відливній зоні нігерійського узбережжя. Він живе в норах і є досить численним. Цей вид містить 31,21% СР, 2,4% ліпідів, 4,98% сирової клітковини, 43,5% золи та вміст органічних речовин 56,5% [6].

Традиційні технології з використанням органічних і неорганічних розчинників для вилучення біопродуктів ракоподібних, таких як астаксантин, можуть бути дорогими і негнучкими, а також спричиняти структурні зміни в цінних сполуках, що призводить до втрати функціональності або зниження поживної цінності. Перспективною альтернативою для вилучення астаксантину є використання харчових олій, оскільки астаксантин є олієрозчинним. Харчові олії можуть також захищати пігмент від окислення і слугувати носієм пігменту та джерелом енергії в кормах для аквакультури [7].

Однак попередні дослідження з використанням альтернативних рослинних олій показали нижчий вихід каротиноїдів з відходів переробки ракоподібних, ніж при використанні органічних розчинників, що може бути пов'язано з високою в'язкістю рослинних олій, що призводить до меншої дифузійної здатності, і вказує на відсутність комплексних досліджень щодо ефективних методів екстракції та оптимізації умов переробки з використанням розчинників на основі рослинних олій [12].

Одним з найбільш масових об'єктів, що легко добуваються, є рачок-бокоплав *Gammarus (Rivulogammarus) Lacustris Sars*. Розроблено спосіб ресурсозберігаючої переробки панцирвмісних відходів виробництва краба, заснований на обробці сировини комплексним препаратом травних ферментів, отриманих фракціонуванням гепатопанкреасу камчатського краба. Водночас відомо, що панцирі ракоподібних є досить дорогою сировиною [16]. В даний час властивості хітозану як біологічно активного препарату широко використовуються як у нашій країні, так і за кордоном.

Корми з хітозаном не токсичні, хімічний склад не виявляє значних відмінностей від контрольного стартового корму, доступність білка кормів з

хітозаном до гідролізу дещо перевищує цей показник порівняно з контрольним варіантом [18].

Поїдання плаваючого корму дуже хороша, майже без втрат, тоді як втрати корму в контролі становили від 50 до 75%. Приріст мальків на кормі з хітозаном був на 20% вищим, ніж у контролі, виживання зросла майже на 12%. Використання дослідного корму не призвело до порушення ліпідного та білкового обміну у риб: вміст жиру та білка не виявило відмінностей у риб на різних дієтах. Для оцінки адгезійних якостей комбікормів, що містять борошно з крабів, перевіряють на їх водостійкість, набрякання та крихкість (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Схема адгезійних властивостей продуктів переробки панциру крабів

Таким чином, введення в стандартну рецептуру корму 0,5% хітозана покращує показники плавучості та швидкості занурення більш ніж на 50%. Модифіковані рецептури корму не токсичні, екологічно чисті, не погіршують рибоводно-біологічні показники, забезпечують скорочення витрати кормів на 50-75%. За рахунок кращої поїдання корму збільшується приріст, знижується смертність [1-5].

Відомо, що хітин і хітозан, будучи нетоксичними і нешкідливими, мають структуроутворюючі властивості. Тому для аквакультури є важливим те, що він може бути сполучною речовиною, що підвищує водостійкість і міцність гранульованих кормів, при цьому застосовують розчини хітозана в кислотах, тоді як промислова технологія виробництва рибних комбікормів передбачає введення компонентів у сухому вигляді [6].

Широко впроваджуються методи отримання високобілкових кормів шляхом їх промислового біосинтезу за допомогою нижчих автотрофних організмів - дріжджів. Дріжджі мають високу поживність і велику перспективність використання протеїну одноклітинних у практиці кормо виробництва.

Забезпечення доброякісними кормами - одне з головних завдань за інтенсивних методів ведення рибництва. При цьому велику увагу слід приділяти санітарній якості кормів, що знижується внаслідок порушення технології кормо виробництва та умов зберігання, що сприяє забрудненню їх мікроорганізмами та продуктами їхнього метаболізму [8].

Включення до складу рибних комбікормів нетрадиційної сировини, до якої можна віднести крабове борошно, передбачає проведення аналіз якісних характеристик, передбачених нормативною документацією. При виготовленні кормів для риб важливими є низка фізико-хімічних показників: водостійкість і крихкість гранул.

Найчастіше для поліпшення цих показників використовують спеціальні сполучні речовини, проте їх використання може бути обмежене негативним

впливом на ріст риб. Продукти переробки ракоподібних мають здатність зв'язувати компоненти комбікорму між собою [12].

Протягом останніх двох десятиліть в Україні розроблено досить ефективні рецептури стартових та продукційних кормів для різних видів та вікових груп риб [4].

Водночас якість їх не завжди відповідає вимогам рибництва через незадовільні фізико-механічні характеристики, такі як показники водостійкості та крихкості гранул.

Як сполучний препарат у складі рибних комбікормів значний інтерес становлять хітовмістні композиції, тобто комбінації хітозана з такими речовинами, які можуть посилити його адгезійний ефект [30].

У складі панцира міститься значна кількість білків, золи та хітину (табл. 1.1), що визначає його поживні та фізико-механічні властивості.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад меленого панцира краба, %

| Показники                     | Виготовлення продукту |      |
|-------------------------------|-----------------------|------|
| Волога                        | 9,0                   | 10,0 |
| Білок                         | 37,4                  | 37,1 |
| Зола                          | 28,3                  | 27,2 |
| Жир                           | 0,3                   | 0,5  |
| Хітин                         | 24,0                  | 25,0 |
| Каратиноїди (загальний зміст) | 0,02                  | 0,03 |

До мінеральної частини панцира крабів входить значна кількість макроелементів, які відіграють важливу роль обміні речовин, зокрема фосфор, кальцій, залізо, магній, калій (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Хімічний склад меленого панцира краба, %

| Показники | Виготовлення продукту |       |
|-----------|-----------------------|-------|
| Натрій    | 2,8                   | 5,7   |
| Магній    | 2,2                   | 1,5   |
| Кремній   | 0,1                   | 0,6   |
| Фосфор    | 7,8                   | 4,7   |
| Сірка     | 1,4                   | 3,5   |
| Хлор      | 7,8                   | 18,0  |
| Калій     | 1,4                   | 4,0   |
| Кальцій   | 73,0                  | 59,0  |
| Залізо    | 0,14                  | -     |
| Бром      | 0,75                  | 0,84  |
| Стронцій  | 2,4                   | -     |
| Всього    | 99,79                 | 97,84 |

Використовують різні види обладнання для розмелювання (подрібнення) панцирів крабів, розсіювання компонентів, змішування (виготовлення) композицій хітозану (КХ) – дезінтегратори, вібромлини, кульові млини, вібраційні просіювачі [13-18].

Щоб уникнути деградації пігментів, проводять пряму екстракцію пігментів за допомогою рослинних олій з відходів переробки крабів перед екстракцією білка та хітину [4].

При виготовленні партій КХ подрібнення хітозану здійснюється на дезінтегратор Д-30 з тониною помелу компонентів композиції не більше 100 мк (залишок на ситі 5%) [6].

Усього використовують понад 10 різних видів КХ, основні з яких представлені в таблиці 1.3, а також крупка з панцирів крабів (КПК), у складі

кормів у різних поєднаннях та концентраціях при різних режимах виробництва [10-12].

Таблиця 1.3 – Перелік основних препаратів, що містять хітозан

| Найменування                              | Шифр    |
|-------------------------------------------|---------|
| Високомолекулярний хітозан                | KX-008B |
| Низькомолекулярний хітозан                | KX-007H |
| Композиція KX - 008B та органічних кислот | KДВ-01  |
| Композиція KX - 008B та амінокислот       | KX-13   |
| Композиція KX - 13 та соєвого шроту       | KX-18   |
| Високомолекулярний хітозан                | KX-008B |

Фізико-хімічні показники якості гранульованих кормів із запровадженням продуктів переробки ракоподібних проводяться на кормах, виготовлених у лабораторних умовах методом вологого пресування, що моделює технологію промислового кормо виробництва [3].

### 1.1 Комбікорми для осетрових риб

Основною вихідною сировиною для отримання хітину та хітозану є панцир крабів. Даний продукт сприяє значному поліпшенню міцності комбікормів для осетрових риб, причому його адгезійна дія зростає зі збільшенням його кількості в рецептурі з 5 до 20% [4-8].

При додаванні до корму 5% КПК його властивості практично не змінюються, підвищення рівня введення до 10% призводить до збільшення водостійкості гранул на 44%, при максимальному введенні КПК (20%) – на 68% [12]. Адекватним чином крихтість гранул знижується відповідно на 32

і 47%. Характерно, що показник водостійкості контрольного корму (без КПК) відповідає нормативному значенню (20 хв.), тоді як включення 10 і 20% КПК забезпечує дотримання діючих технічних умов осетрові комбікорми (рис. 1.2).



Рис. 1.2 – Показники якості гранул осетрового комбікорму з КПК

Максимальна ефективність хітозану обох видів при додаванні в корм у кількості 0,25%. Крихкість знизилася в 1,4-1,5 рази, а водостійкість зросла в 1,3-1,5 рази [16-20].

Збільшені з кожним роком обсяги світових потреб у хітині та хітозану обумовлюють необхідність вирішення питання щодо розширення сировинних джерел отримання цих біополімерів [10].

Як зниження, так і збільшення концентрації КДВ-01 у кормі призводить до погіршення показників якості гранул порівняно з оптимальним варіантом, хоча вони залишаються вищими, ніж у контролі [22].

Високомолекулярний хітозан має більш сильну сполучну дію, ніж низькомолекулярний, незалежно від рівня введення в корми (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Показники якості гранульованого корму для осетрових риб з додаванням високо- та низькомолекулярного хітозану

| Показники                    | Кількість хітозану в кормі, %         |                                       |                                       | Контроль<br>(без хітозану) |
|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|                              | 0,05                                  | 0,25                                  | 0,5                                   |                            |
| Крихтість<br>гранул, %       | $\frac{2,01 \pm 0,12}{2,10 \pm 0,09}$ | $\frac{1,61 \pm 0,10}{1,70 \pm 0,07}$ | $\frac{1,83 \pm 0,09}{2,10 \pm 0,14}$ | 2,44±0,16                  |
| % до контролю                | $\frac{83}{86}$                       | $\frac{66}{70}$                       | $\frac{75}{86}$                       | 100                        |
| Водостійкість<br>гранул, хв. | $\frac{23,3 \pm 0,9}{22,0 \pm 1,0}$   | $\frac{31,0 \pm 0,9}{26,1 \pm 0,8}$   | $\frac{25,5 \pm 1,0}{21,9 \pm 1,0}$   | 20,4±0,9                   |
| % до контролю                | $\frac{114}{108}$                     | $\frac{152}{128}$                     | $\frac{125}{107}$                     | 100                        |

Добавка в корм КДВ-01 у кількості 0,5%, що еквівалентно вмісту в кормі 0,25% чистого високомолекулярного хітозану, ще більшою мірою покращила показники міцності гранул, ніж введення одного хітозану (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Показники гранульованого корму для осетрових риб з додаванням КДВ-01

| Показники                    | Кількість хітозану в кормі, % |           |           | Контроль<br>(без хітозану) |
|------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|
|                              | 0,1                           | 0,5       | 1,0       |                            |
| Крихтість<br>гранул, %       | 1,87±0,17                     | 1,60±0,09 | 1,93±0,07 | 2,75±0,14                  |
| % до контролю                | 68                            | 58        | 70        | 100                        |
| Водостійкість<br>гранул, хв. | 28,0±1,1                      | 37,3±1,0  | 30,6±1,1  | 22,2±1,1                   |
| % до контролю                | 126                           | 168       | 138       | 100                        |

Однак у зв'язку з подразнювальною дією органічних кислот на травний тракт риб у складі композиції хітозану їх замінюють на амінокислоти, більш природні для живих організмів. Для цього було розроблюють та виготовляють нову композицію хітозану КХ-13, що містить комплекс високомолекулярного хітозану з глютаміновою кислотою та метіоніном [14-19].

Адгезійна дія нової композиції виявляється практично такою ж, як і КДВ-01. Крихкість гранул за додавання в корм 0,5 % КХ-13 (величини оптимальної аналогічно до серії дослідів із КДВ-01) була нижчою, ніж у контролі, на 54-61 %, а водостійкість на 64-72 % вищою [2-6].

## **1.2 Комбікорми для коропа та прохідних лососевих риб**

Ці комбікорми також, як і для осетрових риб, потребують збільшення міцності. Якщо основними матеріалами осетрових кормів, що руйнуються, є рибне борошно і риб'ячий жир, то в коропових кормах компонентами, що перешкоджають отриманню гранул високої міцності, є продукти з підвищеним вмістом клітковини - соняшниковий шрот, висівки, ячмінь, рівень введення яких досить високий (сумарний близько 50%) [2-8].

Ефективними інгредієнтами кормосумішей для риб, особливо молоді, є продукти молочного виробництва, з яких найдоступнішими є сухий обіг і сухе знежирене молоко, що слугують джерелом добре збалансованого білка і легко доступних вуглеводів, а також вітамінів групи В [4-8].

У зв'язку з цим ефективність включення основних апробованих раніше на осетрових рибах, композицій хітозану, коропових комбікормів, які виготовляють на лабораторному устаткуванні і на пілотній установці. Одночасно має на меті оптимізувати режими та умови виробництва кормів.

Адгезійна дія хітозан вмістких комплексів зберігається і у разі виробництва кормів для коропа (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Адгезійний ефект КДВ-01 і КХ-13 у складі комбікормів для коропа

| Показники                    | Кількість хітозану в кормі, % |                               |                               | Контроль<br>(без хітозану) |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                              | 0,1                           | 0,5                           | 1,0                           |                            |
| Крихтість<br>гранул, %       | $\frac{3,63+0,19}{3,70+0,14}$ | $\frac{2,98+0,09}{2,84+0,13}$ | $\frac{3,45+0,20}{3,31+0,23}$ | 4,66+0,21                  |
| % до контролю                | $\frac{78}{79}$               | $\frac{64}{61}$               | $\frac{74}{71}$               | 100                        |
| Водостійкість<br>гранул, хв. | $\frac{20,1+1,4}{20,4+1,1}$   | $\frac{25,7+1,7}{26,4+1,2}$   | $\frac{23,3+1,4}{24,5+1,6}$   | 17,0+1,5                   |
| % до контролю                | $\frac{118}{120}$             | $\frac{151}{155}$             | $\frac{137}{144}$             | 100                        |

Оптимальна концентрація композицій хітозану, що забезпечила найкращі показники якості гранул, становить 0,5% [2-6].

У цьому варіанті крихкість кормів виявилася в 1,6 рази нижчою, а водостійкість у 1,5 рази вищою, ніж у контролі.

Джерелами жиру в комбікормах для риб можуть бути як тваринні, так і рослинні жири. Однак риба потребує переважно рідких жирів. До них належать головним чином риб'ячий, китовий і крилевий жир, рослинна олія та фосфатиди [2-8].

Ефект введення композицій хітозану в комбікорми для прохідних лососевих риб виявляється практично такою самою. Таким чином, адгезійна дія хітозанвмісних препаратів є універсальною і не залежить від складу кормів.

Технологічні параметри введення КХ у кормосуміш при виготовленні комбікормів методом сухого пресування передбачають спосіб і умови надходження на лінію гранулювання, час змішування компонентів, тиск пари.

З огляду на особливості технологічного процесу виробництва рибних комбікормів мінімальна доза компонента, що вводиться, для рівномірного розподілу в кормосуміші має бути не менше 1% [1-4].

Виходячи з цього КХ-13 у кількості 0,5% (доза, за якої найкращі результати з водостійкості та крихкості гранул) попередньо змішували із соєвим шротом (СШ) на стадії дозування, безпосередньо перед дробленням. Доцільність більш тривалої гомогенізації кормосуміші в головному змішувачі (з 5 до 10 хв.) [2-10].

Водостійкість гранул при цьому зростає в 1,9 рази, а крихкість знижується майже в 2 рази.

СШ отворів 2 мм кормосумішей подрібнюється більш тонко (табл. 1.7). Під час дроблення на ситі з діаметром отворів 2 мм більша частина кормосуміші складається з частинок розміром 0,10-0,31 мм (52,1%), а під час дроблення на ситі з діаметром отворів 3 мм аналогічні фракції становлять 27,5% [6-8].

Таблиця 1.7 – Фракційний склад кормосумішей, подрібнюваних на дробарці зі змінними ситами, %

| Розмір фракцій, мм | Діаметр отворів сит, мм |      |
|--------------------|-------------------------|------|
|                    | 2,0                     | 3,0  |
| більше 1,6         | 0,3                     | 1,2  |
| 1,6-1,0            | 0,4                     | 1,4  |
| 1,0-0,63           | 3,8                     | 8,3  |
| 0,63-0,31          | 43,5                    | 61,6 |
| 0,31-0,16          | 48,5                    | 26,4 |
| 0,16-0,10          | 3,4                     | 1,1  |
| менше 0,10         | 0,2                     | -    |

Препарати хітозану, виготовлені в сухому вигляді, виявляють високі адгезійні властивості при введенні в гранульовані комбікорми для осетрових, лососевих риб і коропа. Виявляється залежність сполучної дії хітозану від його молекулярної маси [10].

Високомолекулярний хітозан має сильнішу адгезійну дію, ніж низькомолекулярний, що виражається в підвищенні водостійкості та зниженні крихкості гранул на 5-15% [6].

Під час порівняння показників водостійкості гранул із КХ-13 різної тонини помелу визначено, що водостійкість гранул із більш тонким подрібненням збільшилася майже на 11% (табл. 1.8) [2].

Таблиця 1.8 – Водостійкість і крихкість комбікормів із введенням КХ-13 залежно від тонини помелу кормосуміші

| Показники                 | Діаметр отворів сит на дробарці, мм |          |
|---------------------------|-------------------------------------|----------|
|                           | 2,0                                 | 3,0      |
| Водостійкість гранул, хв. | 21,3±0,6                            | 19,2±0,6 |
| Крихкість гранул, %       | 3,8±0,1                             | 3,9±0,1  |

Оцінку рибоводно-біологічної ефективності комбікормів здійснюють за поведінкою, швидкістю росту та масонакопичення риб [4].

### 1.3 Виробництво хітозана

Адгезійна дія хітозану підвищується при попередньому змішуванні та введенні в кормосуміші 0,5% КХ-13 і 0,5% СШ (композиція КХ-18). Збільшення тривалості змішування кормосуміші до 10 хв. також покращує якість гранул [1-4].

Крім того, певний вплив на підвищення водостійкості кормів при введенні до їхнього складу хітозану справляє тонина помелу кормосуміші в межах значень.

Корми для осетрових риб стандартного рецепта, до складу яких входить хітозан у кількості 1%, що адекватно концентрації 0,25%, виробляють за технологією сухого пресування за загальноприйнятих у кормовиробництві технологічних параметрів [2-8].

Кількість кормів (без хітозану) була однаковою - по 2 т. На грануляторі встановлюють матрицю з діаметром отворів 6 мм (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 – Показники якості гранул з вмістом хітозану

| Показники якості гранул   | Вид корму |                         |
|---------------------------|-----------|-------------------------|
|                           | з КХ-18   | контроль<br>(без КХ-18) |
| Водостійкість гранул, хв. | 35,8±1,8  | 22,4±1,6                |
| % до контролю             | 160       | 100                     |
| Крихкість гранул, %       | 1,5±0,2   | 2,7±0,1                 |
| % до контролю             | 57        | 100                     |

Загальновідомо, що під час вантажно-розвантажувальних робіт, а також у процесі транспортування гранульованих кормів, навіть у затареному вигляді, відбувається часткове руйнування гранул з утворенням крихти та пилу [6].

У зв'язку з цим важливо оцінити вплив хітозану на ступінь збереження гранул при здійсненні вищеназваних операцій.

Для цього виготовлені на комбікормовому заводі гранули затарено в паперові крафт-мішки по 35 кг, завантажено на автомашину, перевезено на відстань 50 км і вивантажено [8]. Після цього проби комбікормів з і без неї

оцінюють на крихкість. Крихкість гранул зросла порівняно з вихідним показником (до навантаження на заводі) в 1,7 рази і становила 4,6 %, то гранул, відповідно, в 1,3 рази і 2 %. Отже, при проведенні різних операцій з комбікормом спостерігається помітний ефект від введення хітозанвмісних добавок.

Завдяки своїм фізичним і біологічним властивостям хітозан може бути успішно використаний у промисловому кормо виробництві для цінних об'єктів аквакультури [9].

Встановлено високу адгезійну дію хітин- і хітозанвмісних продуктів, що сприяють поліпшенню фізико-механічних властивостей рибних комбікормів - зниженню їхньої крихкості та збільшенню водостійкості.

Незабезпеченість рибництва необхідним набором кормових добавок, відсутність у виробників комбікормів ефективних зв'язувальних засобів, претензії споживачів до низької водостійкості та підвищеної крихкості гранульованих кормів у процесі транспортування, зберігання і згодовування риби є переконливими аргументами на користь організації виробництва кормів із введенням хітозану в широкому промисловому масштабі [20-22].

## 2 РИБОВОДНО-БІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ПАНЦИРА КРАБІВ

В умовах умов сучасного промислового рибництва постає гостра необхідність розроблення та широкого застосування повноцінних штучних кормосумішей, які містять складний комплекс поживних і біологічно активних речовин, необхідних для нормального росту та життєдіяльності організму [1-2].

Вплив заміни частини рибного борошна на крабове у складі стартового комбікорму ОСТ-6 на рибоводно-біологічні показники ранньої молоді осетрових риб проводять протягом 30 діб (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Рибоводно-біологічні показники вирощування осетра на стартовому комбікормі з борошном з панциря крабів

| Показники                       | 1 (5%)   | 2 (10%)  | контроль |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| Маса початкова, мг              | 60,0+0,6 | 60,0+0,6 | 60,0+0,6 |
| Маса кінцева, мг                | 160,9    | 152,3    | 157,3    |
| Абсолютний приріст, мг          | 100,9    | 92,3     | 97,3     |
| Середньодобовий приріст, %      | 4,6      | 4,3      | 4,5      |
| Вживаність, %                   | 78       | 76       | 78       |
| Кормові затрати, од.            | 0,8      | 0,8      | 0,8      |
| Період вирощування, доба        | 30       | 30       | 30       |
| Коефіцієнт масонакопичення, од. | 5,0      | 4,6      | 4,9      |

У зв'язку з виявленою здатністю композицій хітозану (ХХ) і крупки з панцирів крабів (КПК) підвищувати механічну міцність гранул, важливо

з'ясувати характер впливу цих зв'язувальних речовин на основні рибницькі показники при вирощуванні цінних видів риби [2].

Встановлено можливість введення 5% борошна з крабів. Це призводить до збільшення темпу росту, коефіцієнта масонакопичення, зниження кормових витрат [7].

Риб'ячий жир є лімітуючим фактором кормів раніше, ніж рибне борошно. Однак, здебільшого, ведеться пошук і випробування альтернативних джерел протеїну з метою часткової заміни рибного борошна в кормах, досліджень альтернативним джерелам для заміни риб'ячого жиру набагато менше [6].

Аналіз рибоводно-біологічних показників вирощеної молоді осетра на стартовому комбікормі виявляє кращі показники при введенні в комбікорм 2,5% крабового жиру. Приріст маси риби і виживаність становить на високому рівні (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Рибоводно-біологічні показники вирощування осетра на стартовому комбікормі з крабовим жиром

| Показники                       | 1 (5%) | 2 (2,5%) | 3 (5%) | контроль |
|---------------------------------|--------|----------|--------|----------|
| Маса початкова, мг              | 0,06   | 0,06     | 0,06   | 0,06     |
| Маса кінцева, мг                | 2,5    | 2,7      | 2,01   | 2,10     |
| Абсолютний приріст, мг          | 2,44   | 2,64     | 1,94   | 2,04     |
| Середньодобовий приріст, %      | 3,18   | 3,19     | 3,14   | 3,15     |
| Вживаність, %                   | 78     | 79       | 80     | 78       |
| Кормові затрати, од.            | 0,9    | 0,8      | 0,8    | 0,8      |
| Період вирощування, доба        | 60     | 60       | 60     | 60       |
| Коефіцієнт масонакопичення, од. | 0,04   | 0,05     | 0,03   | 0,03     |

Високий темп і низькі витрати кормів, у зв'язку з тим, що крабовий жир, окрім високих поживних властивостей, має й атрактивну дію (рис. 2.1)

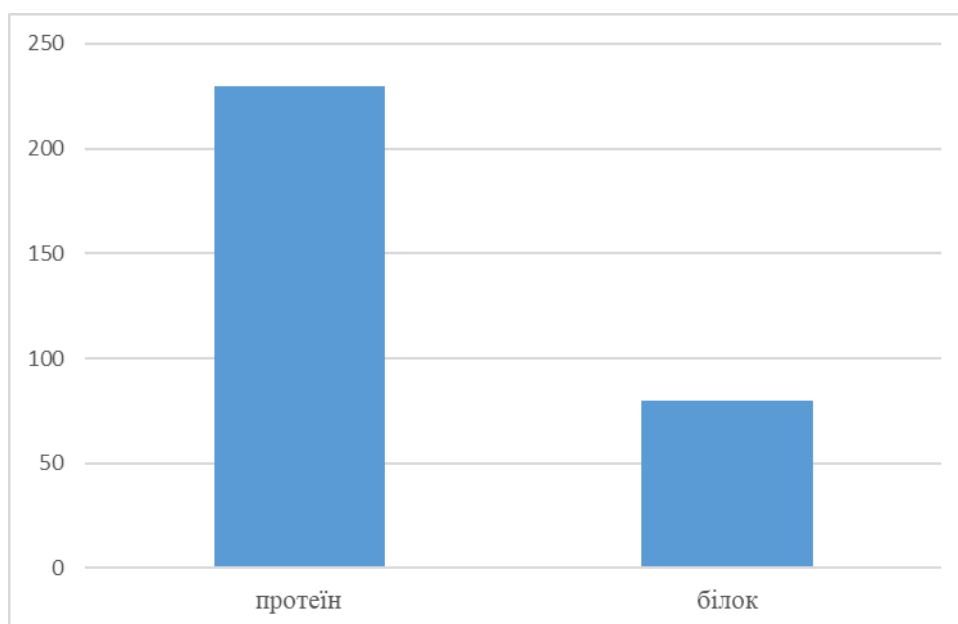


Рис. 2.1 – Коефіцієнти смакової переваги осетра комбікорму із крабовим жиром

Смакова перевага ефективності використання 2,5% крабового жиру в складі комбікорму. Коефіцієнт переваги осетра комбікорму із введенням 2,5% крабового жиру був дещо вищим, і становив -  $K_{пр}=+42,0$ , порівняно з базовою рецептурою, у складі якої використовувався риба́чий жир. Встановлено можливість використання 5% борошна з крабів і 2,5% крабового жиру в складі рецептури стартового комбікорму [22-28].

Нині, у зв'язку з підвищенням вартості та зростаючим дефіцитом основного компонента для осетрових комбікормів - рибного борошна, стає актуальним пошук ефективної та доступної кормової сировини, з високим вмістом необхідного комплексу амінокислот та інших незамінних та інших поживних речовин. Такими компонентами можуть бути продукти глибокої переробки крабів [25-28].

Експерименти з визначення оптимальної концентрації борошна з крабів у продукційному комбікормі проводять на осетрі початковою масою 6,9-7,4 г. Введення 10% борошна з крабів призводить до підвищення рибоводно-біологічних показників [2-6].

Приріст маси риб на 0,4% і виживаність на 5,2% вища порівняно з контролем. Таким чином, оптимальною нормою введення борошна з крабів до складу комбікорму є 100 г/кг корму.

Вироблювані промисловістю гранульовані комбікорми для риб не мають достатньої міцності та водостійкості, що призводить до значних втрат під час зберігання, переміщення, роздачі та згодовування. Для збільшення міцності гранул, а отже, зменшення їхньої крихкості використовують сполучні речовини [8-10].

Для визначення зв'язувальних властивостей борошна з крабів у складі продукційного комбікорму визначають ступінь водостійкості, набрякання та крихкості продукційних комбікормів із вмістом 10% цього компонента (рис. 2.2).

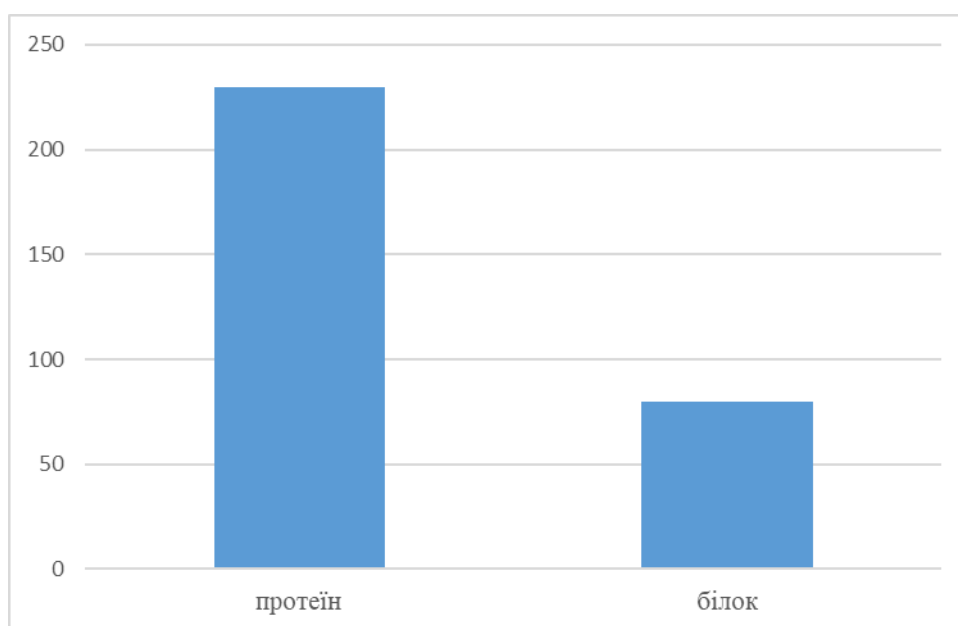


Рис. 2.2 – Адгезійні властивості продукційного комбікорму

У результаті визначено, що адгезійні якості продукційного комбікорму із вмістом 10% борошна з крабів є дещо вищими, ніж комбікорму (без борошна з крабів).

Водостійкість і час повного набрякання комбікорму з борошном із крабів на 9 і 6 хв. відповідно вищими порівняно з контролем (комбікорм без борошна з крабів). Крихкість продукційного комбікорму ОТ-7 із борошном із крабів була нижчою на 0,4% [4-5].

Встановлено, що повна заміна риб'ячого жиру на крабовий призводить до збільшення приросту риб на 12%, зниження кормових витрат на 0,1 од (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Рибоводно-біологічні показники вирощування цьоголіток осетра на комбікормі з крабовим жиром

| Показники                       | Заміна риб'ячого жиру на крабовий |         |          |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------|----------|
|                                 | 1 (100%)                          | 2 (50%) | контроль |
| Маса початкова, мг              | 13,5                              | 11,6    | 12,8     |
| Маса кінцева, мг                | 43,6                              | 35,6    | 35,8     |
| Абсолютний приріст, мг          | 30,1                              | 24,0    | 23,0     |
| Середньодобовий приріст, %      | 5,95                              | 5,55    | 5,47     |
| Вживаність, %                   | 99                                | 99      | 99       |
| Кормові затрати, од.            | 1,3                               | 1,4     | 1,4      |
| Період вирощування, доба        | 60                                | 60      | 60       |
| Коефіцієнт масонакопичення, од. | 0,501                             | 0,400   | 0,383    |

Для оцінки ефективності застосування крабового жиру в продукційних комбікормах для осетрових риб проводять заміну риб'ячого жиру на крабовий.

Личинки риб початкової штучної маси 15,6 мг утримують у двохсот літрових акваріумах за температури води 19-20°C протягом 30 діб.

## **2.1 Годівля осетрових риб**

Катастрофічна ситуація, що склалася нині із запасами осетрових риб, вимагає вжиття низки невідкладних заходів для збільшення їхньої чисельності в усіх ареалах їхнього природного проживання, насамперед, за рахунок штучного відтворення [5-9].

Одним із найсуттєвіших чинників, що забезпечує збільшення випуску молоді осетрових риб у природні водойми, є наявність якісних стартових комбікормів, а для розвитку товарного осетрівництва, яке дає змогу зменшити жорсткий прес осетрових риб у природному ареалі їхнього перебування, - це й використання високоякісних рецептур продукційних кормів [8-10].

З урахуванням високої вартості низки складових їхніх компонентів стає вельми актуальним пошук нових кормових засобів, що дають змогу поліпшувати рибоводно-біологічні показники вирощування осетрових риб.

З цією метою проводяться експерименти із введення в корм продуктів переробки ракоподібних. Зв'язувальні добавки КХ і КПК випробовують у складі стартових і продукційних кормів. У стартовий (ОСТ-5) і продукційний (ОТ-6) осетрові корми вводили композицію хітозану КДВ-01 у кількості 0,1; 0,5 і 1 % [11-15].

Збільшення кількості КДВ-01 до 0,5 і 1% призвело до погіршення показників вирощування осетра - гальмування росту, підвищеної загибелі риб і збільшення кормових витрат на 8-25%. Негативний результат використання КДВ-01 пов'язаний із подразнювальною дією органічних кислот, що містяться в композиції, на травний тракт личинок і мальків риб [2-6].

Добавка в корм композиції хітозану не призвела до поліпшення показників вирощування личинок і мальків осетра (табл. 2.4). Лише з мінімальною концентрацією КДВ-01 перевершує показники контрольного корму. Однак різниця є недостовірною [5-8].

Таблиця 2.4 – Деякі показники вирощування молоді осетра на кормах із КДВ-01

| Показники                  | Кількість хітозану в кормі, % |       |      | Контроль<br>(без КДВ-01) |
|----------------------------|-------------------------------|-------|------|--------------------------|
|                            | 0,1                           | 0,5   | 1,0  |                          |
| Кінцева маса риби, мг      | 136,4                         | 110,2 | 80,6 | 130,4                    |
| Індивідуальний приріст, мг | 120,8                         | 94,6  | 65,0 | 114,8                    |
| % до контролю              | 774                           | 606   | 417  | 736                      |
| Вживання риб, %            | 80,5                          | 65,3  | 50,6 | 70,1                     |
| Кормові витрати, од.       | 2,3                           | 2,6   | 3,0  | 2,4                      |
| % до контролю              | 96                            | 108   | 125  | 100                      |

Під час вирощування личинок в умовах замкнутого водопостачання (де унеможливлено вплив зовнішніх чинників на риб) встановлено, що введення крабового борошна до складу стартового комбікорму в кількості 5 і 10% сприятливо впливає на показники хімічного складу тіла риб.

Фізіологічний стан ранньої молоді осетрових риб, вирощених на комбінованих кормах із частковою заміною рибного борошна на борошно з крабів, оцінюють за основними показниками складу крові [2-3].

У ранньої молоді, яка отримує корми з додаванням 5 і 10% крабового борошна, відмічають збільшення рівня гемоглобіну і гематокриту порівняно з контролем та іншими варіантами. Кількісні показники еритроцитів значно не варіюють у личинок, вирощених на різних кормах.

Для перевірки цього припущення було відкориговано склад композиції хітозану шляхом заміни органічних кислот на інші, більш природні для організму риб [1-6].

З цією метою розроблено та виготовлено нову композицію хітозану - КХ-13, що містить комплекс високомолекулярного хітозану з амінокислотами - глютаміною та метіоніном.

Аналіз комбікормів із КХ-13 показує, що адгезійна дія нової композиції практично така сама, як і КДВ-01.

КХ-13 вводять в осетровий корм тих самих концентраціях - 0,1; 0,5 і 1%. Проводять експерименти на личинках, мальках і дворічках білуги, яких утримували в акваріумах і басейнах із замкнутим водозабезпеченням за температури води 20-22°C.

Введення хітозану до стартового корму позитивно вплинуло на ріст молоді білуги - абсолютний приріст риб на кормах із КХ-13 був вищим, ніж у контролі, в усіх варіантах експерименту (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Показники вирощування молоді білуги на комбікормі

| Показники               | Кількість хітозану в кормі, % |      |      | Контроль<br>(без КДВ-01) |
|-------------------------|-------------------------------|------|------|--------------------------|
|                         | 0,1                           | 0,5  | 1,0  |                          |
| Початкова маса риби, мг | 60                            | 60   | 60   | 60                       |
| Кінцева маса риби, мг   | 390                           | 420  | 381  | 340                      |
| Абсолютний приріст, мг  | 330                           | 360  | 321  | 280                      |
| Відносний приріст, %    | 550                           | 600  | 535  | 467                      |
| Кормові витрати, од.    | 3,4                           | 3,2  | 3,4  | 3,5                      |
| % до контролю           | 97                            | 91   | 97   | 100                      |
| Вживаність риб, %       | 63,0                          | 65,0 | 60,0 | 61,0                     |

Корми з КХ-13 були виготовлені в лабораторних умовах. Контрольними слугували корми ОСТ-5 і ОТ-6 без хітозану. Ефективність введення КХ-13 до складу осетрових кормів оцінюють за абсолютним і відносним приростом риби, їхньою виживаністю, витратами корму [5-8].

Вирощування молоді бестера, що володіє гетерозисним ефектом росту, на стартовому комбікормі ОСТ-5 з новими продуктами мікробіосинтезу з показниками вирощування молоді білуги за введення в корм КХ-13 (табл. 2.6).

Показники абсолютного приросту маси тіла вищі за вирощування молоді на кормах із новими продуктами біосинтезу [6-8].

Однак кормові витрати на комбікормі з КХ-13 виявилися значною мірою нижчими, за винятком варіанта з біокормом, з яким вони були практично однаковими.

Таблиця 2.6 – Вирощування молоді бестера на стартовому комбікормі з новими продуктами мікробіосинтезу

| Показники               | ОСТ-5<br>(білотин) | ОСТ-5<br>(біотрин) | ОСТ-5<br>(біокорн) |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Початкова маса тіла, мг | 62,3               | 62,3               | 62,3               |
| Кінцева маса тіла, мг   | 510,0              | 562,0              | 590,0              |
| Абсолютний приріст, мг  | 447,7              | 499,7              | 527,7              |
| Вживаність риби, %      | 51,7               | 59,0               | 64,0               |
| Кормові витрати, од.    | 7,9                | 5,7                | 3,3                |

Висока виживаність молоді на кормах з КХ-13, знову ж таки схожа з варіантом при додаванні біокорму. Найефективніші продукти мікробіосинтезу наразі не випускаються, корми з добавкою КХ-13 виявляються вельми цінними [19-25].

КХ-13 ростостимулювальний ефект і в складі продукційного корму ОТ-6 (практично однаковий за доз 0,1 і 0,5%). Порівняно з контролем абсолютний приріст маси в цих варіантах більший на 21-23% (табл. 2.7). Збільшення кількості препарату в кормі до 1% не має позитивного впливу на ріст риб. Введення в продукційний корм КХ-13 не впливає на виживаність дволіток і використання ними корму [26-28].

З огляду на те, що в складі КХ-13 присутні амінокислоти (метіонін і глютамінова кислота), які беруть участь в обміні речовин у риб, за рахунок чого - хітозану або амінокислот, відбувається поліпшення рибницько-біологічних показників вирощування осетрових риб.

З цією метою приготовлено дві партії стартового корму, в одну з яких ввели 0,5% КХ-13, в іншу 0,25% тієї самої суміші амінокислот, яка входить до складу КХ-13 [6].

Таблиця 2.7 – Показники вирощування дволіток білуги на комбікормі

| Показники               | Кількість КХ-13 у кормі, % |      |      | Контроль<br>(без КДВ-01) |
|-------------------------|----------------------------|------|------|--------------------------|
|                         | 0,1                        | 0,5  | 1,0  |                          |
| Початкова маса риби, мг | 1650                       | 1780 | 1690 | 1810                     |
| Кінцева маса риби, мг   | 2300                       | 2420 | 2210 | 2340                     |
| Абсолютний приріст, мг  | 650                        | 640  | 520  | 530                      |
| Відносний приріст, %    | 39                         | 36   | 31   | 29                       |
| Кормові витрати, од.    | 2,3                        | 2,3  | 2,3  | 2,3                      |
| % до контролю           | 100                        | 100  | 100  | 99                       |
| Вживаність риб, %       | 1650                       | 1780 | 1690 | 1810                     |

Встановлено, що добавка амінокислот практично не впливає на показники вирощування, в той час як КХ-13 виявила ростостимулюючі та кормозберігаючі властивості (табл. 2.8).

Застосування 5 і 10% крабового борошна у складі стартового і продукційного комбікормів для осетрових риб не призводить до погіршення фізіологічного стану вирощуваних риб і може бути рекомендовано при їх промисловому вирощуванні [32-40].

Використання комбікорму з 10 % борошна з крабів призводить до зниження кількості особин із викривленням осевого скелета на 3,5 % порівняно з контролем і 2,2 %.

Таблиця 2.8 – Порівняльна ефективність вирощування молоді білуги на кормах із КХ-13 та комплексом амінокислот (КА)

| Показники               | Вид корму |      | Контроль (без добавок) |
|-------------------------|-----------|------|------------------------|
|                         | з КХ-13   | з КА |                        |
| Початкова маса риби, мг | 63        | 66   | 65                     |
| Кінцева маса риби, мг   | 650       | 546  | 535                    |
| Абсолютний приріст, мг  | 587       | 480  | 470                    |
| Відносний приріст, %    | 125       | 102  | 100                    |
| Кормові витрати, од.    | 62        | 61   | 58                     |
| % до контролю           | 3,0       | 3,2  | 3,3                    |
| Вживаність риби, %      | 91        | 97   | 100                    |
| Початкова маса риби, мг | 63        | 66   | 65                     |

Введення крупки з панцирів крабів до складу комбікормів знижує їхню продуктивну дію. У зв'язку з цим КПК не можна рекомендувати до використання в осетрових комбікормах [1-6]. Таким чином, композиція хітозану позитивно впливає на рибоводно-біологічні показники вирощування різновікових груп осетрових риб. Оптимальним є введення КХ-13 у стартові корми в кількості 0,5%, у продукційні - ОД-0,5%.

## 2.2 Годівля коропа (*Cyprinus carpio*)

З метою вивчення впливу добавок хітозану до комбікорму на ріст коропа та продуктивну дію корму, молодь масою 8-12 г вирощують протягом 53 днів. В умовах мінливої кон'юнктури ринку, зникнення одних компонентів і появи інших, використання нової кормової добавки дасть змогу підвищити показники діяльності підприємств аквакультури [12-18].

Корм роздають з розрахунку 3% від маси тіла. Корми готують на базі рецептури стартового коропового корму, із введенням токсину і токсину з хітозаном (0,1 і 0,25% хітозану). Як токсин використовують чистий мітотоксин, добова доза якого становить 0,008 мг/кг риби. Корм готують методом вологого гранулювання і висушування за температури 60°C. Тривалість становить 2 місяці, з них 42 дні риба отримує токсичний корм [3-4].

Під впливом хітозану відзначено тенденцію стимуляції росту, найбільш виражену у варіанті з введенням 1% КХ-13 (рис. 2.3).

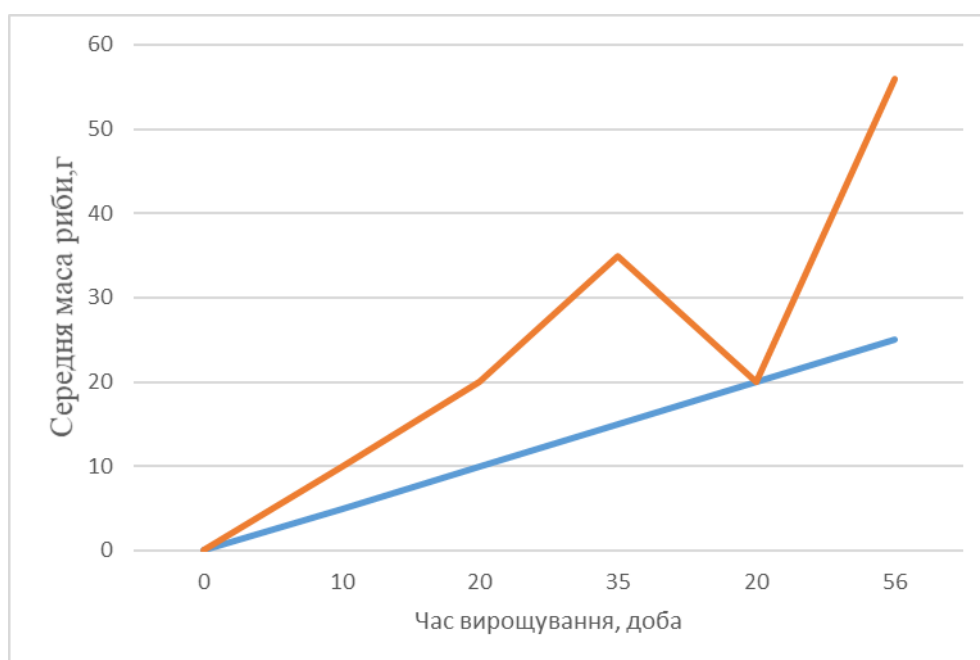


Рис. 2.3 – Вплив добавок КХ-13 до комбікорму на ріст цьоголіток коропа

Для цього відбирають коефіцієнти масонакопичення, що нівелюють відмінності в початковій масі риб. КХ-13 є зниження показника кормових витрат на 9-15%, яке відбувалося на тлі скорочення середньодобових раціонів на 27% [6-8].

У результаті ефективність використання корму на приріст маси риб зросла до 34%. Ця обставина дає підставу стверджувати про можливість використання хітозану як кормової біологічно активної добавки [4-5].

КХ-13, що вводиться в комбікорм для молоді коропа, не чинить пригнічувальної дії на ріст риб, а навпаки, виявляє стимулювальний ефект.

Ефективність введення великої кількості (1-4%) крабового борошна до складу комбікормів було економічно недоцільним, оскільки основний аспект, що розглядається, - це зниження вартості комбікорму за рахунок заміни рибного борошна на дешевший компонент [1].

### **2.3 Годівля лососевих риб (*Salmonidae*)**

Культивування лососевих риб у різних керованих системах - одне з найважливіших завдань усього регіону України, де основними об'єктами розведення є радужна форель та лосось [32-33].

Однак діючі риборозплідні заводи часто випускають нежиттєстійку молодь форелі. У підсумку повернення зазвичай становить 0,5% проти 2% за нормативом, що згубно впливає на популяцію в цілому.

На риборозплідних заводах однією з основних проблем під час організації підрощування лососевих риб є недостатня повноцінність кормів і біотехніки годівлі, бо утримання молоді відбувається здебільшого при температурі води нижчій від оптимуму, в межах 1-4°C. Для підрощування молоді на заводах використовують свіжоморожену ікру тріскових риб та імпорتنі гранульовані корми [1-9].

Тому проблема поліпшення технології годівлі молоді лососевих риб має актуальне значення.

До теперішнього часу виконано великий обсяг досліджень, пов'язаних з оптимізацією процесу годівлі молоді, зі створенням найефективніших кормів на всіх стадіях її онтогенезу. Зв'язувальні властивості як високомолекулярного, так і низькомолекулярного хітозану посилюються при його введенні в корм у вигляді композиції (КХ) з органічними кислотами та амінокислотами. Існують різні, часто суперечливі рекомендації щодо використання для годівлі молоді кети пастоподібних, сухих гранульованих кормів, ікри минтая. Тому вирішення проблеми підвищення ефективності годівлі молоді кети набуває особливо важливого значення [6].

Як базовий корм використано ЛСГК. Корм містив 44,7% протеїну, 8,5% жиру, 11% золи і 9% води. Корм у вигляді крупки розміром від 0,4 до 1,5 мм. Комбікорм містить добавки 5 і 10% КПК і 0,1-1,0% КХ-13. Молодь осінньої кети вирощують протягом 30 днів до досягнення стадії смолтифікації (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Порівняльна характеристика вирощування молоді осінньої кети з добавкою в корм КПК замість рибного борошна

| Показники                      | Кількість КПК у кормі, % |      |              |
|--------------------------------|--------------------------|------|--------------|
|                                | 5                        | 10   | 0 (контроль) |
| Початкова маса риби, г         | 0,44                     | 0,45 | 0,42         |
| Кінцева маса риби, г           | 1,10                     | 0,95 | 1,06         |
| Індивідуальний приріст риби, г | 0,66                     | 0,50 | 0,64         |
| % до контролю                  | 103                      | 78   | 100          |
| Вживаність риб, %              | 99                       | 73   | 100          |
| Кормові витрати, од.           | 1,2                      | 1,5  | 1,2          |
| % до контролю                  | 100                      | 125  | 100          |

Заміна у складі комбікормів рибного борошна на 10% КПК доволі помітно знижує всі рибоводно-біологічні показники, тоді як при введенні в корм замість рибного борошна 5% КПК вони практично повністю співпадають із контролем. Водночас добавка КХ-13 у корм дещо поліпшує всі рибоводно-біологічні показники [2-4]. Позитивний вплив введення в комбікорми КХ-13 на рибоводно-біологічні показники вирощування осетрових, коропових і лососевих риб. Величина ростостимулюючого ефекту залежить від концентрації препарату в кормі. Найкращий приріст молоді осетрових і лососевих риб відзначено за норми його введення 0,5%, молоді коропа - 1%, дволіток осетрових 0,1-0,5%.

Виявлено досить високу кормозберігаючі дію КХ, ступінь якої залежить як від виду специфічності риб, так і від концентрації препарату в комбікормах. За використання доброякісних кормів КХ-13 практично не впливає на виживаність риб [1-2].

Поліпшені показники якості гранул, безсумнівно, сприятимуть зниженню непродуктивних витрат корму під час вирощування осетрових, лососевих і коропових риб, що з урахуванням позитивного впливу введення хітозану на рибоводно-біологічні та санітарні властивості комбікормів дасть змогу підвищити їхню конкурентоспроможність із кормами імпортного виробництва [6]. Беручи до уваги широке застосування місцевих, часто нетрадиційних джерел кормової сировини, добавка до них композицій хітозану, якої до того ж потрібна незначна кількість, поліпшить якість кормів, що виготовляються безпосередньо в умовах рибницького господарства [1-6]. Найкращі показники якості кормів відзначено за додавання в комбікорми 0,5% КХ. Введення якої в корм для осетрових, коропа і лососів у кількості 0,5% підвищує водостійкість гранул на 50-70% і знижує крихкість на 40-60%, що на 10-15% ефективніше порівняно з чистим хітозаном [7].

### З ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РИБ, ВИРОЩЕНИХ НА КОМБІКОРМАХ ІЗ ХІТОЗАНОМ

Для оцінки впливу хітозану на риб проводять аналіз відповідних фізіолого-біохімічних властивостей риб, яку використовують у роботі з вивчення нових кормових засобів [4].

Під час вивчення фізіологічного стану риб, які отримують штучні корми, виділено групу показників, найбільш чутливих до якості раціонів живлення.

Найбільш важливими є вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів у червоній крові, загальний хімічний склад тіла [1].

Додавання до рецептури 5% борошна з крабів показують вищий вміст білка і жиру, що свідчить про добрий фізіологічний стан. Вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів у крові вирощеної молоді був на високому рівні (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Показники крові осетра при вирощуванні на комбікормі з заміною частки рибного борошна на крабове

| Показники                       | 1 (5%) | 2 (10%) | контроль |
|---------------------------------|--------|---------|----------|
| Гемоглобін, г/л                 | 71     | 68      | 69       |
| Гематокрит, л/л                 | 20,5   | 19,2    | 18,9     |
| Еритроцити, млн/мм <sup>3</sup> | 0,645  | 0,628   | 0,639    |
| Лейкоцити, тис./мм <sup>3</sup> | 4,58   | 4,27    | 4,41     |

При введенні до складу комбікорму ОТ-7 10% борошна з крабів спостерігається активізація біосинтетичних процесів, що виражається в

стимулюванні синтезу білка на 10%, жиру на 8% порівняно з контролем (рис. 3.1).

Молодь осетра, вирощена на комбікормах з заміною частки рибного борошна на крабове борошно, достовірно відрізняється від контрольної групи за хімічним складом тіла, головним чином, вищим вмістом білка. Це є позитивним показником фізіологічного стану [8].

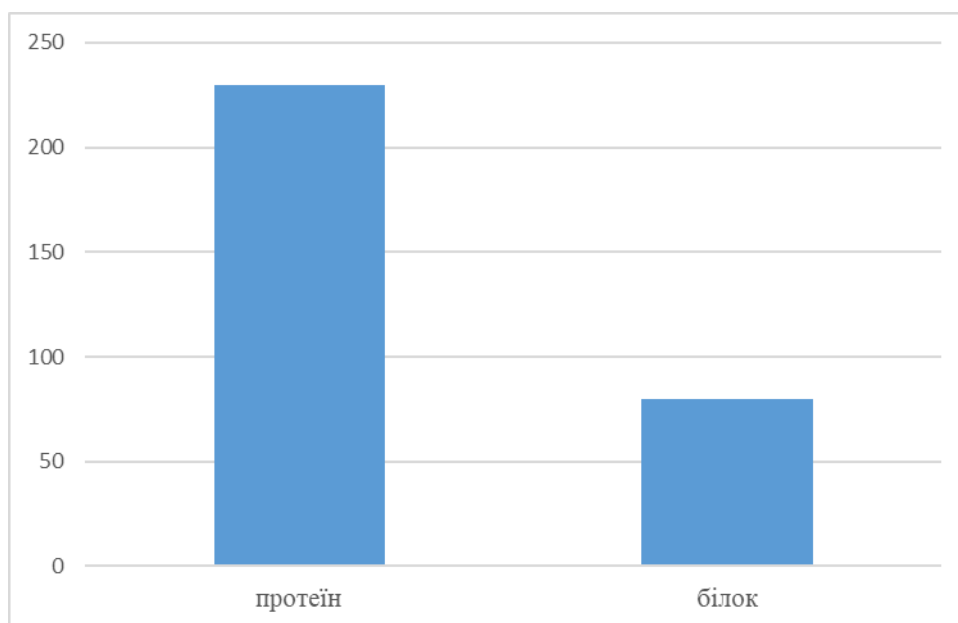


Рис. 3.1 – Накопичення поживних речовин у тілі цьоголіток осетра, що вирощуються на комбікормі з додаванням муки з краба

Показники крові характеризуються високим вмістом гемоглобіну, гематокритним числом. Рівень гемоглобіну в крові риб на 2% нижчим, ніж з вмістом 10% борошна з крабів [10].

Так, синтез протеїну і ліпідів у риб, які споживають комбікорм із введенням 2,5% крабового жиру, був інтенсивнішим, порівняно з контролем, на 14% і 6% відповідно.

У результаті оцінки загального хімічного складу тіла молоді осетра, вирощеної на комбікормі з крабовим жиром, кращі показники за вмістом

протеїну та ліпідів відзначено при введенні в комбікорм 2,5% крабового жиру (рис. 3.2).

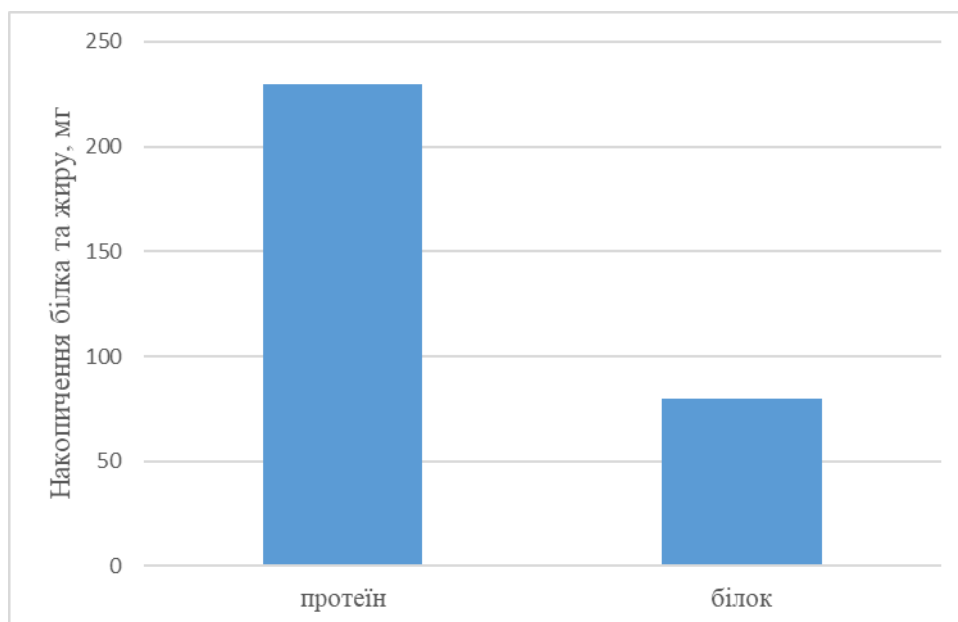


Рис. 3.2 – Накопичення поживних речовин у тілі молоді осетра, вирощеної на комбікормі з різним вмістом крабового жиру

При введенні в продукційний комбікорм 7% крабового жиру відзначається підвищення вмісту білка і жиру в тілі цьоголіток осетра. При проведенні біохімічного аналізу встановлено, що вміст основних груп поживних речовин у риб із різних варіантів наприкінці перебуває в межах норми для об'єктів даної розмірно-вагової та вікової категорії [12-30].

У тілі цьоголіток осетра, вирощених на продукційному комбікормі з крабовим жиром, відмічають достовірне збільшення протеїну.

Найкращі показники крові відзначені у повної заміни рибачого жиру на крабовий. Вміст гемоглобіну і показник гематокриту були в середньому вищими порівняно з контролем[4].

Число еритроцитів залежить в основному від віку молоді та умов її утримання. У крові молоді осетра, вирощеної на продукційному комбікормі з крабовим жиром вміст еритроцитів на рівні 0,900 млн/мм<sup>3</sup>.

Показники крові риб, які одержують у складі комбікорму крабовий жир, загалом відповідають фізіологічним показникам здорової риби.

Таким чином, аналіз комплексу рибоводно-біологічних, біохімічних і гематологічних показників дає змогу встановити, що заміна традиційних компонентів - рибного борошна та риб'ячого жиру в стартових і продукційних комбікормах для осетрових риб на продукти глибокого перероблення крабів приводить до підвищення темпу зростання та покращення фізіологічного стану риб, які вирощуються [5].

### 3.1 Осетрові риби (*Acipenseridae*) і лососеві риби (*Salmonidae*)

На тлі стрімкого скорочення чисельності осетрових риб дедалі більшого значення набуває фізіолого-біохімічна оцінка їхньої якості на всіх етапах життя - від личинки до зрілих особин. Тому видається безсумнівно важливим виявити вплив введення нових кормових добавок на основні фізіолого-біохімічних показників [10-14].

При вирощуванні як молоді, так і дворічників білуги на кормах із КХ-13 проводять загальний аналіз крові риб, що дає змогу встановити відсутність відхилень від норми гематологічних показників риб, які споживають корми (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Показники крові білуги при вирощуванні на кормах

| Показники                                  | Вікові групи риб |           |
|--------------------------------------------|------------------|-----------|
|                                            | цьоголітки       | дволітки  |
| Концентрація гемоглобіну, г/%              | 4,4±0,6          | 7,2±0,8   |
| Кількість еритроцитів, млн/мм <sup>3</sup> | 0,62±0,08        | 1,22±0,17 |
| Кількість лейкоцитів, тис./мм <sup>3</sup> | 18,5±2,6         | 28,4±5,9  |

Показники крові груп риб (цьоголіток і дворічників) були практично подібними: концентрація гемоглобіну в межах 3,5-4,9 г% та 6,3-8,2 г%; кількість еритроцитів 0,51-0,69 та 1,00-1,35 млн/мм<sup>3</sup>; кількість лейкоцитів 16,6-23,1 та 24,0-33,5 тис. /мм<sup>3</sup> [6-9].

Біохімічний аналіз складу тіла риб, вирощених на контрольний кормах. Так, кількість сухої речовини в тілі молоді білуги становить 10,2-11,3%, у складі якої на частку протеїну припадає 72,4-75,1%, на частку жиру 12,3-13,8%, на частку золи 8,5-10,1%. Достовірні відмінності загального хімічного складу тіла дволіток білуги на кормі з КХ-13 і без неї (табл. 3.3) [5-8].

Таблиця 3.3 – Загальний хімічний склад дволіток білуги (з КХ-13) на кормах

| Показники                | Вікові групи риб |          |
|--------------------------|------------------|----------|
|                          | з КХ-13          | контроль |
| Вміст сухої речовини, %  | 26,7±1,4         | 27,1±0,9 |
| Вміст протеїну, % на АСВ | 67,2±1,0         | 66,4±0,8 |
| Вміст жиру, % на АСВ     | 21,3±0,9         | 20,1±1,1 |
| Вміст золи, % на АСВ     | 11,2±0,6         | 12,5±0,4 |

На підставі фізіолого-біохімічних аналізів осетрові риби при вирощуванні на кормах з хітозаном не мають відхилень від існуючих норм.

Вживаність кети за годівлі ікрою минтая становила 92%, на японському кормі - 95,4%, на кормах ЛСГК - 91,4% [12-18].

Порівняльний аналіз вирощування молоді на кормі ЛС-НТ та ікрі минтая виявив відмінності за фізіологічними критеріями. У кети за годівлі ікрою минтая гепатосоматичний індекс становив 1,90±0,05% (на кормі ЛС-НТ - 1,02±0,05%), кількість еритроцитів на комбікормі була меншою в 1,1 рази.

Тривала годівля мальків кети ікрою минтая призводила до анемії, незважаючи на значну величину кінцевої маси. Звертається також увага, що застосування як стартових кормів ікри минтая і форелевих комбікормів (у низці випадків) призводило до розвитку у молоді кети аліментарних захворювань [6].

Найефективнішим як стартовий корм для молоді лососевих риб виявився корм МКС-1-86, який забезпечував гарний ріст і високе виживання молоді (96,3%), не спричиняв патологічних змін у травній системі, забезпечував невисокі (1,15 од.) кормові витрати, а також корм ЛСГК.

Фізіолого-біохімічний аналіз впливу на організм осінньої кети КХ-13 у кількості 0,1; 0,5 і 1% до корму показав, що гепатосоматичний індекс риб, що споживали корми, змінювався незначно і коливався в межах 1,67-1,84 % (табл. 3.4) [30].

Таблиця 3.4 – Гепатосоматичний індекс (ГІ) лососевих риб на кормах

| Доза КХ-13 у кормі, %  | ГІ, %      |
|------------------------|------------|
| 0,1                    | 1,84±0,12  |
| 0,5                    | 1,67±0,17  |
| 1,0                    | 1,70±0,18  |
| контроль (без добавки) | 1,81 ±0,21 |

Загалом, як видно з табл. 3.4, групи риб за цим показником не мають відхилень від норми. Виживаність личинок і мальків при використанні кормів з добавкою хітозану виявляється високою - від 98,7 до 99,6% [4].

Личинки лососевих риб масою 0,41-0,44 г був таким (%): вода - 82; суха речовина - 18, у тому числі протеїн - 11,5; жир - 3,5; зола - 1,8. Біохімічний аналіз показує схожість складу тіла риб, вирощених на дослідних і контрольних кормах (табл. 3.5)

Таблиця 3.5 – Хімічний склад тіла молоді лососевих риб, вирощених на кормах із добавкою КХ-13, %

| Доза КХ-13<br>у кормі, % | Вода | Суха<br>речовина | Протеїн | Жир | Зола |
|--------------------------|------|------------------|---------|-----|------|
| 0,1                      | 78,8 | 21,2             | 13,0    | 4,3 | 2,1  |
| 0,5                      | 77,4 | 22,6             | 13,8    | 4,6 | 2,4  |
| 1,0                      | 78,5 | 21,5             | 13,1    | 4,4 | 2,4  |
| 0(контроль)              | 79,0 | 21,0             | 12,8    | 4,2 | 2,2  |

Можна зробити висновок, що композиція хітозану КХ-13 не чинить негативного впливу на обмін речовин у молоді [13].

У висновку слід зазначити, що фізіолого-біохімічні характеристики осетрових, коропа та кети при утриманні на кормах з хітозаном не мають відхилень від нормативних значень.

### 3.2 Короп (*Cyprinidae*)

При годівлі кормами з добавкою композиції хітозану риби активніше витягували з кормів поживні речовини, особливо їхню мінеральну частину. Так, перетравність зольних елементів за додавання 0,5% КХ-13 зросла на 16%, а за додавання 1% - на 10% [3]. У зв'язку з вищевикладеним фізіолого-біохімічної оцінки лососевих риб на комбікорми з додаванням КХ-13 і на кормах базового складу (без хітозану).

Коефіцієнт видимої перетравності фосфору збільшився, відповідно, в 1,5 і 1,7 рази (таблиця). Суттєвих відмінностей між варіантами в доступності для організму риб основних груп органічних речовин не виявлено. Дещо збільшилася перетравність сирого протеїну, жиру та вуглеводів (на 3-5%). У

варіанті з 0,5% добавкою КХ-13 відзначено незначне зменшення (на 3%) перетравності сирого жиру (табл. 3.6) [2].

Таблиця 3.6 – Вміст основних поживних речовин та їх перетравність у коропів за живлення кормами з КХ-13

| Органічні речовини |            |             |                         | Мінеральні речовини |            | Енергія, ккал/100 г |
|--------------------|------------|-------------|-------------------------|---------------------|------------|---------------------|
| сирий протеїн      | сирий жир  | вуглеводи   | сума органічних речовин | зола                | фосфор     |                     |
| <u>25,4</u>        | <u>3,4</u> | <u>61,1</u> | <u>89,9</u>             | <u>8,5</u>          | <u>1,6</u> | <u>431</u>          |
| 89,0               | 68,2       | 67,7        | 58,3                    | 31,1                | 32,4       | 55,8                |
| <u>25,4</u>        | <u>3,0</u> | <u>61,1</u> | <u>89,5</u>             | <u>8,5</u>          | <u>2,0</u> | 430                 |
| 92,6               | 66,2       | 70,2        | 60,5                    | 36,1                | 47,5       | 57,6                |
| <u>25,4</u>        | <u>3,2</u> | <u>60,8</u> | <u>89,4</u>             | <u>8,7</u>          | <u>1,9</u> | 431                 |
| 91,7               | 73,0       | 70,9        | 61,9                    | 34,2                | 54,6       | 59,0                |

Як видно, введення хітозанвмісних комплексів сприяло посиленню накопичення в організмі мінералів (у 1,1-1,5 рази) за скорочення приросту маси риб (на 8%), що стало наслідком зниження гідратації приросту [15-18].

Судячи за вмістом води в одиниці приросту маси риб, можна говорити про більше обводнення приросту риб з контрольного варіанта. Розрахунковим шляхом виявлено, що введення хітозану призводить до зниження гідратації приросту (на 6-14%).

Накопичення сухої речовини та всієї суми органічних речовин було меншим лише на 2-8%. У варіанті з 1% введенням композиції хітозану відзначено більше (на 13%) накопичення білка [22-25].

У таблиці 3.7 наведено відомості про ефективність використання поживних речовин та енергії випробуваних комбікормів на ріст коропів. Коефіцієнти конвертування білка у варіантах з 0,5 і 1% добавкою хітозану порівняно з контролем зросли, відповідно, на 35 і 39%, енергії - на 20 і 13%, сухої речовини - на 29 і 20%. Це свідчить про позитивний вплив хітозанового препарату на продуктивну дію корму [6].

Таблиця 3.7 – Накопичення речовин та енергії в тілі коропів, які живились комбікормами з КХ (г, ккал на 100 г початкової маси)

| Органічні речовини |             |            |               | Мінеральні речовини |             | Енергія    |
|--------------------|-------------|------------|---------------|---------------------|-------------|------------|
| сирий протеїн      | ліпіди      | вуглеводи  | загальна сума | зольні елементи     | фосфор      |            |
| <u>8,1</u>         | <u>13,0</u> | <u>2,6</u> | <u>23,7</u>   | <u>0,9</u>          | <u>0,25</u> | <u>127</u> |
| 100                | 100         | 100        | 100           | 100                 | 100         | 100        |
| <u>7,9</u>         | <u>13,3</u> | <u>0,7</u> | <u>21,9</u>   | <u>1,0</u>          | <u>0,29</u> | <u>108</u> |
| 97,5               | 102,3       | 26,9       | 92,4          | 111,1               | 116,0       | 84,1       |
| <u>9,2</u>         | <u>12,7</u> | <u>1,0</u> | <u>22,9</u>   | <u>1,1</u>          | <u>0,37</u> | 116        |
| 113,5              | 97,7        | 38,5       | 96,6          | 122,2               | 148,0       | 90,4       |

Таким чином, результати фізіолого-біохімічної оцінки впливу на організм коропа КХ-13 у кількості 0,5 і 1,0% до корму показали:

- підвищення перетравності поживних речовин за рахунок збільшення доступності білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, особливо фосфору (в 1,5-1,7 рази);
- зниження гідратації приросту (на 6-14%), збільшення накопичення мінеральних речовин (у 1,1-1,5 рази) і більш високу конверсію сухої речовини корму в організмі риб (на 13-20%);

- зростання ефективності використання корму на приріст маси тіла риб (з 30 до 40%);
- більш виражений фізіолого-біохімічний ефект при введенні в корм 1,0% КХ-13.

Хітозан КХ-13, чинячи ростостимулюючу і кормозберігаючу дію, викликає позитивний фізіолого-біохімічний ефект, що виражається в поліпшенні перетравності корму і позитивних змінах в обміні речовин у коропа [8].

### **3.3 Хітозан як лікувально-профілактичний засіб у рибних комбікормах**

Підвищення ефективності рибництва тісно пов'язане з якістю комбікормів, що безпосередньо залежить від якості сировини, використовуваної для їхнього виготовлення, на яку впливає зараження об'єктами біологічної природи, а саме мікроскопічними грибами, що не тільки руйнують поживні речовини, а й виділяють у корм токсичні метаболіти - мікотоксини. Негативна дія мікотоксинів на риб загальновідома [8-12].

Наразі на більшості рибницьких заводів індустріального типу у молоді осетрових риб спостерігаються індустріального типу, у молоді осетрових риб спостерігаються порушення, зумовлені деформацією хребта. У зв'язку з цим можливості застосування продукційного комбікорму із вмістом 10 % борошна з крабів для лікування та профілактики сколіозу у вирощуваних осетрових риб.

Позитивний вплив хітозанвмісних препаратів на якісні показники комбікормів, а також їхню ефективність як лікувально-профілактичну і ефективність профілактичних засобів [13-15].

У зв'язку з тим, що в борошні з крабів міститься близько 30% хітину, який слугує джерелом будівельної тканини для суглобових тканин, необхідно було провести експерименти по введенню борошна з крабів у продукційний комбікорм ОТ-7 для осетрових риб, як джерела хітину, та можливого застосування його для лікування й профілактики сколіозу в риб, яких вирощують.

Використання борошна з крабів у продукційному комбікормі для осетрових риб призводить до зниження кількості потворних особин у 1,5 рази.

Можливо, це пов'язано з тим, що мономером хітину є D-(+)-глюкозамін гідрохлорид - універсальний попередник і будівельний блок усіх необхідних суглобових мастил і тканин амортизаторів, що відомі як глюкозаміноглікани, що включають гіалуронову кислоту та хондроїтин сульфат, і протеоглікани, що утворюються з них. Додавання глюкозаміну гідрохлориду збільшує виробництво хондроїтин сульфату та інших глюкозаміногліканів [18-22].

Таким чином, продукційний комбікорм ОТ-7 із заміною 10% рибного борошна на борошно з крабів, крім своїх продукційних властивостей, має і профілактичну дію від сколіозу.

Мікотоксикози, виникнення яких зумовлено використанням комбікормів, що містять мікотоксини, - доволі поширене захворювання риб у вітчизняній і зарубіжній аквакультурі [3].

Продуцентами мікотоксинів є понад 250 видів мікроскопічних грибів, які є високоадаптивними пліснявами, що негативно впливають на кормову сировину та комбікорми на всіх етапах їхнього перероблення та зберігання.

Найбільш поширений і вивчений Т-2-токсин, який хімічно стійкий, термостабільний і не руйнується під час технологічних процесів приготування корму.

Найчутливіші до мікотоксинів коропові та лососеві риби, незалежно від віку. Захворювання, що виникають у них, протікають у гострій, підгострій і хронічній формах [5-9].

Гостра форма трапляється рідко і пов'язана з одноразовим надходженням в організм риб високої дози мікотоксину, тоді як хронічний і підгострий перебіг проявляються не відразу, а в міру накопичення Т-2-мікотоксину в організмі риб.

У зв'язку з цим необхідний пошук захисних засобів, здатних знижувати негативну дію мікотоксинів. Серед методів боротьби з мікотоксикозами перспективним є використання речовин, що пригнічують їхній негативний вплив, тобто мають антидотні властивості [2-9].

До найбільш відомих в аквакультурі препаратів цієї групи належать метиленовий синій і поліпласдон (останній англійського виробництва). Настільки обмежене коло препаратів потребувало пошуку інших речовин, що мають аналогічні властивості.

Антитоксичними властивостями може володіти хітозан, який потенційно може бути застосований як бактерицидний препарат для лікування захворювань, спричинених бактеріями і продуктами їхньої життєдіяльності, а також має здатність зупиняти ріст хвороботворних видів плісняви [5-8].

Як токсин використовували чистий Т-2-мікотоксин, добова доза якого становила 0,008 мг/кг риби, тобто 1/5 його підгострої дози. Встановлено позитивний ефект хітозану за концентрації в кормі 0,25% (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Активність еритроцитів у риб на різних кормах

| Корми | Кількість незрілих еритроцитів, % до контролю<br>за днями відбору проб |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-----|
|       | 5                                                                      | 12  |
| 2     | 136                                                                    | 113 |
| 3     | 80                                                                     | 89  |
| 4     | 184                                                                    | 114 |

На основі коронового корму К-111 виготовлено корми: 1 варіант - контрольний (без токсину і хітозану); 2 варіант - дослідний (з токсином, без хітозану); 3 варіант - дослідний (з токсином і 0,1% хітозану); 4 варіант - дослідний (з токсином і 0,25% хітозану) [5-8].

Оцінка фагоцитозу, що вводяться в корм Т2-мітотоксину достовірно знижує фагоцитарну активність клітин селезінки. Так, фагоцитарне число у риb було в середньому в 2 рази нижчим, ніж у контролі. Хітозан у дозі 0,1% не знижував негативного ефекту мікотоксину [23-24].

Водночас вища концентрація хітозану не тільки пригнічувала дію Т-2-мітотоксину, підвищує фагоцитарну активність клітин селезінки в перші 12 днів (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Активність фагоцитозу в риb, кількість фагоцитів на 100 клітин селезінки

| Корми    | Кількість незрілих еритроцитів, % до контролю<br>за днями відбору проб |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
|          | 5                                                                      | 12        |
| Контроль | 3,4±0,74                                                               | 6,8±0,87  |
| 2        | 1,6±0,16                                                               | 2,9±0,73  |
| 3        | 1,8±0,48                                                               | 1,7±0,49  |
| 4        | 4,1±0,98                                                               | 10,1±1,93 |

Одним із важливих рибницьких показників є темп росту риби. При хронічному токсикозі пригнічується темп росту в міру накопичення токсину в організмі (до 30 дня використання неякісних кормів) [33-36].

На цьому тлі був помітний позитивний вплив хітозану в зниженні цього негативного ефекту.

Середньодобовий приріст коропів, які отримують хітозан, на цей момент вищий майже у 2 рази, ніж у риб, що вирощуються на токсичному кормі. За підгострого мікотоксикозу помітне зниження темпу зростання (на 32%) відзначали дещо раніше - вже до 15-20 дня. Наявність хітозану в кормі дає змогу значною мірою знизити цей негативний вплив [37].

За хронічного Т-2 токсикозу хітозан проявляє яскраво виражені антидотні властивості, стимулює імунну систему, перешкоджає захворюванню риб, а за підгострого - лише частково нейтралізує дію токсину, але водночас стимулює загально адаптаційні механізми, які не дають змоги рибі знижувати темп росту [21-22].

Хітозан є одним із перспективних антидотних препаратів, оскільки зможе не тільки забезпечити профілактику мікотоксикозів, а й розв'язати проблему використання в кормо виробництві великої кількості зернової сировини з тих чи інших причин, зараженої пліснявими грибами.

Хітозан за Т-2 мікотоксикозу коропа має антидотні властивості, покращуючи за концентрації 0,25% у кормі імунофізіологічні показники риби. На тлі розвитку слабо вираженого хронічного мікотоксикозу відзначається його позитивний вплив на ріст риби [31].

Комплексна оцінка всіх встановлених рибницько - біологічних показників підтверджують досить високу ефективність застосування продуктів глибокої переробки крабів у стартових комбікормах для осетрових риб у виробничих умовах.

Виробнича перевірка стартових комбікормів для осетрових риб із вмістом 5 % борошна з крабів та 2,5 % крабового жиру свідчить, що саме такий вміст продуктів глибокої переробки крабів призводить до пришвидшення росту маси риб, збільшення виживаності, масонакопичення, при цьому знижуються витрати кормів на одиницю приросту. Вміст хітину в борошні з крабів сприяє зниженню відсотка захворювання на сколіоз вирощуваних риб.

Крім цього, слід відзначити високі адгезійні якості та атрактивну дію борошна з крабів і крабового жиру. У зв'язку з цим слід рекомендувати продукти глибокої переробки крабів для використання у стартових комбікормах у виробничих умовах [24-30].

Використання панцирів ракоподібних в прикладних цілях є гострота екологічної ситуації, необхідність оздоровлення довкілля та зниження рівня його забруднення відходами перероблення ракоподібних, що потребує розроблення та впровадження технології їх глибокого перероблення та робить реальним широкомасштабне застосування хітозанвмісних продуктів.

Хітозан проявляє антидотні та імуностимулюючі властивості за хронічного Т-2 мікотоксикозу коропа в концентрації в кормі 0,25%. Захисний ефект при введенні в контаміновані мікотоксином корми 0,1 і 0,25% хітозану при захворюванні аеромонозом дорівнює, відповідно, 13,3 і 26,6% [14-16].

З метою зниження випадків захворювання риб рекомендується проводити заміну 10% рибного борошна на крабове у складі продукційного комбікорму.

Відходи панцирів ракоподібних є потенційним продуктом, який слід досліджувати з наукової точки зору для подальшого з'ясування його потенційного використання в кормовій промисловості [20].

Для контролю за якістю кормів слід використовувати наявні технічні умови на комбікорми, що містять усі основні вимоги до їхньої якості, а також розроблені керівництва, інструкції, рекомендації, в яких представлено характеристики та вимоги до якості вихідної сировини і комбікормів, таблиці відповідності оформлених часток корму масі риби, що вирощується, добові раціони і періодичність годівлі [30].

## ВИСНОВКИ

Завдяки своїм фізичним і біологічним властивостям хітозан може бути успішно використаний у промисловому кормовому виробництві для цінних об'єктів аквакультури. Встановлено високу адгезійну дію хітин- і хітозанвмісних продуктів, що сприяють поліпшенню фізико-механічних властивостей рибних комбікормів - зниженню їхньої крихкості та збільшенню водостійкості.

Незабезпеченість рибництва необхідним набором кормових добавок, відсутність у виробників комбікормів ефективних зв'язувальних засобів, претензії споживачів до низької водостійкості та підвищеної крихкості гранульованих кормів у процесі транспортування, зберігання і згодовування риби є переконливими аргументами на користь організації виробництва кормів із введенням хітозану в широкому промисловому масштабі. Препарати хітозану, виготовлені в сухому вигляді, виявляють високі адгезійні властивості при введенні в гранульовані комбікорми для осетрових, лососевих риб і коропа. Високомолекулярний хітозан має сильнішу адгезійну дію, ніж низькомолекулярний, що виражається в підвищенні водостійкості та зниженні крихкості гранул на 5-15%.

Поліпшені показники якості гранул, безсумнівно, сприятимуть зниженню непродуктивних витрат корму під час вирощування осетрових, лососевих і коропових риб, що з урахуванням позитивного впливу введення хітозану на рибницько-біологічні та санітарні властивості комбікормів дасть змогу підвищити їхню конкурентоспроможність із кормами імпортного виробництва. В умовах мінливої кон'юнктури ринку, зникнення одних компонентів і появи інших, використання нової кормової добавки дасть змогу підвищити показники діяльності підприємств аквакультури.

Беручи до уваги широке застосування нетрадиційних джерел кормової сировини, добавка до них композицій хітозану, якої до того ж потрібна

незначна кількість, поліпшить якість кормів, що виготовляються безпосередньо в умовах рибницького господарства. Зв'язувальні властивості як високомолекулярного, так і низькомолекулярного хітозану посилюються при його введенні в корм у вигляді композиції (КХ) з органічними кислотами та амінокислотами. Найкращі показники якості кормів відзначено за додавання в комбікорми 0,5% КХ. Введення якої в корм для осетрових, коропа і лососів у кількості 0,5% підвищує водостійкість гранул на 50-70% і знижує крихкість на 40-60%, що на 10-15% ефективніше порівняно з чистим хітозаном. Використання панцирів ракоподібних в прикладних цілях є гострота екологічної ситуації, необхідність оздоровлення довкілля та зниження рівня його забруднення відходами перероблення ракоподібних, що потребує розроблення та впровадження технології їх глибокого перероблення та робить реальним широкомасштабне застосування хітозанвмісних продуктів.

Хітозан проявляє антидотні та імуностимулюючі властивості за хронічного Т-2 мікотоксикозу коропа в концентрації в кормі 0,25%. Захисний ефект при введенні в контаміновані мікотоксином корми 0,1 і 0,25% хітозану при захворюванні аеромонозом дорівнює, відповідно, 13,3 і 26,6%.

З метою зниження випадків захворювання риб рекомендується проводити заміну 10% рибного борошна на крабове у складі продукційного комбікорму. Відходи панцирів ракоподібних є потенційним продуктом, який слід досліджувати з наукової точки зору для подальшого з'ясування його потенційного використання в кормовій промисловості. Для контролю за якістю кормів слід використовувати наявні технічні умови на комбікорми, що містять усі основні вимоги до їхньої якості, а також розроблені керівництва, інструкції, рекомендації, в яких представлено характеристики та вимоги до якості вихідної сировини і комбікормів, добові раціони і періодичність годівлі.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Баль-Прилипко Л. В., Старкова Е. Р., Лебський С. О., Андрощук О. С. Актуальні проблеми рибопереробної галузі: монографія Київ: Компрінт, 2018. 214 с.
2. Березовський А. В., Петров Р. В., Горчанок Н. В. Ветеринарно-санітарна експертиза риби, морських ссавців та безхребетних тварин: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2013. 120 с.
3. Голембовська Н.В., Слободянюк Н.М., Очколяс О.М. Теоретичні та практичні основи комплексної переробки прісноводних видів риб внутрішніх водоймів України: монографія. Київ: ЦП «Компрінт», 2017. 200 с.
4. Дубініна А.А. Товарознавство риби та рибних товарів: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 336 с
5. Кваша С. М., Вдовенко Н. М. Світові тенденції розвитку ринку продукції аквакультури і місце України на ньому. *Економіка ринкових відносин*. Київ, 2011. № (7). С. 54–62.
6. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навчальний посібник. Київ, 2016. 410 с.
7. Іваненко Ф. В. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: навч. метод. посібник. Київ: КНЕУ, 2014. 125 с.
8. Кіщак І. Т., Корнєва Н. О., Новіков О. Є. Стратегічні імперативи розвитку рибо продуктового комплексу держави. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 3. С. 5–17.
9. Лебська Т.К., Баль-Прилипко Л.В., Слободянюк Н.М., Голембовська Н.В., Менчинська А.А., Іванюта А.О. Технологія риби та морепродуктів: навчальний підручник. Київ: НУБіП України, 2021. 311 с.

10. Миськовець Н. П. Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку рибного господарства України. *Бізнес Інформ*. 2020. № 3. С. 104–111.
11. Пентиліук Р.С. Оцінка якості сировини водного походження: конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2013. 157 с.
12. Павлюк, Р. Ю. Новий напрямок глибокої переробки харчової сировини: монографія. Херсон: Факт, 2017. 380 с.
13. Пивоваров П. П. Теоретичні основи харчових технологій: навчальний посібник. Херсон: ХДУХТ, 2016. 363 с.
14. Постнов Г. М., Червоний В. М., Максименко М. М., Гулий А. В., Омельченко О. В., Апанасенко А. І. Перспективи використання технології глибокої переробки ставкової риби. *Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. праць*. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, № 2 (37). 2018. С. 59–65.
15. Слободянюк Н. М., Голембовська Н. В., Іванюта А. О., Веретинська І. А. Наукові основи технології комплексної переробки риби внутрішніх водоймі України: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2019. 318 с.
16. Слободянюк Н.М., Баль-І.М., Лебський С.О. Перспективи технологій переробки прісноводних риб. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2022. Том 28. № 5. С.136-147.
17. Соборова О.М. Оцінка якості морепродуктів та їх переробка: конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2023. 218 с.
18. Слободянюк Н.М., Голембовська Н.В., Менчинська А.А., Андрощук О.С., Тулуб Д.О. Технологія переробки риби: підручник Київ: ЦП «Компринт», 2018. 264 с.
19. Трофимчук А.М. Розвиток органічної аквакультури в Європі. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. *Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології*. II Міжнар. наук. конф., 27-28 вересня 2018 р. Біла Церква, 2018. С. 12–14.

20. Чемерис В.А., Душка В.І., Максим В.Л. Стан та перспективи розвитку аквакультури в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Економічні науки*. 2016. Т. 18. № 2. С. 169–175.
21. Червоний В., Дейниченко Г., Горелков Д., Дмитревський Д., Атаханов Ш. Інноваційне ультразвукове оброблення рибної сировини *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2019. Т. 2. С. 45–58.
22. Черевко О. І. Нові напрямки переробки ставкової та океанічної риби в кулінарну продукцію: монографія. Харків: ХДАТОХ, 2012. 149 с.
23. Черевко О. І., Крайнюк Л. М., Касілова Л. О. Методи контролю якості харчової продукції: підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2015. 607 с.
24. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник Київ, 2012. 484 с.
25. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник. Херсон: Світ Книг, 2014. 495 с.
26. Щербак В.І. Інтегроване управління водними ресурсами: навчальний посібник. Київ, 2015. 379 с.
27. Postnov H., Chervonyi V., Maksymenko M., Hulyi A., Omelchenko O., Apanasenko A. Prospects for the use of technology for deep processing of pond fish. *Equipment and technologies of food production: a collection of scientific papers*. 2018. Vol. 2(37). P. 59-65.
28. Shenoda G.K. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Advances in Food Research*. 2018. P. 275-311.
29. Shono T., Toyomizu M. Lipid alteration in fish muscle during cold storage. Lipid alteration pattern in jack mackrel. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 2020. P. 411-421.
30. Sampels S. The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2014 V. 39(6). P. 206-215.

31. Gaylord T. G., Barrows F. T., Rawles S. D. Apparent amino acid availability from feedstuffs in extruded diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*. 2018. Vol. 16 (4). P. 400-406.
32. Gaze, J.F. and Brown, K.L. The heat resistance of spores of *Clostridium botulinum* 213 B over the temperature range 120 to 140°C. *Int. J. Food Technol.* 2020. V. 20. P. 373–378.
33. Sampels S. The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2014 V. 39(6). P. 206-215.
34. Tischenko, V. I., Bozhko, N. V., Pasichnyi, V. M. Optimization of the recipes of meat loaves using hydrobionts. *Scientific Messenger LNUVMB*. 2017. V. 19 (80). P. 38-42.
35. Ytrestoyl T., Aas S. & Asgard T. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon in Norway. *Aquaculture*. 2015. V. 48. P. 365–374.
36. Alfaro A.T., Fonseca G.G., Prentice C. Enhancement of functional properties of wami tilapia (*Oreochromis urolepis hornorum*) skin gelatin at different pH values. *Food and Bioprocess Technology*. 2019. V. 5. P. 1-10.
37. Cochrane Ye, Bianchi K. Rebuilding global fisheries: The World Summit goal, costs and benefits. *Fish and Fisheries*. 2013. V. 14(2). P. 174–185.
38. Gaylord T. G., Barrows F. T., Rawles S. D. Apparent amino acid availability from feedstuffs in extruded diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*. 2018. Vol. 16 (4). P. 400-406.
39. Jeyaprakashsabari S., Aanand S. Crab Meal - Waste from Seafood Processing Units: A Good Alternative Protein Source for Fish Meal in Aqua Feed. *AgriCos e-Newsletter*. 2021. Vol. 2. P. 9-11.
40. Keremah R.I. The effects of replacement of fish-meal with crab-meal on growth and feed utilization of African giant catfish *Heterobranchus longifilis* fingerlings. *International journal of fisheries and aquaculture*. 2013. Vol. 5(4). P.60-65.