

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології  
Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Меленівський Олександр Олександрович  
(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача вищої освіти)

УДК: 639.2.05  
(індекс)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Рибоводно-біологічні аспекти годівлі личинок рослиноїдних риб  
штучними стартовими комбікормами**

207 Водні біоресурси та аквакультура

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

О. О. Меленівський

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Світельський Микола Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2021

# ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології  
Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук  
Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри  
біоресурсів, аквакультури та  
природничих наук кандидат  
с.-г. наук, доцент  
Світельський М.М.

---

« \_\_\_ » грудня 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Меленівського Олександра Олександровича

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача вищої освіти в родовому відмінку)

207 – Водні біоресурси та аквакультура

- 1.Тема кваліфікаційної роботи *Рибоводно-біологічні аспекти годівлі личинок рослиноїдних риб штучними стартовими комбікормами* затверджена наказом № 1387/ст. від «16» листопада 2021 р.
- 2.Термін подання роботи «01» грудня 2021 р.
- 3.Предмет дослідження: *біологічні особливості ранньої молоді рослинних риб при годівлі штучним стартовим комбікормом, фізіологічний стан молоді рослиноїдних риб, вирощеної з використанням нового стартового комбікорму.*
- 4.Об'єкт дослідження: *процеси формування травної системи та ферментної активності рослиноїдних риб в онтогенезі, особливості ранньої молоді рослинних риб при годівлі штучним стартовим комбікормом.*
- 5.Методи дослідження \_\_\_\_\_

6. Інформаційна база дослідження \_\_\_\_\_

7. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно було розробити) \_\_\_\_\_

8. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

9. Дата видачі завдання «06» вересня 2020 р.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Світельський Микола Михайлович  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_ Меленівський Олександр Олександрович  
(підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Примітки
1.	Виконання аналітичного огляду фахової літератури та обґрунтування обраного напрямку досліджень	Вересень 2020– грудень 2020 р.	Виконано
2.	Розроблення програми досліджень, календарного плану їх виконання та освоєння методики проведення досліджень	Січень – березень 2021 р	Виконано
3.	Виконання практичної частини роботи	Протягом 2020 – 2021 рр.	Виконано
4.	Аналіз, узагальнення та інтерпретація одержаних експериментальних даних	Жовтень - листопад 2021 р.	Виконано
5.	Написання дипломної роботи та підготовка до її захисту	Грудень 2021 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Меленівський Олександр Олександрович  
(підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Світельський Микола Михайлович  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

«\_\_» грудня 2021 р.

## АНОТАЦІЯ

Меленівський О.О. *Рибоводно-біологічні аспекти годівлі личинок рослиноїдних риб штучними стартовими комбікормами.* – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 207 – водні біоресурси та аквакультура – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Зміст анотації: кваліфікаційна робота розкриває питання розробки технології вирощування личинок рослиноїдних риб із використанням ефективних стартових штучних комбікормів.

Ключові слова: рослиноїдні риби, личинки, стартовий комбікорм, заводський спосіб вирощування, гідролізат рибного білка, продукт мікробіосинтезу.

## ANOTATION

Melenivsky O.O. Aquaculture and biological aspects of feeding larvae of herbivorous fish with artificial starter feed. - Manuscript of the qualification work.

Qualification work for the bachelor's degree in specialty 207 - aquatic bioresources and aquaculture -Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Summary of the abstract: qualification work reveals the issue of development of technology for growing larvae of herbivorous fish using effective starting artificial feeds.

Key words: herbivorous fish, larvae, starting compound feed, factory method of cultivation, fish protein hydrolyzate, product of microbiosynthesis.

ЗМІСТ	
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ МОЛОДІ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ. КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ, ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ (огляд літератури)	10
1.1. Вивчення питання підрощування личинок риб	10
1.2. Технічні засоби та способи транспортування живої риби	12
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Місце та умови проведення досліджень	14
2.2. Об'єкти та методи досліджень	14
РОЗДІЛ 3. СТАРТОВІ КОМБІКОРМИ ДЛЯ МОЛОДІ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ НА ОСНОВІ ПРОДУКТІВ МІКРОБІОСИНТЕЗУ ТА ГІДРОЛІЗАТУ РИБНОГО БІЛКА	18
3.1. Розробка базового варіанту стартового комбікорму для ранньої молоді рослиноїдних риб	18
3.2. Оптимізація фракційного складу білкових сполук сухого стартового комбікорму для личинок рослиноїдних риб	22
3.3. Фізіолого-біохімічна оцінка молоді рослиноїдних риб, вирощеної на кормах з продуктами мікробіосинтезу та гідролізатом білка.	32
ВИСНОВКИ	37
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	39

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Серед об'єктів прісноводної аквакультури особливе місце з точки зору перспективи підвищення рибопродуктивності водойм, запобігання їх від надмірного заростання займають рослиноїдні риби. Використання рослиноїдних риб дозволяє безпосередньо утилізувати значну частину первинної продукції, що утворюється у водоймі, і створювати надзвичайно вигідну в біоенергетичному та господарському відношенні екосистему, в якій товарна продукція виходить вже на другій ланці трофічного ланцюга (Виноградов, 1976;199; 1995).

**Мета і завдання досліджень.** Метою дослідження була розробка технології вирощування личинок рослиноїдних риб із використанням ефективних стартових штучних комбікормів.

Для вирішення даної проблеми були визначені наступні **завдання**:

1. Вивчити особливості формування травної системи та ферментної активності рослиноїдних риб в онтогенезі.
2. Дослідити особливості харчування ранньої молоді рослиноїдних риб живими кормами.
3. Дати оцінку фракційного складу білкових сполук живих кормів.
4. Визначити придатність продуктів мікробіосинтезу як основні компоненти штучних стартових комбікормів для личинок рослиноїдних риб.
5. Дослідити можливість заміни еприну в комбікормі на гідролізати рибного борошна.
6. Вивчити біологічні особливості ранньої молоді рослиноїдних риб при годівлі штучним стартовим комбікормом з різним вмістом продуктів мікробіосинтезу.
7. Дослідити рецептури повноцінного стартового комбікорму для личинок рослиноїдних риб.
8. Оцінити фізіологічний стан молоді рослиноїдних риб, вирощеної з використанням нового стартового комбікорму.
9. Розробити технологічні норми та режим годівлі личинок

рослиноїдних риб.

**Об'єкт досліджень** – процеси формування травної системи та ферментної активності рослиноїдних риб в онтогенезі, особливості ранньої молоді рослинних риб при годівлі штучним стартовим комбікормом.

**Предмет досліджень** – біологічні особливості ранньої молоді рослинних риб при годівлі штучним стартовим комбікормом, фізіологічний стан молоді рослиноїдних риб, вирощеної з використанням нового стартового комбікорму.

**Актуальність теми.** Початок рибогосподарського освоєння цих риб належить до передвоєнних років. Проте, широке впровадження їх у рибництво посідає початок 60-х років минулого століття. У відносно короткий термін обсяг розведення рослиноїдних риб досяг значних масштабів. На частку в ставковому рибництві окремих південних районах припадало до 50-70% вирощуваної риби (Горюнова, Никонова, 1972; Магомайов, 1972; Виноградов, Єрохіна, 1982; Паршина, 1985). Рослинноядні риби відносяться до найбільш показової групи об'єктів, акліматизація яких заснована не на натуралізації, а на схемах нагульного і товарного рибництва. Ця обставина обумовлена особливостями екології розмноження, відповідно до яких природне відтворення запасів цих риб у більшості випадків неможливе (Кудерський, 1982).

**Наукова новизна.** В результаті виконаних рибоводно-біологічних та фізіологічних досліджень на базі комплексного підходу до балансування основних поживних речовин та фракційного складу білкових сполук вперше досліджено рецептуру стартового комбікорму для рослиноїдних риб СТРАС-1.

**Програма досліджень** включала наступні питання: дати оцінку фракційного складу білкових сполук живих кормів, визначити придатність продуктів мікробіосинтезу як основні компоненти штучних стартових комбікормів для личинок рослиноїдних риб, дослідити можливість заміни еприну в комбікормі на гідролізати рибного борошна, вивчити біологічні особливості ранньої молоді рослинних риб при годівлі штучним стартовим комбікормом з різним вмістом продуктів мікробіосинтезу.



**Перелік публікацій автора за темою дослідження.** Матеріали досліджень були опубліковані у ряді конференцій, зокрема:

1. В.Д. Соломатіна, О.М. Левківський, О.О. Меленівський, В.К. Омелянів. Використання добрив у ставовому рибористві. IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Водні та наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття-2021»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2021. С. 161-163.

2. Левківський О.М. Технологічні аспекти рибогосподарських ставків. IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Водні та наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття-2021»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2021. С. 154-156.

3. О.М. Левківський, О.О. Меленівський, В.К. Омелянів. Годівля риби як один з основних методів інтенсифікації ставкового рибориства. Студентська науково-практична конференція «Магістерські читання - 2021»: Зб. наук праць. Житомир: Вид-во Поліського національного університету, 2021. С. 21-22.

**Практичне значення отриманих результатів.** Методи годівлі личинок рослиноїдних риб, стартовий комбікорм можуть бути використані в ставкових та басейнових рибоводних господарствах, а також в установках замкнутого водопостачання.

**Структура та обсяг роботи.** Робота містить 45 сторінок комп'ютерного тексту, складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій та 68 позицій використаних джерел, кількість таблиць – 11, рисунків – 7.

# РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ МОЛОДІ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ. КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ, ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ (огляд літератури)

## 1.1. Вивчення питання підрощування личинок риб.

Рослинноядні риби далекосхідного комплексу (білий амур, білий і строкатий товстолобики, а також їх гібридні форми) є дуже цінними об'єктами товарного рибництва у внутрішніх водоймах нашої країни та за кордоном. Широке їх використання в ставкових господарствах зазвичай стримується недовільним посадковим матеріалом, а також низьким виходом цьогорічок від зариблюваних личинок [24].

Відзначено, що зариблення ставків триденними личинками масою 2 мг призводить до їхньої значної втрати з низки причин. Так, загалом країні вихід сеголеток від зарибляних личинок не перевищував 20%, що у кілька разів нижче потенційно можливої величини [151].

Рибоводні показники вирощування сеголеток рослинно-ядних риб помітно покращуються при зарибленні ставків підрощеною молоддю [26]. В даний час існує два способи підрощування молоді рослинноядних риб: ставковий і лотковий.

Спочатку для підрощування личинок риб була розроблена та освоєна промисловістю ставкова технологія [11]. Надалі виявилось, що ця технологія з цілої низки причин не набула широкого застосування та повсюдного поширення. Це з тим, що є значний недолік - труднощі прогнозування результатів підрощування у зв'язку з нездатністю людини повністю управляти умовами середовища, які у весняний період відрізняються різкими змінами [22]. Крім цього, є підстави вважати, що межу інтенсифікації ставкового методу підрощування практично вже досягнуто. Наприклад, навіть за найсприятливіших умов вирощування щільність посадки личинок вбирається у 10 млн. прим.

Ще один значний недолік ставкового підрощування — невідповідність термінів вилуплення личинок та масового розвитку планктонних організмів, що призводить до неможливості забезпечення ранньої молоді риби відповідним кормом [6].

До інших істотних недоліків ставкового підрощування слід віднести масову загибель личинок від преса численних хижаків [57] та різноманітних хвороб [44], боротьба з якими в ставках особливо ускладнена. Особливо небезпечні хвороби, оскільки з вирощеною молоддю можливе перенесення різних захворювань на інші водойми під час її перевезення [19].

Зрештою, всі ці недоліки означають, що ставкове підрощування молоді рослиноїдних риби далеко не завжди економічно ефективно [32]. Аналіз даних із витрат на вирощування товарних рослиноїдних риби за кілька років показують, що норматив витрати посадкового матеріалу був перевищений у всіх об'єднаннях рибної промисловості країни [46]. У структурі собівартості основні витрати припадають на посадковий матеріал і тому від цього залежить собівартість продукції. Ефективність виробництва рослиноїдних риби пов'язана із збереженням посадкового матеріалу, а також з використанням сучасних та інтенсивних методів його вирощування. Перехід ставкових господарств на підрощування личинок риби у заводських умовах вирішує багато складних проблем при використанні інших методів. Підрощування молоді індустріальними методами усуває залежність виробництва насамперед від температурного фактора і дозволяє створити керований режим утримання за основними параметрами середовища [23].

У ранній період онтогенезу риби, який характеризується найвищим рівнем інтенсивності фізіологічних процесів, відбувається формування організму молоді, що підрощується, що має вирішальне значення для отримання якісного посадкового матеріалу, тому оптимізація умов утримання в такий період життя є головним завданням [16].

## **1.2. Проблеми виживаності личинок риб в природних умовах.**

Основна причина загибелі личинок у природних умовах – брак необхідної для них їжі [18]. Аналогічна ситуація притаманна і заводському виробництву, первісна ідея якого полягала у максимально можливій ізоляції личинок риб від небезпек довкілля. Проблема забезпеченості їжею повинна була вирішитися за рахунок її надходження з водою з вододжерела. Для цього навіть були зроблені спеціальні зусилля з максимально можливого підвищення кормової бази у вододжерелі. Проте навіть необхідне співвідношення обсягу басейнів до обсягу водойми-культиватора, щонайменше 1: 125, не дозволяє забезпечити харчові потреби личинок вже до середини періоду підрощування [27]. Тому підрощування личинок коропових риб у заводських умовах може мати успіх лише у разі організації годівлі, що пов'язано з необхідністю введення в технологічну схему додаткової ділянки з виробництва кормів [36]. Це зажадало відповідної оцінки існуючих методів отримання живих кормів [46].

Спочатку здавалося, що найпростіший і економічно виправданий вилов живих кормів із різних водойм. Нині відомо досить багато випадків, коли цей метод виправдав себе [2]. Але проблеми транспортування та зберігання зоопланктону, нерівномірність його розвитку в часі та просторі, а також наявність у його складі ворогів личинок найчастіше призводить до того, що метод вилову може застосовуватися лише як допоміжний [52].

Існує кілька технологій збереження зоопланктону на тривалий термін. Перевага надається його заморожуванню [63]. Однак широкого поширення цей спосіб не отримав, ймовірно, через швидку втрату якості кормів при розморожуванні. Зоопланктон також сушать [39], інактивують сіллю [58], але масових масштабів ці роботи на виробництві не досягають.

Великі перспективи має масове культивування окремих видів зоопланктону. Вихідним у культивуванні є так званий метод Н. П. Дуппа [13]. Детальний аналіз способів культивування кормових організмів було зроблено І. Б. Богатовою [43]. В даний час рівень продуктивності при масовому

культивуванні зазвичай не перевищує 40 г/м<sup>3</sup> на добу. Застосування методів інтенсифікації дозволяє довести середньодобовий рівень продукції планктону до 300 г/м<sup>2</sup>.

Ще більш перспективними є інкубація та декапсуляція організмів, що перебувають у стадії спокою, з метою використання їх на науплиальних стадіях для годування личинок. Однак, цей метод не знаходить широкого поширення через значну вартість високоякісних яєць та низької якості окремих партій [68]. Відомі й спроби використання нетрадиційних живих кормів: вільноживучих нематод [24], личинок хірономід, олігохет [11], личинок мух [38] та інших дрібних водних організмів.

На перших етапах розвитку більшість авторів як пише рекомендують використовувати інфузорій [6], коловраток і гіллястовусих рачків після повного переходу личинок риби на зовнішнє харчування [33], і навіть науплии великих ракообразних [49].

В цілому, в даний час надійних і економічних промислових способів забезпечення живими кормами личинок коропових риби немає [50]. Тому виникла необхідність штучного годування личинок, що вирощуються в заводських умовах. Розуміння цього питання багатьма дослідниками призвело до формування нового напрямку в рибоводній науці про харчування риби - технології штучного годування личинок карпових риби, що вирощуються індустріальними методами [57].

Історія розвитку цього напрямку у рибництві підрозділяється на кілька етапів. Перші дослідження пов'язані з встановленням факту самої можливості споживання сухих кормів, оскільки раніше панувала думка у тому, що личинки коропових риби споживають лише живих зоопланктерів [8]. Використання окремих інгредієнтів, таких як селезінка, рибний протеїн, яечний порошок, кров'яне борошно, печінка, рибний фарш, сухе молоко, пшеничне борошно та інших компонентів показало, що кожен з них може поїдатися личинками коропових риби у вигляді дрібної суспензії [15].

Надалі монокорми стали замінювати кормосмєсями без достатнього

обґрунтування їх складу [35]. І лише годування лососевих риб стартовими сухими комбікормами, склад яких був задовільно збалансований саме для риб, остаточно затвердило можливість застосування штучних кормів і для годування личинок коропових риб [39].

Були проведені випробування багатьох форелевих кормів [26] спочатку без вітамінних добавок, а потім і частково збагачених вітамінами. Ці корми перевірялися на молоді коропа [12], а також на молоді білого амура (Schlumpberger et. al., 1976).

Незадовільні результати дало годування одним кормовим засобом "Алевон" - вологий корм акціонерного товариства "Херта КQ" м. Дахад Німеччина [32]. Однак всі дослідники одностайні в тому, що при використанні живого природного корму як для коропа так і для рослинної риб досягаються найкращі результати щодо виживання і особливо приросту риб.

[68] у зв'язку з цим пропонує три дні годувати ранню молодь природним живим кормом, потім один день живим кормом разом із сухим, після чого повністю перейти на годування одним тільки сухим кормом. Цю думку поділяють багато дослідників. Так, [53] вважають, що перехід на сухий корм слід здійснювати тільки при досягненні молоді штучної маси не менше 20 мг, а краще - 50 мг.

Один із важливих аспектів розробки штучних кормосмесів пов'язаний із проблемою їх засвоєння. Завдяки зусиллям вітчизняних та зарубіжних дослідників досягнуто значного прогресу у вивченні травних і транспортних процесів, що відбуваються в кишечнику риб. При цьому, найбільш докладно досліджено початкові етапи деполімеризації пшци за рахунок механізму порожнинного травлення, а також питання, що стосуються транспорту нутрієнтів, особливо глюкози та амінокислот [47].

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Місце та умови проведення досліджень.

Експериментальну частину роботи з випробування нових комбікормів проводили в акваріальному комплексі Поліського національного університету у 2018-2020 роках. У дослідах використовували триденних личинок рослиноїдних риб, отриманих заводським методом у риборозсадниках ТОВ «Інтеррибгосп». У перший рік досліджень при розробці базового варіанта стартового комбікорму СТРАС (стартовий для рослиноїдних риб) використовували личинок гібриду білого і строкатого товстолобиків, на наступних етапах - личинок білого амура (*Stenopharyngodon idella Valenciennsy* (*Aristichthys nobilis* Richardson) товстолобиків. Вивчення харчування личинок рослиноїдних риб природними кормовими організмами проводили у ТОВ «Інтеррибгосп». Для дослідів брали ранню молодь рослиноїдних риб у віковому інтервалі з моменту переходу на змішане харчування до мальків.

Рецепти стартових комбікормів для личинок та мальків рослиноїдних риб становили на основі відомостей про склад поживних речовин в окремих компонентах та комбікормах для різних видів риб [16].

### 2.2. Схема та об'єми виконання досліджень.

Рецепти комбікормів балансували за складом поживних речовин методом лінійного програмування [19], потім удосконалювали отримані рецептури з введенням додаткових кормових препаратів, використовуючи робочі матриці досвідчених рецептів для заключного балансування складу поживних речовин [18]. При доборі компонентів враховувалися відомості про наявність інгібіторів зростання личинок риб [23].

При складанні дослідних рецептів комбікормів як інгредієнтів застосовували промислово вироблювані компоненти. У таблиці t 1 представлені основні показники складу компонентів кормосуміші кормів, що розробляються,

зокрема, дані загального хімічного складу, вміст незамінних амінокислот і вітамінів групи В.

Основним джерелом легкозасвоюваного білка стартових кормів для коропових риб до середини 90-х років був еприн, продукт мікробного синтезу, отриманий з використанням подуцента дріжджів роду *Candida* при культивуванні на живильному середовищі, що містить синтетичний етиловий спирт. властивостям, за змістом незамінних амінокислот і вітамінів мало у чому поступається рибному борошну, а, по деяким сполукам (зміст вітамінів групи В) має перевагу.

У зв'язку з тим, що мікробіологічні підприємства нашої країни з 2005 року припинили випуск низки продуктів мікробіосинтезу, нами було вивчено можливість їх заміни у комбікормах на гідролізати рибного фаршу. Гідроліз протеїнів корму (автоліз, ферментоліз) на біохімічних комбінатах дозволяє отримувати різні компоненти, необхідні у складі комбікорму для личинок риб: амінокислоти, олігопептиди, дипептиди, поліпептиди, білки з відносно низькою молекулярною масою.

Таблиця 1

**Загальний хімічний склад кормових компонентів стартових комбікормів для рослиноїдних риб (г/кг)**

Показники	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковин	Сира зола	Б ЕР	Вода
Еприн	557	41	-	80	195	127
Рибне борошно	600	60	-	180	40	120
Сухе молоко	300	20	-	46	494	140
Борошно водоростеве	117	11	89	180	425	178
Шрот соєвий	415	13	63	51	332	126
Шрот соняшниковий	320	5	167	58	342	108
Борошно пшеничне	132	25	41	23	639	140
Олія соняшникова	-	950	-	50	-	-



У досліджах використовували класичний компонент практично для всіх комбікормів - рибне борошно, що є головним джерелом тваринного білка та незамінних амінокислот [14]. До досвідчених рецептур кормів були включені також два шроти (соняшниковий і соєвий). За хімічним складом шроти наближаються до кормів тваринного походження. Зміст сирого протеїну у цих продуктах сягає 30-50%, причому 95% азоту посідає білковий азот [5]. За такими показниками, як вміст незамінних амінокислот і вітамінів, шроти поступаються і еприну, і рибному борошну.

Сухе молоко використовували як джерело легкозасвоюваного білка та вітамінів [32]. Водоростеве борошно, ліприн, метіонін, премікс ПФ-2В, олію вводили в незначних кількостях для балансування кормів, оптимізації вмісту в рецептах вітамінів і мікроелементів [53]. Отримані варіанти стартового комбікорму з умовним індексом СТРАС-1 містили приблизно рівний рівень основних поживних речовин, але відрізнялися вмістом етанолових дріжджів (епріна), рибного борошна та соєвого шроту, а також білкових сполук з різною молекулярною масою (амінокислоти, пептиди ки). Експериментальні партії комбікормів виготовляли за умов лабораторії НТЦ "Астаквакорм".

### РОЗДІЛ 3. СТАРТОВІ КОМБІКОРМИ ДЛЯ МОЛОДІ РОСЛИНОЇДНИХ РИБ НА ОСНОВІ ПРОДУКТІВ МІКРОБІОСИНТЕЗУ ТА ГІДРОЛІЗАТУ РИБНОГО БІЛКА

#### 3.1. Розробка базового варіанту стартового комбікорму для ранньої молоді рослиноїдних риб.

При розробці базового варіанта стартового комбікорму проведено випробування чотирьох рецептур, склад яких був збалансований за рівнем основних поживних речовин (табл. 2). Хімічний склад досліджуваних кормів дещо відрізнявся за варіантами (табл. 2).

Таблиця 2

#### Склад поживних речовин дослідних варіантів стартового комбікорму для рослиноїдних риб, %

Показники	Варіанти комбікормів			Контроль, РК-С
	1	2	3	
Сирой протеїн, в тому числі	51,0	52,6	53,87	48
тваринний	5,1	5,3	-	16,8
Сирий жир	3,55	4,07	2,8	4,85
БЕР	21,6	21,0	24,3	19,6
Сира клітковина	1,16	0,9	0,95	0,35
Сира зола	8,61	8,47	7,75	10,2
Лізин	3,57	4,05	4,18	6,04
Метіонін	0,762	0,851	0,76	0,95
Триптофан	1,11	0,682	0,74	0,95

Як видно з таблиці 2, сирий протеїн в досліджуваних кормах становив від 51 до 53%, а в контролі дорівнював 48% (на основі тварини протеїну). У третьому варіанті досвіду білок рибного борошна замінили протеїном мікробного походження. В цілому, досвідчені варіанти комбікорму

відрізнялися, головним чином, за рівнем зприну та рибного борошна в кормах.

Важливе місце при оптимізації складу дослідних рецептів кормів слід приділяти рівню водорозчинної фракції білка, так як у період раннього постембріогенезу риб саме ця білкова фракція є доступною для засвоєння [28]. Зміст водорозчинного білка в випробуваних рецептурах кормів представлено в таблиці 3.

Таблиця 3

**Склад основних фракцій білка досвідчених варіантів стартового комбікорму для личинок рослиноїдних риб, %**

Фракції білка	Варіанти рецептів кормів			Контроль РК-С, 50%еприну
	1 65%еприну	2 80%еприну	3 95%еприну	
Водорозчинна	45,0	53,4	57,4	41,2
Нерозчинна у воді	55,0	46,5	42,6	58,8

Подані в таблиці 15 дані свідчать про те, що при збільшенні вмісту еприну в рецептурі корму зростає рівень водорозчинної фракції білка, що дуже позитивно впливає на продукційну дію корму.

У наших дослідах було встановлено, що гібриди білого та строкатого товстолобиків найбільш пластичні та стійкі до впливу несприятливих факторів середовища у порівнянні з чистими лініями. Це узгоджується з роботами інших авторів [21]. Також нами було відзначено, що гібриди товстолобиків добре засвоюють сухий стартовий корм. В результаті дослідів з годівлі та вирощування личинок

рослиноїдних риб вдалося визначити вимоги до складу випробуваних рецептур стартового комбікорму. Так збільшення рівня еприну в рецепті, як основного легкозасвоюваного протеїновмісного компонента, дозволило

отримати високі показники вирощування личинок. Найкращі результати були відзначені у другому варіанті, де рівень еприну в кормі становив 80% (табл. 4). Про це свідчать такі показники, як середньодобовий приріст та питома швидкість зростання личинок, які були найвищими. До кінця вирощування була отримана максимальна маса риб (103 мг) при високій виживаності (82%). Подальше збільшення кормосуміші еприну до 95% призвело до уповільнення темпу зростання личинок і деякого зниження виживання.

У контролі, де годування личинок проводили стартовим комбікормом РК-С, результати вирощування виявилися набагато гіршими: молодь ледве досягла маси 23 мг, виживання при цьому склала 60%. Ймовірно, це пов'язано з великим вмістом нерозчинного білка в комбікормі РК-С (більше 58%), який недоступний для засвоєння личинками рослиноїдних риб. Доказом цього є висока смертність личинок на етапі переходу на екзогенне харчування - у критичний момент життя, коли личинки особливо вимогливі до якісного складу їжі. Баласгною частиною корми у разі є лише нерозчинний білок, а й його високомолекулярна фракція, що у водорастворимій частині. Слід зазначити, що личинки у цьому варіанті досвіду при годівлі відрізнялися як уповільненим темпом зростання, а й відставали у розвитку. Отже, комбікорм рецепту РК-С найменше підходить для годування личинок рослиноїдних риб.

Дуже цікавим є той факт, що у варіантах, де використовувалися корми з мінімальним (65%), не враховуючи рецепт РК-С, і максимальним (95%) вмістом еприну (варіанти 1, 3), результати вирощування виявилися близькими: маса кінцева - 57 і 47 мг, виживаність - 80 і 78% при досить низьких кормових витратах - 2,1 та 2,2 одиниць.

Різними виявилися коефіцієнти вгодованості за Фультоном. При використанні корму з 95% еприну (3 варіант) коефіцієнт вгодованості склав 1,4 одиниць, а при 65% -1,7. Помітну роль цьому зіграло походження представленого в кормі білка. У першому випадку, білок був, в основному, мікробіального походження, тому всі недоліки властиві цьому продукту позначилися на результатах вирощування. У другому, розноякісність білка в

кормі (білок рибного борошна, мікробіального продукту еприну) дозволила згладити недоліки, притаманні кожному з цих компонентів, тому результати вирощування, на нашу думку, були вищими.

Таблиця 4

**Показники ефективності варіантів комбікорму з різним рівнем еприну при вирощуванні ранньої молоді рослиноїдних риб (гібрид білого та строкатого товстолобиків)**

Показники	Варіанти кормів			Контроль РК-С
	1	2	3	
Маса, мг: початкова кінцева	1,8±0,11 57,6±0,47	1,8± 0,14 103,6±0,6	1,8±0,12 47,4±0,5	1,8±0,13 22,5±0,38
Середньодобовий приріст,	23,1	35,7	18,7	4,6
Питома швидкість росту, од.	0,17	0,2	0,16	0,13
Коефіцієнт вгодованості од.	1,7	2,9	1,4	0,8
Виживаність, %	82	82	78	60
Кормовые витрати, од.	2,8	2,6	2,9	3,1
Період вирощування, діб	20	20	20	20

Відмінності показників були достовірними ( $P < 0,001$ )

Подальші спостереження за вирощеними мальками, що досягли маси 1-3 г, не виявили відхилень ні в їх розвитку, ні у фізіологічному стані. Наявність аліментарних патологій та токсикозу відзначено не було.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було отримано наступний рецепт комбікорму, якому привласнили умовний індекс СТРАС (стартовий корм для рослиноїдних риб). Він має наступний склад (%): борошно рибне - 10, еприн - 80, сухий обіг - 5, олія - 2, водоростева борошно - 1, премікс ПФ-2В - 2. Його випробування в умовах УЗВ на прикладі гібриду білого та строкатого товстолобиків дозволило отримати молодь масою близько 100 мг

при виживаності 82% за 20 діб. У контролі (корм рецепту РК-С) маса вирощених мальків і виживання були набагато гіршими і склали, відповідно, 22,5 мг і 60%. Молодь на кормі СТРАС досягла малькового періоду визначений нормами [20] термін (20 діб).

### **3.2. Оптимізація фракційного складу білкових сполук сухого стартового комбікорму для личинок рослиноїдних риб.**

Відомо, що тварини всіх видів та вікових груп, у тому числі і риби, особливо чутливі до нестачі в раціоні харчування протеїну (білка) [33]. Проте, важливий як рівень протеїну в кормі, а й його якість, що залежить як від амінокислотного складу, і від структурних особливостей білка [23]. Ця обставина набуває дуже важливого значення на ранніх етапах екзогенного живлення риб, що характеризуються слабким розвитком системи шлунково-кишкового тракту личинок. У цей період найбільш доступною частиною кормового білка є його водорозчинна фракція, представлена переважно низькомолекулярними білковими сполуками [36].

При створенні штучних повноцінних стартових комбікормів як аналог можна використовувати склад природної їжі - різних форм прісноводного зоопланктону. У білку дрібного зоопланктону (коловоротки, молодь кладоцер і копепод), за даними І.Д. Ільїною (1985) міститься 73% водорозчинного білка, включаючи високомолекулярний білок з молекулярною масою 700 дальтон і низькомолекулярні білкові сполуки з молекулярною масою (М.м.) нижче 700 дальтон. У великому зоопланктоні (кладоцери та копеподи) міститься на 7% менше розчинного білка, ніж у дрібному. Такі дані свідчать, що живі корми містять білок з відносно низькою молекулярною масою. Висока ефективність засвоєння білка кормових організмів зоопланктону, що сприяє швидкому зростанню та формуванню травного тракту личинок, обумовлена високим рівнем простих білкових структур у кормі.

Отже, і в штучних комбікормах для личинок рослиноїдних риб рівень розчинного білка і низькомолекулярних сполук повинен відповідати таким

живих кормових організмах.

Для визначення оптимального співвідношення білкових фракцій штучних комбікормів для личинок рослиноїдних риб було випробувано п'ять рецептур кормів. Рівень основних структурних елементів у них був досить близьким: сирий протеїн – від 41,4 до 45,4%, сирий жир – від 4 до 4,5%, сира зола – від 8 до 10%, БЕВ – від 21 до 28% і сира клітковина - від 1 до 1,1% (табл. 5) Ці показники хоча і дещо відрізнялися від аналогічних у природному кормі, але по ряду важливих елементів все ж таки є близькими.

Таблиця 5

**Хімічний склад дослідних варіантів комбікормів СТРАС з різним рівнем продуктів мікробіосинтезу**

Показники	Уровень еприну в кормах, %				Контроль, 80% еприну
	40	50	60	70	
Сирой протеїн, в тому числі	45,5	44,3	43,2	42,1	41,4
тваринний	14,9	12,5	9,1	5,3	4,8
Сирий жир	4,5	4,3	4,2	4,0	4,0
БЕР	28,0	19,6	20,0	20,5	21,0
Сира клітковина	10,32	10,02	9,42	8,69	8,65
Сира зола	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Лізін	0,156	0,141	0,129	0,101	0,07
Метіонін	0,007	0,006	0,005	0,004	0,002
Триптофан	0,006	0,005	0,004	0,003	0,0015

В результаті наших досліджень було встановлено фракційний склад розчинних білкових сполук з визначенням молекулярної маси в дослідних варіантах комбікормів (табл. 6).

Вивчення структурних особливостей білків показало, що загальний рівень розчинних білків зростає пропорційно до збільшення процентного

вмісту еприну в кормі. Відповідно до цього, збільшується рівень низькомолекулярного білка, а також деякої кількості вільних амінокислот. Відомо, що велика кількість вільних амінокислот пригнічує розвиток у риби власних протеолітичних ферментів. Збільшення його вмісту в кормосуміші більш ніж на 2-3% від сухої речовини призводить до повного припинення зростання личинок риби [16]. У наших дослідках цього не відбувалося, тому що кількість амінокислот була невеликою і становила 1,55%, що було в межах норми.



**Фракційний склад розчинних у воді білкових сполук дослідних варіантів кормів  
з різним рівнем продуктів мікробіосинтезу (%)**

Варіанти кормів	Всього розчинних білків	Фракції розчинного білка				
		СА	П-1	П-2	П-3	НБ
1 (40% еприну)	19,50	1,06		7,45		10,95
2 (50% еприну)	22,30	1,22	—	8,63	—	12,45
3 (60% еприну)	24,87	1,28	—	9,74	—	13,85
4 (70% еприну)	27,28	1,38	—	10,79	—	15,11
Контроль (80% еприну)	30,73	1,55		12,20		17,02

С А-вільні амінокислоти, з молекулярною масою 120 дальтон; П-1 – пептиди з молекулярною масою понад 200 дальтонів; П-2 – поліпептиди з молекулярною масою 1000-1300 дальтон; П-3 – поліпептиди з молекулярною масою понад 1300 дальтонів; НБ – низькомолекулярний білок із молекулярною масою понад 10000.

В результаті вивчення ефективності використання штучних комбікормів для личинок рослиноїдних риб кращі показники були відзначені в тому варіанті, де годування личинок здійснювалося кормосмесью, що містить 60% еприну (табл. 7, 7).

Крім того, в результаті наших досліджень було підтверджено наявність стабільної експоненційної залежності між масою і довжиною у личинок рослиноїдних риб після їх переходу на екзогенне живлення, описане наступним рівнянням:

$$M = 0,00040 D^{4,87}, \text{ де } M \text{ маса, кг; } D \text{ - довжина, мм (Дементьєв, 1996).}$$

Значні відхилення (25-30%) від цієї залежності були відзначені лише у випадках з максимальним (80%) і мінімальним (40%) вмістом еприну в досліджуваних кормах. У інших випадках відзначалися незначні відхилення лише з початкових етапів личиночного періоду розвитку, які, мабуть, викликані адаптацією личинок до нових умов середовища.

До кінця вирощування молодь, що споживала комбікорм з 60% еприну, досягла маси: білий товстолобик-88мг, строкатий-80мг, білий амур-80 мг. Яких відхилень у розвитку личинок виявлено був. Найбільш спірним є питання оцінки зміни маси залежно від тривалості вирощування. Справа в тому, що зростання личинок завжди експонентний, а темп зростання є вже функцією досягнутого розміру. Виходячи з цього, темп зростання - це величина логарифмічна, а не арифметична, тому що на ранніх етапах існування організм личинок зростає виключно прискорено. З віком зростання суттєво уповільнюється. З цієї причини, що застосовується при вивченні старших груп риб метод визначення темпу зростання арифметичної різниці мас на початку і в кінці вирощування для личинок не прийнятний. У зв'язку з цим, як характеристики зміни маси личинок були використані такі показники, як середньодобовий приріст за Г. Г. Вінбергом (1956) і питома швидкість зростання за С. Б. Купінським (1987).

Таблиця 7

**Показники вирощування личинок білого (Б.т) та строкатого (С.т) товстолобиків протягом 20 діб на стартовому комбікормі СТРАС з різним рівнем продуктів мікробіосинтезу**

Показники	Варіанти кормів								Контроль, 80% еприну	
	40% еприну		50% еприну		60% еприну		70% еприну			
	Б.т.	П.т.	Б.т.	П.т.	Б.т.	П.т.	Б.т.	П.т.	Б.т.	П.т.
Маса, мг початкова кінцева	2,5±0,1 29,5± 0,4	2,5±0,1 30,3± 0,4	2,5±0,1 35,8± 0,4	2,5±0,1 32,4± 0,5	2,5±0,1 88,2± 0,5	2,5±0,1 80,4± 0,6	2,5±0,1 47,1± 0,5	2,5± 0,1 50,4± 0,5	2,5±0,1 28,8± 0,4	2,5± 0,1 25,8± 0,5
Коефіцієнт вгодваності, од..	и	1,3	1,9	1,6	2,6	2,3	2,1	1,5	1Д	0,8
Виживаність, %	80	81	85	82	85	84	85	84	75	83
Витрати корму, од.	2,6	2,6	2,6	2,8	2,4	2,6	2,4	2,6	2,8	2,8

Таблиця 8

**Показники вирощування личинок білого амура протягом 20 діб на стартовому комбікормі СТРАС з різним рівнем продуктів мікробіосинтезу**

Показники	Варіанти кормів				Контроль, 80% еприну
	40% еприну	50% еприну	60% еприну	70% еприну	
Маса, мг початкова кінцева	2,5± 0,1	2,5± 0,1	2,5± 0,1	2,5± 0,1	2,5± 0,1
	30,3+ 0,4	32,4+ 0,4	80,3+ 0,4	47,1+ 0,4	25,8+ 0,5
Коефіцієнт вгодваності, од..	1,4	1,6	2,4	1,9	1,0
Вживаність, %	82	85	85	86	83
Витрати корму, од.	2,6	2,6	2,4	2,4	2,8

Відмінності показників достовірні (P<0,001)

Розрахунки середньодобових приростів личинок показали, що збільшення вмісту еприну (від 70% і вище) у кормі призводить до зниження цього показника більш ніж у півтора рази, а в контрольному варіанті годівлі він був дуже малий (2,9%). При зниженні кількості еприну в кормі нижче 60% спостерігається подібна тенденція. Максимальне значення середнього приросту (від 27 до 25% у різних видів у дослідах) було зазначено у варіанті, де годування вироблялося кормосмесью з 60% еприну, що підтверджує перевагу даної рецептури. Аналогічна залежність була відзначена і при вивченні питомої швидкості росту личинок у всіх випадках дослідів.

Особливої уваги заслуговує такий показник, як коефіцієнт вгодованості по Фультону, оскільки за його величиною можна судити про підготовленість риб до наступного етапу вирощування. Цей коефіцієнт для личинок риб у нормативному сенсі ще відпрацьований і його оцінці виходять із загальних уявлень - що він вище, тим краще (Концепція і методи вивчення личинок корошових риб..., 1996). Максимальне значення коефіцієнта вгодованості, що становить від 2,3 до 2,7 одиниць, відзначені у варіанті, де використовувався корм з 60% еприну. Цікаво відзначити, що зниження і збільшення рівня еприну в кормі щодо вищенаведеної величини, призводить до зниження коефіцієнтів вгодованості личинок (див. табл. 7, 8).

При вивченні поетапного зростання личинок протягом усього періоду розвитку виявилось те, що в перший тиждень екзогенного харчування найбільшим темпом зростання відрізнялися личинки, що споживали корми з найвищим рівнем низькомолекулярних фракцій у водорозчинному білку (контрольний варіант). Такий корм найповніше відповідав потребам личинок в низькомолекулярному білку, оскільки, очевидно, що рівень розвитку травної системи личинок дуже низький. У міру зростання потреба личинок у низькомолекулярному білку, мабуть, падає.

У зв'язку з цим, особливий інтерес набувають дослідження [8], де простежується зв'язок між фракційним складом білків у стартових кормах та біохімічним складом тіла личинок рослинної риби. Виявляється, що найбільша кількість білка в тілі тридобових личинок строкатого товстолобика була зосереджена в низькомолекулярній фракції. У ході росту та розвитку личинок відбувається зменшення вмісту низькомолекулярних фракцій білка та збільшення середньо- та високомолекулярних пептидів. Надалі, як би підтверджуючи висновки роботи [8], у наших дослідах у міру зростання личинки віддавали перевагу кормам з складнішими білковими структурами. У контрольному варіанті, де відзначався найвищий відсоток низькомолекулярних білкових сполук, до кінця вирощування були отримані найменші результати (див. табл. 7, 8).

Важливим було також те, що контрольний варіант корму містив максимальну кількість еприну (80%), тому рівень вмісту нуклеїнових кислот тут був вищим (більше 10%), що перевищує фізіологічну потребу личинок. До того ж збільшення еприну і, як наслідок, зменшення вмісту в кормі рибного борошна призвело до зниження сірковмісних амінокислот, зокрема метіоніну, так як основним її джерелом є рибне борошно. Отже, збільшення еприну в кормі до 80% призводить до порушення балансу найважливіших живильних елементів корму.

Навпаки, при зниженні вмісту еприну в кормі і, відповідно, збільшенні частки рибного борошна, підвищення швидкості зростання личинок було відзначено на заключних етапах личинкового періоду розвитку, оскільки активність травних ферментів була низька. На початкових етапах розвитку такий корм був, ймовірно, недоступним для слабо сформованої системи травного тракту личинок.

Більш стабільні результати вирощування (табл. 7,8) відзначалися в третьому варіанті, де застосовувалися корми з 60% еприну, а вміст тут рибного борошна становило 19%. Рибоводно-біологічні показники свідчать про те, що така рецептура стартового комбікорму СТРАС відповідає потребам личинок у

певних структурах білкових сполук. Всі варіанти кормів були близькі за вмістом поживних речовин, але відрізнялися за фракційним складом білкових сполук у водорозчинній частині білка.

Результати нашої роботи узгоджуються з теорією поетапного розвитку системи травного тракту та функціонування різних груп ферментів личинок рослиноїдних риб [43]. Так на етапі змішаного харчування функціонують мембранні пептидази, гідролізують тільки низькомолекулярні білкові структури корму. Надалі, з'являється і наростає активність трипсину, що сприяє гідролізу складніших білкових структур. І, нарешті, на заключному личинковому етапі активізується діяльність панкреасу, з'являється здатність до гідролізу нерозчинних білків, до тонкого пристосування ферментних систем до структури корму та його найбільш повного гідролізу [39]. При цьому розвиток травних протеолітичних ферментів регулюється співвідношенням білкових субстратів у розчинній фракції і є наслідком еволюційно сформованої пристосованості до харчування безумовно структурованими організмами [13]. У наших дослідах комбікорм, що містить 60% еприну, відрізняється підвищеним вмістом фракції поліпептидів П-2 з молекулярною масою 1000 - 1300 дальтон (20%), як і в дрібному зоопланктоні, який є першорядним для личинок рослиноїдних риб. Наявність низькомолекулярного білка з молекулярною масою більше 10 тис. дальтон в даній рецептурі забезпечує адаптацію протеаз до більш складного, але доступного для гідролізу протеїну (фермент-субстратна регуляція). Крім цього, спектр білків по молекулярній масі в кращій рецептурі комбікорму СТРАС щодо гомогенного, як і в природному кормі, що узгоджується з результатами досліджень низки авторів [54]. Згідно з висновками цих досліджень, у штучних кормах співвідношення білкових сполук у розчинній фракції може бути таке ж, як у дрібному зоопланктоні (1:1). Корма ж, де співвідношення зсунуто у бік зменшення низькомолекулярних сполук, очевидно, не сприяє активізації синтезу мембранних пептидаз та трипсину; корм, де це співвідношення зсунуто у бік збільшення низькомолекулярного білка, викликає активізацію пептидаз.

Однією з найважливіших завдань роботи було визначення шляхів збільшення життєстійкості та виживання молоді. Отримані рибоводно-біологічні показники свідчать про те, що використання штучного корму з 60% еприну при заводському вирощуванні підвищує життєстійкість молоді та збільшує її виживання до 85%.

Слід зазначити, що виживання личинок у всіх випадках дослідів була високою - від 75 до 85%, так як вирощування молоді здійснювалося при повній забезпеченості кормами і в оптимальних умовах середовища. Витрати корму у своїй були невисокими й у варіанті, де годівля вироблялося комбікормом з 60% еприну, вони становили, загалом, 2,4 - 2,6 одиниць.

Таким чином, методика оптимізації складу поліпептидних фракцій білкових сполук стартового комбікорму дозволяє створити ефективні рецептури комбікормів для молоді рослиноїдних риб у ранньому онтогенезі. Наявність у складі кормосуміші легкозасвоюваних середньомолекулярних пептидів (молекулярною масою 1000 - 1300 дальтон і розчинного білка з М.м. більше 10 тис. дальтон) забезпечує засвоєння протеїну корму на ранніх етапах личинкового розвитку і формування фермент-субстрат. Експериментально отримані дані підтверджуються фракційним складом протеїну живих кормових організмів, що споживаються молоддю рослиноїдних риб.

### **3.3. Фізіолого-біохімічна оцінка молоді рослиноїдних риб, вирощеної на кормах з продуктами мікробіосинтезу та гідролізатом білка.**

Відомо, що при штучному годуванні риб, особливо молоді, дуже важливою є фізіолого-біохімічна оцінка стану організму, що дозволяє виявити ранні форми порушень обміну речовин під впливом незбалансованих раціонів або недоброякісних кормів [17].

За показниками фізіологічного стану риби значною мірою вирішуються питання повноцінності кормів, що споживаються. У процесі досліджень фізіологічних параметрів здоров'я риб, які отримують комбікорм, виділено групу показників, найбільш чутливих до неповноцінної їжі. Це насамперед



показники крові (гемоглобін, число еритроцитів, білок сироватки, гематокрит та ін.) та біохімічні параметри тіла риби (суха речовина, сирий протеїн, жир, зола тощо) [35]. Тому було необхідно вивчити фізіолого-біохімічні показники здоров'я молоді рослиноїдних риби, які отримували штучні корми із вмістом у них етанолових дріжджів (епріна) від 40 до 80%.

Біохімічний склад тіла личинок показав, що зі збільшенням вмісту еприну в кормах зменшуються такі показники, як вміст сухої речовини, сирого протеїну та жиру в тканинах (табл. 9). Усі ці показники взаємопов'язані. Так, наприклад, вміст сухої речовини в тілі риби відбиває насамперед вміст жиру та білка. А у разі виснаження разом із падінням жирності зменшується також і вміст білка в тілі [27].

Зі збільшенням сухої речовини і, як наслідок білка та жиру, частка вологи в тілі риби підвищилася. Подібний факт мав місце і в результатах досліджень інших авторів [33], відповідно до яких при збільшенні паприну та гіприну в кормах спостерігали підвищення обводненості та зниження білка м'язів коропа.

Таблиця 9

**Біохімічний склад тіла мальків білого амура, що споживали стартовий комбікорм СТРАС-1 з різним рівнем еприну, %**

Показники	Вміст еприну в кормах				Конт роль, 80% еприну
	40%	50%	60%	70%	
Волога	83,9±2,3	85,4±2,3	86,9±2,6	86,8±2,1	91,4±2,4
Суша речовина	16,1±0,2	14,6±0,2	13,1±0,2	13,2±0,2	8,6±0,2
Сирий жир	8,3±0,19	6,3±0,13	5,8±0,17	5,5±0,17	4,8±0,16
Сира зола	0,6±0,12	0,8±0,12	1,3±0,13	2,1±0,13	1,9±0,11
Сирий протеїн	80,1	80,2	79,8	79,2	78,7

Однак біохімічний аналіз складу тіла в наших дослідженнях не виявив достовірних відмінностей за рівнем білка, його вміст риби всіх варіантів годування був близьким до 80%.

Загальна жирність тіла риб повністю визначається рівнем ліпідів у кормі. Зі зниженням рівня рибного борошна, що є основним джерелом жиру в кормі, загальна жирність тіла риб знизилася від 8,3 до 4,8% (див. табл. 25).

Аналіз вмісту золи в тілі риб показав, що між вмістом еприну в кормі та рівнем мінеральних речовин у тілі риб існує пряма залежність: збільшення еприну в кормі призводить до збільшення мінеральних речовин у тілі риб. Пояснюється це тим, що еприн, як і всі продукти мікробіосинтезу, дуже багаті на макро- і мікроелементи [53].

Результати проведеного нами біохімічного аналізу молоді білого амура, вирощеної на природній кормовій основі (табл. 10), були близькі таким молоді, використовує штучний корм, що містить 60% еприну. Це говорить про повноцінність застосовуваної рецептури корму СТРАС-1.

Таблиця 10

**Біохімічний склад тіла мальків білого амура, вирощених на природній кормовій базі**

Показники	Кількість, %
Волога	85,8+2,1
Суша речовина	14,2±1,1
Сирий жир	5,8+0,25
Сира зола	1,4±0,12
Сирий протеїн	80,9±2,1

У завдання наших досліджень входило також вивчення основних показників крові (гемоглобін, гематокрит) у цьогорічних рослиноїдних риб на прикладі білого амура.

Основним постачальником кисню у крові є гемоглобін. Зміст його може коливатися в широких межах і залежить від низки факторів: віку, статі, сезону, від якості та кількості спожитої води, а також від різноманітних захворювань [34]. Високий вміст гемоглобіну свідчить про високу інтенсивність обміну, про

широкі пристосувальні можливості організму риб.

Результати проведених нами досліджень показують, що рівень і джерело походження мікробного білка (еприну) не істотно впливають на стан риб при його вмісті в кормах від 40 до 60%. Рівень гемоглобіну і гематокриту в крові цього річ тут приблизно такий же, як і у риб, вирощених на природній кормовій базі (табл. 11). Подальше підвищення вмісту еприну в кормах призвело до зниження гематологічних показників: гемоглобіну – від 9,62 г/л до 6,8, гематокриту – від 0,33 до 0,287 л/л. Такі результати відзначалися багатьма дослідниками [41].

Таблиця 11

**Гематологічні показники молоді білого амура, яка використовує стартові корми та ставковий зоопланктон**

Показники	Одиниці виміру	В варіантах корму із вмістом еприну					На природному кормі (планктон)
		40%	50%	60%	70%	Контроль 80% еприну	
Гемоглобін	г/л	9,62± 0,27	9,25± 0,25	9,06± 0,25	7,12± 0,28	6,81± 0,21	8,91± 0,27
Гематокрит	л/л	0,336± 0,11	0,335 ±0,11	0,329 ±0,11	0,311 ±0,11	0,287± 0,11	0,318± 0,1

Проте, слід зазначити, що зміни суто фізіологічного плану, за високого рівня мікробного білка в кормі, виявляються через 0,5-1,5 місяці годівлі. Час прояву такої "неспецифічної" реакції залежить від початкового фізіологічного стану риб [17]. Тому ми не могли спостерігати достовірні відхилення від норми в результатах біохімічного аналізу тіла риб, так

як дослідження проводили на личинках, вирощених протягом 20 днів. І лише у цього річ спостерігалось погіршення фізіологічного стану у зв'язку зі зниженням рівнів гемоглобіну та гематокриту в крові риб, спричинене тривалим годуванням дієтами з підвищеним вмістом продуктів

мікробіосинтезу.

Таким чином, збільшення вмісту еприну в стартовому кормі не призводить до видимих фізіолого-біохімічних змін у ранньої молоді рослиноїдних риб. Рецепт корму, що містить 60% еприну, є найбільш повноцінним і збалансованим для личинок рослиноїдних риб, оскільки фізіолого-біохімічні показники молоді, вирощеної на таких кормах, відповідають таким у молоді, які вживають природну їжу.

Застосовувати корми з високим вмістом продуктів мікробіосинтезу (епрін) слід лише при короткочасному вирощуванні молоді рослиноїдних риб (не більше 1 місяця). Збільшення періоду годування таким кормом призводить до погіршення фізіологічного стану риб.

Заміна еприну на гідролізат рибного борошна позитивно вплинуло на фізіологічний стан та біохімічні показники тіла молоді рослиноїдних риб.

Біохімічний аналіз показав підвищення сухої речовини, а разом з ним протеїну та жиру в тілі збільшених личинок. Результати гематологічних досліджень не виявили жодних порушень у фізіологічному стані риб. Зміст гемоглобіну в крові та показник гематокриту сеголеток білого амура перебували в межах норми [48].

Таким чином, результати фізіолого-біохімічної оцінки молоді рослиноїдних, на прикладі білого амура, свідчать про повноцінність стартових комбікормів СТРАС-1 і СТРАС-2, де основним джерелом білка були еприн і гідролізат рибного борошна в кількості 60%.

## ВИСНОВКИ

1. У рослиноїдних риб інтенсивність мембранного травлення перевищує інтенсивність порожнинного протягом усього періоду личинкового розвитку. На самому початку зовнішнього живлення у них відсутні ферменти, що гідролізують високомолекулярні білкові з'єднання, тому личинки рослиноїдних риб потребують значної кількості низькомолекулярних пептидів у стартовому кормі.

2. Дослідження особливостей харчування та розвитку личинок рослиноїдних риб у природних умовах показало, що при ставковому методі підрощування досить складно повністю забезпечити личинок живими кормами через чітко виражену їх кормову збиральність. Внаслідок цього виживання та життєздатність підвищеної молоді знижується (вихід мальків за 20 діб становить менше 50% при середній масі 25 мг).

3. Практичною основою стартових комбікормів для молоді рослиноїдних риб є біохімічний склад природних кормових організмів, представлених дрібними формами прісноводного зоопланктону. Оцінка складу живильних речовин живих кормів дозволила встановити переважання простих білкових структур, серед яких домінує фракція поліпептидів з молекулярною масою 1000-1300дальтон (77%).

4. Висока поживна цінність, значний рівень низькомолекулярних поліпептидних фракцій білка в продукті мікробіального синтезу єприне є підставою для широкого використання в стартових кормах для молоді рослиноїдних риб.

5. Видові особливості формування травної системи та активності протеолітичних ферментів личинок коропових риб визначають пріоритети ранньої молоді у виборі кормів з різним рівнем мікробного білка (єприну). Оптимальний рівень єприну в стартовому комбікормі для гібридів білого та строкатого товстолобиків становить 80%, для чистих видів-60%.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для поповнення запасів рослинної риби у природних водоймах країни, забезпечення посадковим матеріалом ставкових господарств, зариблення водойм-охолоджувачів ТЕЦ, ДРЕС та АЕС необхідно організувати промислове виробництво молоді з використанням ресурсозберігаючих та економічних технологій на основі широкого нових стартових комбікормів СТРАС-1 і СТРАС-2 на основі еприну та білкового гідролізату з рибної сировини.

2. Молодь рослинної риби на стартовому комбікормі СТРАС-1 (СТРАС-2) слід вирощувати до маси 80 мг протягом 20 діб з наступним переведенням у виростні ставки ставкових господарств 4,5,6 рибоводних зон Росії.

3. З метою збільшення ефективності зариблення рослинної риби великих водосховищ України (Київське, Кременчуцьке, Каховське, Житомирське та інших) слід створити або відновити рибозасадники з дворічним оборотом, де підрощування личинок до життєздатних стадій необхідно проводити в УЗВ або проточних басейни (лотки).

4. Для більшості природних водойм інтродукція рослинно-їдних риб дуже затруднена, оскільки природне відтворення запасів практично неможливе, тому необхідно налагодити їх регулярне зариблення рибопосадковою подрощеною молоддю риб.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Астапович И.Т., Домбровский В.К., Воронов Г.П., Просяник Л.В., Жуковская Т.И., Куцко Л.А, Пути формирования естественной кормовой базы выростных прудов // Внедрение интенсивных форм ведения рыбного хозяйства во внутренних водоемах Украины / Тез.докл.респ. науч.-практ.конф.- Кременчуг, 1982.- С. 10-12.Алекперов А.П. К. вопросу о стандарте навески молоди осетровых на Куринских ОРЗ // Осетровые на рубеже XXI века: Тез.докл.Международ.конф. (Астрахань, 11-15 сент. 2000). - Астрахань, 2000. - С.213-215.
2. Артюхин Е.Н., Ефимова Н.А. О методе производства "сверхкрупной" молоди осетровых в условиях дефицита производителей // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: Тез.докл. (Адлер, 1999). - Краснодар, 1999. - С.8-9.
3. Борщевський П. Стратегічні проблеми розвитку рибного господарства України / П. Борщевський, М. Стасишен, Н. Алесіна // Стратегія розвитку України: наук. жур. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2004. – № 1–2. – С. 370–388.
4. Ассман А,В. О взаимосвязи и количественном составе зоопланктона прудов с питанием, темпом роста и плотностью посадки сеголетков карпа // Закономерности роста и созревания рыб.- М.:Наука, 1971,- С. 169-185.
5. Архангельский В.В. Выращивание посадочного материала и товарного веслоноса в поликультуре с осетровыми рыбами: Автореф. диссертации канд. биол. наук: 03.00.10., - М., 1997. - 24с.
6. Баламутов А. С. Состояние и направление дальнейших работ по созданию и внедрению средств транспортировки живой рыбы автомобильным транспортом, в том числе и в контейнерах. // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ. М.:ВНИИПРХ. 1971. Вып. 8, С. 153-160.
7. Баламутов А. С., Христенко Р. И., Любимов Б. П. Средства транспортировки живой рыбы// Обзорная информация ЦНИТЭИРХ. М. 1978, 56 с.

8. Балтаджи, Р.А. Опыт получения и выращивания сеголеток черного амура в Мироновском рыбопитомнике / Р.А. Балтаджи, И.Н. Иванов, В.В. Исаевич // Рыбное хозяйство. - Киев: Урожай, 1976. - 236 с.
9. Бубунец Э.В. Опыт подращивания личинок веслоноса в УЗВ с использованием стартовых кормов. //Тез. докл. Всерос. науч.-производств. совещ. по проблеме развития пресноводной аквакультуры. 15-19 ноября 1993 г. - М.
10. Бутусова Е.Н. Замкнутые установки для выращивания рыбы в некоторых странах Европы //Рыбное хоз-во. - Сер.: Рыбохоз. использ. внутр. водоемов. Экспресс-информация. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1986. - Вып. 12. - С. 1-15.
11. В.А., Богданова Л.А. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 12с.
12. Ведемейер Г. А., Мейер Ф. П., Смит Л. Стресс и болезни рыб. /М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981, 127 с.
13. Виноградов В.К. Об использовании растительноядных рыб для зарыбления естественных водоемов и водохранилищ //Тр. ВНИИПРХ., 1976. - Т. 25. - С.14-21.
14. Виноградов В.К. Поликультура в товарном рыбоводстве //Обзорная информация. - М.: ЦНИИТЭРХ, 1985. - 36с.
15. Виноградов В.К., Воронин В.М. Пастбищная аквакультура (Концепция организации и развития хозяйств пастбищной аквакультуры) // Сер. Аквакультура. Прудовое и озерное рыбоводство: Информ. пакет. - М.: ВНИЭРХ,-Вып. 2. - С.1-7.
16. Виноградов В.К., Ерохина Л.В, Мельченков Е.А. Технология разведения и выращивания черного амура //М.: ВНИИПРХ, 1990. - 10с.
17. Виноградов В.К., Золотова З.К. Влияние белого амура на экосистемы водоемов //Гидробиологический журнал. - 1974. - Т. 10. - № 2. - С.90-98.
18. Виноградов В.К., Мельченков Е.А., Ерохина Л.В., Воропаев Н.В., Чертихин В.Г. Выращивание производителей и разведение веслоноса (предварительные рекомендации). - М.: ВНИИПРХ, 1986. - 21с.



19. Воловова Л.А., Студенецкий С.А. Пастбищная аквакультура на пресноводных водоемах //Журнал «Рыбное хозяйство», 1993. - № 12. - С.5-7.
20. Волчков Ю.А., Илясов Ю.И., Ганченко М.В. Влияние плотности выращивания на рост белого амура на первом году жизни //Сб. науч. тр. ВНИИПРХ «Растительные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации». - М., 1985. - Вып. 44. - С.72-74.
21. Головин, П.П. Алиментарные болезни рыб: диагностика и профилактика / П.П. Головин, Н.А. Головина, О.П. Цвылев // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. - М.: АСТ, 2000. - С. 49-50.
22. Головина, Н.А. Ихтиопатология / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В.Н. Воронин и др. - М.: АСТ, 2003. - С. 291.
23. Гринжевський М.В. Аквакультура України. - Львів: Вільна Україна, 1998. - С. 331.
24. Золотова З.К. Мировая аквакультура в 1987-1996 гг.: статистические данные ФАО. //Рыбное хоз-во. - Сер. Аквакультура. Экспресс-информация. - М.: ВНИЭРХ, 1999. - Вып.1. - С.1-8.
25. Зубова С.Э. Сроки дифференцировки гонад и соотношение самцов у молоди волжской стерляди //Вопр. Ихтиологии, 1971. - Т. 11. - Вып.3. - С.524- 526.
26. Илясов А.Ю., Киселев А.Ю. Подращивание веслоноса (*Polyodon spathula*, Wal.) в установках замкнутого цикла водообеспечения //Тез. докл.
27. Илясов А.Ю., Киселев А.Ю. Подращивание веслоноса (*Polyodon spathula*, Wal) в установках замкнутого цикла водообеспечения //Сб. науч. тр. Вопросы генетического и экологического мониторинга объектов рыбоводства. - М.: ВНИИПРХ, 1993. - Вып. 70. - С.24-31.
28. Илясова В.А., Борщев В.Н., Илясов А.Ю. Метод раннего определения пола у веслоноса. //Рыбн. хоз-во, Сер. Аквакультура: Обзорная информация. - М.: ВНИЭРХ, 1998. - Вып. 3. - С. 26-35.
29. Илясова В.А., Канидьева Т.А. Гистологический анализ некоторых элементов пищеварительной системы ранней молоди веслоноса в связи с оценкой комбикормов. //Сб. науч. тр. Корма и кормление ценных объектов

- аквакультуры. - М.: ВНИИПРХ, 1992. - Вып. 67. - С.11-21.
30. Канидъев А.Н., Гриневский Э.В. Установка "Штеллерматик" для непрерывного выращивания товарной рыбы //Обзор, инф. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1977. - Вып. 6. - С.18-23.
31. Карзинкин Г.С., Кривобок М.Н. Методика постановки балансовых опытов по изучению обмена азота у рыб //Руководство по методике исследований физиологии рыб. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - С.108-126.
32. Катасонов В. Я., Кочетов А. А., Воробьев Д. В. Транспортировка развивающейся икры карпа в пластиковых контейнерах. // Рыбоводство. 2009, №1, С.32-33.
33. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения //Автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.10. - М.: ВНИИПРХ, 1999. -62с.
34. Киселев А.Ю., Илясов А.Ю., Филатов В.И., Богданова Л.А. Технология выращивания гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в установках с замкнутым циклом водообеспечения. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 19с.
35. Киселев А.Ю., Новосельцев Г.Е., Филатов В.И., Илясов А.Ю., Слепнев
36. Киселев А.Ю., Ширяев А.В., Илясов А.Ю., Филатов В.И., Богданова Л.А. Технология выращивания веслоноса до массы 1-2 г. в установках с замкнутым циклом водообеспечения. - М.: ВНИИПРХ, 1995. - 15с.
37. Климов В. О., Никоноров С И., Витвитцкая Л. В. и др. Справочник по применению анестезирующих веществ в рыбоводстве. М.: ТОО «Медикор». 1995, С.169.
38. Коваленко В.О. Індустріальне рибництво /В.О. Коваленко. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів. К.:Аграр Медіа Груп, 2011.–140 с.
39. Козлов А.В. Разведение рыбы, раков, креветок в приусадебном водоеме. М.: ООО «Аквариум-Принт», 2008. 176 с.
40. Лавровский В.В. Обратное водоснабжение при промышленном выращивании молоди радужной форели //Рыбное хоз-во, 1977. -№11.- С.58-59.

41. Мамонтов Ю.П. Воспроизводство рыбных запасов на внутренних водоемах России //В сб. «Итоги 30-летнего развития рыбоводства на теплых водах и перспективы на XXI век». - С.-П.: ГосНИОРХ, 1998. - С.3-7.
42. Мамонтов Ю. П., Литвиненко А. И. Оборудование для товарного рыбоводства. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2009. 194с.
43. Мацкевич И., Шиянов И. Совершенствование живорыбной машины // Рыбоводство и рыболовство. 1984. №11. С. 9.
44. Мельдер Х.А., Липре Ю.Н. Регенерация воды в системах оборотного водоснабжения промышленных форелевых хозяйств. - Таллинн, 1979. - 12с.
45. Мельченков Е.А., Виноградов В.К., Воропаев Н.В., Ерохина Л.В., Илясова В.А., Чертихин В.Г. Технология разведения веслоноса. - М.: ВНИИПРХ, 1991.- 69с.
46. Моисеев П.А. Современная продукция и основные тенденции развития мировой аквакультуры //Методические рекомендации. - М.: ВНИИПРХ, 1991.- 38с.
47. Моисеев П.А., Илясов Ю.И. Мировая пресноводная аквакультура. //Журнал «Рыбоводство и рыболовство», 1999. - № 4. - С.6-7.
48. Мюллер В. Выращивание цюгорічок белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) в поликультуре с карпом (*Cyprinus carpio*) - Оценка прудовых опытов //Перевод № 175/85. ВНПО по рыбоводству, 1985. - 11с.
49. Наумова, А.М. Профилактика болезней рыб в водоемах сельскохозяйственного назначения / А.М. Наумова // Всес. Совещ. По паразитам и болезням рыб. - Петрозаводск, 1991. - С. 43-45.
50. Негоновская И.Т. О результатах и перспективах вселения растительноядных рыб в естественные водоемы и водохранилища СССР //Вопр. ихтиол., 1980. - Т. 20. - Вып. 4 (123). - С.702-712.
51. Новак, М.Д. Трематодозы рыб с локализацией метацеркариев в плавниках, мышцах и внутренних органах / М.Д. Новак, А.И. Новак // Паразитоценозы водных экосистем. - Кострома: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2003. - С. 140-141.

52. Орлов Ю.И., Щербань Г.Н., Швец Э.М. Компактные рыбоводные установки //Сер. Аквакультура. «Индустриальное рыбоводство». Информ пакет. - М.: ВНИЭРХ, 1991. - Вып. 2. - С.1-13. -С.85-87.
53. Сальников Н.Е., Суханова М.Э. Биология и культивирование пресноводных креветок. - Астрахань.: АГТУ, 1998 - 86с.
54. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды //Киев: Наукова Думка, 1980. - ч. 2. - С.773-781.
55. Суханова М.Э. Биологические основы разведения и выращивания в поликультуре с рыбой гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) в водоемах дельты Волги: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.10. - М.: ВНИИПРХ, 1999. - 24с.
56. Технология разведения. Креветка пресноводная. Выращивание креветок в прудах. Серия рыбоводство. Пособие. М. Электронное издание. 76 с.
57. Технології вирощування і годівлі об'єктів аквакультури півдня Росії. За ред. Андрющенко А.І. К.;, 2006. – 212 с.
58. Федорова З.А. Настоящее и будущее мировой аквакультуры. Аквакультура: Проблемы и достижения //Обзорн. информ. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1998. - Вып. 4 - С. 1-23.
59. Федорова З.В. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры за рубежом //Обзорн. информ. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1996. - Вып. 3. -С. 1-26.
60. Федорченко В.И. Разработать методы выращивания белого амурского карпа в качестве основного объекта поликультуры в сочетании с черным амуром, карпом и гибридом толстолобиков. //Отчет о научной и хозяйственной деятельности ВНИИПРХ за 2000 год. - М., 2001. - С.50-53.
61. Федулов П. Реформы рыбной промышленности Китая //Биопромысловые и экономические вопросы мирового рыболовства. - М.: ВНИЭРХ, 1998. - Вып. 5. - С.1-8.
62. Феофанов Ю.А., Голосуй В.П. К выбору методов очистки оборотной воды индустриальных рыбоводных хозяйств с замкнутым циклом водоиспользования

- //13 сб. научных трудов «Технические средства марикультуры». - М.: ВНИРО, 1986. -С.158-169.
63. Феофанов Ю.А., Голосуй В.П., Палашин С.М. Основные закономерности механической и биологической очистки оборотных вод в рыбоводных системах //13 сб. научных трудов «Технические средства марикультуры». - М.: ВНИРО, 1986. - С.152-158.
64. Филатов В.И., Киселев А.Ю., Слепнев В.А. Рыбоводные комплексы с замкнутым циклом водообеспечения //Рыбн. хоз-во., 1990. - № 11. - С.38-41.
65. Фридман А.И. Задачи проектирования и эксплуатации предприятий индустриальной аквакультуры //13 сб. научных трудов «Технические средства марикультуры». - М.: ВНИРО, 1986. - С.133-139.
66. Хмелева Н.И., Гигиняк Ю.Г., Кулеш В.Ф. Пресноводные креветки. - М.: Агропромиздат, 1988. - 128с.
67. Цукерзис Я.М. Речные раки. - Вильнюс: Мокслае 1989. - 143с.
68. Швецова В. Мировой рынок креветок. //ЭИ «Рыбное хозяйство». - М.: ВНИЭРХ, 2000. - вып. 1. - С. 14-22.
69. Швецова В. Рекордные Показники рыбной отрасли Китая. //ЭИ «Рыбное хозяйство». - М.: ВНИЭРХ, 2000. - вып. 1. - С. 1-2.