

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра водних біоресурсів та  
аквакультури

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему: «Вирощування кларієвого сома за екстенсивною і інтенсивною  
технологіями»

Виконав: студент 2 курсу, групи МВБ – 61  
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та  
аквакультура»  
Сари Миколай Юрійович

Керівник док.с-г.н., проф.  
Шекк Павло Володимирович

Рецензент к.біол.н., доцент, зав.каф.ЛНУВМБ  
ім. С.З.Гжицького  
Божик Володимир Йосипович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Шекк П.В.

д.с.-г.н., проф.

“ 29 ” жовтня 2018 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Сари Миколаю Юрієвичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вирощування кларієвого сома за екстенсивною і інтенсивною технологіями

керівник роботи Шекк Павло Володимирович, док.с.-г.н., проф.

Зав. кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом

вищого навчального закладу від « 5 » жовтня 2018 року № 271-С

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: джерела наукової інформації з досліджуваної теми

Мета магістерської роботи полягала в аналізі сучасних технологій товарного вирощування кларієвого сома, в умовах індустріальної аквакультури і узагальнення матеріалів зі технології його культивування для розробки найбільш досконалого і ефективного методу..

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Детальний аналіз наявної в літературі інформації що до сучасних технологій товарного вирощування кларієвого сома. Визначення ступеню вивченості питання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 05.10.2018 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	29.10.18 – 11.11.18	95	відм.
2	Вивчення структурної типової схеми та принципу дії УЗВ, насоси басейни в УЗВ. Написання другого, третього та четвертого розділів магістерської роботи.	12.11.18 – 24.11.18	95	відм.
3	Рубіжна атестація	22.11.18	95	відм.
4	Технологія вітворення та товарного вирощування кларієвого сома. Написання п'ятого, шостого та сьомого розділів магістерської роботи.	25.11.18 – 8.12.18	95	відм.
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	9.12.18 – 10.12.18	95	відм.
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	11.12.18 – 12.12.18	95	відм.
7	Перевірка роботи зав. кафедрою	13.12.18 – 16.12.18		
8	Отримання рецензії	17.12.18 – 18.12.18		
9	Попередній захист роботи на кафедрі	19.12.18 – 20.12.18		
10	Надання роботи до деканату	21.12.18		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>95,0</b>	<b>відм</b>

Студент \_\_\_\_\_ Сари М.Ю. \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Шекк П.В. \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

**АНОТАЦІЯ**  
**«ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА ЗА ЕКСТЕНСИВНОЮ**  
**І ІНТЕНСИВНОЮ ТЕХНОЛОГІЯМИ»**

**Сари М.Ю., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури**

Індустріальний метод вирощування кларієвого сома має характерну особливість використання різних комбикормів, біологічних добавок та технологій. У зв'язку з цим досить актуальним є вдосконалення технології вирощування кларієвого сома, визначити оптимальні якісні складові корму, та дію пробіотиків в умовах сучасної індустріальної аквакультури. В результаті роботи були проаналізовані і отриманні дані, стосовно підвищення продукції рибориства і вдосконалення технологій при вирощуванні кларієвого сома в УЗВ. У результаті експериментальних даних отриманих при годівлі сома штучними кормами в УЗВ з'ясовано що корми з змістом протеїну вище 40 % є оптимальними та у порівнянні з низько протеїновими кормами збільшують кінцеву продукцію рибориства більш ніж у 2 рази.

Виходячи з аналізу експериментів встановлено, що використання пробіотика «Субтіліс» зменшує витрати корма при вирощуванні кларієвого сома до 27 % що є сприятливим показником оскільки собівартість кормів при вирощуванні риби в УЗВ перевищує 60%.

З'ясовано, що найбільш сприятливим при вирощуванні кларієвого сома в УЗВ є астатичний добовий температурний режим, наближений до природного. Його використання дозволяє знизити витрати кормів на 11% збільшити вихід рибориства на 8% в порівнянні з показниками при постійному температурному режимі, прийнятому в рибористві.

Проведені дослідження показали доцільність впровадження усі вище зазначені технологічних засобів в процес культивування кларієвого сома в УЗВ з метою підвищення рибориства та зниження її собівартості товарної продукції.

*Ключові слова:* кларієвий сом; УЗВ, склад кормів, астатичні температури, продукція рибориства, пробіотики.

## SUMMARY

### "GROWING AN AFRICAN SHARPTOOTH CATFISH FOR EXTENSIVE AND INTENSIVE TECHNOLOGIES"

**Sary M.Y., Master of the Water bioresources and aquaculture department**

The industrial method of growing african sharptooth catfish has a characteristic feature of the use of various feeds, biological additives and technologies. In this regard, it is very important to improve the technology of cultivating african sharptooth catfish, to determine the optimal quality components of the feed, and the effect of probiotics in the conditions of modern industrial aquaculture. As a result of the work, data were analyzed and received regarding the increase in fish production and the improvement of technologies in the cultivation of african sharptooth catfish in closed water supply unit. As a result of the analysis of experiments on feeding artificial foddors of catfish in closed water supply unit, it was found that high protein proteins with a protein content above 40% are optimal and, in comparison with low protein feeds, increase the final fish production by more than 2 times. Secondly, based on the analysis experiments, the use of the probiotic "Subtilis" reduces feed costs when growing african sharptooth catfish to 27%, which is a favorable indicator, since the cost of feed in the cultivation of fish in the ultrasound reaches more than 60%. It has been found out that the most favorable for the cultivation of african sharptooth catfish in closed water supply unit is the astatic daily temperature regime, close to the natural one. Its use allows to reduce feed costs by 11% to increase the yield of fish products by 8% compared with the indicators at constant temperature, adopted in fish farming. The conducted researches have shown expediency of introduction of all the above-mentioned technological means in the process of cultivation of sharptooth catfish in ultrasound in order to increase fish products and reduce the cost of goods.

Key words: *african sharptooth catfish, closed water supply unit, feed composition, astatic temperatures, fish products, probiotics.*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	13
СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ.....	15
1.1 Історія розвитку аквакультури кларієвого сома.....	15
1.2 Систематика та еколого-біологічна характеристика кларієвого сома	16
1.3 Вирощування гідробіонтів в установках з замкненим циклом водопостачання .....	23
2.1 Система очищення води в УЗВ .....	28
2.1.1 Механічне очищення води.....	29
2.1.2 Біологічне очищення води .....	30
2.1.3 Система водопідготовки в УЗВ .....	34
3. ТЕХНОЛОГІЇ ВІДТВОРЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА.....	42
3.1 Відтворення .....	42
3.2 Вирощування личинок і молоді.....	46
3.3 Корма та годівля кларієвого сома .....	48
3.4 Аналіз пробіотика Субтіліс на прикладі добавки в корм кларієвого сома.....	56
3.5 Аналіз впливу астатичного терморезиму при вирощуванні кларієвого сома.....	62
ВИСНОВКИ .....	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

Сьогодні на долю аквакультури припадає майже 50% виробництва світової рибної продукції, але її потенціал значно більший, що показує щорічне зростання об'ємів виробництва продукції Світової аквакультури.

В сучасній аквакультури застосовуються екстенсивні, напівінтенсивні і інтенсивні, або індустріальні методи, які останнім часом знаходять все більше поширення.

Індустріальні методи рибництва передбачають використання цілої низки інтенсифікаційних заходів в тому числі високої щільності посадки, штучних кормів, та ін. Широкий набір біологічно активних компонентів наявних у природних кормах які є регуляторами метаболічних процесів в організмі, забезпечують швидке зростання і високі харчові якості об'єктів вирощування. Тому одне з найбільш важливих питань сучасного індустріального рибництва вивчення особливостей харчування об'єктів культивування і забезпечення їх збалансованими, повноцінними кормами.

Не менш важливою складовою отримання високого виходу товарної продукції, в сучасному рибництві, є оптимізація умов вирощування. Це стало можливим завдяки застосуванню рециркуляційних систем (ЗРС) з оборотним водозабезпеченням. Завдяки можливості регулювання всіх параметрів вирощування і їх оптимізації ЗРС здатні значно скоротити період вирощування гідробіонтів до товарної маси і багаторазово збільшити їх продуктивність.

Такі установки сьогодні широко використовуються в усьому світі для вирощування самих різноманітних об'єктів індустріального рибництва.

Одним з найбільш перспективних об'єктів аквакультури в світовому рибництві сьогодні є кларієвий сом (*Clarias gariepinus*). Цей об'єкт має високий темп зростання, толерантний до несприятливих умов середовища, витримує високу щільність посадки, охоче потребує штучні корми.



Разом з тим багаторічний досвід культивування кларієвого сома в різних країнах світу показав, що методи його штучного відтворення і товарного вирощування потребують удосконалення, а окремі аспекти біотехнології необхідно уніфікувати і оптимізувати.

Враховуючи це **мета роботи** полягала в аналізі сучасних технологій товарного вирощування кларієвого сома, в умовах індустріальної аквакультури і узагальнення матеріалів зі технології його культивування для розробки найбільш досконалого і ефективного методу годівлі і вирощування.

В ході роботи вирішувались наступні **завдання**:

– Проаналізувати конструктивні особливості і принципи роботи рециркуляційних замкнених систем і визначити їх придатність і перспективність використанні для товарного вирощування кларієвого сома.

– На основі аналізу харчування кларієвого сома в нативному ареалі і експериментальних даних запропонувати склад дієти, що забезпечить реалізацію потенції росту об'єкту культивування.

– Дослідити вплив добавки до стандартних гранульованих кормів з високим і низьким вмістом протеїну пробіотику «Субтіліс», визначити його вплив на зростання риб в процесі вирощування.

– Дослідити можливість і оцінити ефективність використання астатичного температурного режиму при вирощуванні кларієвого сому.

## СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ

### 1.1 Історія розвитку аквакультури кларієвого сома

Дослідження спрямовані на штучне відтворення і вирощування кларієвого сома розпочалися в Голландії в 1977 р. Вже в 1980 р. з'явилися перші товарні ферми з вирощування африканського сома, а в 1985-1986 рр. в Нідерландах працювало вже понад 60 ферм які давали понад 300 т. товарної риби (Dijkem 1992).

У Китай кларієв сом завезли в 1988 р. (Zheng і in.1988, Naylor 1993), на Філіппіни, в Індонезію на Таїланд і в Бразилію у 1993 р. (Viveen і Verred 1993; Galvaо 1991). До Польщі африканський сом потрапив з Сільськогосподарського університету в Вагенінген в 1989 р., а перша вдала спроба його штучного відтворення відбулася в 1990 р. Сьогодні об'єм продукції торгового сома в Польщі сягає 300 т. на рік;

До Росію сома завезли з Голландії в 1996 р. Товарним вирощуванням займається ціла низка рибницьких підприємств, в тому числі ТОВ «Акваторія» (м. Орел), річна продукція якого досягає 100 т. товарної риби [1].

У 1992 р. об'єм виробництва африканського сома вже досяг 1235 т, причому, 71,3% в Нідерландах на 8 великих фермах (Verreth, Eding 1995). У 1997 р. виробництвом кларієвого сома займалося 28 західноєвропейських ферм, з них 13 в Нідерландах.

У 1998 р. загальноєвропейське виробництво сома налічувало близько 1800 т, в тому числі близько 1000 т. в Голландії.

Виробництво сома в Угорщині з 2002 по 2003 рр. зросло з 880 до 986 т, що склало 8,3% виробництва сазана (власні відомості);

## 1.2 Систематика та еколого-біологічна характеристика кларієвого сома

У сомів немає власної луски; тіло їх або голе, або покрито кістковими пластинками. Навколо рота звичайно є кілька пара вусів. У багатьох є жировий плавець, схожий на плавець лососевих. Деякі ознаки свідчать про велику стародавність цього роду. Наприклад, шкірні кістки на голові іноді розташовуються поверхово, у ряду видів є на черепі так званий пинеальний отвір для епіфозу - рудиментарного світлочутливого органа, який можна назвати третім оком. Іноді зустрічаються і шкірні зуби, дуже схожі на зуби акул. У грудних, а іноді і в інших плавцях у сомів розвиваються сильні колючки.

Серед Сомоподібних зустрічаються гіганти, що досягають 300 кг ваги (Європейський, звичайний сом), і двухсантиметрові карлики, хижі й мирні риби, паразити, власники електричних органів, мешканці боліт і порожистих гірських рік. Деякі можуть повзати по суші і дихати атмосферним повітрям, інші переселилися в підземні води та попадаються в артезіанських колодязях.

У море переселилися лише представники двох родин (з 28-30). Не люблять сомоподібні також низькі температури, тому в північних водоймах зустрічаються рідко. Відомо більше 1200 видів сомоподібних які належать до близько 150 родів. Більшість з них живе в тропічних і субтропічних областях Південної й Центральної Америки, Африки й Азії. У ріках Австралії й Мадагаскару сомів немає, за винятком вторинно переселившись в прісні води із моря. Очевидно, ця група сформувалася пізніше ізоляції зазначених масивів суші, імовірно, наприкінці крейдового періоду або початку третинного періоду - 60-70 млн. років до нашої ери.

Незважаючи на різючу розмаїтість сомоподібних, у їхньому способі життя можна знайти загальні риси. Переважна більшість видів – погані плавці, що не роблять далеких міграцій. Майже всі соми – хижаки (поїдають дрібну рибу й водних донних тварин). Зір у сомів слабкий, при добуванні їжі

істотної набагато більше вони орієнтуються на дотик, важливими органами якого є вусики. Серед сомів багато нічних форм і хижаків-засадчиків.[68]

Сомові відносяться до Типу Хордових (Chordata), підтипу Черепних (Craniata), надкласу Щелепних (Gnathostomata), класу Променеперих (Actinopterygii), підкласу Новоперих (Neopterygii), надряду Остаріофізи (Ostariophysii), ряду Сомоподібних (Siluriformes), родини: Кларієвих (Clarias), рід Кларій (Claria), вид Кларієвий сом (Burchell, 1822)

Африканський сом зустрічається майже по всі території Африки, в країнах басейну Середземного моря ( Ізраїль, Сирія, Ливан, південа Турція). (рис 1.2.1). Північною границею розповсюдження є Турція.

Мешкає у ріках, озерах, водосховищах, каналах, та інших прісноводних водоймах [69]

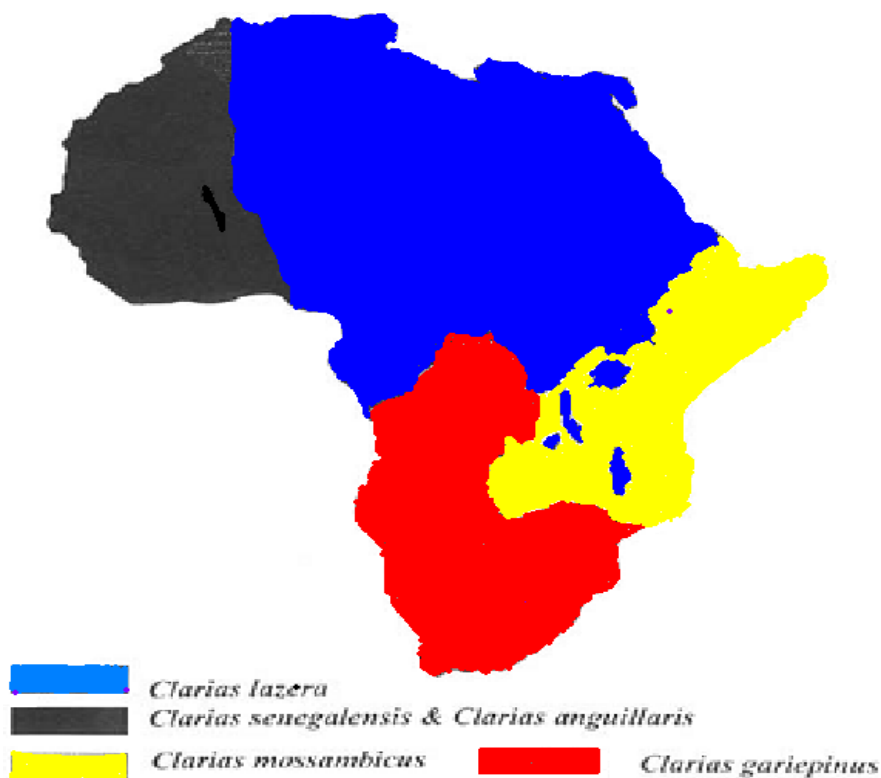


Рисунок 1.2.1 – Територія на якій мешкає африканський сом

Найбільшим виробником Африканського сома є Нігерія, хоча Нідерланди, Угорщина, Кенія, Сирія, Бразилія, Камерун, Малі та Південна

Африка також вирощують сей вид у великих об'ємах. Вирощують кларієвого сома також в Китаї, Таїланді, Єгипті, Уганді та багатьох інших країнах (рис. 1.2.2).

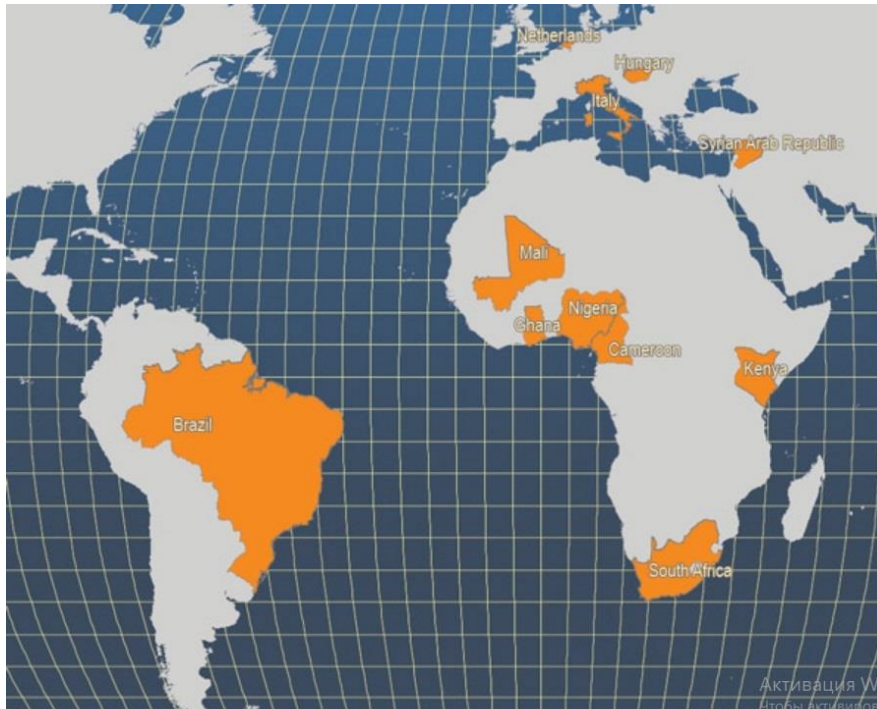


Рисунок 1.2.2 – Основні країни виробники африканського сома в 2006 р. (FAO fishery statistics)

Загальносвітовий обсяг виробництва кларієвого сома в аквакультурі зріс з 2000 по 2006-20010 рр. майже в 200-250 разів. Сьогодні він перевищує 35-40 тис. т.

Родина кларієвих сомів (Clariidae) налічує 15 рідів і 100 видів, поширених в Африці, Південно-Східної та Малої Азії.

Вони мають гладке, видовжене, циліндричне тіло з довгими анальними і спинними плавцями, що доходять до хвостового, і складаються тільки з м'яких променів; це забезпечує їм активну рухову функцію. Жирового плавника немає. Зовнішній промінь грудного плавця зазубрений. У черевному плавці в нормі шість м'яких променів [2].

Плоска голова несе чотири пари нерозгалужених вусів: одна - назальна, одна - максиллярна (найдовша і найбільш рухлива) на сошнику, і

дві Мандибулярні - внутрішня і зовнішня (рис. 1.2.3). Зуби є на щелепах і сошнике. Плавальний міхур маленький, складається з двох частин і поміщений в капсулу, утворену поперечними виростами парапофізов четвертого і п'ятого хребців [3].

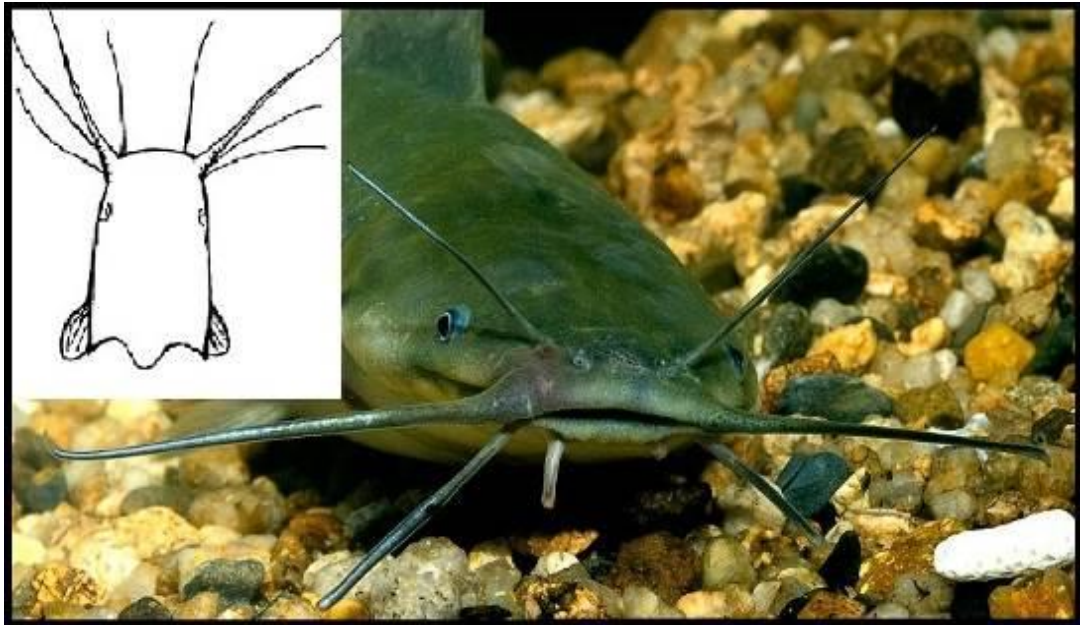


Рисунок 1.2.3 - Зовнішній вигляд голови і розташування на ній вусів у кларієвого сома.

За допомогою повітря, що надходить з надзябровий порожнини, кларієві соми контролюють свою плавучість. У цій порожнині розташовується додатковий надзябровий орган дихання. Він парний, представлений розгалуженими утвореннями, розташованими на другій і четвертій бронхіальних дугах, і покритий сильно васкуляризованою тканиною, за допомогою якої риба абсорбує кисень з повітря (рис. 1.2.4). Надзяброва порожнина з'єднується з глоткою і зябровими порожнинами.

Кларієвий сом піднімається до поверхні води для «дихання», коли вміст кисню в воді низький, а в насиченої киснем воді живуть без повітряного дихання. Додаткове повітряне дихання дозволяє цим риbam протягом багатьох годин жити поза водою або в каламутній воді, а також мігрувати по поверхні землі.



Рисунок 1.2.4 - Зовнішній вигляд надзябрового органу дихання кларієвого сома

Повідомлення про «подорожуючих» сомах часто з'являються в літературі. Встановлено, що надзябровий орган кларієвого сома містить тільки повітря і найбільш ефективно функціонує при вологості 81%. Повне вимикання дихання зябрами призводить до загибелі цих сомів через 14-47 годин; при припиненні доступу до поверхні води вони гинуть вже через 9-25 годин, а без води і повітря - за кілька хвилин. Вважають, що надзябровий орган для життєдіяльності кларієвих важливіший, ніж зябра [4]. Представники родини кларієвого сома харчуються в природі в основному водними комахами, рибами, молюсками і вищою водною рослинністю. Вживають в їжу також наземних комах і фрукти. Можна вважати їх всеїдними рибами з великою тенденцією до хижацтва. Довге методичне підстерігання здобичі - нормальна тактика їх полювання [3].

Розмноження кларієвого сома в природних умовах північної півкулі відбувається в період дощів. У тропічних зонах нерест триває з квітня до грудня з піком у липні-серпні. У субтропіках південної півкулі він починається зі збільшенням температури води і тривалості світлового дня, що відповідає періоду з липня по вересень. Нерест нетривалий. [62]

Про фактори середовища, які індукують нерест кларієвого сома, відомо небагато. Припускають, що це можуть бути як видимі, так і невидимі стимули (температура, фотоперіод, випадання опадів, присутність протилежної статі або його феромону, наявність нерестового субстрату і т.д.). Так як нерест відбувається зазвичай вночі, то, без сумніву, важливі механічні, хімічні і звукові стимули.

Помітного статевого диморфізму у кларієвого сома немає, за винятком того, що уrogenитальна папилла у самців невелика, а у самок витягнута. Крім того, у зрілих самок більш округле і м'яке черевце [5].

Основними об'єктами рибництва є два види - африканський кларієвий сом *Clarias gariepinus* (рис. 1.2.5), зазвичай званий просто кларієвим сомом, і нільський кларієвий сом *Clarias anguillaris* (рис. 1.2.6). Природний ареал поширення цього виду - вся Африка, включаючи водойми Сахари, басейн річки Йордан, Південна і Південно-Східна Азія. [6]



Рисунок 1.2.5 – Зовнішній вигляд кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)

Кларієв сом всеїдний, харчується водяними жуками, молюсками, рибою, рослинною їжею і навіть покидьками органічного походження. В природних умовах він в основному хижак.



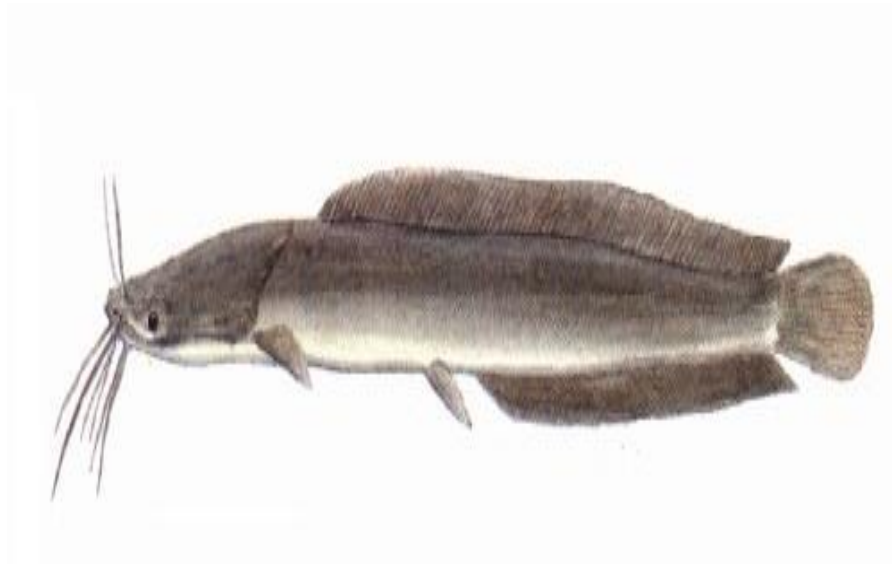


Рисунок 1.2.6 – Зовнішній вигляд нільського кларієвого сома (*Clarias anguillaris*)

Представники виду *Clarias gariepinus* мають здатність генерувати електричні сигнали тривалістю від 5 до 260 мс [7]. Розряди спостерігаються тільки під час агресивно-оборонних взаємодій між особинами.

Нерест Кларієвого сома проходить один раз в сезон, в водоймах, наповнених дощовою або ґрунтовою водою, малих річках, іноді безпосередньо під час дощу. Перед нерестом соми утворюють скупчення, після чого починаються бої між вельми агресивними самцями. Спаровування відбуваються між ізольованою парою плідників на мілинах.

Середня довжина статевозрілих риб 26-75 см, самки зазвичай дрібніше, ніж самці [9].

До кінця першого року життя невелика частина риб в популяції досягає статевої зрілості, а решта – на другому році. У штучних умовах кларієві соми дозрівають вже в шестимісячному віці при масі 200 г.

Харчування і температура води визначають лінійне і масове зростання риб та розвиток статевих продуктів. [10].

Оптимальною є температура 25-30°C, при 17-18°C риби перестають харчуватися, а при тривалому перебуванні у воді з температурою 14-15 °C гинуть, але витримує короткочасне зниження до 5°C.

Кларієвий сом толерантен до підвищеного вмісту у воді сполук азоту. Летальна концентрація аміаку для нього становить  $6,5 \text{ мг}\cdot\text{дм}^3$ . Найкраще кларій відчуває себе, коли концентрація розчиненого у воді кисню перевищує  $4,3 \text{ мг}\cdot\text{дм}^3$  і є доступ до поверхні. Оптимальний рН 6,5-8,0. Стійкий до перепадів температури, переносить солоність до 10‰ [11].

Кларієвий сом відрізняється високою стійкістю до захворювань.

Нільський кларієвий сом багаточисельний, в озерах і болотах дельти Нілу. досягає довжини 60 см. Колір спини синювато-чорний, брюха – білий, в молодості з чорними плямами.

Впорівнянні з *Clarias gariepinus*, більш вибагливий до температури, і харчування. При температурі води нижче  $13 \text{ }^\circ\text{C}$  гине.

За останній час цей вид риб став дуже популярний в країнах Західної і Східній Європі. Має виключно смачне щільне м'ясо, білого кольору, яке можна порівняти тільки з вугром або сьомгою. Відносно низький вміст жиру – 5,1% і високий вміст білка – 16,2% дозволяють відносити дану рибу до дієтичних продуктів і використовуватися в дитячому меню [12].

### **1.3 Вирощування гідробіонтів в установках з замкненим циклом водопостачання**

Одним з найбільш перспективних напрямків індустріального товарного рибництва є розведення риб в установках із замкненим циклом водопостачання [13,14,15].

Перше промислове рибоводне підприємство із замкнутою системою водопостачання було побудовано в Японії в 1951 р. У Європі перша УЗВ з'явилася в 1967 р. в Австрії, в 1972 р. – в Німеччині. У другій половині 70-х була розроблена перша вітчизняна автоматизована установка «Біорек», загальним обсягом  $40 \text{ м}^3$ . З цього часу цей напрям рибництва досяг величезного прогресу. З'явилися нові, досконаліші системи очищення води.

Зріс рівень автоматизації, розроблені технології вирощування для десятків видів гідробіонтів, як прісноводних, так і морських.

Рівень конструкторських розробок дозволяє використовувати в установках різні види рибоводних ємностей, здійснювати різні варіанти комплектації і компоновки устаткування по висоті і площі. Це розширює сферу застосування розроблених систем – від рівня селянських ферм до самостійних повносистемних рибоводних комплексів [18].

Розроблені технології вирощування різних об'єктів аквакультури: коропа, рослиноїдних риб, тилляпії, форелі, осетрових, камбали і миня, каналного і африканського сомів та ін. [19,20].

Розроблені спеціальні рецептураи комбікормів, що дозволяють отримувати 1 кг приросту при витратах корму 0,7-1,9 кг в залежності від стадії розвитку об'єкта [21].

Культивовані види досягають товарної маси в 500-700 г за 4-6 місяців, а статевозрілості за один - півтора роки.

Одна з найбільш відомих і досконалих УЗВ сучасного індустріального рибництва є установка, розроблена в 1977 р. ТЕО Штелером. Сьогодні індустріальні рециркуляційні установки типу «Штелерматік» виробляються німецькою фірмою «Рейнтехнік» і широко застосовується в усьому світі.

Їх численні модифікації забезпечують очищення і біологічне відновлення води, систему водопідготовки при безперервній дії і широкому застосуванні найсучасніших методів контролю і управління процесом вирощування.

Класична установка, що послужила прототипом, складається з окислювального басейну, басейну-відстійника, 6-8 прямоточних басейнів для вирощування риби, циркуляційного насосу, компресора, пульта управління. Площа, яку вона займала – 100-150 м<sup>2</sup>, необхідна висота приміщення – 3,0 м, об'єм циркулюючої води – 50 м<sup>3</sup>, поповнення – від 1 до 5% об'єму на день. Продуктивність установки (на рік) – 12 т райдужної форелі, або 10,2 т вугра, або 7,2 т каналного сомика, або

12 т коропа. При аерації води чистим киснем продуктивність установки подвоюється.

Найперспективнішим вважається використання як блоку біологічного очищення біофільтру «Штелерматік». Основною особливістю якого є те, що його робоче тіло – біоплівка прикріплена до наповнювача, завдяки чому об'єм біофільтру всього в 1,5-2 рази перевищує об'єм вирощувальних місткостей. Залежно від необхідної продуктивності установки випускаються блоками, різними за розміром і кількістю секцій.

Установа забезпечує у край незначні витрати води в системі. В басейнах об'ємом 2 м<sup>3</sup> міститься до 200 кг риби. Питоме водоспоживання складало близько 0,3 дм<sup>3</sup> с<sup>-1</sup> ц<sup>-1</sup>. Таке низьке питоме водоспоживання пояснюється перш за все високим вмістом у воді кисню. Аерація води в системі здійснюється постійно як в окислювальному басейні і водоподаючому лотку, так і в самих рибоводних басейнах, на дно яких укладені перфоровані воздуховоди, сполучені з компресором.

Установки системи «Штелерматік» працюють, як правило, на водопровідній або артезіанській воді. Зважаючи на незначне водоспоживання і обмежені розміри, установка може бути розміщена практично в будь-якому населеному пункті [71].

## 2 СТРУКТУРНА ТИПОВА СХЕМА ТА ПРИНЦИП ДІЇ УЗВ

Замкнені рибоводні установки забезпечують вирощування риби при незначних затратах свіжою водою на рівні не нижче 3% від обсягу води в установці за добу. Такий тип установки найбільше відповідає вимогам практики рибництва.

З екологічної точки зору УЗВ безумовно є прогресивним напрямком у рибництві, оскільки в багатьох регіонах вода – обмежений ресурс. Завдяки малим обсягами споживаної води в УЗВ, видалення з неї продуктів життєдіяльності риб стає дешевшим і легким, в порівнянні з традиційними технологіями (ставові, басейнові). Тому, аквакультура в УЗВ – найбільш екологічний метод рибництва, яке повністю залежить від зовнішніх умов (температура, солоність і чистота води, наявність в ній суспензій, і т. д.).

В УЗВ вплив зовнішніх факторів практично повністю виключається. Замкнутій цикл дозволяє повністю контролювати всі параметри вирощування. Стабільні умови культивування роблять процес вирощування прогнозованим, що дозволяє планувати результати виробництва.

Важлива перевага рециркуляційних установок - можливість значного зниження патогенів, оскільки потрапляння в установку інвазійних захворювань з навколишнього середовища зведено до мінімуму внаслідок обмеженого використання води та її знезараження.[63]

Структурна схема УЗВ приведена на рис. 2.1. Вона включає:

*Вирощувальні басейни* в які подається чиста, насичена киснем вода, а на виході витікає вода, забруднена продуктами життєдіяльності риб з низьким вмістом кисню. Ступінь забруднення води на виході з басейну пов'язана з щільністю посадки риб, їх розміром, об'ємами годівлі та ін.

*Механічний фільтр* який служить для видалення з води суспензій, що надходять з басейну з рибою (фекалії, луска, загиблі тварини і т. д.).

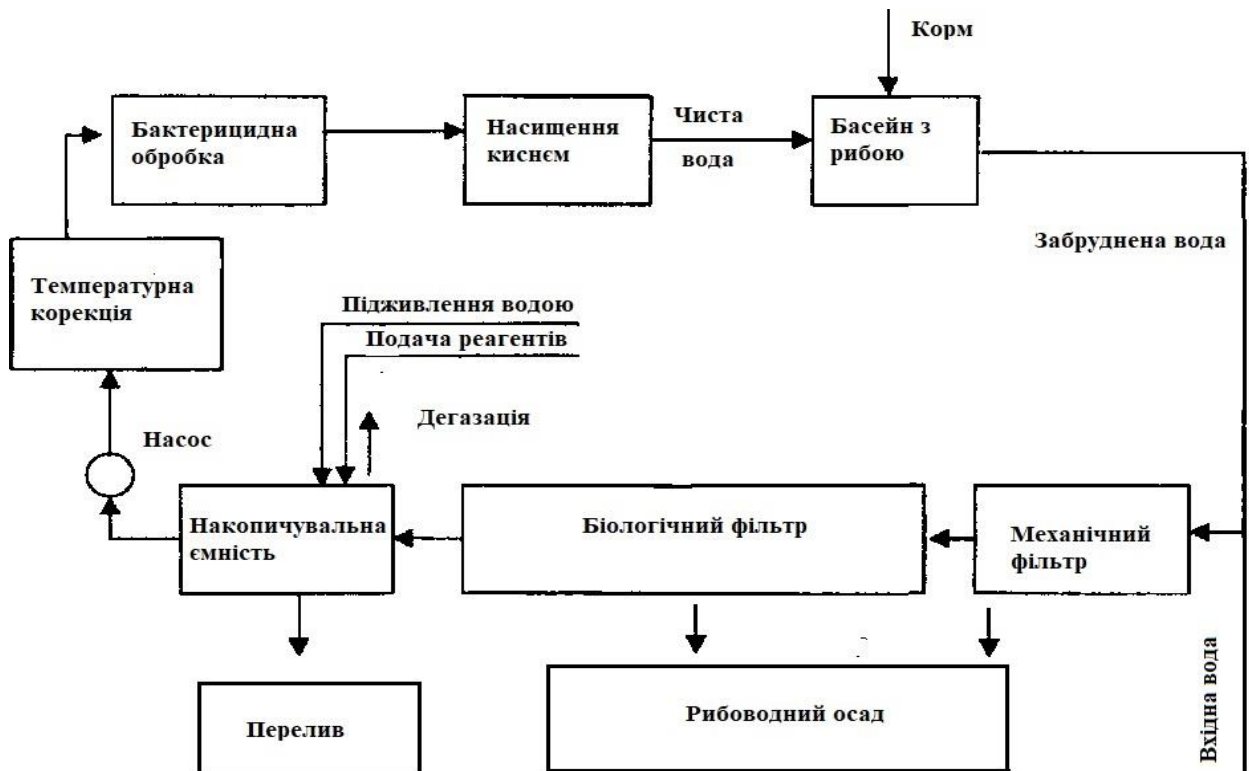


Рисунок 2.1 Принципова схема устрою установки замкнутого циклу водопостачання.

*Біологічний фільтр* який забезпечує багатоступінчастий процес перетворення органічних сполук в нетоксичні продукти, безпечні для гідробіонтів. Процес виконується аеробними бактеріями, які споживають значну кількість кисню, і супроводжується утворенням біомаси бактерій і зміною рН - води.

*Накопичувальна ємність* виконує в установці ряд функцій, головними з яких є забезпечення харчування насоса і видалення надлишку води в установці через перелив. Допоміжні функції: підживлення свіжою водою, дегазація води після біологічного очищення, добавка реагентів, коригуючих гідрохімічні параметри води (наприклад, рН).

*Рециркуляційний насос* забезпечує безперервну циркуляцію води в установці через всі елементи системи, що володіють гідравлічним опором.

Залежно від конструктивних особливостей установки в ній може бути два і більше контурів циркуляції.

*Температурна корекція* забезпечує комфортні температури, оптимальні для вирощування риби. Як правило, корекція передбачає підігрів води. Однак для вирішення ряду рибоводних завдань потрібне охолодження води. Наприклад, охолодження води з метою затримки нересту або з метою запобігання загибелі риби через перегрів.

*Бактерицидна обробка* призначена для зниження рівня бактеріального забруднення води, що циркулює, що виникає при високих біологічних навантаженнях в установці. При низьких і середніх навантаженнях бактерицидна обробка, як правило, не застосовується.

*Насичення киснем* - один з важливих елементів УЗВ, так як всі біологічні процеси в установці йдуть при значному споживанні кисню. Він витрачається як на дихання риб, так і на здійснення окислювальних процесів при біологічній обробці. Апарати для насичення води киснем можуть бути розділені: один встановлюється перед подачею води в басейн, а інший - перед подачею води на біологічну фільтрацію. У деяких замкнутих установках апарат насичення води киснем і насос конструктивно об'єднані пристроєм ерліфт.[22].

## **2.1 Система очищення води в УЗВ**

Вирощування риби в УЗВ відбувається при багаторазовому використанні одного і того ж обсягу води, що піддається очищенню і знову повертається в рибоводні ємності. Однією з умов нормального функціонування установки є ефективна робота блоків очищення. Система регенерації води УЗВ повинна забезпечувати ефективне видалення з оборотної води зважених речовин і розчинених метаболітів риб, підтримання оптимального температурного, газового і сольового режиму. [16,23]

Більшість застосовуваних методів очищення води можна розділити на 4 групи: фізичні (осадження, фільтрація, флотація), хімічні (окислення і коагуляція органічних забруднень), фізико-хімічні (адсорбція і іонообмін) і біологічні. У складі УЗВ вони можуть використовуватися як кожен окремо, так і в комплексі. У сучасних установках найбільш широко використовуються фізична (механічна) та біологічна очистка води [24].

Система регенерації води в замкнутих установках як правило складається з декількох елементів: блок механічного очищення води, в якому видаляється основна частина твердих відходів; блок біологічної очистки, де відбувається вилучення розчинених токсичних речовин; блок остаточного очищення і водопідготовки в якому вода доводиться до необхідних кондицій (терморегуляція, оксигенація, знезараження, рН-регулювання і т. д.).

### **2.1.1 Механічне очищення води**

Крім продуктів метаболізму риб в воду потрапляють залишки корму та екскременти. Вони частково розчиняються у воді, утворюють зважені речовини, але основна їх частина осідає на дно і якщо вчасно не буде видалена то, поступово розкладаючись, також забруднює воду.

Як показує досвід, механічна фільтрація води, яка витікає з рибоводних басейнів, є найбільш ефективним методом видалення органічних відходів.

Для видалення зважених речовин використовують осадження і фільтрацію. Осадження зважених речовин проходить в отстойниках різного типу – вертикальних, горизонтальних, радіальних і тонкосліпних, забезпечених пристроями для збору осаду. Основний їх недолік – великі обсяги і низький ефект очищення (як правило не більше 35-40%). Для осадження можуть також використовуватись центрифуги або гідроциклони. Їх застосування в складі рибоводних систем показало, що вони здатні не тільки освітлювати воду, а й сприяти видаленню деякої кількості азотних



сполук. Однак ці спорудження дуже дорогі і енергоємні, в зв'язку з чим вони не знайшли широкого застосування в рибництві.

Найбільшого поширення в якості пристроїв механічного очищення води УЗВ отримали механічні фільтри різних конструкцій. [25,26]

Використовують гравійні, піщано-гравійні і швидкі піщані фільтри. Однак, їм властиві серйозні недоліки: низька продуктивність, складність промивання і значні витрати промивної води. Сьогодні найбільшого поширення набули самопромивні барабанні і плаваючі фільтри.

Перевагами фільтрів подібної конструкції є висока компактність і безперервність дії. Недоліки – складність пристрою, наявність додаткового електроприводу. Мінімальний розмір відфільтровуваних частинок складає, як правило, 150-200 мкм, ефект очищення - 85-90%.

Високий ефект очищення оборотної води від зважених речовин (90 - 95%) забезпечують фільтри-відстійники з плаваючим завантаженням. В якості завантаження плаваючого фільтра зазвичай використовуються поліетиленові гранули діаметром 2,5 мм. Регенерація завантаження здійснюється шляхом барботування. Плаваючі фільтри прості за конструкцією, надійні, мають низькі витрати промивної води, однак вони менш компактні в порівнянні з барабанними сітчастими фільтрами.

### **2.1.2 Біологічне очищення води**

Біологічне очищення передбачає утилізацію розчинених забруднень за допомогою мікроорганізмів що забезпечують процесі денітрифікації [15].

Кінцевим продуктом білкового обміну у риб є аміак. Він складає 60-80% всіх азотистих з'єднань, постійно виділяються рибою через зябра і нирки в воду. Саме аміак є основною токсичною речовиною, проти якого спрямована дія системи біологічного очищення.

Процес очищення здійснюється мікроорганізмами, оселившимися на поверхні завантаження, або мікробною масою активного мулу. Основні групи мікроорганізмів, що мешкають в пристроях біологічного очищення - це автотрофні і гетеротрофні нітрофікуючі бактерій.

Гетеротрофи окислюють органічні азотовмісні компоненти виділень риб і залишків кормів, перетворюючи їх на прості неорганічні з'єднань, головні з яких вода, вуглекислий газ і аміак. Тому цей перший етап біологічного очищення отримав назву аммоніфікація (мінералізація). Після того, як органічні сполуки переведені гетеротрофними бактеріями в неорганічні, біологічна очистка вступає в наступну стадію, яка дістала назву нітрифікації. Під цим процесом розуміють біологічне окислення амонію до нітритів ( $\text{NO}_2^-$ ) і подальше їх окислення до нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ). Нітрифікація здійснюється автотрофними бактеріями, які на відміну від гетеротрофів не потребують готових органічних сполуках. Нітрифікуючі бактерії в пристроях біологічної очистки представлені в основному Родинами *Nitrosomonas* і *Nitrobacter*. Джерелом енергії для *Nitrosomonas* є процес окиснення аміаку до нітритів, а *Nitrobacter* отримує енергію з реакції подальшого окислення нітритів до нітратів. В результаті цих реакцій токсичний амоній перетворюється в нітрати, які менш отруйні для риб. Процес нітрифікації призводить до окислення неорганічного азоту.

Одночасно йде процес відновлення неорганічного азоту – денітрифікація. У процесі денітрифікації відбувається перехід азоту з нітратів в газоподібний стан. Основними денітрифікуючими бактеріями є *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* та ін. Мінералізація, нітрифікація і денітрифікація - процеси, що відбуваються у новій системі послідовно. У діючої системі вони йдуть паралельно. [13]

Ефективність роботи біофільтра залежить, головним чином, від температури і рН води і в системі. Найбільш ефективно нітрифікація протікає в температурному діапазоні 10-35 °С.

Високу інтенсивності бактеріальної нітрифікації забезпечує  $\text{pH} > 7$ . З більш високий  $\text{pH}$  призводить до постійного зростання  $\text{NH}_3$ , що збільшує токсичний ефект. Рекомендований оптимум знаходиться в межах  $\text{pH} 7,0-7,5$ .

Для біологічного очищення води в установках із замкнутим циклом водопостачання сьогодні застосовують біофільтри.

Біофільтри є ємності, заповнені завантаженням різного типу, на поверхні якої розвивається бактеріальна плівка, що здійснює очистку води. Найважливішою характеристикою біофільтра, що визначає його продуктивність, є питома площа поверхні завантаження. У ранніх конструкціях застосовувалася об'ємна завантаження (гравій, керамзит, раковини молюсків і т. д.), що мала питому площу поверхні (УПП)  $20-100 \text{ м}^2 \cdot \text{м}^{-3}$ . Пізніше стали використовувати плівкову і касетну завантаження (біофільтри Лісі) з УПП  $100-150 \text{ м}^2 \cdot \text{м}^{-3}$ . В даний час широко застосовуються різні види спеціальної пластикової завантаження (стільникові, дрібнозернисті, "біошари" з розвиненою площею поверхні), що мають УПП на рівні  $350-1500 \text{ м}^2 \cdot \text{м}^{-3}$ . [27,28]

Використовуються біофільтри з регенерируемым піщаним завантаженням (УПП  $2000 - 4000 \text{ м}^2 \cdot \text{м}^{-3}$ ). Підвищення питомої продуктивності пристроїв біологічного очищення призвело до різкого скорочення обсягу блоків очищення УЗВ. Якщо у перших УЗВ співвідношення обсягів рибоводних ємностей і апаратів водопідготовки становило  $1: 5-10$ , то для сучасних систем цей показник дорівнює  $1: 0,5-1$ .

Існують три типи біофільтрів: заглибні; зрошувані; обертові.

**Занурювальні біофільтри** такі у яких завантаження знаходиться нижче поверхні води в спеціальній ємності. У пристроях даного типу застосовують в основному мелкозернисте придатне для регенерації завантаження (полімерні гранули, пісок), а також пластикові елементи з розвиненою поверхнею. Погружні біофільтри прості в експлуатації, не вимагають створення великих перепадів рівнів води в установці, що дозволяє зменшити потужність циркуляційних насосів, здатних працювати в

широкому діапазоні гідравлічних навантажень. Однак, на відміну від біофільтрів інших типів, вони вимагають відносно високу (6-8 мг\*дм<sup>-3</sup>) концентрацію кисню у воді що надходить на очистку води. [29]

**Зрошувані (краплинні) біофільтри.** Шар завантаження в них розташований вище рівня води в ємності, біологічна очистка проходить в тонкому шарі води, що стікає по завантаженню, що дозволяє підтримувати оптимальний кисневий режим і тим самим збільшити активність мікроорганізмів біоплівки зі окислення органічних сполук. Найчастіше в біофільтрах такого типу застосовується касетне і стільникове завантаження, а також пластикові елементи з високою питомою площею поверхні. Найбільш довершенні конструкції зрошуваних біофільтрів у вигляді закритої камери з рухом води зверху вниз і примусової закачуванням повітря в нижню частину фільтра. Зрошувані біофільтри мають високу окисну потужність, прості за конструкцією, на них можна подавати воду з мінімальною вихідної концентрацією кисню. Однак їх застосування вимагає значного збільшення перепаду рівнів води в системі, внаслідок чого зростає потужність циркуляційних насосів.

Крім того, зрошувані фільтри успішно працюють в досить вузькому діапазоні гідравлічних навантажень, а рівномірний розподіл потоків води по всій площі фільтра вимагає спеціальних технічних рішень.

Іноді погрузні і зрошувану біофільтри об'єднують в одному корпусі, такі конструкції називають комбінованими біофільтрами. Верхня частина подібного пристрою являє собою типовий зрошувану фільтр, а нижня - погрузний.

**Обертові біофільтри.** Їхньою відмінною рисою є періодична зміна повітряного і водного середовища на поверхні біофільтра. Це дозволяє поліпшити кисневий режим системи і істотно збільшити її продуктивність. У конструктивном плані подібні пристрої уявляють собою обертову систему пластикових перфорованих труб, дисків, або барабанів заповнених

гофрованими поліетиленовими дисками («Штеллерматік, Евроматік») з великою площею поверхні.

Обертові фільтри не вимагають створення в УЗВ більших перепадів рівнів води, мають високу окисну потужність, здатні ефективно очищати воду з незначною вихідною концентрацією кисню. До недоліків відноситься складність конструкції, наявність додаткового електроприводу [30]

В процесі вирощування риби в УЗВ в оборотній воді накопичуються нітрати - кінцевий продукт нітрифікації. Тому в систему не обходимо щодоби додавати до 10% свіжої води. [27]

Для зменшення витрати води до складу УЗВ включають блок денітрифікації. Крім пересування нітратів у вільний азот, в денітрифікатори відбувається і процес відновлення нітритів до молекулярного азоту, минають фазу створення нітритів бактеріями – нітрифікаторами.

Створення оптимальних умов і управління на сучасному технічному і біотехнологічному рівні дає можливість успішно культивувати в УЗВ не тільки традиційні об'єкти: коропа, форель, каналного сома, тилапію, але і риб з тривалим періодом росту - осетрових, вугра, а також ракоподібних - креветок, раків і тропічні види риб - індійських коропів, акваріумних і інших риб, здійснюючи не тільки виробництво посадкового матеріалу та товарної продукції в поліциклічних режимах, а й вирощування і експлуатацію підприємств [31,17].

### **2.1.3 Система водопідготовки в УЗВ**

Після проходження механічного і біологічного очищення оборотна вода підігрівається до необхідної температури насичується киснем і повертається у вирощувальні басейни. До складу деяких УЗВ додатково включають пристрої для регулювання рН і знезараження води (озонування або УФ - опромінювання).

Озон ( $O_3$ ), - один з найбільш сильних окислювачів, що знищують бактерії, спори і віруси. Крім того, під впливом озону одночасно відбувається знебарвлення води, а також усуваються небажані запахи і присмаки. Озон необхідний для озонування, отримують з атмосферного повітря в апаратах-озонаторах шляхом впливу на повітря «тихого» (розсіяного без іскор) електричного розряду, що супроводжується виділенням озону.

Озонатором є горизонтальний апарат, за типом теплообмінника, з вмонтованими в нього сталевими (нержавіючої сталі) трубками. Усередині кожної труби вставлена скляна трубка з невеликим (2-3 мм) кільцевим повітряним прошарком, що є розрядним простором. Внутрішня поверхня скляних труб покрита графіто-мідним або алюмінієвим покриттям.

Сталеві трубки є одним з електродів, а покриття на внутрішній стінці скляної труби - іншим. До сталевих труб підводиться від трансформатора змінний струм напругою 8000-10000 В, а покриття з скляних трубок заземлюється. При проходженні електричного струму через розрядний простір відбувається розряд коронного типу, в результаті якого і виділяється газ - озон. Попередньо осушене повітря проходить через кільцевий простір і таким чином озонується, - утворюється озоно-повітряна суміш. Скляні трубки є діелектричним бар'єром, завдяки чому розряд виходить «тихим», розсіяним, без освіти іскор. При цьому до 90% електроенергії перетворюється в теплоту, яку потрібно відвести від озонатора. Повітря, що подається в озонатор, попередньо звільняється від вологи і пилу.

При введенні озону для знебарвлення та знезараження води його доза становить  $4 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ . Тривалість контакту знезараження води з озоном приймається 5-10 хвилин [33].

У деяких системах озон не тільки дезінфікує воду, але і освітлює її, окислюючи гумінові речовини, що забарвлюють воду. Спроби створення систем без використання біологічної фільтрації із застосуванням озонаторів для прямого окислення амонію закінчилися провалом [25].

Більш розповсюдженим є спосіб знезараження води в УЗВ ультрафіолетовим, бактерицидним випромінюванням з довжиною хвилі близько 260 нм, в результаті чого знаходяться в воді бактерії гинуть.

Принцип роботи УФ-установок заснований на жорсткому ультрафіолетовому випромінюванні лампи, яке при попаданні на мікробні клітини руйнує білкові колоїди і ферменти їх протоплазми. Перевага знезараження води бактерицидними променями полягає в тому, що зберігаються природні і смакові якості води. До недоліків відноситься неможливість знезараження кольорових і недостатньо прозорих вод, що містять більше  $0,3 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$  заліза. [33]

Ефективність дії випромінювання на бактерії, грибки і віруси залежить від довжини хвилі. Найбільш ефективно випромінювання з довжиною хвилі 2600 А<sup>0</sup>. Нижній поріг потужності випромінювання -  $1000 \text{ (мкВт} \cdot \text{с) / см}^2$ , верхній -  $10\,000 \text{ (мкВт} \cdot \text{с)} \cdot \text{см}^{-2}$ . На стійкість мікроорганізмів до опромінення впливають ступінь їх забарвлення, концентрація клітин і вік культури.

Різною є і глибина проникнення опромінення в воду в залежності від довжини хвилі. Промені з довжиною хвилі 2600 А<sup>0</sup> мають найкращу проникність. Так як енергія випромінювання втрачається здебільшого в тонкому шарі води, то щоб обробити воду за один прохід, товщина оброблюваного шару повинна бути досить малою.

У невеликих установках для дезінфекції води застосовують відкриті джерела опромінення – спеціальні лампи. Лампи розташовують над лотком з проточною водою на рівні 10-20 см, щоб на них не потрапляли краплі вологи. При установці ламп над поверхнею води застосовуються відбивачі, а лоток закривається непрозорим матеріалом, так як випромінювання шкідливе для очей обслуговувального персоналу. На великих індустріальних УЗВ

Найбільш часто для цілей дезінфекції циркулюючої води ЗУ використовують промислові УФ як правило вони розраховані для знезараження питної води з вмістом суспензій не більше  $2 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$  і кольоровістю не більше 20 °[25].

Перед поверненням води в вирощувальні басейни з неї видаляють скупчені гази. **Процес дегазації** здійснюється шляхом аерації води, або «методом зачистки». У воді в найбільшій концентрації міститься вуглекислий, і вільний азот ( $N_2$ ). Накопичення вуглекислого газу і азоту негативно впливає на здоров'я і зростання риб.

Аерація може здійснюватися шляхом нагнітання атмосферного воздуха у воду. При цьому турбулентний зіткнення повітряних бульбашок і води видаляє гази. Ця система підводного аерації також дозволяє одночасно перемішувати воду. Найбільш ефективним є використання крапельного фільтру, такий процес аерації називають процесом  $CO_2$  зачистки. Крапельний фільтр часто згадується як «колона для  $CO_2$  зачистки».[64]

Найбільш ефективним методом насичення води киснем є розпорошення в воді рідкого кисню. Найчастіше рідкий кисень використовується для **оксигенації** води в рибоводних установках із замкнутим циклом водопостачання та басейнових господарствах. Оксигенатор призначений для насичення води технічним киснем. Величина насичення визначається тиском в оксигенатори та температурою води.

Оксигенатор уявляє собою вертикальну герметичну ємність (балон). Працює оксигенатор наступним чином: в верхній частині оксигенатора створюється газова подушка, що утворюється під дією надлишкового тиску кисню, що надходить всередину. Рівень розділу води і газу регулюється автоматично. Потрапляючи в верхню частину оксигенатора, вода розпорошується в середовищі газової подушки з високим парціальним тиском кисню, в результаті чого відбувається її насичення до заданого рівня.

Поглинання газоподібного кисню водою веде до підвищення його рівня в оксигенатори до спрацьовування електронного реле. Після спрацьовування реле відкривається соленоїдний клапан, і рівень води знижується до позначки, на якій електронне реле відключає соленоїдний клапан. Одночасно з процесом поглинання кисню водою йде процес виділення з води азоту та інших газів [34]



В УЗВ для насичення води киснем широке використовують також аератори, в більшості своїй розпилувальні, які подають повітря або кисень в воду у вигляді бульбашок. Поверхневі аератори мають максимальну ефективність насичення киснем і знаходять широке застосування, оскільки їх вартість і витрати на експлуатацію найменші.

Температура – найважливіший фактор управління. Вимоги до точності регулювання температури встановлюються в залежності від чутливості до неї об'єкта культивування. Часто виникає потреба не тільки стабілізувати температуру на заданому рівні, а й в **корекція температурного режиму в УЗВ**, який здійснюється програмою керування за температурним графіком. Наприклад, при перекладі риби з періоду зимового спокою в весняний підйом температури при управлінні нерестом виробників.

Особливістю замкнутих установок, що працюють в умовах континентального клімату, є потреба в підігріві води взимку і охолодженні циркулюючої води влітку [35].

Корекція температури в замкнутих по воді установках зводиться до компенсації втрат тепла між водою, що циркулює в установці, і навколишнім середовищем і до доведення температури підживлювальної води до необхідного рівня. При розміщенні замкнутої рибоводної установки в опалювальному приміщенні і невисоких вимогах до точності стабілізації температури досить підігрівати подпиточну воду з таким розрахунком, щоб компенсувати добове зниження температури в установці. У зимовий час підживлювальних воду можна перегрівати, а в спекотні літні дні подавати з температурою нижче температури циркулюючої води.

Коригуючий вплив може бути направлено безпосередньо на циркулює воду. В цьому випадку дозування енергії, що вводиться в установку, повинне регулюватися за допомогою автоматичних приладів.

Використання електронагрівачів для мети корекції температури спрощує конструювання системи, дозволяє автоматизувати процес за допомогою досить простих засобів автоматичного управління.

Електронагрівальні пристрої для води розроблені і широко використовуються. Для більших рибоводних установок можуть бути використані проточні водонагрівачі.

Для невеликих підприємств і індивідуальних будинків випускаються малометражні водогрійні котли, розраховані на тиск до  $2 \text{ кг}\cdot\text{см}^{-2}$  і температуру до  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Котли працюють на природній тязі через димову трубу. [36]

**Регуляція рівня рН** є одним з важливих факторів середовища. Найбільш сприятливо для більшості риб є значення водневого показника близького до нейтрального значення. При значних зрушеннях водневого показника в кислу або лужну сторону зростає кисневий поріг, послаблюється інтенсивність дихання.

В установках оснащених блоком денітрифікації, можна очікувати рівноваги ефектів закислення і лужності. При роботі рибоводної установки без блоку денітрифікації рівновага порушується, хоча процес денітрифікації матиме місце і в аеробних умовах. [37]

При зниженні рН та його поверненні у нейтральний стан деякі системи мають установки для вапнування, які по краплях додають в систему вапняну воду і таким чином, стабілізують рН. Іншою можливістю є система автоматичного дозування, яка регулюється рН-метром з імпульсом зворотного зв'язку до насоса-дозатора. У таких системах зазвичай використовують гідроксид натрія (NaOH), оскільки він простіший у використанні, що полегшує експлуатацію системи [64].

Для циркуляції води використовуються різні типи **насосів**. Перекачування води потребує значних витрат електроенергії. Для мінімізації експлуатаційних витрат важливо, щоб висота подачі води була мінімальною, а насоси ефективно і правильно встановленими. По можливості, підйом води повинен відбуватися тільки один раз за рециркуляційний цикл, після чого вся вода тече самопливом через всю систему у напрямку насоса.

Насоси найчастіше розміщуються перед системою біологічного очищення і дегазації, оскільки процес водо підготовки починається тут. У будь якому випадку вони повинні розташовуватися після механічного фільтра, щоб не розбивати тверді частинки, що скидаються з рибницьких басейнів.

Насоси високого тиску використовуються для подачі води менших об'ємів на велику висоту, а насоси низького тиску (осьові насоси) – для подачі великих об'ємів води на низьку висоту.

У деяких установках рух води забезпечує нагнітання повітря в аераційні колодязі. Проте ефективність дегазації і переміщення води в таких системах не обов'язково вищі, ніж при подачі води насосом на дегазатор, оскільки з погляду використання енергії та ефективності дегазації ККД аераційних колодязів менший, ніж при використанні всмоктуючі насосів для зачистки води в краплинному фільтрі.

Розміри, форма і глибина **рибоводних басейнів**, які використовуються в УЗВ, повинні відповідати біолого-фізіологічним потребам об'єктів вирощування. Басейни різної конструкції і форми мають різні властивості і переваги. Правильний вибір розміру, форми, глибини і здатності басейнів до самоочищення має вирішальне значення для ефективності вирощування. Якщо риба веде придонний спосіб життя, найбільш важливою є площа поверхні, а глибина води і швидкість течії можуть бути знижені (камбалові, морський язик і ін.). Для активних пелагічних видів кращий великий обсяг води і високі швидкості течії.

Використання круглих басейнів і басейнів із закругленими краями забезпечує активний винесення органічних частинок, а весь водяний стовп в таких ємностях обертається навколо центру. Ефективним засобом контролю перебігу в таких басейнах є вертикальний водозабір. Прямокутні басейни мають меншу здатність до самоочищення, але більш компактні, в порівнянні з круглими, при розміщенні в цеху. Овальні басейни - проміжний тип між круглими і прямокутними. Вони поєднують досить високу здатність до

самоочищення і компактність, але на практиці використовуються рідко. Контроль і регуляція рівнів кисню в круглих басейнах або інших подібних конструкціях здійснюються відносно просто, оскільки водяний стовп постійно перемішується, внаслідок чого вміст кисню є практично однаковим в усьому басейні. Це дозволяє при необхідності легко підвищити або знизити концентрацію кисню в воді басейну.

Водостоки басейнів забезпечуються ґратами з отворами відповідного розміру які забезпечують оптимальне видалення відходів і перешкоджають виходу з басейнів об'єктів вирощування [64].

### **3. ТЕХНОЛОГІЇ ВІДТВОРЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА**

Вирощування кларієвого сома проводять за різними технологіями: в ставках південних регіонів (при температурі води вище 20°C), використовуючи методи екстенсивного, або напівінтенсивного ставового рибництва; або в басейнах, в тому числі і в УЗВ, підтримуючи температуру води вище 20°C відповідно до прийомам, прийнятими в індустріальній аквакультурі.

Біологічні особливості кларієві сома роблять його одним з перспективних об'єктів культивування в установках замкнутого водопостачання. Він має високу швидкість росту (час вирощування від личинки до товарної маси 1200 г становить 6 місяців), може вирощуватися при високій щільності посадки (до 500 кг·м<sup>-3</sup>). Ця риба ефективно використовує корм, витрати якого, як правило, становлять 0,8-1,2 кг на 1 кг продукції. Крім того, вартість кормів, які використовуються при вирощуванні кларієвого сома нижче, ніж кормів, застосовуваних при вирощуванні осетрових і форелі. Здатність сома використовувати для дихання атмосферне повітря дозволяє відмовитися від використання в складі УЗВ кисневого устаткування, що знижує капітальні витрати на будівництво установок на 25-40%. Вирощування кларієвого сома в штучних умовах вимагає знання досвіду по його відтворенню та відомостей з вирощування молоді [54].

#### **3.1 Відтворення**

Формування маточного стада плідників проводять виловлюючи дорослих риб з природних водойм або відбираючи їх з рибоводних ставків. Виллов диких плідників рекомендується проводити або в період природного

відтворення, коли вони збираються в косяки для нересту, міграції, або під час сухого сезону, коли вони концентруються внаслідок висихання водойм.

Зі ставків, в яких проводили вирощування риби до статевої зрілості, плідників вибирають і переносять для витримування в басейни інкубаційного цеху, або в маточний ставок. Плідників утримують в контрольованих умовах близько одного року. За цей час вони втрачають сезонну періодичність репродуктивного циклу та здатні дозрівати круглий рік. Рекомендується формувати два стада маточного поголів'я: одне з них знаходиться в роботі, інше – резервне.

Переважно використовують плідників масою 0,5-1,0 кг. З такими рибами легко проводити різні рибоводні маніпуляції, а якість зрілих статевих продуктів у них найкраща.

Інкубаційний цех з річною продукцією мальків 500 тис. шт. дозволяє інкубувати 800 г ікри на нерестову установку. Таку кількість ікри можуть продукувати близько 16 самиць, для інкубації потрібно чотири інкубатора. Одних і тих же самок можна використовувати кожні чотири-шість тижнів.

Кількість самців в стаді залежить від числа використовуваних в кожному циклі розмноження, а також від кількості самих турів відтворення. Для отримання сперми зазвичай достатньо двох самців.

Статевозрілих риб рекомендують утримувати перед нерестом в прямокутних басейнах об'ємом 1-1,5 м<sup>3</sup>, в кожному з яких може перебувати не більше 100-150 кг риби на 1 м<sup>3</sup>. Годують риб якісними гранульованими кормами.

Оптимальна температура для утримання маточного стада – 25 °С. Така температура є необхідною умовою для розвитку гонад протягом всього року. Хоча ця температура відрізняється від природної в нативному ареалі, вона найбільш прийнятна при штучному відтворення.

Оскільки світлова періодичність не має вирішального значення для дозрівання гонад, рекомендують прикривати ємності з рибою на три чверті поверхні басейну з боку водоподачі. Джерело штучного освітлення

розташовують над відкритою частиною басейну на відстані 20-30 см від поверхні води. При таких умовах зручно спостерігати за станом риб і чистити басейни.

Для маточного стада перш за все важливо якісне харчування (79, 138, 139). Про харчові потреби кларієвого сома відомо небагато. Штучні корми можуть виготовлятися з доступних сільськогосподарських субпродуктів. У більшості африканських країн кормові інгредієнти, що містять велику кількість тваринного протеїну, такі як риба або кров'яне борошно, малодоступні і дорогі. Проте, в цих країнах є такі ефективні замітники, як рослинний протеїн і жири, вони дешеві і доступні у великих кількостях. Вміст протеїну в кормах статевозрілих риб має бути 41-47%. Рекомендують обережне годування вручну для запобігання стресу у риб і контролювання ступеня поїдання кормів. Корм задають 3-4 рази на день.

Для отримання ікри у самиць застосовують гонадотропне стимулювання [54, 55, 56, 57]. Успіх штучного відтворення залежить від ступеня зрілості гонад плідників. Зрілих самиць відбирають по збільшеному м'якому черевцю. Готовність до нересту визначають по центральному положенню ядра в ооцитах, їх розміру, а також по набряклому генитальному отвору, пофарбованому в червоний або рожевий колір. Невелике збільшення уrogenитальної папіли є ознакою, що свідчать про готовність самців до нересту[58].

Для стимуляції овуляції використовують гормони або гормональні препарати: ацетоновані гіпофізи коропа в дозі  $4 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  маси тіла, ацетоновані або свіжі гіпофізи кларієвого сома в дозі 1 гіпофіз на самицю, хоріонічний гонадотропін – 4 МО на 1 г ваги риби, дезоксикортикостерон-ацетат (ДОКА), а також синтетичні аналоги гонадотропін-рилізінг-гормону ГРГ (LH-RH). Метод гіпофізарних ін'єкцій некоштовний і відносно простий.

Перед ін'єкцією самиць зважують для визначення дози стимулятора. Відповідно маси риб і температури води розраховують дози гормональних

препаратів, час проведення стимуляції нересту і прогнозують час отримання ікри.

Оволювавшу ікру зціджують в пластикові або емальовані тазики звичайним способом. Орієнтовний час, необхідний для зціджування однієї групи овулювавших самиць, становить 20-30, 60-90 і 120-240 хв. відповідно при температурі 30, 25 і 20°C, що завжди пов'язано з фізіологічної неоднорідністю самиць в одній розмірної або ваговій групі. Одну і ту ж самку можна стимулювати кожні шість-вісім тижнів без зміни кількості та якості отримуваної ікри.

Самиці африканського сома що віднерестилися при утриманні в оптимальних штучних умовах (температура і адекватна їжа) генерують нову порцію готових до нересту ооцитів за короткий проміжок часу.

Отримання якісної овулювавшої ікри від самиць кларієві сома при штучному відтворенні можливо не тільки із застосуванням ацетонованих гіпофізів, але і за допомогою синтетичних препаратів серії «Нерестин» - «Нерестин-5КС» і «Нерестин-7А» [59].

У зв'язку з великими труднощами зціджування молочка у зрілих самців сомових риб, в тому числі і африканського сома, їх сперму отримують шляхом вилучення гонад у забитих плідників з подальшим подрібненням і проціджування через марлю. Сперму капають на зціджену ікру або збирають для цього в окремий сухий посуд, розбавляючи її фізіологічним розчином (0,6-0,7% NaCl) для зберігання в холодильнику.

Після отримання статевих продуктів розпочинають процес запліднення. Спочатку ікру змішують зі спермою і додають близьке за обсягом кількість води або фізіологічного розчину і обережно перемішують. Через 1 хв. запліднення закінчують, так як за цей час сперма втрачає активність, а мікропіле у ікринки закривається.

Запліднені ікринки інкубують в стоячій або проточній воді в лотках з отворами на дні діаметром 1,2 1,5 мм. Тривалість інкубаційного періоду



обернено пропорційна температурі води. При температурі 25°C вилуплення відбувається через 28-32 год. після запліднення.

### 3.2 Вирощування личинок і молоді

Після інкубації в перфорованих лотках відокремлюють здорових предличинок від деформованих, загиблої ікри і залишків оболонок. Живі передличинки, активно плаваючи, проникають через перфоровані дно лотка в інкубатор. Після цього лоток прибирають, а здорові передличинки залишаються в ємності. Якщо ікринки були поміщені безпосередньо на дно інкубатора, то відділення вилупилвщихся предличинок здійснюють наступним чином: частина інкубатора, де не була поміщена ікра, накривають; здорові передличинки, що мають негативним фототаксис, перепливають в темну чисту частину інкубатора і концентруються в його кутах; всі залишки - оболонки ікри, мертві ікринки і потворні передличинки видаляють сифоном.

Масове вирощування личинок і молоді в басейнах проводять в проточній воді. Вода що використовується має відповідну якість, використана вода витікає, видаляючи розчинені метаболіти і залишки корму. Риб при цьому містять в невеликих легко контрольованих ємностях. Підтримують рівень води 12-15 см, що відповідає обсягу води 100-120 дм<sup>3</sup>.

Оптимальна температура для вирощування личинок кларієвого сома близько 30°C; занадто низька (<22 °C) або висока (> 36 °C) температура значно уповільнює, або навпаки прискорює їх розвиток.

Встановлено, що пікове розкриття їхнього ростового потенціалу відбувається при вирощуванні риби масою до 500 г, а в наступні періоди вирощування швидкість росту значно зменшується. Також спираючись на попередні дослідження можна сказати, що при вирощуванні сома в УЗВ щільності посадки помітно впливає на швидкість росту рибопосадкового матеріалу та товарної риби [60].

Найбільш відповідною стартовою їжею для африканського сомика на етапі змішаного харчування є живий або заморожений зоопланктон з розміром об'єктів не більше 150 мкм, живі або заморожені науплії артемії і її декапсульовані яйця. Пізніше личинок годують штучними стартовими кормами, при цьому встановлено час, починаючи з якого годування проходить без шкоди для їх росту і виживання. Показано, що поступовий перехід на харчування стартовим кормом можна починати після 2-4 днів годування наупліями артемії. При годуванні личинок наупліями артемії корм вносять 6 раз в день, між 6 і 20 ч. При годуванні штучними кормами використовують корм з певними характеристиками. Для личинок масою 50-100 мг розмір часток корму повинен бути 0,35-0,5 мм; масою 100-250 мг - 0,50-0,75 мм; при масі 250 мг – 1 г. - 0,75-1,25 мм.

Період вирощування личинок до ранніх мальків до маси 1 г займає 6 - 8 тижнів в залежності від температури води і якості кормів.

Цикл відтворення і підрощування можна повторювати кожні 6-8 тижнів. Якщо вирощування личинок здійснюється в ставках, штучне розмноження можна проводити один-два рази на місяць, з тим щоб отримати необхідний річний обсяг продукції. [61]

Предличинок вирощують в маленьких земляних ставках. Для отримання річної продукції 500 тис. мальків необхідні ставки загальною площею 4000 м<sup>2</sup> і глибиною від 50 до 100 см. Велика глибина не рекомендується, так як кларієві соми часто підпливають до поверхні для заковтування повітря. Ставки заповнюють чистою водою з рН 6,5-8, витрата води в ставку площею 4000 м<sup>2</sup> повинен бути 4 - 6 дм<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>. Предличинок поміщають в такі ставки у віці двох-трьох днів, перед їх переходом на активне живлення або 6-7 днів, попередньо перевіривши наявність залишкової кількості зоопланктону, в основному коловерток. Після місячного підрощування риби досягають маси 2-5 г.

Товарне вирощування кларієвого сома в ставках проводять в моно- чи полікультурі з тілапією. Повноцикловий процес, що включає штучне

відтворення і товарне вирощування, запропоновано здійснювати в басейнах із замкнутою системою водопостачання [60].

Розроблено модифікований метод отримання статевих продуктів кларієвого сома, за допомогою дворазових ін'єкції ацетонованого гіпофіза: попередня ін'єкція складає – 0,3 мг суспензії гіпофіза на 1 кг маси, завершуючи – 2 мг·кг<sup>-1</sup> маси риби. При вирощуванні в УЗВ слід використовувати щільності посадки в 240 - 280 шт·м<sup>-2</sup>, щодо товарної риби масою понад 500 гр.

### **3.3 Корма та годівля кларієвого сома**

Кларієвий сом відноситься до всеїдних риб. У природних умовах він має широкий спектр харчування в залежності від сезону року: планктон, вища водна рослинність, плоди, водні та наземні комахи, молюски, ракоподібні, риба. Широкий рот сприяє захопленню великої здобичі і фільтрації великого обсягу води для вилучення планктонних організмів. Зуби міцно утримують спійману рибу [72,73,74].

Грунтуючись на аналізі літератури зарубіжних авторів і також на статистичних дослідженнях FAO можна з великою часткою ймовірності сказати про переважання того або іншого харчового ресурсу на певній стадії розвитку даного об'єкта. Так на стадії личинки кларієвий сом харчується виключно зоопланктоном (табл. 3.3.1). При досягненні довжини в 20 - 50 мм частка зоопланктону падає до третини від загального спектра харчування і риба починає також харчуватися дрібними бентосними ракоподібними й комахами загальна кількість яких доходить до половини всього раціону сома.

Кларієвий сом як і інші види риб у міру свого зростання переходить від одних харчових об'єктів до інших, тим самим змінюючи спектр свого живлення.

При досягненні довжини в 50 -100 мм зоопланктон практично пропадає з раціону, а харчові об'єкти які входять до спектру живлення кларієвого сома практично рівномірно розподіляються між комахами, молюсками, бентосними ракоподібними і дрібною рибою.

Молодь кларієвого сома довжиною від 100 до 300 мм зберігає приблизно ті ж переваги що і на попередньому етапі розвитку тільки тепер частка риби значно зростає, що в свою чергу викликає скорочення кількості комах і молюсків із загального раціону сома.

Таблиця 3.3.1 – Склад раціонів кларієвого сома *Clarias gariepinus* різного розміру

Тип їжі	Стадія розвитку / розмірний клас (мм)					
	Личинки	Молодь			Статевозрілі	Плідники
		20 -50	50-100	100-300	300-700	>700
Зоопланктон	100	31,25	6,25	6,25		
Комахи		18,75	25	18,75	10	
Молюски		12,5	18,75	12,5	10	
Бентосні ракоподібні		31,25	18,75	18,75	20	
Детрит		6,25	6,25	6,25	5	
Водорості			6,25	6,25	5	
Риба			18,75	31,25	30	100
Нейстон					5	
Фітопланктон					5	
Макрофіти					5	

Дорослий риби (розміром від 300 до 700 мм) поїдають в основному рибу і в невеликій частині підключає до свого раціону бентосних ракоподібних.

Особливо кларієвого сома розміром понад 700 мм в довжину харчуються виключно рибою [65].

Аналізуючи зміну дієти кларієвого сома в умовах нативного ареалу можна розробити оптимальний раціон який забезпечить максимальний темп росту при культивуванні в штучних умовах, в тому числі і в УЗВ.

В цей час існує досить велика кількість рекомендацій для кларієвого сома стосовно рекомендованого добового раціону. Кларієвий сом є теплолюбною рибою. Виходячи з цього факту максимальне засвоєння кормів спостерігається при температурі 28°C (табл. 3.3.2). Температури 16-18°C є нижнім критичним порогом при якому сом перестає харчуватися і рости [66].

Таблиця 3.3.2 – Рекомендований добовий раціон для *Clarias gariepinus*.  
(в % від маси) [66; 65]

Температура °C	Розмір риби (г)					
	1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-800
16	1	0,6	0,4	0,3	0,	0,2
18	3	1,6	1	0,8	0,6	0,5
20	5	3	2	1,5	1,2	1
22	6,8	4,5	3	2,4	2	1,7
24	8,1	6	4	3	2,5	2,2
26	9,5	6,6	5,1	3,6	3,2	2,8
28	10	7	5,5	4	3,5	3,1
30	9,8	6,8	5,3	3,7	3,2	2,9
32	9,5	6,5	5	3,5	3	2,8

При внесенні в басейн невеликої кількості корму харчової пошук першим проявляє домінант (лідер), який не допускає до місця годування інших риб і переслідує субдомінантів, якщо вони намагаються схопити корм.

При внесенні більшої кількості корму результативність харчування субдомінантів стає значно вище.

Багато видів риб віддають перевагу певному кольору корму. Для кларієвого сома найбільш привабливими є гранули синього кольору, а не червоного, як у більшості інших видів риб. У ситуації альтернативного вибору першими завжди споживаються сині гранули. Гранули червоного кольору частіше споживаються, якщо їх вносять разом з зеленими. Найменш охоче риби споживають гранули зеленого кольору. Червоні гранули за цим показником займають проміжне положення. При спільному пред'явленні рибі синіх і червоних гранул частіше споживаються гранули синього кольору. При спільному внесенні в басейн гранул різного кольору і кормів тваринного походження (наприклад, печінки) останні споживали значно частіше. У пошуку та виборі корму в умовах освітленості середовища соми покладаються на нюхову та зорову рецепції, а в темряві вони використовують тільки нюхову рецепцію.

У сомів сильно розвинене обоняння. Концентрація, наприклад, екстракту мотиля в обсязі  $0,005 \text{ г} \cdot \text{дм}^{-3}$  води не є пороговою і його рівень чутливості набагато вище. Сом має виборчою здатністю смакових речовин. З чотирьох класичних смакових речовин (солодке, кисле, гірке, солоне) він вважає за краще корм, що містить сахарозу. Дещо гірше використовує солонуватий смак корму і неохоче споживає кислий і гіркий.[52]

Хороший корм повинен містити цілий набір вітамінів і мікроелементів, необхідних сому для повноцінного росту і набору ваги. Калорійність корму становить, як правило, від 260 до 310 ккал. У виробництві кормів враховують і звички цієї риби. Корм повинен бути плаваючим (сом харчується з поверхні води, як правило), максимально відповідати за консистенцією природної їжі і не розвалюватися хоча б протягом 10 хвилин. Корм різниться в залежності від ряду факторів. Залежно від маси риби слід вибирати розмір гранул корму: наприклад, для малька до 80 г випускається корм з крупою в 3 мм, а сомам в 1 кг потрібні гранули в 5-6 мм. Різняться корм для молодих і дорослих

особин за складом. Обсяг корму залежить від віку риби і температури води. Зростаючий мальок споживає в рік 1,1 кг. Найкраще апетит у цієї риби при температурі 26 - 27 градуси Цельсія, гірше при 18-20 градусах. При 21-23 градусах апетит у сома середній.[53]

Різна концентрація кисню впливає на ефективність використання споживаного корму. Витрати високопротеїнових комбікормів при високому насиченні води киснем складають  $1 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , тоді як при низькій концентрації кисню ( $0,5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ ) вони збільшуються на 5-10%. З збільшенням маси риб вплив концентрації кисню на засвоєння їжі знижується.

Мабуть, на першому етапі розвитку молодь потребує високої концентрації кисню в воді, так як надзябровий орган дихання ще недостатньо розвинений, і соми на цьому етапі розвитку не в змозі засвоювати атмосферний кисень. У наступний період, коли основне навантаження на забезпечення організму киснем лягає на надзябровий орган, відмінності в показнику оплати корму сглажуються.

За даними FAO зарубіжні господарства дослідним шляхом розробили ряд рецептів кормів для кларієвого сома на різних стадіях його розвитку використовуючи різні сировини [67].

Швидке виявлення корму і прояв харчової вибірковості при різних умовах середовища свідчить про те, що у даного виду відсутній глибока сенсорна спеціалізація в харчовій поведінці і при зміні зовнішніх умов роль провідної сенсорної системи може легко переходити від одного органу чуття до іншого. Така особливість передбачає високий рівень розвитку багатьох сенсорних систем, що характерно насамперед для риб-евріфагов, до яких відноситься сом.

Виявилось, що біохімія та фізіологія риб від штучних кормів досить чутлива до змін в складі їжі за даними вчених Гмиря І.Ф. (1984) і Серпунін Г.Г. (2002). При штучному вирощуванні риби особливого значення пред'являється до якості комбікормів: баланс всіх поживних речовин, вітамінів, амінокислот, макро- і мікроелементів. При годівлі штучними

кормами змінюються такі показники як білок в сироватці крові, еритропоез, кількість і склад лейкоцитів, концентрація гемоглобіну та еритроцитів. Еритроцити у риб, які отримують неповноцінний корм, в більшій своїй мірі представлені дрібними патологічними незрілими еритроцитами з малою кількістю гемоглобіну. Білок сироватки крові зменшується. Лейкоцитарний склад змінюється в більшу сторону різних форм лейкоцитів, а кількість лімфоцитів знижується. [75,76,77]

Риби як і всі інші живі істоти підвергаються стресу. З цього виходить, що профілактика стресу у риб має велике значення та вона заснована на усуненні подразників, зменшення їх негативного впливу, запобігання впливу декількох негативних подразників. Профілактика досягається декількома шляхами оптимізацією умов вирощування риб, застосуванням добре збалансованих комбікормів маючих в своєму складі вітаміно-мінеральні добавки, максимально можливе зменшення технологічних подразників, застосування спеціальних медичних препаратів, що зменшують негативний вплив подразників.

Одними з медичних препаратів, що зменшують негативний вплив подразників, що коректують мікробіологічний баланс і підвищують імунний статус риби є пробіотики при введенні їх в кишечник. На відміну від лікарських препаратів і антибіотиків пробіотики не впливають негативно на нормальну мікрофлору і збільшують частку головних мікроорганізмів важливих для життєдіяльності. Особливістю пробіотиків є не тільки підвищення резистентності організму, але і прояви противоалергенної дії, і здатність регулювання і стимулювання травлення.

Багато хвороб шлунково-кишкового тракту протікають в більш короткі терміни і в м'якій формі. Поліпшується травлення і підвищується засвоєння кормів, відбувається стимулювання зростання риби. [78]

Найбільш витратним етапом в технології культивування такого об'єкта аквакультури, як кларієвий сом, є процес годування, а від вибору практики годування залежить якість вирощуваної продукції. Застосування неякісних,



незбалансованих кормів призводить до зниження темпу зростання і викликає хвороби аліментарного характеру, що впливає на економіку підприємства і може призвести до економічних втрат.

Питаннями повноцінної годівлі риби займаються вчені багатьох країн. Розвиток досліджень в області фізіології і обміну речовин гідробіонтів сприяє розробці нових і оновленню вже застосовуються в аквакультури рецептур комбикормів з додаванням до складу нових компонентів і кормових добавок.

Собівартість риби на 50% залежить від витрат на штучні комбикорми і підтримання заданого температурного режиму.

Незважаючи на різноманітність існуючих рецептур і технологій годівлі, розробка і впровадження нових рецептур при вирощуванні кларієвого сома в установках замкнутого водопостачання (УЗВ) не втрачають актуальності.

Питанням розробки нових рецептур кормів для кларієвого сома з різним вмістом протеїну займалися такі російські вчені як О. А. Левіна, С. В. Пономарьов, М. А. Корчунова, Ю. В. Федорова, Ю. М. Баканёва. В основі їх експерименту лежала технологія розробки збалансованих кормів на місцевому вітчизняній сировині. У свою чергу ґрунтуючись на результаті їх досліджень, я провів аналіз між залежністю зростання кларієвого сома і процентним вмістом протеїну в індустріальному кормі, який він вживав.

Так за основу експерименту були взяті годовики кларієвого сома які були розбиті на 3 однакові групи. Умови утримання в УЗВ для всіх об'єктів дослідження за всіма гідрохімічними і фізико-біологічними показниками є ідентичними. Середня маса сомів на початок експерименту в 3 х групах виглядала наступним чином:

- У першій групі середня маса особин складала 316,07 грам
- У другій групі середня маса особин становила 295 грам
- У третій групі середня маса особин становила 281,06 грам.

Корм вносився вручну. Кількість внесеного корму в кожен з груп риб визначалося вживанням рибою корму протягом 10 хвилин. Сомів з першої

групи годували високо протеїнових кормом з масовою часткою останнього в 41%, другої групи годувався корм з масовою часткою протеїну в 33%, третій групі годувався з вмістом протеїну в 29%.

На протязі 30 днів приріст маси спостерігався у всіх групах. Вживання складало 100%. В кінці експерименту отримані данні були усереднені для кожної з груп: У першій маса риб склала 375,67 г., у другій – 352,93 г., у третій – 309,60 г. Приріст маси склав відповідно 59,6; 57,93 і 28,54 г (рис. 3.3.1).

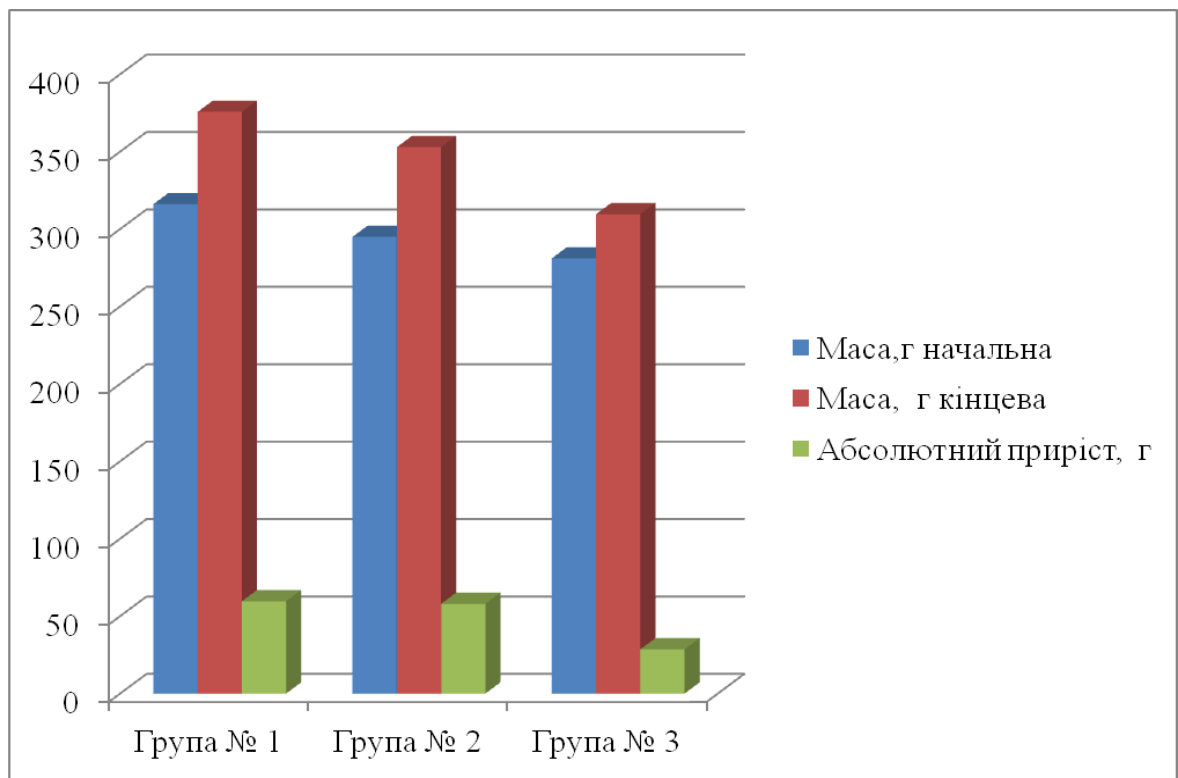


Рисунок 3.3.1–Порівняльна характеристика приросту маси кларієвого сома

Кращі показники темпу зростання молоді були отримані при використанні корму з вмістом протеїну 41%. Приріст маси тіла риб в цьому випадку був вище в 2 рази, ніж в експериментальному варіанті з мінімальним вмістом протеїну - 29%.

### 3.4 Аналіз пробіотика Субтіліс на прикладі добавки в корм кларієвого сома

Аналіз результатів виробничих випробувань, проведених у великих різних господарствах показав позитивний вплив Субтіліса на поліпшення засвоєння кормів, підвищення добових приростів, зниження витрат кормів та підтверджено можливість використання пробіотика Субтіліс замість антибіотиків. На рисунку 3.4.1 узагальнені результати випробувань Субтіліса на різних видах тварин, птахів, риб в порівнянні з контрольними особинами які отримують кормові антибіотики. За результатами досліджень на молоді форелі і дворічників коропа показано, що застосування Субтіліса знижує витрати кормів на 24% і 13% відповідно.

Досліджень щодо впливу добавки пробіотика «Субтіліс» в різні корми при вирощуванні кларієвого сома. В основі експерименту були визначені 4 групи риб яких годували низько- і високопротеїновими корми з різним вмістом пробіотика «Субтіліс» (рис. 3.4.2)

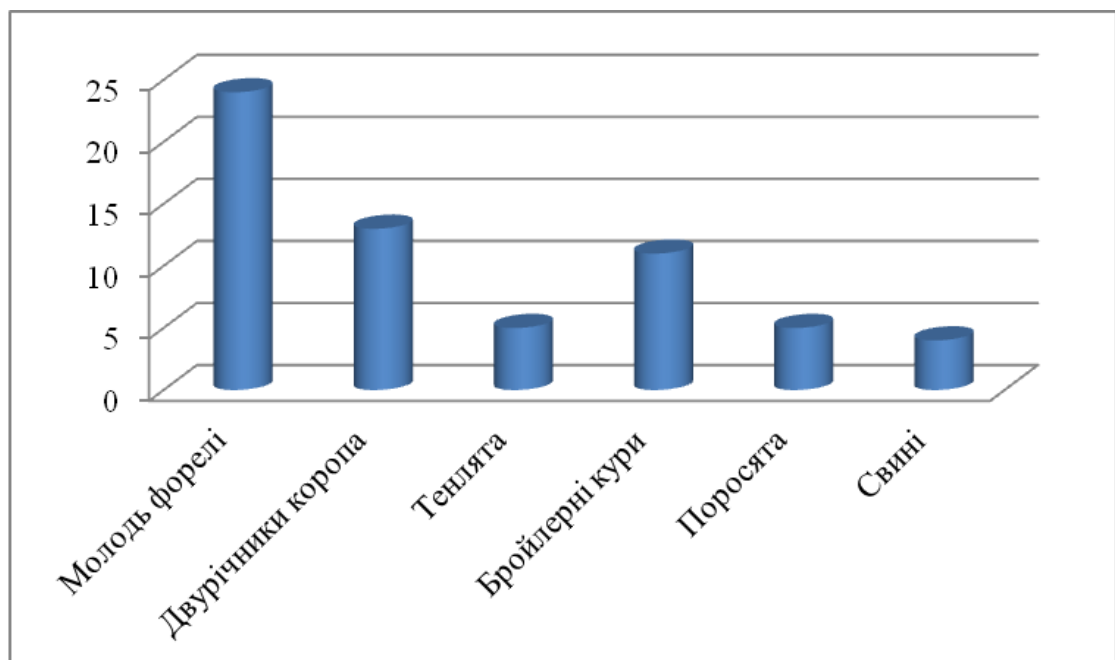


Рисунок 3.4.1 - Узагальнені результати випробувань пробіотика «Субтіліс» на різних видах риб і тварин

Динаміка абсолютного і відносного приросту маси риби представлена на рис. 3.4.2 і 3.4.3

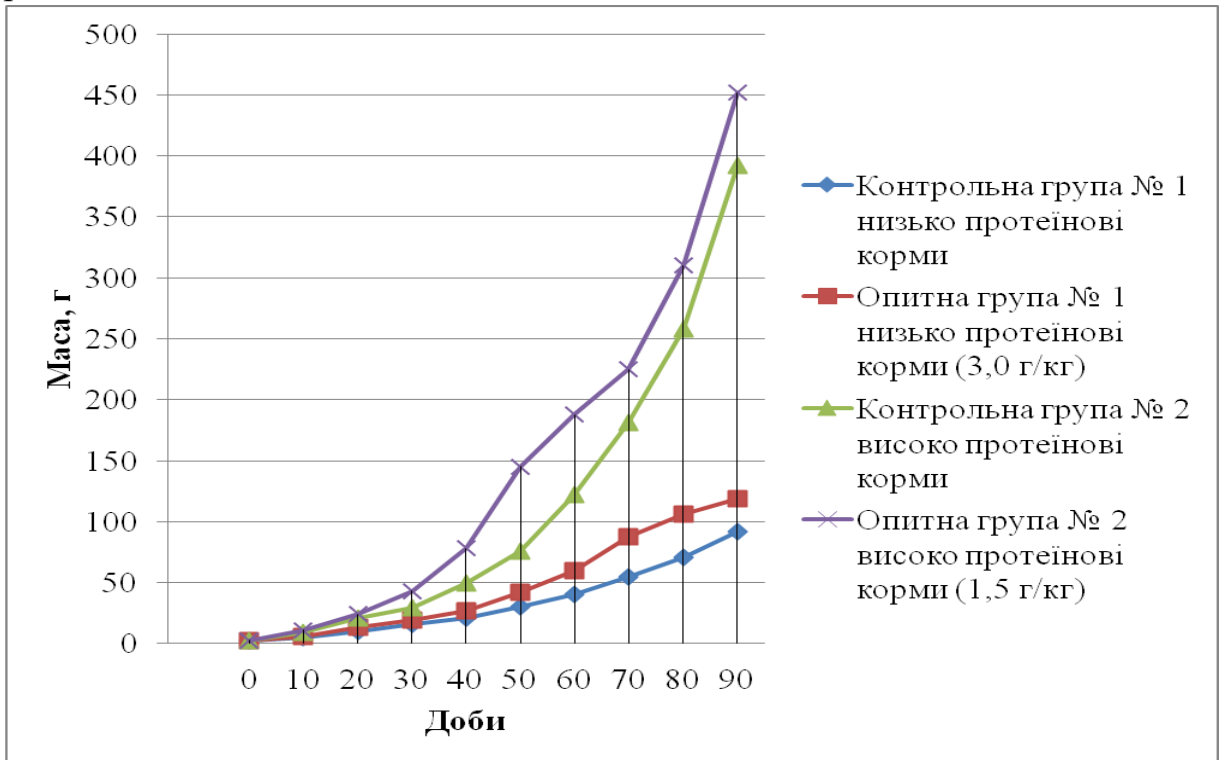


Рисунок 3.4.2 – Порівняльна характеристика динаміки росту кларієвого сома

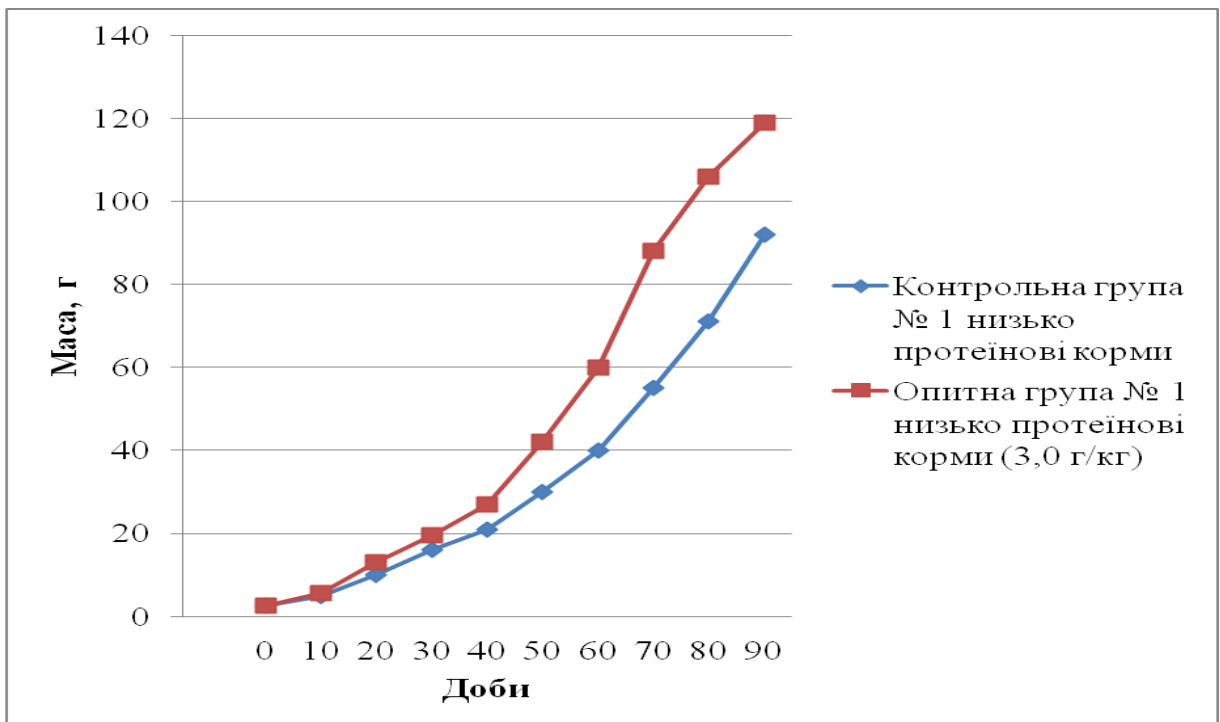


Рисунок 3.4.3 – Динаміка росту кларієвого сома на низько протеїнових кормах

Абсолютний приріст є одним з головних зоотехнічних показників, що визначає інтенсивність росту за певний відрізок часу. На графіку 3.4.3 представлені дані отримані в результаті дослідження впливу добавки пробіотика «Субтіліс» в низько протеїнових кормах для кларієвого сома. По закінченню 3 х місячного досліду риби в контрольній групі № 1 мали середню масу 90 г, а риби з дослідної групи № 1 які отримували з кормом  $3 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$  пробіотика досягли середньої маси в 119 г. Маса риб в дослідній групі № 1 більше за аналогічний показник контрольної групи № 1 на 32%. Витрати корму склали в контрольній групі № 1 -  $1,51 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , а в дослідній групі № 1 -  $1,41 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Пробіотик Субтіліс складається з аеробного *Bacillus subtilis* і анаеробної *Bacillus licheniformis* форм бактерій. Перша форма бактерій, що уявляє джерело травних ферментів, дозволяє краще засвоїти корм, а відповідно скоротити витрати; друга форма бактерій проявляє антагоністичну дію на патогенні бактерії, що зберігає енергію організму риб і направляє її на зростання і розвиток. Більш висока іхтіомаси в кінці досвіду так само доводить краще засвоєння корму рибою в в дослідній групі № 1, де в комбікорм вводили пробіотик Субтіліс.

Слід зазначити що в ході експерименту соми з обох дослідних груп перебували в однакових умовах. Вихід іхтіомаси в контрольній групі № 1 складав  $16,95 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , відповідно в дослідній групі № 1 -  $22,49 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Темп зростання сомів в різні періоди експерименту не однаковий. Найвищий темп зростання спостерігається на перших етапах розвитку. Після 70 діб спостерігалось зниження інтенсивності зростання. Така зміна пов'язана зі збільшенням маси риб, в той час як концентрація добавки пробіотика, що розрахована на певну кількість корму, знижується через зменшення середньодобового раціону.

Середньодобовий раціон в залежності від маси тіла сомів зменшується (табл. 3.3.2), таким чином кількість надходження пробіотика в організм риб зменшується зі збільшенням їх маси.

Крім впливу на зростання кларієві сома добавки пробіотика в низькопротеїнові корми проводились дослідження зі вирощуванню сома протягом 3-х місяців на високо протеїновому кормі (рис. 3.4.4).

Середня маса риб в період експерименту в контрольній групі № 2 становила 392 г, а в дослідній групі № 2 - 452 г Показано, що риби в дослідній групі росли інтенсивніше на 15,5%.

Слід зазначити, що ефективність добавок пробіотика найбільш сильно впливає на інтенсивність росту риб на ранніх етапах онтогенезу, в цей момент відбувається остаточне формування шлунково-кишкового тракту.

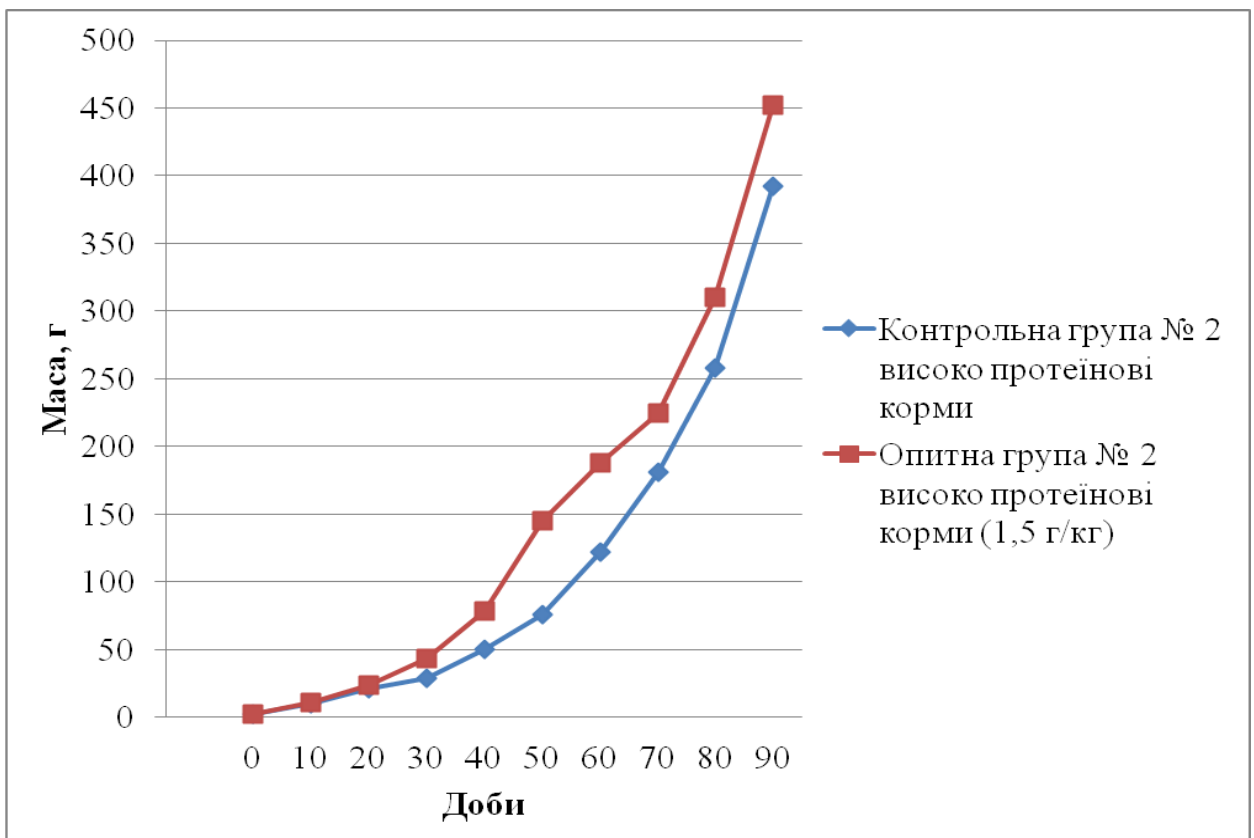


Рисунок 3.4.4 – Динаміка росту кларієвого сома на високо протеїнових кормах

Рекомендоване дозування внесення пробіотика для високо протеїнових кормів при годівлі кларієві сома становить  $1,5 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$  корму.

При вирощуванні риби в штучних умовах, особливо в установках із замкнутим водовикористанням, витрати на корми складають більше 50% від

собівартості рибопродукції. Тому перед рибоводами стоїть основне завдання - знайти шляхи зниження витрат корму. Одним з них є підвищення засвоєння рибою поживних речовин корму.

Встановлено, що введення в корм пробіотика «Субтіліс» сприяє підвищенню засвоєння корму, що проявилось в показнику його витрат. Без використання пробіотика витрати корму на 1 кг приросту риби становлять 0,9 кг, а при введенні в основний раціон добавок пробіотика в кількості  $1,5 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$  витрати корму знижуються відповідно  $0,27 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$  приросту риби.

Тіло сомів складаються з їстівних і неїстівних частин і органів. Неїстівна частина представлена реберними кістками, хребцями, кишечником; їстівна частина - м'ясом (м'язи риби), головою, ікрою або молочком, серцем, печінкою. Для того щоб зробити більш точний висновок і прийняти вірне рішення при промисловій обробці сомів зазвичай необхідно знати зміст в м'язової мускулатури сомів білка, мінеральних речовин (золи), жиру, води. Слід зазначити, що хімічний склад сомів непостійний і змінюється в залежності від його віку, харчування і фізіологічного стану.

Дослідження по закінченню 3 х місячного періоду вирощування кларієві сомів з різних груп на якісний склад м'язів показали, що у риби в дослідних групах в обох випадках мали кращі товарні якості в порівнянні з контрольними (рис. 3.4.5).

Як можна помітити, риби які споживали в свій раціон пробіотик мають більш високий вміст протеїнів і жирів в порівнянні з тими кого годували звичайний корм.

Так вміст білка в варіантах де вносився корм з пробіотікором вище в першому випадку на 2,9%, а в другому на 2,5%. Без білків неможливе життя, ріст і розвиток організму, вони є незамінними речовинами. Також вони беруть участь в утворенні важливих структур організму і енергетичному балансі.

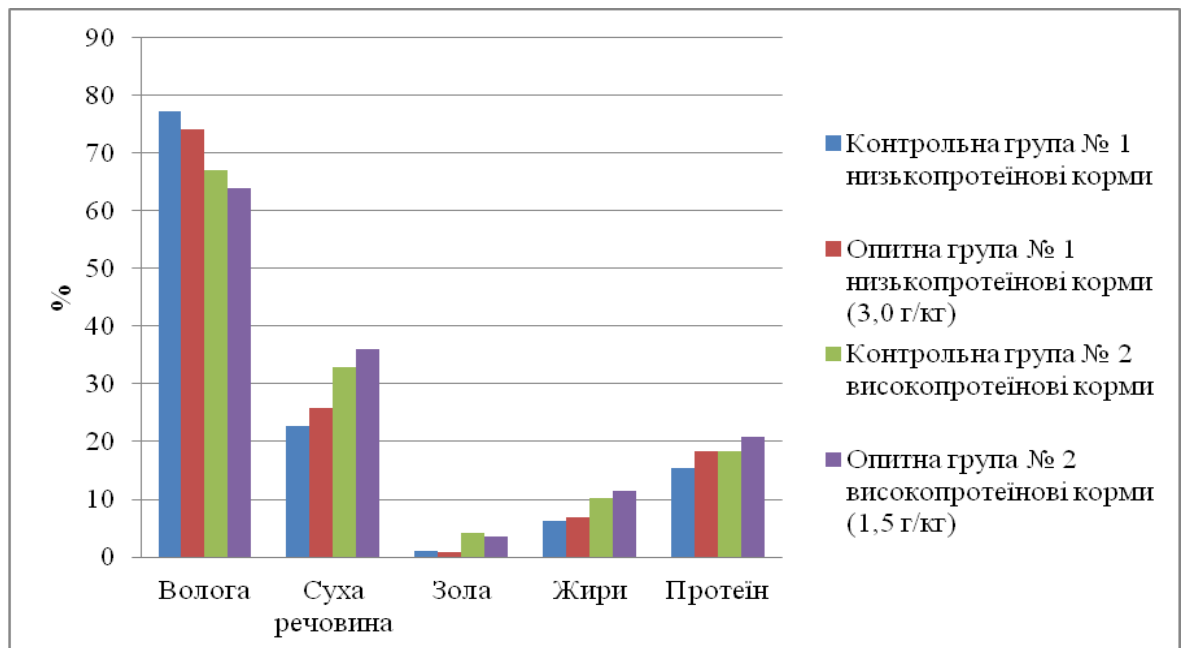


Рисунок 3.4.5 – Якісний склад м'язів кларієвого сома

Жири уявляють собою суміш різних гліцеридів до складу яких входить понад 25 насичених і ненасичених жирних кислот. Присутність в жирах у риби лінолевої, ліноленової і арахідонової кислоти є дуже важливими і фізіологічно потрібними речовинами для людини. Найбільша кількість жиру перебувати в дослідній групі № 2 - 11,4%, в контрольній групі - 10,3%. У дослідній групі № 1 вміст жиру в організмі сома становить 6,8%, в свою чергу в контрольній групі № 1 - 6,2%. Можна з упевненістю сказати, що кларієві соми, які отримали в раціон добавку пробіотика, мають більшу калорійність.

Основна стаття в собівартості рибопродукції - витрати корму, вони не досягає належного рівня ефективності при вирощуванні сомів на низько протеїновому кормі, тому як соми вирощені на високо протеїнових кормах за такий же період часу мають кінцевої масою більше ніж в 2 рази. Хоча, спостерігається краще засвоєння комбікорму рибою в варіанті дослідної групи № 1, що споживали добавку пробіотика, в порівнянні з контрольним варіантом № 1.



Рівень витрат на корми в собівартості 1 кг вирощеної риби на низько протеїновому кормі в 2-3 рази менше в процентному співвідношенні, в порівнянні вирощуванням сомів на високо протеїновій кормі. Однак, при вирощуванні сомів на низько протеїновому комбікормі витрати в натуральному відношенні значно вище ( $1,51 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) за рахунок гіршої перетравлення і засвоєння поживних речовин.

Собівартість 1 кг риби отриманої при вирощуванні сомів як на низько протеїновом, так і на високо протеїновом комбікормі має схожі цифри. Разом з тим, вихід рибопродукції в дослідній групі № 2 за однаковий період вирощування (90 діб) в 2-4 рази більше, ніж у дослідній групі № 1.

### **3.5 Аналіз впливу астатичного терморезиму при вирощуванні кларієвого сома**

Вивчення оптимального астатичного режиму температур проводили в УЗВ з використанням 4-х варіантів терморезиму (табл. 3.5.1).

У варіантах 1, 2, 3 застосовували змінні терморезими: в першому варіанті створювали два піки підвищення температури протягом доби з термоперіодом 12 годин; у другому і третьому варіантах - змінний терморезим з одним піком в упродовж доби; у другому варіанті пік температури  $30^\circ \text{C}$  припадав на ранкові години (8 год.), мінімум -  $24^\circ \text{C}$  - на денні (16 год); в третьому варіанті максимум ( $30^\circ \text{C}$ ) припадав на денні години (16 год), мінімальна температура ( $24^\circ \text{C}$ ) на ранкові - 8 годин. У четвертому варіанті (контрольний) стабільну температуру підтримували на рівні  $27^\circ \text{C}$ .

В процесі вирощування риб проводили постійний контроль за гідрохімічними режимом в басейнах УЗВ. Температуру, концентрацію розчиненого кисню і рН води вимірювали один раз на добу.

Таблиця 3.5.1 – Дослідженні типи терморезимів

Показники	Варіанти дослідів			
	1	2	3	4 (контрольна група)
Температурний режим	З 8 год до 14 год та з 20 год до 2 год: - з 24°C до 30°C.	З 8 год до 16 год: - з 30°C до 24°C.	З 8 год до 16 год: - з 24°C до 30°C з 30°C до 24°C.	27 °C упродовж доби
Начальна маса молоді, г	25	25	25	25
Щільність посадки, шт.*м <sup>3</sup>	200	200	200	200
Годування	Комбікорм РГМ-8, вручну по споживанню упротягом 10 хв.			
Термін дослідження, доби	104	104	104	104

Вимірювання концентрації забруднень азотної групи (вміст амонію, нітритів, нітратів) здійснювали один раз в дві доби. проводили також гідрохімічний аналіз, визначали санітарно-бактеріологічні показники. Контролювали ріст риби. Динаміка температурного режиму в експерименті представлена на рис. 3.5.1.

У контролі риби вирощували при стабільній добовій температурі 27 ° С. У першому варіанті моделювали два піки підвищення температури з 24 години з періодом 12 годин. У другому варіанті був створений режим, протилежний природним термічним умовам (максимальна температура припадала на ранковий час. У третьому варіанті - були створені умови, наближені до природних: максимальна температура 30 ° С припадала на денні години (16 год.), а мінімальна - 24 ° С - на ранкові (8 год.).

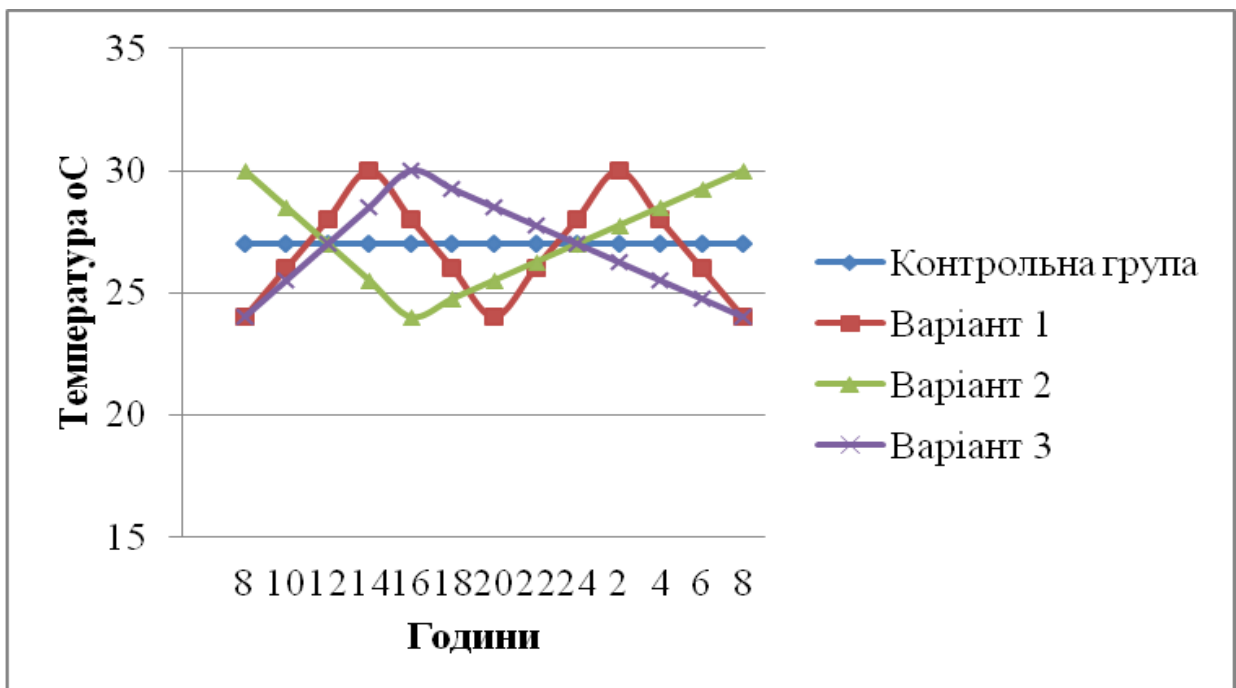


Рисунок 3.5.1 – Графік змін температурного режиму в 4 – х варіантах дослідження.

Інтенсивність росту риби тісно пов'язана з ефективністю використання корму. По ходу дослідів всіх риби годували кормом РГМ-8 з вміст сирого протеїну 39%. Показники добового раціону і витрати корму, що

характеризують ефективність використання корму рибами різних груп за варіантами досвіду, представлені в табл. 3.5.2.

Таблиця 3.5.2 – Ефективність використання корма

Показники	Варіанти дослідів	Періоди вирощування			
		0-30	30-75	75-88	88-104
Величина добового раціону %	1	2,2	2,34	1,56	1,28
	2	2,36	2,31	2,12	0,67
	3	2,09	2,04	1,43	1,40
	4	2,39	2,39	1,64	1,08
Затрати корму кг·кг <sup>-1</sup>	1	0,75	0,89	0,96	1,10
	2	0,76	0,89	1,10	1,22
	3	0,63	0,76	0,85	1,10
	4	0,76	0,88	0,96	1,14

Як видно з таблиці 3.5.2 споживання корму рибою протягом усього експерименту істотно змінювалося: максимальним воно було в першій половині досвіду - з 1 по 75 добу (2,04 - 2,39% від маси тіла), у міру подальшого зростання риби величина раціонів поступово знижувалася до 0,67 -1,4% від маси тіла. Максимальне споживання корму відмічено у риби з другої дослідної групи. Найменша харчова активність зареєстрована у риби з 3 дослідної групи (2,09 - 1,4% від маси тіла).

Ефективність використання корму мірі зростання сомів знижувалася у всіх дослідних групах, мінімальне значення цього показника 0,63 -0,76 кг·кг<sup>-1</sup> приросту відзначено в перші 30 діб експерименту, в подальшому витрати кормів постійно збільшувалися, і на заключному етапі склали 1,1 -1,22 кг·кг<sup>-1</sup>. Найбільш ефективно використовували корм соми, вирощувані при температурному режимі, близькому до природного (3 варіант).

Отримані величини витрат кормів за весь період вирощування (0,83 - 0,97 кг·кг<sup>-1</sup>) свідчать про те, що кларієві сом ефективніше використовує корми в порівнянні з такими об'єктами рибництва як осетрові, вугри, тіляпія, каналний сом, короп. Це свідчить про те що привиращіванні кларієві сома в УЗВ ми можемо отримати більше рибної продукції з одиниці площі в порівнянні з іншими об'єктами аквакультури.

Основні рибоводні показники, що характеризують ефективність вирощування кларієві сома в УЗВ за різними варіантами досвіду представлені в табл. 3.5.3

Таблиця 3.5.3 – Основні рибоводні показники вирощування кларієві сома в УЗВ

Показники	Варіанти опиту			
	1	2	3	4 (контрольна група)
Величина добового раціону %				
Кінцева маса, г	379	411	462	444
Затирати корму, кг*кг <sup>-1</sup>	0,92	0,97	0,83	0,93
Віхід продукції, кг*м <sup>-3</sup>	74,3	72,5	90,4	83,5

Аналізуючи отримані в ході експерименту дані (табл. 3.5.3) можна зробити висновок про те, що оптимальним при вирощуванні кларієвого сома є температурний режим, близький до природного. Його використання дозволяє знизити витрати кормів на 11% в порівнянні з прийнятим у

рибництві постійним терморезимом. У результаті використання цього терморезиму спостерігається збільшення виходу рибопродукції на 8%.

Як видно з таблиці 3.5 мінімальна витрата ресурсів отримана в 3-му варіанті досвіду - при утриманні сомів в оптимальному астатичном терморезиму. Це зниження обумовлене, в першу чергу, найбільшим зменшенням витрат корму, високої здатності до виживання і швидкістю зростання риби.

Прискорення зростання риби в УЗВ завжди призводить до зниження витрат електроенергії і кількості свіжої підживлювальної води.

Головною складовою собівартості рибної продукції є собівартість кормів близько 60%, а також витрати на електроенергію.

Мінімальною собівартість риби була в 3-му варіанті (на 10% менше в порівнянні з контролем). При використанні інших варіантів астатичного терморезимеу (1, 2) собівартість риби навпаки зросла на 3-8% в порівнянні з контролем.

## ВИСНОВКИ

1. Кларієві сом в нетивному ареалі має переважно хижий характер живлення. Аналіз зміни складу раціонів сома в природних умовах дозволяє розробити штучний раціон і технологію годування які забезпечать реалізацію потенції росту виду при товарному вирощуванні.

2. Аналіз наявних в літературі даних і власних досліджень показав, що корми зі вмістом сирого білка понад 40% забезпечують максимальний приріст іхтіомаси і відповідно рентабельність виробництва.

3. Встановлено позитивний вплив добавки пробіотику «Субтіліс» до низько і високопротеїнової дієти, на основні рибоводні показники сома в процесі культивування. Кінцева маса риб була значно вище в порівнянні з контрольними групами, які не отримували в якості добавки «Субтіліс».

4. Витрати корму на одиницю вирощеної рибопродукції в дослідних групах, які отримували пробіотик були на 27 % нижче ніж в групах риб що не отримували «Субтіліс».

5. Встановлено що соми до складу раціонів яких входив пробіотик мали більш високий вміст жиру і білків в тканинах та кращі товарні якості у порівнянні з рибами які отримували звичайні корми.

6. Найбільш сприятливим при вирощуванні товарного кларієві сома в УЗВ є астатичний добовий температурний режим, наближений до природного, з підвищенням температури з 24°C до 30°C в період з 8 до 16 годин з подальшим зниженням до 24°C до 8 години ранку. Практичне використання такого режиму вирощування дозволяє знизити витрати кормів на 11% збільшити вихід рибопродукції на 8% в порівнянні з показниками при отриманими при сталому температурному режимі.