

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки  
Кафедра водних біоресурсів та  
аквакультури

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**на тему: «ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД ПРИ ІНДУСТРІАЛЬНИХ МЕТОДАХ**  
**ВИРОЩУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ»**

Виконала: студентка 2 курсу, групи МВБ-19ф  
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та  
аквакультура»  
Прохорова Аліна Іванівна

Керівник к.г.н., доцент  
Соборова Ольга Михайлівна

Рецензент Черніков Геннадій Борисович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської 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.

“ 26 ” жовтня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Прохоровій Аліні Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка якості вод при індустріальних методах вирощування об'єктів аквакультури

керівник роботи Соборова Ольга Михайлівна, к.г.н.

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

затверджені наказом

вищого навчального закладу від « 16 » жовтня 2020 року № 194-С

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 р.

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

Мета магістерської роботи – є визначення якості води в індустріальному рибництві, особливості нормативів якості води при садковому і басейновому товарному рибництва, при розведенні риби в УЗВ, визначення потреби риби

у воді та кисні, визначення методик та методів очищення води в індустріальному рибництві.

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

Детальний аналіз наявної в літературі інформації, що до особливостей розвитку патологічних змін у осетрових видів риб при штучному відтворенні.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють особливості нормативів якості води при садковому і басейновому товарному рибництві, при розведенні риби в УЗВ, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			

7. Дата видачі завдання 26.10.2020 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	26.10.20 – 11.11.20	95	відм
2	Дослідження якості води в індустріальному рибництві. Написання другого і третього розділів магістерської роботи.	12.11.20 – 24.11.20	95	відм
3	Рубіжна атестація	16.11.20- 21.11.20	95	відм
4	Особливості басейнового та товарного рибництва. Написання четвертого розділу магістерської роботи.	25.11.20 – 04.12.20	95	відм
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	05.12.20 – 06.12.20	95	відм
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	07.12.20 – 09.12.20	95	відм
7	Перевірка роботи зав. Кафедрою			
8	Отримання рецензії			
9	Перевірка роботи на плагіат			
10	Підготовка презентації			
11	Попередній захист роботи на кафедрі			
12	Надання роботи до деканату			
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>95</b>	<b>відм</b>

Студентка \_\_\_\_\_  
(підпис)

Прохорова А.І.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Соборова О.М.  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....		7
<b>1</b>	<b>ІНДУСТРІАЛЬНІ МЕТОДИ ВИРОЩУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ .....</b>	10
<b>2</b>	<b>ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ .....</b>	12
<b>3</b>	<b>ЯКІСТЬ ВОДИ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ .....</b>	27
<b>4</b>	<b>ОСОБЛИВОСТІ САДКОВОГО І БАСЕЙНОВОГО ТОВАРНОГО РИБНИЦТВА .....</b>	36
	<b>4.1</b> Технологічні особливості рибництва індустріальних господарств .....	36
	<b>4.2</b> Забезпечення оптимальних умов водного середовища у рибоводних ємностях .....	40
	<b>4.3</b> Щільність посадки риби в індустріальних умовах .....	44
	<b>4.3.1</b> Потреба риби у воді та кисні .....	49
<b>5</b>	<b>РОЗВЕДЕННЯ РИБИ В УЗВ .....</b>	56
<b>6</b>	<b>ОЧИСТКА ВОДИ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ .....</b>	66
	<b>ВИСНОВКИ .....</b>	68
	<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	70

## ВСТУП

Внаслідок росту промислового виробництва посилився вплив на природне середовище, включаючи водойми і водотоки. Збільшення обсягів скидів промислових і побутових стічних вод викликає зміни в життєдіяльності угруповань водних організмів, призводить до погіршення якості води. Антропогенне забруднення та евтрофування водних об'єктів на територіях населених пунктів переростає з часом в досить гостру проблему. Вплив забруднюючих речовин позначається на всіх компонентах водної екосистеми, в результаті чого змінюються їх основні характеристики [1].

Серед сучасних форм товарного рибництва найбільш інтенсивно розвивається індустриальне (промислове) рибництво. Воно характеризується виробництвом товарної риби в невеликих рибоводних місткостях-басейнах, сітчастих садках, циркуляційних системах, невеликих бетонованих ставках і інших пристроях. Основною відмінністю індустриального рибництва є висока інтенсивність виробництва. Вона забезпечується високою щільністю посадки, тобто концентрацією риби на одиниці площі і води, цілеспрямованим формуванням водного середовища, особливо температурного режиму, газового складу води і інтенсивним водообміну. Суттєвою ознакою індустриального рибництва є також застосування повноцінних збалансованих за поживними речовинами комбікормів у вигляді сухих оформлених часток (гранул, екструдатів, крупи і капсул), заснованих на сухих мукообразних компонентах [2].

Один з найважливіших питань оцінки екологічних ризиків при веденні високоінтенсивного ставкового рибництва, що є основою товарної аквакультури на території України, це оцінка впливу їх на якість води відкритих природних водних об'єктів. Відкриті природні водойми з одного боку є вододжерел для рибоводних підприємств, а з іншого служать місцем скидання води зі ставків рибоводне господарство. Наприклад, досить добре

вивчено негативний вплив на організм риб солей важких металів. Вони не тільки можуть бути відповідальні за отруєння риб, але і викликають таке захворювання, як Непаразитарні катаракта [3]. Крім це важкі метали накопичуються в організмі риб [3], що безумовно знижує якість кінцевої харчової рибної продукції.

У штучних водоймах (ставках) де ведеться інтенсивне вирощування гідробіонтів, формується агробіоценоз, з власним специфічним якістю води, яке може впливати на якість води в природному водному об'єкті. Крім цього існує чітко виражена зворотний зв'язок - якість води в природному об'єкті безпосередньо впливає на ефективність біотехнологій культивування риб.

На сьогоднішній день в Україні традиційними об'єктами аквакультури залишаються коропові види риб: короп, білий і строкатий товстолобик і їх гібриди, білий амур. Однак останнім часом активно культивують і інші види: райдужна форель, європейський сом, щука, кларієві сом, карась, лин, а серед осетрових найбільш поширені види наприклад: стерлядь, російський осетер, севрюга, білуга, бестер, веслонос.

Вода вододжерела, з якого виробляється наповнення водойми, повинна відповідати таким вимогам: відповідати біологічним особливостям вирощуваних видів риб; забезпечувати вирощуваної рибі товарні якості; запобігати накопиченню отруйних речовин в рибі; не містити речовин, що псують смак або надають рибі неприємний запах; не повинна бути джерелом захворювань риб.

Перед будівництвом рибоводне господарство слід провести всебічне дослідження води на предмет відповідності її якості рибогосподарських нормативів. Для цього в найближчій санепідстанції проводять гідрохімічні, токсикологічні, бактеріальні, паразитологічні аналізи проб води, взятих у вододжерела. У разі невідповідності якості води рибогосподарських вимогам визначають способи водопідготовки: аерація, очищення води та інші. Якість води рибоводних водойм характеризується такими показниками як температура, прозорість, кольоровість, розчинені гази (кисень, двоокис

вуглецю, аміак, сірководень), водневий показник (рН), органічні речовини, біогенні елементи (азот, фосфор), сольовий склад, чисельність мікроорганізмів.[3]

Отже, метою даної магістерської роботи стало проведення та визначення методик оцінки якості вод при індустріальних методах вирощування об'єктів аквакультури.

Завданнями магістерської роботи є: визначення якості води в індустріальному рибництві, особливості нормативів якості води при садковому і басейновому товарному рибництві, при розведенні риби в УЗВ, визначення потреби риби у воді та кисні, визначення методик та методів очищення води в індустріальному рибництві.



## 1 ІНДУСТРІАЛЬНІ МЕТОДИ ВИРОЩУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ

Рибництво є практичним відгалуженням іхтіології і в свою чергу згодом розділилося на кілька напрямків. До сих пір не існує універсальної єдиної класифікації по розділах рибництва. Якщо класифікувати по породам вирощуваних риб, то можна виділити кілька розділів, наприклад таких як осетрівництва, карповодство, форелеводства і т.д. [4-7] Але можна класифікувати і залежно від ступеня інтенсифікації:

- ✓ екстенсивне
- ✓ напівінтенсивне
- ✓ інтенсивне
- ✓ надінтенсивне
- ✓ надсуперінтенсивне

При екстенсивному методі рибництва ніяких інтенсифікаційних прийомів не застосовують. При Напівінтенсивному методі застосовують тільки деякі інтенсифікаційні прийоми для підвищення рибопродуктивності ставків, виключаючи годування. Інтенсивне рибництво включає в себе додаткове годування риби. При надінтенсивному рибництві застосовують часткову підміну води, її очищення та аерацію надсуперінтенсивне рибництво включає в себе не тільки всі попередні методи інтенсифікації, але так само і оксигенації (насичення води киснем). При цьому риба вирощується при великій щільності посадки, годування і інші процеси автоматизовані. [4-7] Саме свержсуперінтенсивне рибництво та називається індустріальним. При індустріальному рибництві щільність посадки риби досягають 250 кг / м<sup>3</sup>, при цьому в раціоні риб відсутні природні корми - їх замінюють збалансованими повноцінними кормами, до складу яких входять всі компоненти, в яких потребує риба, в тому числі і амінокислоти, вітаміни. При індустріальному рибництві процес вирощування йде безперервно і

незалежно від зовнішнього середовища вирощування йде цілий рік. Садковий рибництво теж можна віднести до індустріального, так як завдяки скідних теплим водам ТЕЦ в садках риба вирощується цілий рік і при великій щільності посадки. Коли в 30-і роки 20-го століття Н.Г. Гербільський розробив метод гіпофізарних ін'єкцій, і отримання потомства перестало залежати від сезонних чинників нересту, розведення риби вдалося поставити на промислову основу. Це і послужило закладкою фундаменту в індустріальному рибництві. Вперше досвід застосування індустріального рибництва почали відпрацьовувати в Японії. Там вдалося успішно виростити коропа при високій щільності посадки. Ще одним цікавим об'єктом вирощування для індустріального рибництва є тіляпія. Так як вона всеїдна і має високу харчову пластичністю, то є цікавий об'єкт вирощування в полікультурі. В основі індустріального рибництва лежить виробництво високоякісного збалансованого комбікорму. До таких комбікормів можна віднести Aller Aqua, Biomar, Coppens і ін.[4-7]

## 2 ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ

Для рибництва найголовнішим є якість середовища проживання вирощуваних об'єктів. Цим середовищем, безумовно, є вода. Вода для вирощування риби повинна відповідати певним вимогам.

Основними вимогами, які пред'являються до якості води є:

- ✓ відповідність біологічними особливостями вирощуваної риби
- ✓ забезпечення товарної якості вирощуваної риби
- ✓ запобігання накопичення в рибі отруйних речовин
- ✓ відсутність речовин, які псують смак або запах риби

Вода не повинна містити в своєму складі джерел захворювання риби. Перед тим, як будувати рибоводне господарство, слід всебічно досліджувати воду на предмет її відповідності рибницьким нормативам. Для дослідження якості води необхідно звернутися в найближчу санепідемстанцію, де проводять токсикологічні, гідрохімічні, бактеріальні, паразитологічні аналізи води взятих в досліджуваному водоймі. [10-12] Якщо вода не відповідає рибогосподарським вимогам, то необхідно визначити способи водопідготовки: Очищення води, аерація, і ін.

До показників, які характеризують якість води можна віднести такі як:

- ✓ Прозорість
- ✓ Кольори
- ✓ Температура
- ✓ Розчинені гази - кисень,, аміак, двоокис вуглецю, сірководень
- ✓ Водневий показник рН
- ✓ Біогенні елементи (фосфор, азот)
- ✓ Сольовий склад
- ✓ Органічні речовини

Прозорість води залежить від в зваженого в ній неживого і живого органічного та неорганічного речовини, так званого Сестон. Вимірюють

прозорість за допомогою спеціального забарвленого в різні кольори або білого диска, який прикріплюється до розміченій штанзі або тросу. Відмітки на штангу наносять через кожні 10 см. Для вимірювання прозорості води диск на штанзі занурюють у воду до моменту, коли диск перестає бути видно. У ставках для вирощування риби, особливо в тих, де мешкає коропа, прозорість буває дуже низькою - від 30 до 50 см. Це викликано тим, що коропи активно риють мул, добуваючи в ньому собі прожиток, і тим самим взмучивають воду, знижуючи її прозорість [10-13]. Іноді прозорість води знижується через спалахи зростання фітопланктону. Щоб збільшити прозорість, в воду для осадження Сестон додають вапно. Кольоровість води визначається довжиною хвилі і вимірюється в нанометрів (нм). Для вирощування коропа оптимально підходить колір води з довжиною хвилі 550-580 нм, який відповідає зелено-жовтому або жовто-зеленого кольору. Форелі підходить колір води від жовто-зеленого, через жовтий до синезеленіє, що відповідає 515-565 нм. Кольоровість води вимірюють разом з прозорістю [10-13]. Для вимірювання використовують диск діаметром близько 10 см, на якому розмічені 16 секторів, які пофарбовані в кольори від фіолетового 420 нм до вишневого 680 нм. Після визначення прозорості диск занурюють на половину глибини прозорості, при цьому диск чітко проглядається, а його сектор білого кольору забарвлюється природним кольором води. Потрібно підбирати до цього природного кольору найбільш відповідний колір на диску. Колір який найбільш підходить і є кольором води. Вибираючи сектор, найбільш схожий за кольором на білому секторі, визначають кольоровість. У табл. 2.1 представлений порядок і назва еталонів кольоровості, нанесені на сектора диска і відповідні їм довжини хвиль.[10-13]

Таблиця 2.1 - Відповідність кольоровості довжині хвилі

Найменування кольору	Довжина хвилі, нм
Фіолетовий	420
Синій	460
Зелено-синій	490
Синьо-зелений	515
Зелений	540
Жовто-зелений	550
Зелено-жовтий	565
Жовтий	580
Оранжево-жовтий	590
Жовто-оранжевий	610
Помаранчевий	620
Червоний	650
Вишневий	680
Білий	-
Сірий	-
Чорний	-

Вимірювання кольоровості, температури і прозорості води рекомендується проводити 2 рази на день - вранці і ввечері в найбільш глибокому місці водойми у водоспуску або в декількох місцях. Часто колір води визначається цвітінням різних водоростей: синьо-зелених, зелених, діатомових і ін. Ці водорості надають воді забарвлення від блакитного до жовтого або яскраво-зеленого. [10] При потужних спалахи розвитку фітопланктону відбувається, так зване, цвітіння водойми, при якому після бурхливого розвитку водоростей починається їх відмирання, внаслідок чого

при їх розкладанні споживається величезна кількість розчиненого у воді кисню. Внаслідок нестачі кисню може виникнути предзаморное стан риби і підвищується ймовірність загибелі риби. Щоб уникати таких ситуацій потрібно вапнування водойм. Іноді кольоровість води визначаються вмістом в ній гумусових органічних речовин рослинного походження, надаючи воді бурий відтінок. Але болотиста бура вода як правило непридатна для вирощування риби. Температура води перш за все залежить від пори року і географічного розташування водойми, а так само деяких інших чинників. Температура має виключно важливе значення для життя риб та деяких інших водних організмів, яких можна віднести до холонокровним тваринам або пойкилотермним. [13] Температура їх організму повністю залежить від температури, яку має навколишнє середовище. Всіх риб можна розділити на дві групи: теплолюбних і холоднолюбівих. До першої групи входять: карась, короп, рослиноїдні -толстолобик і білий амур, тиліапіи, соми та ін. До другої групи входять: лосось, пелядь, форель, сиг, і ін. Оптимальна температура для харчування і зростання теплолюбних риб лежить в межах 20 -30 0C, а для холоднолюбівих в межах 10-20 0C. Вода має дуже важливу властивість, яке дає можливість життя в замерзаючих водоймах. При температурі 4 0C вода має максимальну щільність, а при 0 0C в точці замерзання щільність води нижче, тому лід при замерзанні водойми завжди знаходиться зверху, а вода знизу. Що знаходиться зверху лід захищає водойму від повного промерзання. Вода має велику теплоємність, тому вона довго нагрівається і повільно остигає. У літню пору температура води до вечора трохи підвищується, тому вимірювання бажано проводити вранці і ввечері для більш точного визначення середньодобової температури. Кисень можна віднести до одного з найважливіших газів, які розчинені у воді, так як є необхідним для дихальних процесів всіх водних рослин і тварин. Розчинність кисню у воді строго залежить від температури і тиску. При зниженні температури і підвищенні тиску розчинність кисню зростає.

Наприклад, при тиску 1 атмосфер і температурі 20 0C 100% насичення води киснем складе 9 мг / л. Основним джерелом кисню в воді є фітопланктон, так як він задіяний в процесі фотосинтезу, який забезпечує майже 100% обсяг кисню, який виробляється водоростями. Іншим джерелом кисню є атмосфера. Коли в воді кисню знаходиться менше 100%, то спостерігається процес, який називається інвазія. Інвазія - це абсорбція кисню в воду з атмосфери. Якщо ж ми спостерігаємо масове розвиток фітопланктону і бурхливий фотосинтез, то розчиненого у воді кисню виявляється більше, ніж може розчинитися.

В такому випадку відбувається виділення кисню з води у вигляді бульбашок і називається цей процес - Еваз. Еваз в рибоводних ставках спостерігається набагато рідше, ніж інвазія. Кисень в ставку витрачається також на самоочищення, при якому відбувається окислення надлишкового кількості органічних і неорганічних речовин. Вночі через відсутність світла фотосинтез не відбувається і весь кисень витрачається на дихання, тому вранці концентрація кисню у воді мінімальна. Після сходу сонця концентрація кисню підвищується і до полудня досягає максимуму. При свехинтенсивного розвитку фітопланктону, особливо в безвітряну погоду, коли відсутня перемішування шарів води, спостерігається нерівномірний розподіл кисню по вертикалі. У придонному шарі вміст кисню може бути мізерним, а біля поверхні спостерігається перенасичення до 300%. Таке явище називають кисневої стратифікацією. [10-13]

Киснева стратифікація може послужити причиною замору внаслідок того, що в придонних шарах у відсутності кисню можуть утворюватися шкідливі речовини, які утворюються при безкисневому розкладанні - аміак, сірководень, метан. При зниженні концентрації розчиненого у воді кисню до небезпечної для риб норми застосовують різні прийоми для підняття рівня до норми-аерацію, водообмін, добриво водойми для стимуляції фотосинтезу, зменшення норм годування, вапнування. Вуглекислий газ - це двоокис вуглецю, який є іншим по важливості газом в рибоводне ставку. Його

джерелом є процеси біохімічного розпаду, окислення органічних речовин, водяних рослин і тварин. Вуглекислий газ є основним джерелом побудови органічних речовин зеленими рослинами. При розчиненні вуглекислого газу у воді утворюється вугільна кислота  $H_2CO_3$  і подкисляє воду. Якщо в рибоводне ставку двоокису вуглецю більше 30 мг / л, то такий показник говорить про забруднення ставка органічними речовинами. В такому випадку проводять аерацію водойми, його вапнування і зменшують норму годівлі риби. [10-13]

Сірководень і аміак виділяються при анаеробному розкладанні органічних речовин, в основному білків. Наявність сірководню в рибоводних ставках навіть в незначних кількостях категорично неприпустимо, так як згубно для риб. Наявність сірководню можна визначити по запаху тухлих яєць. Наявність сірководню в придонному шарі ставка свідчить про дефіцит кисню і є передумовою розвитку заморів. При виявленні характерного запаху потрібно в терміновому порядку скинути найбільш забруднене нижній шар води і при наявності аераторів, включити їх. Так само при можливості додати свіжої води у водойму. Вміст у воді сірководню безпосередньо залежить від рН. Чим нижче рН, тим кисліше середовище та тим більше сірководню. Якщо рН більше 8, то сірководень практично відсутня. Так само як і сірководень, аміак має пряму залежність від рН, але на відміну від сірководню частка аміаку збільшується в міру зростання водневого показника. Основним джерела аміаку в рибоводне ставку служать виділення риб і інших гідробіонтів. Токсичність аміаку для гідробіонтів сильно залежить від температури води, концентрації кисню і жорсткості води. Максимально допустимий рівень вільного аміаку в рибоводне водоймі не повинен перевищувати 0,1 мг / м<sup>3</sup>. Водневий показник рН характеризує кислотність води. Він визначається концентрацією водневих іонів. рН виражається в безрозмірних одиницях від 1 до 14. Нейтральній реакцією вважається показник рН рівний 7. Якщо середовище нижче 7, то вона вважається кислотою, якщо вище 7, то лужний. Оптимальною середовищем



для розвитку і зростання більшості риб вважається нейтральна або слаболужна реакція води. Протягом доби показник рН може змінюватися на 2-3 одиниці. У теплу пору року при масовому розвитку водоростей рослини протягом дня витягують з води протягом дня всю вільну вуглекислоту ближче до вечора її концентрація зменшується майже до нуля. При відсутності у воді вугільної кислоти вода стає лужної. Так як концентрація аміаку, сірководню та вугільної кислоти тісно пов'язані з показником рН, водневий показник іноді зараховують до параметру, який характеризує газовий режим водойми. Вимірювати рН води в рибоводних ставках рекомендується два рази на день-вранці та ввечері. Органічні речовини можуть потрапляти в водойму різними шляхами. Основним джерелом органічної речовини при використанні інтенсивного методу вирощування є корм. [14]

Нез'їдений рибою корм є джерелом забруднення водойми органічними речовинами. Спожитий і переварений корм рибою, який риба потім викидає у вигляді екскрементів теж забруднює водойму органічними речовинами. Але екскременти риб забруднюють водоймище в набагато меншому ступені, ніж нез'їдені залишки корму. Тому при годуванні риби потрібно це враховувати, щоб уникати втрат корму. Значна кількість органічної речовини утворюється і при відмирання водоростей. Тому при надмірному розвитку фітопланктону, як згадувалося вище, слід цьому перешкоджати. Визначають наявність органічної речовини в воді по перманганатной, біхроматной, агресивної окисляемості, за біохімічним споживанням кисню за одні і за п'ять діб (БПК<sub>1</sub> і БСК<sub>5</sub>). За біхроматной окислюваність визначають загальну кількість органічної речовини. Близько 40% органічної речовини становить перманганатная окислюваність. При біхроматной окислюваність використовують біхромат калію, а при перманганатной - перманганат калію. Звідси і впливають назви показників. Показники вимірюють в мг кисню, який витратиться на окислювання органіки в 1 літрі води. Агресивна окислюваність показує частку сверхокисляемой органіки.

Якщо ця частка становить до 40%, то вода вважається відносно чистою. 40-60% говорить про органічне забруднення. При 70-80% виникає загроза замору. Окислюваність сама по собі не шкодить риbam, однак для окислення органічної речовини витрачається кисень, який необхідний рибі. Тому потрібно уникати і запобігати перевищень значень цього показника. Азот і фосфор є біогенними елементами і дуже важливі в рибництві. Біогени в перекладі на російську мову означає "утворюють життя". Їх надлишок говорить про забруднення водойми, а недолік уповільнює ріст рослин. [14]

Азот в воді знаходиться у вигляді нітратів, нітритів і білкові азоту, який входить до складу розкладається органіки. Наявність у воді амонійного азоту говорить надходженні продуктів розпаду білків з надходить водою або в процесі метаболізму. Нітроти утворюються як результат неповного окислення амонію і вказують на надходження свіжого органічного забруднення. Вони небажані навіть в невеликих кількостях в рибоводних водоймах. Нітроти утворюються в результаті окислення нітритів і споживаються фітопланктоном. Наявність у водоймі нітратів в помірних кількостях необхідно, так як вони споживаються в їжу фітопланктоном. Фосфор у воді знаходиться у вигляді солей фосфорної кислоти та інших сполук, але його концентрації в порівнянні з азотом невеликі. Ставки рибоводів часто страждають від нестачі фосфору, тому потребують фосфорних добривах. Максимально допустимий вміст фосфору в рибоводних ставках становить 0,5 мг / л і перевищення цього показника говорить про забруднення водойми. Солі. У природі не може бути абсолютно чистої води, тому що в ній завжди розчинені якісь речовини. [14]

Вода за кількістю розчинених в ній солей розділяється на:

- ✓ прісну
- ✓ солонувату
- ✓ солону (морську)

Вода вважається прісною, коли в ній розчинено не більше 1 грам солей на 1 літр води. Соленої, якщо в ній розчинено понад 10 грам солей на 1 літр

води. У морській воді в основному присутні сульфати і хлориди, а в прісній - бікарбонати магнію і кальцію. Загальна кількість солей, які пов'язані слабкими кислотами, обумовлює лужність води. Солі магнію і кальцію визначають жорсткість води, яка виражається в градусах. Зміст 10 грам СаО в 1 м<sup>3</sup> Мікроорганізми. Цей показник до недавнього часу не перебував в переліку рибогосподарських нормативів. Але в міру зростання інтенсифікації рибництва, добривом ставків, годуванням риби біогенная навантаження на водойми поступово збільшувалася. Зростала кількість органічної речовини, збільшувалася кількість бактерій споживають його. Тому виникла потреба контролювати санітарно-епідеміологічний стан водойм і рибогосподарських нормативів за чисельністю мікроорганізмів. Нижче в таблиці представлені вимоги до води, яка надходить в літні коропові і форелеві ставки. [14]

Таблиця 2.2 - Вимоги, що пред'являються до якості води, що надходить в літні ставки

Показник	Нормативні значення води, що надходить у ставки	
	коропові	форелеві
	1	3
Температура, ° С	Чи не повинна мати перепад більше 5 ° щодо води в ставках. Максимум не повинен перевищувати 28 °	Чи не повинна мати перепад більше 5 ° щодо води в ставках. Максимум не повинен перевищувати 20 °
Запахи, присмаки	Вода не повинна мати сторонніх запахів, присмаків і надавати їх м'яса риб.	

Продовження табл. 2.2		
1	2	3
Прозорість, м	0,75-1,0	не менее 1,5
Кольоровість, нм	до 585	менее 540
Зважені речовини, г / м <sup>3</sup>	до 25	до 10
Розчинений кисень, г / м <sup>3</sup>	не ниже 5,0	не ниже 9,0
Водневий показник, рН	6,5-8,5	7,0-8,0
Двоокис вуглецю, г / м <sup>3</sup>	25,0	10,0
Сірководень, г / м <sup>3</sup>	отсутствие	отсутствие
Аміак, г / м <sup>3</sup>	до 0,05	до 0,05
Окислюваність перманганат / м <sup>3</sup>	до 15,0	до 10,0
Окислюваність біхроматна, г <sub>0</sub> / м <sup>3</sup>	до 50,0	до 30,0
БПК <sub>6</sub> гО <sub>2</sub> / м <sup>3</sup>	до 3,0	до 2,0
БПКполн, гО <sub>2</sub> / м <sup>3</sup>	до 4,5	до 3,0
Амоній-іон, гN / м	1,0	0,5
Нітрит-іон, гN / м	0,02	0,02
Нітрат-іон, гN / м	2,0	1,0
Фосфат-іон, гр / м <sup>3</sup>	0,5	0,3
Залізо загальне, г / м <sup>3</sup>	1,8	0,5
Залізо закисное, г / м <sup>3</sup>	не более 0,5	не более 0,1
Загальна чисельність мікроорганізмів, млн кл. / Мл	до 3,0	до 1,0

Нормативні значення якості води в ставках при вирощуванні в них риби представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Нормативні значення якості води в коропових і форелевих ставках

Показник	Ставки			
	коропові і в полікультурі		форелеві	
	технологічна норма допустимі значення	технологічна норма допустимі значення		
1	2	3	4	5
Прозорість, м	50% середньої глибини ставу	(50 + 20%) середньої глибини ставу	не менше 50% середньої глибини ставу	
Кольоровість, нм	550-580	540-600	540-550	515-565
pH	7,0-8,5	6,5-9,0 (днем до 9,5)	7,0-7,5	6,5-8,0
Розчинений кисень, г / м <sup>3</sup>	6,0-8,0	до 4,9 (утром не <2,0)	9,0-11,0	6,0
Розчинена двоокис вуглецю, г / м <sup>3</sup>	10	30	10	30
Розчинений сірководень, г / м <sup>3</sup>	отсутствие			

Продовження табл. 2.3				
1	2	3	4	5
Розчинений аміак, г / м <sup>3</sup>	0,01-0,07	0,1	0,01-0,07	0,1
Фосфат-іон, г / м <sup>3</sup>	0,1	0,5	0,05	0,3
Амоній-іон, г / м <sup>3</sup>	0,5	1,0	0,2	0,5
Нітрит-іон, г / м <sup>3</sup>	0,08	0,2	0,05	0,1
Нітрат-іон, г / м <sup>3</sup>	0,2-1,0	3,0	0,5	1,0
БПК <sub>1</sub> гО <sub>2</sub> / м <sup>3</sup>	1,0-6,0	8,0	2	3,5
БПК <sub>5</sub> гО <sub>2</sub> / м <sup>3</sup>	4,0-15,0	20,0	2,5-5,0	8,0
Перманганатна окислюваність, ГО / м <sup>3</sup>	10,5-15,0	30,0	6,0-10,0	15,0
Біхроматна окислюваність, ГО / м <sup>3</sup>	35-70	100	25-45	65
Агресивна окислюваність, %	40-65	85	30-50	70

Так само необхідно проводити токсикологічний аналіз на вміст у воді важких металів, нафтопродуктів і пестицидів. Пестициди повинні повністю бути відсутнім в рибоводних водоймах, нафту і нафтопродукти в емульгованому стані не більше - 0,05 мг / л, марганець - 10 мг / м<sup>3</sup>, мідь - 1 мг / м<sup>3</sup>, хром - 20-70 мг / м<sup>3</sup>, кадмій - 5 мг / м<sup>3</sup>, нікель - 10 мг / м<sup>3</sup>, свинець - 100 мг / м<sup>3</sup>, кобальт - 10 мг / м<sup>3</sup>, цинк - 10 мг / м<sup>3</sup>. При перевищенні цих нормативів необхідно знайти джерело забруднення і усунути його [14]

Загальні вимоги до води, що надходить в зимувальні комплекси

Наименование показателей	Нормативные значения
Температура, С°	Температура воды не должна повышаться более чем 5° для форелевых прудов и более чем на 8° для карповых прудов
Прозрачность, м	не менее 1,5
Взвешенные вещества, г/м <sup>3</sup>	до 10,0
Водородный показатель (рН)	6,5-8,0
Кислород растворенный, моль/м <sup>3</sup> , (г/ м <sup>3</sup> )	Более 1,9 x 10 <sup>-1</sup> (6,0)
Диоксид углерода растворенный, моль/м <sup>3</sup> (г/м <sup>3</sup> )	Не более 3,4 x 10 <sup>-1</sup> (15)
Окисляемость перманентная, гО/м <sup>3</sup>	До 10,0
БПК <sub>5</sub> , гО <sub>2</sub> /м <sup>3</sup>	Не более 3,0
БПК <sub>полн</sub> гО <sub>2</sub> /м <sup>3</sup>	Не более 4,5
Аммонии - ион, моль N/м <sup>3</sup> , (гN/м <sup>3</sup> )	5,6 x 10 <sup>-3</sup> (1,0)
Нитрит - ион, моль N/м <sup>3</sup> , (гN/м <sup>3</sup> )	Тысячные доли
Сероводород растворенный, моль/м <sup>3</sup> , (г/ м <sup>3</sup> )	Отсутствие
Железо общее, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	Не более 1,8 x 10 <sup>-3</sup> (0,3)
Железо закисное, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	Не более 0,7 x 10 <sup>-4</sup> (0,05)

Загальні вимоги до води, що надходить в інкубаційні цехи

Наименование показателей	Нормативные значения
Температура С° для инкубации икры форели для инкубации икры озерной форели для инкубации икры карпа	6-10 0,5-10 19-21
Температура С° для подращивания личинок форели для подращивания личинок карпа	12-15 26-28
Прозрачность, м	Не менее 2,0
Взвешенные вещества, г/м <sup>3</sup>	До 5,0
Водородный показатель, (рН)	7,0-8,0
Кислород растворенный, моль/м <sup>3</sup> , (г/ м <sup>3</sup> ) % насыщения	2,8x10 <sup>-1</sup> -3,4x10 <sup>-1</sup> (9-11) 100 ± 5
Сероводород растворенный, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	Отсутствие
Диоксид углерода растворенный, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	не более 2,3 x 10 <sup>-1</sup> (10,0)
Окисляемость перманганатная, гО/м <sup>3</sup>	Не более 10,0
БПК <sub>5</sub> , гО <sub>2</sub> / м <sup>3</sup>	До 2,0
БПК <sub>полн</sub> гО <sub>2</sub> / м <sup>3</sup>	до 3,0
Аммоний - ион, моль N/м <sup>3</sup> , (гN <sub>3</sub> / м <sup>3</sup> )	До 4,2 x 10 <sup>-3</sup> (0,75)
Аммиак растворенный, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> ) для карпа для форели	До 1,8x10 <sup>-3</sup> (0,3) До 0,6 x 10 <sup>-3</sup> (0,01)
Железо общее, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	До 0,6 x 10 <sup>-3</sup> (0,1)
Железо закисное, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	Отсутствие

Показатели	Аммиак растворенный моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	Растворенный кислород, моль/м <sup>3</sup> , (г/м <sup>3</sup> )	Температура, С°	Жесткость, моль/м <sup>3</sup>
Норма	0,6x10 <sup>-3</sup> -0,4x10 <sup>-3</sup> (0,01-0,07)	2,5x10 <sup>-1</sup> +0,65x10 <sup>-1</sup> (8±2)	18-22	Более 1,5 x10 <sup>-3</sup>
Кратковременные допустимые (1-2 суток)	5,9x10 <sup>-3</sup> -8,8x10 <sup>-3</sup> (1,0-1,5)	5,6x10 <sup>-1</sup> +1,6x10 <sup>-1</sup> (18±5)	До 20	Более 1,0 x10 <sup>-3</sup>
Временно допустимые (3-5 суток)	5,9x10 <sup>-3</sup> -11,8x10 <sup>-3</sup> (0,1-0,2)	2,2x10 <sup>-1</sup> ±0,65x10 <sup>-1</sup> (7±2)	До 20	Более 1,0 x10 <sup>-3</sup>



Наименование показателя	Пруды	Технологическая норма	Допустимые значения, до
БПК <sub>1</sub> , гО <sub>2</sub> /м <sup>3</sup>	карповые	1,0-4,0	5,0
	карповые и в поликультуре	1,0-6,0	8,0
	форелевые	До 2,0	3,5
БПК <sub>5</sub> , гО <sub>2</sub> /м <sup>3</sup>	карповые	4,0-9,0	15,0
	карповые и в поликультуре	4,0-15,0	20,0
	форелевые	2,5-5,0	8,0
Бихроматная окисляемость, гО/м <sup>3</sup>	карповые и в поликультуре	10,0-15,0	30,0
	форелевые	6,0-10,0	65
Бихроматная окисляемость, О/м <sup>3</sup>	карповые и в поликультуре	35-70	
	форелевые	25-45	
Агрессивная окисляемость, %	карповые и в поликультуре	40-65	85
	форелевые	30-50	70

Наименование показателя	Пруды	Технологическая норма	Допустимые значения, до
Фосфат-ион, мольР/м <sup>3</sup> , (гР/м <sup>3</sup> )	Карповые и в поликультуре	1,1 x 10 <sup>-3</sup> (0,1)	5,3x10 <sup>-3</sup> (0,5)
	форелевые	0,53x10 <sup>-3</sup> (0,05)	3,2x10 <sup>-3</sup> (0,3)
Аммоний - ион, мольN/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	Карповый и в поликультуре	2,8x10 <sup>-2</sup> (0,5)	5,6x10 <sup>-2</sup> (1,0)
	форелевые	1,1x10 <sup>-2</sup> (0,2)	2,8 x 10 <sup>-2</sup> (0,5)
Нитрат -ион, мольN/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	Карповые и в поликультуре	3,2x10 <sup>-3</sup> -1,6x10 <sup>-2</sup> (0,2-1,0)	4,8x10 <sup>-2</sup> (3,0)
	форелевые	8,0 x 10 <sup>-3</sup> (0,5)	1,6x 10 <sup>-2</sup> (1,0)
Нитрит - ион, моль N/м <sup>3</sup> , (гN/м <sup>3</sup> )	Карповые и в поликультуре	1,7 x 10 <sup>-3</sup> (0,08)	4,3x10 <sup>-3</sup> (0,2)
	форелевые	1,8 x 10 <sup>-3</sup> (0,05)	2,15 x 10 <sup>-3</sup> (0,1)

### 3 ЯКІСТЬ ВОДИ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ

При визначенні джерела водопостачання індустриального рибоводне господарство необхідно пред'являти суворі вимоги до якісних властивостей води. Будь-яка речовина, розчинена у воді, може потрапити в організм риби, а деякі речовини проходять через зябра в кров і тканини. Однак це не означає, що вода повинна бути позбавлена будь-яких домішок, солей. Наприклад, дистильована вода не придатна для життя риб. Вода, що є прісною, містить до 1 г / л розчинених твердих речовин. Жорстка прісна, вода містить близько 300 мг / л розчинених твердих речовин, м'яка - близько 40, середня по жорсткості - річкова і озерна вода-100-150 мг / л розчинених речовин. Рибницьким вимогам в найбільшій мірі відповідає середня по жорсткості вода. При виборі джерела водопостачання слід враховувати температурний режим і газовий склад як добовий, так і сезонний з урахуванням вищевказаних вимог для вирощування тих чи інших видів риб. Індустриальним рибницьким господарствам з регульованим температурним і газовим режимом води, тим не менш, необхідно вибирати джерела водопостачання, що забезпечують водою, що вимагає мінімальної корекції температури і газового складу. Вода для індустриального рибоводно підприємства може надходити з поверхневих і підземних джерел. [15-18]

Поверхнева вода зазвичай має збалансований сольовий склад, але часто насичена сторонніми забруднюючими речовинами. Підземна вода зазвичай вільна від забруднень, але може нести токсичні для риб речовини, наприклад, метан або сірководень. Склад води в основному визначається ґрунтами. Вапнякові води характеризуються жорсткістю, великою кількістю кальцію, який осідає на стінах трубопроводів. Підземні води, що протікають по гранітних ґрунтах, мають невисоку жорсткістю, в них менше мінеральних речовин, але нерідко ці води містять багато вільної вуглекислоти, яка викликає корозію трубопроводів. Для підземних вод характерна постійна

температура протягом року. У джерелах неглибокого залягання температура води наближається до середньорічної температури атмосферного повітря для даного району. При глибині понад 15 м температура води підземних джерел зростає приблизно на  $1^{\circ}\text{C}$  на кожні 32 м. [15-18]

Існує 3 види підземних джерел - джерела, ґрунтово ґрунтові води (депресії) і свердловини. Останні діляться на напірні (артезіанські) та колодязі. Джерела володіють усіма перевагами, властивими ґрунтовим джерелом, і дають воду високої якості з відносно постійною температурою. Однак в джерелах зазвичай міститься мало розчиненого кисню. До того ж дебіт джерел зазвичай невеликий. Ґрунтово-ґрунтові води досить рясні лише в деяких районах Росії. Вони містять мало кисню і для подачі її необхідні насоси. Для отримання ґрунтово-ґрунтових вод потрібно розкривати ґрунт в місцях концентрації цих вод неглибоко від поверхні. Зазвичай дебіт цих вод невеликий. Свердловина і колодязь можуть дати необхідну кількість води, але для отримання її слід використовувати насоси. Вода свердловини містить зазвичай сірководень і дуже мало кисню. Тому необхідно передбачати пристрої для поліпшення газового складу води. Колодязь зазвичай володіє обмеженим дебітом води. [15-18]

Очевидно, джерельна і скважинна вода найбільш придатні для індустріального рибництва, оскільки володіють такими якостями, як чистота, сталість витрати. Однак температура цієї води протягом усього року нижче оптимального рівня навіть для холодолюбивих лососевих риб. Ця вода потребує підігріву і дегазації, а також і в насиченні киснем. Рибоводні підприємства індустріального типу можуть використовувати також воду поверхневих вододжерел - річок, озер, струмків, водоймищ і навіть ставків. Якість води цих джерел залежить від широти місцевості, геології ложа, пори року, ширини, глибини, площі, ухилу і інших чинників. Поверхневі джерела відрізняються добовими і сезонними коливаннями температури повітря, газового складу. У них мешкає багато тварин і рослинних організмів, потрапляння яких в рибоводні ємності не бажано - вони можуть бути

конкурентами в харчуванні, споживанні кисню, джерелами багатьох хвороб. Вода поверхневих джерел несе з собою певну кількість органічних і мінеральних речовин і потребує фільтрації та очищення. Поверхневі водні джерела нерідко насичені забруднюючими речовинами різної природи - добривами, що змивається, з полів, хімічними речовинами різної природи, промисловими і комунальними стоками. Багато забруднювачі є джерелом життєдіяльності синьо-зелених водоростей, домінуючих в екосистемах. Ці водорості виділяють хімічні речовини фенольного ряду, які негативно впливають на якість води. [15-18]

Отже, вибір джерела водопостачання рибоводно підприємства індустріального типу вимагає серйозного попереднього аналізу безлічі чинників, особливо аналізу якості і системи очищення води. Проте, доступність і необмежений дебіт поверхневої води є економічно привертає фактором у проектуванні та будівництві рибоводних підприємств індустріального типу. При будівництві такого господарства в кожному конкретному випадку постачання води визначається індивідуально, з урахуванням багатьох факторів. Найбільш привабливим в даний час є будівництво рибоводно підприємства індустріального типу на технологічній відпрацьованій води теплових і атомних електростанцій, що має температуру на 10-12 ° С вищу, ніж вода поверхневих джерел. Така вода може бути використана взимку для вирощування лососевих, влітку - коропових або після деякого коректування - круглий рік для будь-якого виду культивованих риб. [15-18]

Вода вододжерела рибоводного господарства повинна відповідати таким вимогам:

- ✓ відповідати нормам, в основі яких лежать збереження виду, плодовітості і якості потомства риби;
- ✓ відповідати біологічними особливостями вирощуваних видів риб;
- ✓ забезпечувати необхідний рівень розвитку природної кормової бази риб;

- ✓ не повинна бути джерелом захворювань розводяться риб;
- ✓ забезпечувати вирощуваній рибі товарні якості, запобігаючи накопиченню небезпечної токсекантов або збудників захворювань, або речовин, що псують смак або надають рибі неприємний запах.

Вода в інкубаційних цехах та зимувальних ставах за якістю повинна забезпечувати оптимальні умови інкубації ікри, підрощування личинок та зимівлі риб. Встановлені нормативні значення для температури води, газового режиму, органічних речовин та біогенних елементів виключають можливість виникнення передзаморних та заморних явищ, [19] Нормовані значення показників якості води, яка поступає в інкубаційні цехи та зимувальні стави наведено в таблицях 3.1-3.2.

Таблиця 3.1 - Нормовані значення показників якості води, яка надходить до інкубаційних цехів

Показники якості води	Нормовані значення
Температура, °С:	
для інкубації ікри коропа	20-24
для інкубації ікри осетрових риб	14-16
для інкубації ікри форелі	6-10
Температура, °С:	
для підрощування личинок коропа	22-26
для підрощування личинок осетрових риб	17-22
для підрощування личинок форелі	12-15
Прозорість, м	не менше 2,0
Завислі речовини, мг/л	не більше 5,0
Водневий показник (рН) води	7-8
Розчинений кисень, мг/л	9-11
Двоокис вуглецю, мг/л CO <sub>2</sub>	не більше 10,0
Сірководень, мг/л H <sub>2</sub> S	відсутній

Вільний аміак -NH <sub>3</sub> . мгN/л	0,05
коропові та осетрові	не більше 0,03
форелеві	не більше 0,01
Амонійний азот, NH <sub>4</sub> мгN/л	0,75
Залізо загальне, Fe <sup>+2+3</sup> мг Fe/л)	0,1
Окислюваність перманганатна, мгО/л	не більше 10,0
БСК <sub>5</sub> , м/лО <sub>2</sub>	не більше 2,0
БСК <sub>10</sub> , мг/лО <sub>2</sub>	не більше 3,0

Таблиця 3.2 - Нормативні значення показників якості води, яка надходить до зимувальних ставів

Показники якості води	Нормовані значення
Температура, °С	Температура не повинна підвищуватись більше ніж на 4 °С для коропових та осетрових риб
Прозорість, м	не менше 1,5
Завислі речовини, мг/л	не більше 10,0
Водневий показник (рН) води	6,5-8,0
Розчинений кисень, мг/л	не менше 6
Двоокис вуглецю, мг/л CO <sub>2</sub>	не більше 15,0
Сірководень, мг/л H <sub>2</sub> S	відсутній
Вільний аміак -NH <sub>3</sub> . мгN/л	0,05
Амонійний азот, NH <sub>4</sub> мгN/л	1,0
Нітрити. NO <sub>2</sub> , мгN/л	0,1
Нітрати, NO <sub>3</sub> мгN/л	не більше 1,0
Залізо загальне, Fe <sup>+2+3</sup> мг Fe/л)	0,3
Окислюваність перманганатна, мгО/л	не більше 10,0
БСК <sub>5</sub> , м/лО <sub>2</sub>	не більше 3,0
БСК <sub>10</sub> , мг/лО <sub>2</sub>	не більше 4,5

Нормовані значення показників якості води рибогосподарських підприємств в період технологічного процесу вирощування риби наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Нормовані та гранично допустимі значення показників якості води рибогосподарських підприємств в період технологічного процесу вирощування риби

Показники якості води	Водойми	Технологічна норма	Нормовані значення
Прозорість, % глибини ставу	коропові осетрові	50	50
	форелеві		
Водневий показник (рН) води	коропові осетрові	7,0-8,5	6,5-9,0
	форелеві	7,0-7,5	6,5-8,0
Завислі речовини, мг/л	коропові осетрові	25	30,0
	форелеві	10	15,0
Розчинений кисень, мг/л	коропові осетрові	6,0-8,0	зниження вранці не менше 2,0
	форелеві	9,0-11,0	не нижче 6,0
Двоокис вуглецю, мг/л CO <sub>2</sub>	коропові осетрові	10,0	30,0
	форелеві		
Сірководень, мг/л H <sub>2</sub> S	коропові осетрові	відсутній	відсутній
	форелеві		
Вільний аміак,	коропові	не більше 0,07	0,1

NH <sub>3</sub> , мгN/л	осетрові		
	форелеві		
Амонійний азот, NH <sub>4</sub> , мгN/л	коропові осетрові	2,0	2,5
	форелеві	1,0	1,5
Нітрити, NO <sub>2</sub> , мгN/л	коропові осетрові	0,1	0,2
	форелеві	0,05	0,1
Нітрати, NO <sub>3</sub> , мгN/л	коропові осетрові	2,0	3,0
	форелеві	0,1	1,0
Окислюваність перманганатна, мгО/л	коропові осетрові	15,0	25,0
	форелеві	10,0	15,0
БСК <sub>5</sub> , м/лO <sub>2</sub>	коропові осетрові	1,0-6,0	3,0
	форелеві	не більше 2,0	3,5

У літніх ставах гідрохімічний режим регулюють внесенням вапна, органічних та мінеральних добрив та раціональним використанням кормів. Раціональне внесення добрив сприяє оптимізації газового режиму та підвищенню природної кормової бази. [19] Методи внесення добрив та вапна у літні стави представлені у відповідних методичних рекомендаціях 2.6. Гранично допустимі показники якості стічних вод в період облову ставів наведено в таблиці 3.4.



Таблиця 3.4 - Гранично допустимі показники якості стічних вод у період облову ставів

Показники якості води	ГДК джерела водопостачання	Вода водоохоронної зони (500 м від господарства)	
		скид 80 % від повного об'єму	скид останніх 20 % об'єму ставу
Амонійний азот, NH <sub>4</sub> , мгN/л	коропові, осетрові – до 1,0	до 1,2	до 1,5
	форелеві – до 0,5	до 0,7	до 1,0
Нітрати, NO <sub>3</sub> , мгN/л	коропові, осетрові – до 2,0	до 2,3	до 2,8
	форелеві – до 1,0	до 1,3	до 1,8
Мінеральний фосфор, PO <sub>4</sub> , мгP/л	коропові, осетрові – до 0,5	до 0,6	до 0,7
	форелеві – до 0,3	до 0,4	до 0,5
Окислюваність перманганатна, мгО/л	коропові, осетрові – до 15,0	до 18,0	до 20,0
	форелеві – до 10,0	до 13,0	до 15,0

Зона очищення ставової води встановлена на відстані 500 м від водовипуску господарства. На цій відстані якість стічної води в період технологічного процесу вирощування риби, що надходить у водойми-приймачі, повинна бути на рівні джерела водопостачання. [19]

Основними хімічними показниками у рибогосподарських водоймах, що зумовлені процесом вирощування риби є перманганатна окислюваність, азот амонійний, нітритний та мінеральний фосфор. Тому при скидах основного об'єму води ставів (до 80 %) при обловах якість стічної води у водоймах-

приймачах на відстані 500 м від господарства не повинна перевищувати показники джерела водопостачання за величинами амонійного азоту на 0,2 мгN/л, нітритів – на 0,3 мгN/л, мінерального фосфору – на 0,1 мгP/л та перманганатної окислюваності – на 3,0 мгО/л. [19]

При скидах придонного шару води (20 %) показники амонійного азоту не повинні перевищувати показники джерела водопостачання на 0,5 мгN/л, нітритів – на 0,8 мгN/л, мінерального фосфору – на 0,2 мгP/л та перманганатної окислюваності – на 5 мгО/л.

Гранично допустимі концентрації показників якості води стічних вод в період облову ставів розроблено відповідно до статей 36 та 39 Водного кодексу України. [19]

## 4 ОСОБЛИВОСТІ САДКОВОГО І БАСЕЙНОВОГО ТОВАРНОГО РИБНИЦТВА

### 4.1 Технологічні особливості рибництва індустріальних господарств

Серед сучасних форм товарного рибництва найбільш інтенсивно розвивається індустріальне (промислове) рибництво. Воно характеризується виробництвом товарної риби в невеликих рибоводних місткостях-басейнах, сітчастих садках, циркуляційних системах, невеликих бетонованих ставках і інших пристроях. Основною відмінністю індустріального рибництва є висока інтенсивність виробництва. Вона забезпечується високою щільністю посадки, тобто концентрацією риби на одиниці площі і води, цілеспрямованим формуванням водного середовища, особливо температурного режиму, газового складу води і інтенсивним водообміну. Суттєвою ознакою індустріального рибництва є також застосування повноцінних збалансованих за поживними речовинами комбікормів у вигляді сухих оформлених часток (гранул, екструдатів, крупи і капсул), заснованих на сухих мукообразних компонентах. [20-22]

Басейн як основна рибоводна ємність індустріального рибництва є пристроєм площею від 1 до 50 м<sup>2</sup> прямокутної, витягнутої, квадратної або круглої форми зі сторонами від 1 x 1 м до 5 x 10 м, глибиною від 0,5 до 1,2 м. Використовуються також круглі басейни-силоси діаметром 2-4 м і глибиною 3-6 м. Прямокутні витягнуті рибоводні басейни мають прямий струм води, забезпечений подачею її на початку басейну і стоком в протилежному кінці по довжині басейну. В квадратні, круглі басейни і басейни-силоси вода надходить на будь-якій ділянці, але стік її здійснюється неодмінно в центрі басейну, тому вода набуває кругове обертання.

У прямоточних басейнах стік води відділений вертикальною сітчастою перегородкою або вертикальним двостінним патрубком і циліндричним

сітчастої огорожі для попередження догляду вирощуваних риб. У квадратних, круглих басейнах і басейнах-силосах водозливним отвір знаходиться в центрі і закривається сітчастою кришкою.

Рибоводні басейни можуть бути виготовлені з бетону металу, пластмаси і дерева. Однак переважне значення набувають басейни з пластмаси або склотканини армовані металом. [20-22]

Садок, як рибоводна ємність індустріального рибництва є пристрій, що нагадує клітку і складається з дерев'яного або металевого каркаса, обтягнутого металевою або синтетичною сіткою. Садки мають площу від 1 до 50 м<sup>2</sup>. Їх форма квадратна, прямокутна, витягнута або кругла зі сторонами переважно від 1 x 1 м до 5 x 10 м, глибиною 1-3 м. Використовуються також багатокутні садки і у вигляді сегментів кола в морських садкових спорудах. Каркас кошів складається з дерев'яних і металевих рейок або пластмасових і металевих труб різноманітних конструкцій. Крім синтетичної і металеві сітки для виготовлення кошів використовують також дерев'яні, пластмасові або металеві рейки, прутки, тонкі труби, що утворюють стіни і підлогу з проміжками для циркуляції води, але не дозволяють рибі йти з садка. Нерідко садки виготовляють у вигляді м'яких конструкцій без вертикального каркаса тільки з однієї верхньої рамою, а форма садка забезпечується за рахунок відтяжок по нижніх кутах садка, укріплених на дні палями або якорями. При установці в водойму верх садка закривають сіткою або частина садка- 0,5-0,8 м стінок піднімають над водою для попередження відходу риби, наприклад, при високій харчової активності. Позитивна плавучість кошів забезпечується за рахунок поплавців з пористого синтетичного матеріалу або порожнистих герметичних ємностей у вигляді бочок і труб. При стабільному рівні водойми садки іноді встановлюють на палях, вбитих в дно. [20-22]

Невеликий проточний ставок як ще одна рибоводна ємність індустріального рибництва нагадує басейн збільшеного розміру, проте, істотно від нього відрізняється. Звичайна площа таких ставків становить 50-

250 м<sup>2</sup>. Це прямокутна, витягнута або овальна проточна рибоводна ємність глибиною не більше 1 м. Співвідношення сторін становить 1: 4-1: 8. Вода надходить в верхній кінець ставка і впливає з протилежного кінця через пристрій, яке попереджає догляд риби і забезпечує заданий рівень води. Це зазвичай донний водоспуск і колодязь з регульованою по висоті заслінкою і сітчастої рамкою, що попереджає догляд риби, або урвенная труба, закрита сітчастим циліндром. Бічні сторони і дно ставка можуть бути виконані з монолітного бетону або з залізобетонних плит, а також з щільної кам'янистої ґрунту. Бічні сторони зазвичай розташовуються похило під тупим кутом по відношенню до дна. [20-22]

Характерною особливістю індустріального рибництва є можливість управління режимом водного середовища, який формується з метою отримання максимальної швидкості росту. Це стосується в першу чергу до забезпечення оптимального температурного режиму. Вода природних водойм як джерел водопостачання більшу частину року має температуру нижче оптимальної для забезпечення максимальної інтенсивності харчування і зростання риб. Тому на рибоводних підприємствах індустріального типу використовують воду, підігріту до необхідної температури. Широкий розвиток отримало використання в рибоводних цілях нагрітої технологічної води теплових електростанцій та деяких промислових підприємств. Відпрацьована технологічна вода після охолодження агрегатів в зимовий час стає тепліше на 10-12 ° С, а в літній - на 7-8 ° С природних водойм. В басейни і бетоновані ставки рибоводів підприємств вода подається по трубах і йде самопливом в стічну систему. Рибоводні садки можуть бути встановлені в водойми-охолоджувачі теплових електростанцій, а також водосховища, озера та інші водойми. При теплових електростанціях створюють як басейнові, так і садкові рибоводні підприємства індустріального типу. [20-22]

Рибоводні басейни можуть бути розміщені в будівлі, під навісом і на відкритому майданчику. Садкові рибоводні підприємства зазвичай

складаються з берегової бази і системи сітчастих садків. Використовують 2 типу кошів - стаціонарні та пересувні. Кожен з цих типів кошів має свої переваги і недоліки: [20-22]

- стаціонарні садки можуть бути обладнані настилом для обслуговування, під'їзними шляхами, механічними кормороздавачами;
- рухливі садки можуть переміщатися по водоймі для вибору більш зручного місця, чистої і теплої води.

Однак, обслуговування плавучих рухомих кошів вимагає застосування плавзасобів, що пов'язане з певними професійними обмеженнями. Для зручності обслуговування стаціонарні садки формують у вигляді Садковий ліній розташованих перпендикулярно до берега. Між двома лініями кошів роблять настил для підходу і під'їзду до садка. Садки з настилом утримуються на воді за допомогою різноманітних плавучих засобів - понтонів, металевих і пластмасових бочок, труб, пінопластових поплавців. При стабільному рівні води садкові лінії можуть встановлюватися на палях, забитих в дно. Садки в Садковий лінії виготовляють з неводному поділи або металевої сітки вічком від 5 до 15 мм з вертикальними стінками і плоским дном. По кутах кошів іноді роблять якірні відтягнення для збереження форми. Садки встановлюють в місцях з плином води до 0,3 м / с, між дном садка і дном водойми повинно бути не менше 0,5 м, на відстані 50 м від кошів не повинно бути вищої водної рослинності. Якість води у водоймах має відповідати прийнятому ОСТу для рибоводних підприємств.

На рибоводних підприємствах індустріального типу з регульованим температурним режимом встановлюють оптимальну температуру на всіх стадіях рибоводного процесу. [20-22]

Причому оптимальна температура для різних видів риб в індустріальних умовах дещо вищий, ніж в природних для цих риб водоймах. Наприклад, для харчування і зростання коропових риб в природних водоймах вона дорівнює 23-28 ° С, для лососевих риб - 14-18 ° С, для осетрових риб -18-23 ° С. У рибоводних місткостях індустріального типу оптимальна температура для

цих риб відповідно дорівнює 25-30 ° С, 16-19 ° С і 20-26 ° С. На рибоводних підприємствах індустріального типу, що використовують нагріту воду теплових електростанцій, температура води коливається від 8-10 ° С взимку до 32-35 ° С влітку. У цих умовах практикують два рибоводних циклу в рік - влітку вирощують теплолюбних риб - коропа, канального сома, осетрових, взимку - холодолюбивих - райдужну форель, стальноголового лосося, форель Доналдсона та інших лососевих. [20-22]

Тривалість вирощування при температурі понад 20 ° С-4-8 міс., При температурі нижче 20 ° С, але не нижче 8 ° С-інші пори року.

Щільність посадки риб в басейнах і садках встановлюють з наступного розрахунку:

- кінцева маса коропа та інших теплолюбних риб- 0,5-1,5 кг, кінцевий вихід рибопродукції 100-250 кг / м<sup>2</sup>при відході не більше 10%;
- кінцева маса райдужної форелі і інших холодолюбивих риб - 150-250 г, кінцева рибопродукція - від 50 до 100 кг / м<sup>2</sup>.

Однак ці величини можуть варіювати в залежності від умов виробництва і попиту. [20-22]

#### **4.2 Забезпечення оптимальних умов водного середовища у рибоводних ємностях**

У басейнах, сітчастих садках і невеликих проточних ставках як основних рибоводних місткостях індустріального рибництва висока щільність посадки риб і високий вихід рибопродукції є основним економічним умовою виробництва. Разом з тим підвищення щільності посадки має межу, який визначається якістю водного середовища і біологією виду. Якість водного середовища характеризується на підставі температури води, концентрації кисню, вільної вуглекислоти, активною реакцією середовища і концентрацією продуктів обміну. Ці величини встановлені переважно

емпіричним шляхом, але рибовод повинен представляти умови формування основних факторів водного середовища і по можливості вміти управляти ними.

**Температура води.** У риб як представників пойкилотермних тварин інтенсивність обміну визначається температурою води. Температурний діапазон життєдіяльності визначається видовою приналежністю і закріплюється спадково, але в межах його може відбуватися більш високий або низький обмін речовин. Це пояснюється тим, що в тканинах з підвищенням температури збільшуються окислювальні процеси. При цьому рибі потрібно більше кисню. Підвищуючи температуру води в рибоводних місткостях, ми сприяємо розпаду оксигемоглобіну на гемоглобін і кисень, тобто віддачі кисню тканинам. Але це ж умова обмежує зв'язок гемоглобіну з киснем в органах дихання (в воді). Це викликає посилення інтенсивності дихання. Отже, при підвищенні температури необхідно покращувати умови газообміну. Риби дуже чутливі до температури води і в термоградієнті воліють певну температуру, яка залежить не тільки від видової приналежності риби, а й попередньої аклімації. [23-25]

**Концентрація кисню.** Прийнято вважати, що оптимальний рівень кисню для риб відповідає нормальному насиченню води киснем при оптимальній температурі (табл. 4.1). . Отже, для лососевих риб оптимальний рівень кисню для харчування і зростання (при температурі 16-19 ° С) становить 9,4-10,0 мг / л, осетрових риб (при температурі 20-26 ° С) - 8,3-9,2 мг / л, коропових риб (при температурі 25-30 ° С) - 7,1-8,4 мг / л. У рибоводно практиці можливі значні відхилення концентрації кисню щодо оптимуму. Вони відбуваються зазвичай в сторону зниження рівня кисню щодо оптимуму і рідко в сторону підвищення. У райдужної форелі зниження рівня кисню за межі 7 мг / л викликає відповідне зниження інтенсивності харчування, обміну і зростання. [23-25]



Таблиця 4.1 - Нормальне насичення прісної води киснем при нормальному атмосферному тиску в залежності від температури води, мг / л

Температура води, °С	Кількість розчиненого у воді кисню	Температура води, °С	Кількість розчиненого у воді кисню
1	14,24	13	10,62
2	13,85	14	10,39
3	13,49	15	10,18
4	13,14	16	9,97
5	12,81	17	9,76
6	12,48	18	9,56
7	12,18	19	9,37
8	11,89	20	9,19
9	11,62	21	9,02
10	11,35	22	8,85
11	11,10	23	8,68
12	10,86	24	8,52
		25	8,37

У коропа ця величина складає 5 мг / л. Між нормальним насиченням води киснем і рівнем, при якому настає зменшення обміну, знаходиться зона кисневої адаптації риб. За межами цієї зони відбувається різке падіння інтенсивності споживання кисню. [23-25]

На рибоводних підприємствах індустріального типу необхідно враховувати залежність росту риби від температури води і концентрації кисню. У міру підвищення температури води в межах оптимальної величини або трохи більше різниця між основним обміном (підтримання життєдіяльності риби) і загальним обміном (що включає приріст риби) також

зростає, що є позитивним фактором з економічної точки зору. Різниця в споживанні кисню при загальному і основному обміні є резервом для зростання. Цей резерв може бути використаний у повному обсязі в умовах оптимальної температури води при концентрації кисню в межах кисневої зони адаптації. [23-25]

Вільна вуглекислота. В умовах індустриального рибництва наявність вільної вуглекислоти ( $\text{CO}_2$ ) в воді має бути обмежена певними величинами. Надмірний рівень вуглекислоти зменшує здатність крові зв'язувати кисень і передавати його тканинам. Тому слід здійснювати контроль за кількістю вуглекислоти. При використанні води, що відповідає ОСТу для рибоводів, рівень вільної вуглекислоти при температурі  $20^\circ \text{C}$  становить  $0,6 \text{ мг / л}$ . Підвищення кількості вуглекислоти до  $5-6 \text{ мг / л}$  не робить негативного впливу на рибу. Але в певних умовах при високій концентрації риби в рибоводних місткостях вуглекислота як продукт обміну може досягати критичної величини. У градієнті різної концентрації  $\text{CO}_2$  риби воліють мінімальний рівень. Висока концентрація вільної вуглекислоти в воді викликає у риб задуха, порушення рівноваги і загибель. Для райдужної форелі такою концентрацією є  $30-35 \text{ мг / л}$ , для коропа -  $40-45 \text{ мг / л}$ . [23-25]

Активна реакція середовища -рН (водневий показник). Активна реакція водневих іонів є одним з найважливіших факторів обміну, що визначають щільність посадки риби. Величина рН включає концентрацію водневих іонів і може змінюватися в межах до 14: рН дорівнює 7 відповідає нейтральному середовищі, нижче 7 - кислому, вище - лужний. При низькій концентрації  $\text{CO}_2$  в воді спостерігається нейтральна або близька до ній реакція середовища. Підвищення або зниження рівня  $\text{CO}_2$  пов'язане зі змінами рН середовища в прямій залежності. Зменшення величини рН (підкислення середовища) або збільшення її (підвищення лужності середовища) щодо нейтральної більш певного рівня ускладнює використання рибою кисню. Значення рН в межах 6-8 при вирощуванні риб не викликає негативних явищ, хоча оптимальний рівень зазвичай обмежують величиною 6,5-7,5. У більш

кислому або лужному середовищі риба гірше використовує кисень. При рН нижче 5 або вище 8,5 летальна концентрація кисню підвищується в кілька разів і, нарешті, не забезпечує потреби в кисні. В межах цих величин вплив рН може не проявлятися на зростанні риби при високому насиченні води киснем. Реакція риби на рН середовища залежить від її віку і температури середовища. Наприклад, вільні ембріони і личинки лососів гостріше реагують на зниження рН, ніж мальки, пестряткі, смолти. Стійкість молоді до рН знаходиться в зворотній залежності від температури води. Однак в будь-яких умовах існування риб обмежується межами рН від 4,5 до 9,5. [23-25]

### **4.3 Щільність посадки риби в індустріальних умовах**

В умовах індустріального рибництва щільність посадки (концентрація риб на одиниці площі рибоводно ємності) є найважливішим економічним фактором. Чим вище концентрація вирощуваних риб, тим вище економічна віддача площі рибоводно ємності. Щільність посадки слід розуміти як концентрацію риби на одиниці площі рибоводно ємності або на одиниці об'єму води, а також як кількість води, що подається на одиницю посадженої риби. Обидва ці поняття взаємопов'язані. У міру збільшення концентрації риби зростає потреба в кисні і необхідність відведення продуктів обміну, тобто зростає потреба в посиленні подачі води і проточності. Ця умова і є основним чинником, що визначає щільність посадки риби. [26-28]

При створенні необхідної (по можливості, максимальної) щільності посадки риби в умовах індустріального рибництва слід створювати умови, при яких риба досить забезпечена киснем. При цьому слід враховувати, що споживання рибою кисню прямо пропорційно температурі води і обернено пропорційно масі риби. [26-28]

Однак в практиці індустріального рибництва слід орієнтуватися на коефіцієнти, встановлені для райдужної форелі, тоді забезпечення киснем,

наприклад, осетрових, коропових і інших культивованих риб буде мати певний запас надійності. Залежно від температури води споживання кисню, і, отже, необхідний обсяг води, що подається змінюються. Якщо при 20 ° С споживання рибою кисню прийняти за 1, то при 15, 10 і 5 ° С воно зменшується відповідно в 1,6, 2,7 і 5,2 рази. Використовуючи дані про величину споживання кисню рибою, при різній температурі води, представляється можливим зробити розрахунок подачі води в рибоводне ємність. Однак, слід враховувати, що кисень необхідний не тільки для дихання риби, але і для окислення органічних речовин, які з'являються при вирощуванні риб в основному за рахунок екскрементів і втрат корму. Крім того, присутність вуглекислоти ускладнює використання кисню через зниження величини рН. [26-28]

Органічні речовини піддаються процесу нітрифікації. На споживання кисню рибою впливає її маса, температура води, збалансованість корму, інтенсивність годування, щільність посадки, плавальна активність, час доби, статеві активність. Крім того, присутність вільної вуглекислоти ускладнює використання кисню через зниження величини рН. Слід враховувати, що кисень необхідний не тільки для дихання, але і для окислення органічних речовин, які надходять з водою і з'являються за рахунок нес'єденний кормів, екскрементів і інших продуктів обміну. Слід враховувати наявність кисню в воді і інтенсивність його споживання, щоб знати умови утримання риби. При цьому слід розрізняти такі поняття як "кількість розчиненого кисню у воді (мг / л)", тобто ту кількість, яка може бути використано рибою в процесі життєдіяльності і специфічне споживання кисню рибою (мг / кг • ч), тобто то споживання кисню, яка необхідна для росту і розвитку.

Воно змінюється в залежності від багатьох факторів, особливо від видової приналежності риби, маси риби, температури води і складу корму і інтенсивності годування. [26-28] Специфічне споживання кисню відомо для основних культивованих риб (табл. 4.2-4.3).

Таблиця 4.2 - Споживання кисню райдужною фореллю при годівлі  
гранульованим комбікормом, мг / кг

Маса риби, г	Температура води, °С									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,08	-	200	-	-	-	-	1500	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	224	243	264	285	310	334	366	396	429	466
1,0	216	235	254	274	299	320	353	376	414	442
5,0	200	217	236	256	276	302	326	352	382	416
10	135	155	166	182	200	220	241	304	360	390
15	130	150	160	178	192	214	233	290	348	376
20	129	146	154	170	198	208	227	288	341	366
25	124	142	150	166	184	204	221	280	334	360
30	122	140	148	164	182	200	218	274	325	350
35	121	138	146	162	176	194	214	273	320	343
40	120	137	144	157	174	189	212	272	315	339
45	119	135	141	155	173	187	210	270	314	335
50	118	134	139	153	171	186	207	268	310	332
60	116	132	138	151	169	183	204	264	307	328
70	114	130	136	149	166	181	200	260	303	325
80	113	128	135	148	164	179	198	256	298	320
90	112	127	134	147	162	177	197	250	294	316
100	111	126	133	146	161	176	194	244	290	312
200	105	119	126	138	152	168	182	230	274	294
300	102	114	123	133	146	160	176	220	264	285
400	99	112	118	130	142	155	171	214	260	278
500	98	110	115	127	140	152	168	208	254	272
600	96	108	114	126	138	150	166	205	250	267
700	96	106	113	124	136	148	164	204	248	264
800	94	105	112	123	134	147	162	200	244	262
900	93	104	111	122	133	146	160	194	240	257
1000	92	103	110	120	132	143	159	191	238	254

Таблиця 4.3 - Споживання кисню райдужною фореллю при годівлі  
гранульованим комбікормом, мг / кг

Маса риби, г	Температура води, °С							
	14	15	16	17	18	19	20	21
0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2	-	1200	-	-	-	-	-	-
0,5	506	547	594	642	698	755	811	890
1,0	480	528	570	620	674	734	790	860
5,0	450	488	526	575	622	680	738	794
10	420	446	476	510	540	587	626	672
15	404	430	458	488	524	562	602	650
20	394	419	447	478	515	550	590	632
25	386	410	440	470	500	538	573	616
30	374	398	427	459	494	532	566	608
35	368	396	422	452	489	527	561	600
40	362	390	416	446	480	520	555	595
45	359	386	412	442	478	516	550	590
50	355	384	409	437	475	511	546	580
60	352	379	404	434	467	504	538	577
70	344	372	400	432	462	495	528	568
80	342	370	395	428	452	486	524	556
90	340	365	390	414	448	484	517	552
100	336	360	384	410	442	476	514	549
200	316	338	364	390	422	456	490	522
300	304	326	350	376	404	438	470	500
400	297	320	345	368	394	430	460	492
500	292	311	336	360	387	417	447	484
600	286	304	327	352	382	409	438	472
700	282	302	324	349	378	403	432	469
800	279	300	321	344	372	401	425	466
900	275	298	318	340	370	396	422	460
1000	273	295	314	337	366	394	420	456

При вирощуванні райдужної форелі, як одного з основних об'єктів індустріального рибництва при температурі води 14-18 ° С прийнято, що 90% кисню використовується для дихання, а 10% - для окислення органічних речовин, що знаходяться в рибоводно ємності (залишки корму, екскременти, органічні суспензії в надходить воді і ін.). [26-28]

Величина O<sub>2</sub> 'на витокі не повинна опускатися нижче 7 мг / л для форелі, оскільки нижче цієї величини у форелі настає погіршення обміну. Для інших риб, наприклад, для коропа, мінімальна величина O<sub>2</sub> 'на витокі може становити 5 мг / л. Права частина рівняння показує специфічне споживання кисню всієї рибою при певній температурі води і певної індивідуальної масі риби в умовах годування сухим гранульованим кормом по кормовим таблицями. [26-28]

Розрахунки, проведені за рівнянням кисневого балансу в рибоводному басейні, можуть служити для встановлення конкретної щільності посадки і інтенсивності водообміну залежно від температури води, індивідуальної маси вирощуваної риби, якості комбікорму і якісних властивостей води. [26-28]

При вирощуванні риби на підприємствах індустріального типу слід створювати оптимальний режим температури і насичення води киснем. Це досягається використанням нагрітої технологічної води теплових електростанцій або застосуванням спеціальних установок для нагрівання. Рівень кисню в рибоводних місткостях повинен дорівнювати 100% -ному насиченню або близьким до нього. Природна вода після підігріву не містить таку кількість кисню, тому слід застосовувати методи аерації повітрям або чистим киснем, причому останнє переважно через більш високу ефективність. Збільшення інтенсивності водообміну з метою поліпшення газового складу має обмеження, що пояснюється загрозою фізичної розправи течії на риб і значним витратою енергії на утримання тіла в потоці. [26-28]

### 4.3.1 Потреба риби у воді та кисні

Серед методів визначення щільності посадки культивованих риб в умовах індустріального рибництва привертає увагу метод, заснований на тому, що концентрація риби або щільність посадки в одиниці рибоводної ємності визначається кількістю кисню, необхідного для окислення добової норми корму. Як відомо, спокійніша риба не харчується, споживає менше кисню, ніж активна, що харчується. Споживання кисню різко зростає у живиться риби за рахунок посилення обміну, окислення з'їденого корму і виділення продуктів обміну. [30-32]

Встановивши кількість корму, яке може бути використано при даній кількості кисню, визначається можлива кількість риби в рибоводно ємності і щільність посадки. При цьому використовують кормові таблиці, наприклад, таблиці ВНІПРХ, в яких показана добова норма годівлі форелі в залежності від маси тіла і температури води, тобто:

- можлива кількість корму на добу, кг / кількість кількість корму в% до маси риби, кг
- риби, кг

Наприклад, температура води, що подається в басейни рибоводно підприємства індустріального типу, дорівнює 10 ° С, маса риби 12 г, отже (по кормових таблиць), для сухих гранульованих кормів добова норма складе 2,6% до маси риби, тобто:

- Можливе  $2,94\text{кг} / \text{кількість } 0,026 = 113,1 \text{ кг (9423 шт.)}$
- риби, кг

Як видно, метод розрахунку щільності посадки риби заснований на потреби в кисні в залежності від кількості внесеного корму. Ця потреба в кисні визначена емпірично і фактично враховує залежність споживання кисню від температури води, розміру риби і якості корму. Метод враховує також і вплив продуктів обміну на здатність риби використовувати кисень в даних умовах годування. [30-32]



Таким чином, цей метод досить універсальний. Однак він вимагає докладних даних про величину добового раціону в залежності від температури води і маси риби. До теперішнього часу ця залежність вивчена досить ретельно, в основному для лососевих і коропових риб. Вона враховує зміну фізіологічної активності при різній температурі, отже, враховує зміни загального обміну. Якщо при температурі  $5^{\circ}\text{C}$  добовий раціон райдужної форелі масою 2-5 г становить 2,2%, то при температурі  $10^{\circ}\text{C}$  - 3,3%, а при  $15^{\circ}\text{C}$  - 4,9% від маси риби. Добовий раціон має зворотний зв'язок з масою тіла риби. Якщо добова норма для молоді лососів масою 2 г при температурі  $10^{\circ}\text{C}$  дорівнює 4,2%, то для молоді масою 12-25 г - вдвічі менше. У зв'язку з різноманітністю умов на рибоводних підприємствах, щільність посадки риби і кількість води на одиницю вирощуваної риби розраховують не тільки на підставі потреби риби в кисні. [30-32] В надходить в рибоводне ємність воді кількість кисню повинно перевищувати потреба риби. Якщо при температурі води  $14-18^{\circ}\text{C}$  і близькому до нормального насиченні (95%) вміст кисню становить 8,93-9,75 мг / л (в середньому 9,34 мг / л), а на витoku - 7 мг / л, то може бути використано рибою 2,34 мг кисню з кожного літра притекаючої в басейни води. З огляду на наявні дані про витрату води на 1 кг риби, кількість що надходить з водою кисню коливається від 1193мг / кг-ч (при вирощуванні вільних ембріонів) до 176мг / кг-ч в період товарного вирощування (табл. 4.4).

Разом з тим потреба риби в кисні, обчислена за формулами Г.Г. Винберга і Л.П. Рижкова менше на 15-52%. Очевидно, цей надлишок кисню компенсує підвищення потреби його живиться активної рибою, а також покриває витрати на окислення продуктів обміну. Не враховується також кисень, що надходить з повітря при активному перемішуванні рибою води в басейні.

Таблиця 4.4 - Кількість кисню, що надходить в басейни при емпірично певної інтенсивності подачі води, і потреба молоді лососів в кисні при температурі 14-18 ° С, насиченні 95% нормального і мінімальне рівні 7 мг / л

Показники	Маса риби, г					
	0,14	0,25	1	4	20	160
Подача води, л / хв, на 1 кг риби	8,5	6,5	4	3	2,25	1,25
Поступлення кисню, мг / кг • ч	1193	917	652	421	318	176
Потреба в кислороді, мг / кг • ч	624	562	415	306	219	132
райдужна форель (Q = 0,601 W <sup>0,78</sup> )						
лосось * (Q = 0,712 W <sup>0,76</sup> )	787	681	491	352	242	141
Відмінності,%	52	35	15	19	31	24

\* При температурі 14-18 ° С використаний перекладної коефіцієнт 1,45.

Ці розрахунки показали, що в практиці рибництва потреба риби в кисні значно вище величин, визначених експериментальним шляхом на прикладі спокійною, що не живиться риби. [30-32]

Оптимальна щільність посадки і витрата води на одиницю маси молоді лососевих риб отримані на підставі вирощування при температурі води від 14 ° С до 18 ° С, тобто в умовах оптимуму. Це дає підставу з упевненістю використовувати ці дані при вирощуванні риби в умовах більш низької температури води, оскільки зі зниженням її зменшується інтенсивність

обміну. Відповідно до цього зменшується і потреба риби в кисні. Отже, при більш низькій температурі витрата води виявиться надмірною. Оскільки витрата води на одиницю продукції є економічним фактором, представляється доцільним зменшувати його величину відповідно до зменшення температури води. Це можна зробити, використовуючи температурні коефіцієнти для приведення значень обміну на будь-яку температуру. Розрахунки показали, що при зниженні температури від 14-18 ° С до 3-5 ° С потреба в воді знижується в 4-5 разів. Якщо при температурі 20 ° С розрахунковий коефіцієнт дорівнює 1, то при 14- 18 ° С-1,45, тобто потреба в воді знижується в 1,45 рази. Спочатку необхідно визначити витрату води при температурі 20 ° С, потім, використовуючи температурні коефіцієнти, можна визначити витрату води при інших температурах. [30-32]

Одночасно зі зниженням температури води, як відомо, підвищується розчинність в ній кисню. Якщо при 20 ° С нормальне насичення води киснем становить 9,02 мг / л, то при 1 ° С - 14,25 мг / л. Отже, при зниженні температури підвищується забезпеченість риб киснем і відповідно знижується потреба риби у воді. Щоб врахувати це зниження, введений кисневий коефіцієнт. Він показує відношення концентрації кисню при цікавить нас температурі води до концентрації кисню при температурі 14-18 ° С. При цій температурі кількість розчиненого у воді кисню за середньозваженим значенням одно 9,82 мг / л (9,40-10,26 мг / л). [30-32]

Приймаючи цю величину за одиницю, при температурі води вище 14-18 ° С кисневий коефіцієнт буде менше одиниці, при температурі води нижче 14-18 ° С більше одиниці. Розділивши величини витрати води на кисневий коефіцієнт, ми врахуємо зниження потреби у воді риб, відповідне підвищення розчинності кисню. [30-32] Таким чином, якщо при температурі 14-18 ° С, наприклад, для вільних ембріонів потреба у воді становить 8,1 л / хв., То при температурі 20 ° С вона підвищується до 12,6 л / хв., А при температурі 3 -5 ° С - знижується до 1,3-1,7 л / хв. на 1 кг риби. Однак слід врахувати, що емпіричні дані про витрату води при температурі 14-18 ° С



Продовження табл. 4.5

Показники	Температура води, °С								
	13	14	15	16	17	18	19	20	14-18
Температурний коефіцієнт	1,94	1,74	1,57	1,43	1,31	1,20	1,09	1,00	1,45
кисневі коефіцієнт	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	1,00
кисневі коефіцієнт	5,6	6,5	7,2	8,2	9,1	10,1	11,5	12,6	8,1
Стадія розвитку та маса риби, г:	4,3	4,9	5,6	6,3	6,9	7,7	8,7	9,6	6,2
Вільні ембріони	2,7	3,0	3,4	3,8	4,3	4,7	5,3	6,0	3,8
0,14 (0,08-0,20)	2,0	2,3	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,5	2,8
лічінки 0,25 (0,15-0,35)	1,5	1,7	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	3,4	2,1
мальки до 1 г	0,8	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,9	1,2
мальки до 4 г									
молодь посадкова, покатной, смолта									
маса до 20 г									
товарна риба масою до 250 г									

Отже, якщо в конкретному рибоводному підприємстві індустріального типу в рибоводні басейни надходить вода з концентрацією кисню менше 100% насичення, табличні дані збільшуються в такий спосіб:

$$V = 100 n / M,$$

де:  $V$  - шуканий витрата води, л / хв, на 1 кг риби;  $n$ - витрата води при 100% -ному насиченні води киснем;  $M$ -насичення води киснем в конкретному басейні (у всьому підприємстві),% від нормального.

Потреба у воді при різній температурі, представлена графічно, виглядає у вигляді параболічних кривих, які при зниженні температури води мають тенденцію до вирівнювання. [30-32]

У практичних цілях представляє також інтерес не витрата води на 1 кг маси вирощуваної риби, але, навпаки, можлива посадка риби (в кг) на 1 л / хв, води, що подається. Як видно, це взаємодоповнюючі величини. Для вільних ембріонів, наприклад, при температурі 14-18 ° С потрібно витрата води 8,2 л / хв, на 1 кг, в той час як в розрахунку на 1 л / хв, води, що подається можна посадити лише 0,12 кг вільних ембріонів . В процесі вирощування молоді ці величини зближуються.

Таким чином, для визначення щільності посадки риби і інтенсивності водообміну в басейнах рибоводно підприємства індустріального типу слід використовувати емпіричні методи. Визначення оптимальної щільності посадки риб різних вікових груп дозволяє обчислити необхідний водообмін. [30-32]

## 5 РОЗВЕДЕННЯ РИБИ В УЗВ

Установка із замкнутим циклом водопостачання (УЗВ) включає рибоводні ємності, пристрої для очищення та аерації води, кормороздавачі, установку для підігріву і охолодження води, прилади для контролю і управління водним середовищем. [33-34] Якщо джерело води не відповідає рибницьким вимогам (наприклад, водопровідна хлорована вода, артезіанська вода, що містить залізисті і сірчані сполуки), то вводиться блок водопідготовки (рис. 5.1).

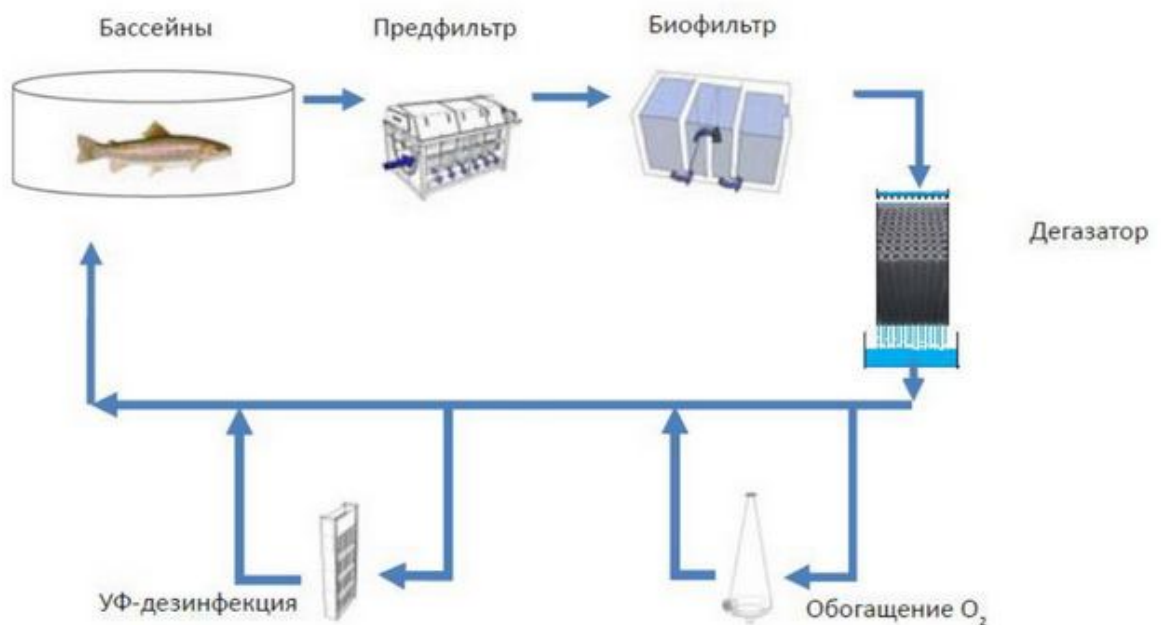


Рисунок 5.1 - Зображення принципу УЗВ. Основна система очищення води складається з механічної фільтрації, біологічної очистки та аерації / дегазації. Залежно від потреб можна також додати інші установки, наприклад, для збагачення киснем або УФ-дезінфекції.

Найбільш цікавим, однак, є те, що обмежене використання води також дає великі переваги з точки зору продукції рибного господарства. [33-34]

Традиційне рибництво повністю залежить від зовнішніх умов, таких як температура води в річці, чистота води, рівня кисню, рослин і листя, що пливуть вниз по воді і забивають решітки водозаборів, і т.д..

В УЗВ ці зовнішні чинники виключаються або повністю, або частково в залежності від ступеня рециркуляції і конструкції установки. [33-34]

Рециркуляція дозволяє рибоводам повністю контролювати всі виробничі параметри та навички рибовода в управлінні УЗВ стають не менш важливими, ніж його здатність до догляду за рибою.

Контроль таких параметрів, як температура води, рівня кисню або навіть денне світло, забезпечують стабільні і оптимальні умови для риб, що в свою чергу призводить до меншого стресу і кращому росту. [33-34] Результатом подібних стабільних умов стає постійний і передбачуваний ріст, що дозволяє рибоводу точно прогнозувати, коли риба досягне певного етапу розвитку або розміру (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 – Деякі параметри, що впливають на ріст і здоров'я риб



Найважливішою перевагою цього є можливість складання точного виробничого плану і прогнозування точного часу, коли риба буде готова до реалізації. [33-34] Це сприятливо впливає на загальне управління господарством і покращує здатність рибоводів до конкурентоспроможної реалізації риби.

Використання рециркуляційних технологій в рибництві має ще багато інших переваг, які будуть розглянуті в наступних розділах. Однак одним з найважливіших з таких переваг, про який слід згадати вже зараз, є аспект захворювань. В УЗВ вплив патогенів значно знижено, оскільки потрапляння в установку інвазійних захворювань з навколишнього середовища зведено до мінімуму внаслідок обмеженого використання води. [33-34]

У звичайних умовах вода для рибництва береться з річки, озера чи моря, що, природно, підвищує ризик внесення захворювань. В УЗВ, завдяки обмеженому споживанню води, вода зазвичай береться з свердловини, дренажної системи або ключа, де ризик захворювань мінімальний. Фактично, у багатьох УЗВ зовсім немає проблем із захворюваннями, тому використання лікарських засобів значно знижено, що благотворно впливає як на виробництво, так і на навколишнє середовище. [33-34]

В якості рибоводних ємностей використовують невеликі круглі або квадратні басейни, басейни-силоси з гладким внутрішнім покриттям. Їх виробляють зазвичай з органічного скла, пластмаси або листового металу. Басейни розташовують під дахом для зручності експлуатації. Кожна ємність має самостійний підвід води, при необхідності також кисню і повітря, а дренажна система може бути спільною. Круглі і квадратні басейни мають перевагу перед витягнутими прямокутними, так як в них відсутні слабоомиваемі водою зони, які утворюються в кутах, де скупчуються продукти метаболізму і нез'їдений корм, що викликають погіршення середовища і, як наслідок, зниження темпу росту риби. В круглих і квадратних басейнах, а також басейнах-силосах тверді речовини збираються

в центрі або спеціальному конусоподібні приймачі, звідки легко видаляються за допомогою дренажної труби. [35-36]

В круглих і квадратних басейнах підтримується кругова течія певної швидкості, що забезпечує рівномірний розподіл кисню і самоочищення. Круговий рух води сприяє правильної орієнтації та активного плавання культивованих об'єктів. Витрата води регулюють спеціальними кранами.

У більшості замкнутих систем виходить з басейнів вода потрапляє в первинний відстійник. Вода повинна надходити і виходити з відстійника поблизу поверхні, щоб осідають домішки не надходили в воду. Вода надходить поблизу поверхні, а випливає з периферії, забезпечуючи максимальний час перебування води у відстійнику. Місткість відстійника повинна бути достатньою для того, щоб зменшити швидкість потоку. У дні відстійника розташовується отвір для видалення суспензії. Видаляти з води, що поступає зважені речовини можна також за допомогою механічної фільтрації. Особливо широкого поширення набули піщані і гравійні фільтри. Хороші результати дають і діатомові фільтри, але вони швидко засмічуються через малого розміру пор діатомового наповнювача. [35-36]

Правильно відрегульований механічний фільтр може ефективно затримувати зважені речовини, але не в змозі видаляти розчинені продукти обміну. Видалення таких речовин - головне завдання блоку очищення.

Принцип дії блоку очищення, його конструктивні особливості, залежать від покладеного в його основу методу очищення. Більшість застосовуваних методів діляться на 4 групи: фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні. Найбільш ефективним є біологічний метод з використанням біологічних фільтрів і аеротенк. У них очищення води здійснюється за допомогою прикріплених до наповнювача мікроорганізмів у вигляді біоплівки і зваженого активного мулу. Основним недоліком є їх великі габарити. Для нормальної роботи установки їх обсяг повинен перевищувати обсяг рибоводних ємностей в 7-10 разів. Серед біофільтрів набули поширення такі типи: краплинні, занурені, вертикальні і з обертовими дисками. У

крапельних біофільтрах вода надходить зверху і під дією сили тяжіння проходить через біофільтр зі швидкістю, що не дозволяє покривати наповнювач, але все внутрішні частини фільтра залишаються постійно змоченими. Великі краплинні фільтри обладнані обертовими пристроями, які рівномірно розподіляють воду над наповнювачем (гравій, черепашник). Краплинні біофільтри можуть розміщуватися в кілька ярусів (поличковий біофільтр). [35-36]

Занурені біофільтри по конструкції схожі з фільтрами грубої очистки, але в них є середовище, на якій розвиваються бактерії. Вода входить з одного кінця фільтра, проходить через наповнювач і виходить з протилежного кінця.

У вертикальних фільтрах вода надходить у нижню частину, проходить вгору через наповнювач і виходить з верхньої частини. В цей фільтр може бути вбудований фільтр грубого очищення, який розташовується нижче рівня надходження води. [35-36]

У всіх біофільтрах (рис. 5.3) відбувається накопичення накопичення зваженого речовини в міру того, як маса бактерій відділяється від стінок і наповнювача. У зв'язку з цим в днище фільтра влаштовують зливний клапан, через який у міру необхідності видаляється накопичився осад. У фільтрі з обертовими дисками наповнювач переміщається через воду, в той час як в занурених, крапельних і вертикальних фільтрах він нерухомий. [35-36]

Фільтр складається з великого числа обертових пластин, насаджених на загальну вісь. На цих пластинах розвиваються бактерії. Поперемінне надходження в ємності води забрудненої продуктами обміну і повітря забезпечує постійне постачання бактерій поживними речовинами і киснем. З таких установок найбільш відомі "Штелерматік" і "Біорек". Розроблено блоки біологічної очистки води продуктивністю 10, 20, 80 м<sup>3</sup> / год оборотної води. [35-36]

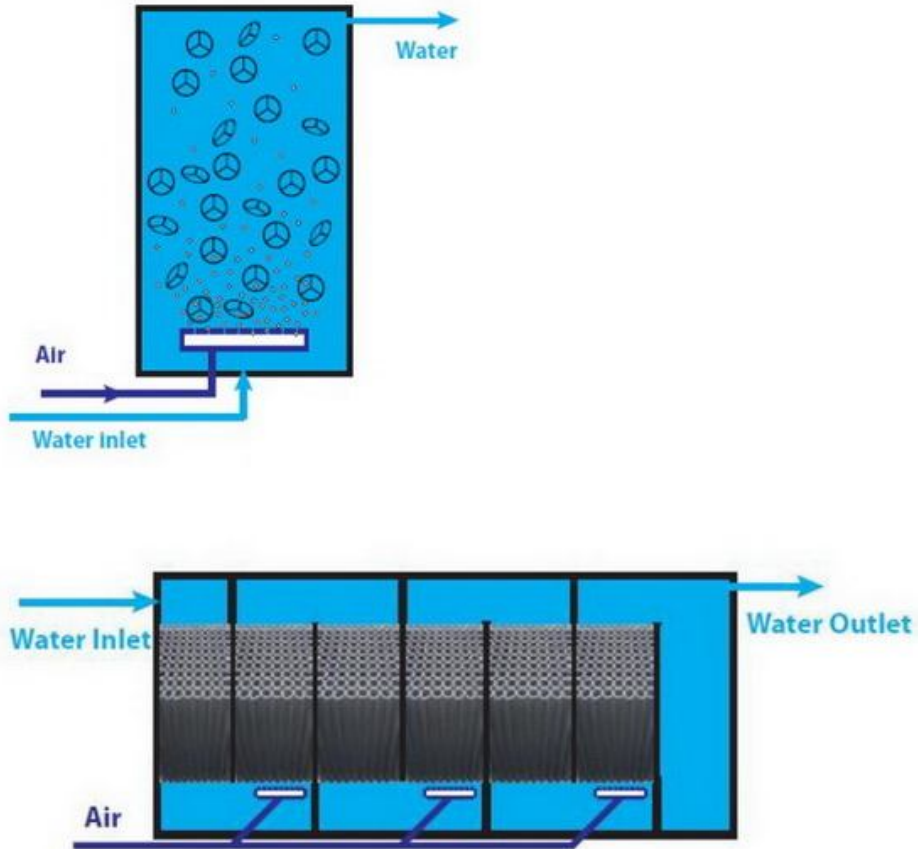


Рисунок 5.3 – Біофільтри з плаваючою і нерухомою завантаженням.

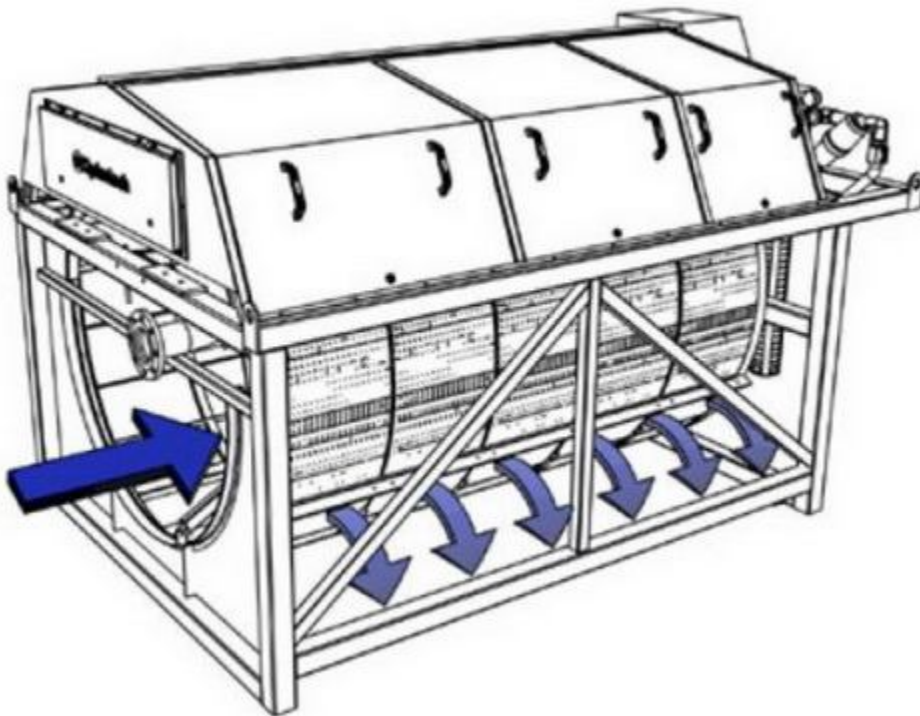


Рисунок 5.4 – Барабанний фільтр.

В якості наповнювача в них використовується перфорована фольгу. Верхня частина біофільтра зрошувана, а нижня - занурювана. Фільтр має зони нітрифікації і денітрифікації. На базі цих фільтрів розроблені установки із замкнутим циклом водовикористання для вирощування риби. Завданням блоку регенерації води є насичення її киснем, підтримка заданої температури і регулювання рН. Для насичення води киснем застосовуються аератори і оксигенатори. У першому випадку використовується кисень повітря, у другому - чистий кисень. [36-37]

Оксигенатор є вертикальний бак, в який під тиском 1,5-2,5 кг / см<sup>2</sup> подається кисень, зверху надходить вода, у вигляді бризок, слабких струменів, або якщо оксигенатор з наповнювачем, омиває його, збирається в нижній частині і подається на вихід. Ще один варіант оксигенатора складається з циліндра діаметром 1,6 м, висотою 8 м. Надходить в нього вода, через розподільники падає на решітку дерев'яну площадку, яка дробить воду на дрібні струменя. Кисень в оксигенатор подається знизу і розпорошується через дрібнопористі керамічні блоки. Такий оксигенатор має хорошу ефективність використання кисню - до 96%. При одноразовій іхтіомаси в установці 10 т витрачається 3 м<sup>3</sup> / год кисню. Насичена киснем вода з оксигенатора надходить в рибоводні басейни з розрахунку 60-110 м<sup>3</sup> / год води на 1кг іхтіомаси. На очистку спрямовується не вся відведена з басейнів вода, а тільки 20-50%, решта, минаючи очисні споруди, надходить в приймальний бак перед насосами. [36-37]

Температура води в установці становить 22-25 ° С. Вміст кисню у воді на вході в басейни 25-30 мг / л, на виході - не менше 6 мг / л. Питома витрата кисню становить 0,04-0,08 мгО<sub>2</sub> / с на 1 кг іхтіомаси. Для підтримки потрібної температури води використовують бойлери або електронагрівальні прилади. [36-37]

Якість води в УЗВ необхідно контролювати шляхом відбору проб з виходить після фільтра води щодня. При погіршенні очищення води в біофільтрі необхідно змінити кількість води, що проходить через нього,

збільшити подачу повітря або кисню, додати наповнювач або зменшити щільність посадки риби. В оборотній воді можуть акумулюватися такі токсичні для риб речовини як амоній ( $\text{NH}_4$ ), нітрити ( $\text{NO}_2$ ), нітрати ( $\text{NO}_3$ ). Найбільшу небезпеку для риб являє вільний аміак ( $\text{NH}_3$ ) (табл. 5.1). Для усунення токсичних речовин в установки вводять вузол денітрифікації. [36-37]

Таблиця 5.1 - Кількість вільного аміаку утворюється у воді в залежності від рН і температури води, %.

рН	Температура води, °С					
	5	10	15	20	23	25
6,0	0,0125	0,0186	0,0274	0,0397	0,05	0,06
6,5	0,0395	0,0586	0,865	0,125	-	-
7,0	0,394	0,586	0,859	1,24	0,49	0,57
8,0	1,23	1,83	2,67	3,82	4,70	5,38
8,5	3,08	5,60	8,00	11,10	13,50	15,30

У деяких УЗВ використовують вторинний відстійник або освітлювач. По конструкції він не відрізняється від первинного і служить для збору твердих завислих речовин, що пройшли через біофільтр. При наявності пристроїв по очищенню води від зважених речовин перед біофільтром і після нього кількість зважених часток в рибоводних басейнах не перевищує 25 мг / л, що не викликає погіршення фізіологічного стану у риб. [36-37]

Можна видалити нітрати, фосфати і зважені частинки, включивши в систему водні рослини. Блок з ними розташовують за біофільтром або остаточним освітлювачем, або поміщають їх в освітлювач. Для цього можна використовувати водний гіацинт (*Eichornia crassipes*) або водяний китайський

каштан (*Eleocharis dulcis*). Кожне з цих рослин ефективно витягує з води різні речовини.

За якістю вода повинна відповідати вимогам Оста для води, використовуваної в ставкових форелевих і корошових господарствах. За азотистих сполук і кількості зважених часток при рН 6,5-7,5 до неї ставляться такі вимоги (табл. 5.2). [36-37]

Таблиця 5.2 - Кількість азотистих з'єднань і зважених речовин, допустимий в УЗВ, мг / л

Показник	Короп	Форель
1. Інкубація ікри і видержання ембріонів і личинок NH <sub>4</sub> -NH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Взвешенні речовини	2,0 0,12 5-10 5-10	0,5 0,12 5 до 10
2. Вирощування молоді NH <sub>4</sub> -NH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Взвешенні речовини	4 0,2 до 60 до 30	2 0,12 до 55 до 20
3. Вирощування товарної риби NH <sub>4</sub> -NH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Взвешенні речовини	6,0 0,3 100 до 60	2,5 0,2 до 60 до 25

Замкнені установки для вирощування посадкового матеріалу або товарної продукції можуть працювати по цілорічній або поліциклічних

технології. Під цілорічної технологією розуміють цілорічне використання замкнутої установки з метою почергового виробництва посадкового матеріалу різних видів риб. Наприклад, замкнуті установки можна використовувати для чергового підрощування райдужної форелі, коропа, рослиноїдних риб і ін. При зарибленні установки різнорозмірними посадковим матеріалом можна протягом року здійснювати багаторазовий з'їм продукції. При цьому регулюють щільність посадки, яка забезпечувала б рівномірну органічну навантаження біофільтра. [36-37]

При поліциклічних технології вирощування здійснюється в кілька циклів, що завершуються кінцевої рибною продукцією. Наприклад, при 2-3 кругообіг в господарстві товарної риби відбувається 2-3 кратне зариблення рибоводних ємностей посадковим матеріалом, при цьому цикл від зариблення до виходу товарної риби триває від 4 до 6 міс. Поліциклічності при виробництві посадкового матеріалу забезпечується регулярним отриманням потомства від виробників коропа, причому від одних і тих же самок можна отримувати ікру до 4-х разів за сезон. Тривалість одного циклу складає 60 діб. Кількість одержуваної ікри від 60 до 100 тис. Шт. [36-37]

При виробництві посадкового матеріалу коропа доцільно організувати господарства індустріального типу, які включають ділянку вирощування і утримання виробників, ділянку інкубації і підрощування молоді. При виробництві форелі цикл вирощування доцільно починати з ікри, що завозиться з інших господарств. [36-37]



## 6 ОЧИСТКА ВОДИ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РИБНИЦТВІ

При вирощуванні риби відбувається забруднення води. Джерелом забруднення є як самі риби, так і надходять ззовні різні речовини.[42-43]

Основним джерелом забруднення безумовно є сама риба, яка в процесі життєдіяльності виділяє в воду різного роду відходи. такими відходами в основному є фекалії, слиз, луска. Так само забруднюють воду нез'їденим корм і різні речовини випадково потрапили ззовні в воду рибоводної установки.[41]

Всі забруднюючі речовини з часом розкладаються, виділяючи при цьому в воду азотні та інші сполуки, які порушують нормальні процеси життєдіяльності і зростання риби. Тверді речовини, які не розклалися до кінця осідають на дні басейнів, трубопроводів, в різних вузлах рибоводних установок, тим самим перешкоджаючи нормальному потоку і циркуляції води в системі.

Тому виникає необхідність своєчасно видаляти з води всі забруднюючі її зважені у воді речовини (надалі ВВ - зважені речовини).

Очищення води є невід'ємною і основною частиною водопідготовки в рибоводних установках, тому при проектуванні УЗВ їй приділяється особлива увага.[42-43]

Очищення води в рибоводних установках може проводитися різними способами.

За час рибоводної практики напрацьовано безліч різних способів вилучення і відділення з води забруднюючих її речовин.

Умовно всі способи можна розділити на декілька різновидів за принципом очищення.

З них можна виділити основні:

- ✓ Відстоювання (седиментація)
- ✓ фільтрування

### ✓ Гідроциклони

Кожен з цих способів має як переваги один перед одним, так і недоліки і підбирається індивідуально для кожної рибоводно установки.

Наприклад відстоювання, це один з найпростіших способів очищення.

Цей спосіб має переваги перед іншими в простоті виготовлення, але його недоліком є порівняно великі обсяги відстійників щодо рибоводних басейнів і відповідно порівняно чимала займана ним площа.

Фільтрування більш компактно по порівнянню з відстоюванням, але кілька складніша в обслуговуванні, яке полягає у своєчасній очищенню фільтруючих матеріалів, таких як металеві або пластикові сітки, поролонові фільтри, гравійні фільтри і т.д.[42-43]

Гідроциклони мають порівняно невеликі розміри - що то усереднене між відстійниками і фільтрують очисними вузлами. Правда в розрахунку та налаштування гідроциклонов присутні деякі складності, які обмежують їх застосування в водоочистці рибоводних установок.

У своєму різноманітті всі види фільтрації мають безліч різних варіантів, які можуть переплітатися і комбінуватися один з одним, при цьому плавно переходячи від одного виду фільтрації до іншого.

Найпростіші відстійники можуть бути ускладнені, при цьому отримати більш ефективними. [42-43]

## ВИСНОВКИ

В результаті написання магістерської роботи встановлено:

1. До показників, які характеризують якість води відносяться такі як: прозорість; кольори; температура; розчинені гази - кисень, аміак, двоокис вуглецю, сірководень; водневий показник рН; біогенні елементи (фосфор, азот); сольовий склад; органічні речовини.

2. Якості води в індустріальному рибористві повинна відповідати наступним основним вимогам: відповідність біологічними особливостями вирощуваної риби; забезпечення товарної якості вирощуваної риби; запобігання накопичення в рибі отруйних речовин; відсутність речовин, які псують смак або запах риби. При визначенні джерела водопостачання індустріального рибоводного господарства необхідно пред'являти суворі вимоги до якісних властивостей води. Будь-яка речовина, розчинена у воді, може потрапити в організм риби, а деякі речовини проходять через зябра в кров і тканини.

3. Якості води при садковому і басейновому товарному рибористві повинна відповідати таким основним вимогам:

- ✓ відповідати нормам, в основі яких лежать збереження виду, плодовитість і якість потомства риби;
- ✓ відповідати біологічними особливостями вирощуваних видів риби;
- ✓ забезпечувати необхідний рівень розвитку природної кормової бази риби;
- ✓ не повинна бути джерелом захворювань розводяться риби;
- ✓ забезпечувати вирощуваній рибі товарні якості, запобігаючи накопиченню небезпечної токсикантів або збудників захворювань, або речовин, що псують смак або надають рибі неприємний запах.

4. При розведенні риби в УЗВ якість води відіграє важливу роль. Якщо джерело води не відповідає риборицьким вимогам (наприклад, водопровідна хлорована вода, артезіанська вода, що містить залізисті і сірчані сполуки), то

вводиться блок водопідготовки. Традиційне рибництво повністю залежить від зовнішніх умов, таких як температура води в річці, чистота води, рівня кисню, рослин і листя, що пливають вниз по воді і забивають решітки водозаборів, і т.д.. В УЗВ ці зовнішні чинники виключаються або повністю, або частково в залежності від ступеня рециркуляції і конструкції установки. Рециркуляція дозволяє рибоводам повністю контролювати всі виробничі параметри та навички рибовода в управлінні УЗВ стають не менш важливими, ніж його здатність до догляду за рибою. Контроль таких параметрів, як температура води, рівня кисню або навіть денне світло, забезпечують стабільні і оптимальні умови для риб, що в свою чергу призводить до меншого стресу і кращому росту. Результатом подібних стабільних умов стає постійний і передбачуваний ріст, що дозволяє рибоводу точно прогнозувати, коли риба досягне певного етапу розвитку або розміру

5. При збільшенні щільності посадки культивованих риб в умовах індустріального рибництва споживання кисню різко зростає за рахунок посилення обміну, окислення з'їденого корму і виділення продуктів обміну.

Встановивши кількість корму, яке може бути використано при даній кількості кисню, визначається можлива кількість риби в рибоводній ємності і щільність посадки. При цьому використовують кормові таблиці, в яких показана добова норма годівлі форелі в залежності від маси тіла і температури води, тобто: можлива кількість корму на добу, кг / кількість кількість корму в% до маси риби, кг та риби, кг

6. При вирощуванні риби відбувається забруднення води. Джерелом забруднення є як самі риби, так і надходять ззовні різні речовини. Всі забруднюючі речовини з часом розкладаються, виділяючи при цьому в воду азотні та інші сполуки, які порушують нормальні процеси життєдіяльності і зростання риби. Тому виникає необхідність своєчасно видаляти з води всі забруднюючі її зважені у воді речовини. Умовно всі способи можна розділити на декілька різновидів за принципом очищення. З них можна виділити основні: відстоювання (седиментація), фільтрування, гідроциклони.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Основы индустриального рыбоводства Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net>
2. Шекк П.В. Індустріальне рибництво: підручник /Одеса: 2017. 227 с.
3. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://gidrologia.ru/publikatsii/pokazateli-kachestva-vody-prudovyh-hozyaystv-i-trebovaniya-predyavlyaemye-k-nim.html>
4. Бородин А.Л., Горбунов А.В., Никифоров-Никишин А.Л. Изменения микроэлементного состава хрусталика рыб в процессе развития катаракты // Вопросы рыболовства. 2007. Т. 8. № 1-29. С. 138-141.
5. Бородин А.Л., Горбунов А.В., Никифоров-Никишин А.Л. Изменение элементного состава хрусталика рыб под влиянием тяжелых металлов // Рыбное хозяйство. 2007. № 2. С. 92-93.
6. Гаврилин К.В. Результаты мониторинга антибиотикорезистентности основных групп ихтиопатогенных бактерий за 2014 год. Российский ветеринарный журнал (серия сельскохозяйственные животные). №4, 2014. С. 14-15.
7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.rybovod.com/industrialnoe-rybovodstvo.php>
8. Поляков Г.Д., Титаренко А.Г., Круглов С.Н., Гаврилин К.В. Опыт борьбы с болезнями рыб. Ветеринария, 2006. №3. С. 16-18.
9. Neuschmann-Brunner G. Die Aeromonaden der «Hydrophila-Punctata» gruppe bei Süßwasserfischen. //Arch. Hydrobiol., 1978. – 83, N 1. – S. 99-125.
10. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство. Москва, 2013. [Электронный ресурс] URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/5090/#2>

11. Гарлов П.Е. Искусственное воспроизводство рыб. Управление размножением: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) 111100 - "Зоотехния" (Квалификация (степень) "бакалавр") / П. Е. Гарлов, Ю. К. Кузнецов, К. Е. Федоров. - Санкт-Петербург, 2014. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/60227/#1>
12. Кондратьев К.Я., Поздняков Д.А. Качество природных вод и определяющие его компоненты. – Л.: Наука, 1984. – 54 с.
13. Знаменский В.А. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 248 с.
14. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.rybovod.com/pokazateli-kachestva-vody.php>
15. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 352 с.
16. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши./ Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 540 с.
17. Бесценная М.А. Практикум по оценке загрязненности водных объектов. – Л.: Политехнический институт. им. М.И. Калинина, 1988. – 53 с.
18. Основы индустриального рыбоводства Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611222/page:15/>
19. Охрана природы, гидросфера, вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы. ОСТ 155 372-87
20. Спот С. Содержание рыб в замкнутых системах. М.: Легк. и пищевая пром.–1983.– 192 с.
21. Кнеш Р. Замкнутые рециркуляционные системы для выращивания рыб. Рыбное х-во. М.– 1986.– №3.– С. 43-48 с.
22. Основы индустриального рыбоводства Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611222/page:15/>
23. Инду индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. Сб. Трудов ВНПО по рыбоводству. М.– 1985.– 189 с.

24. Ожиганов В.С., Шербань Г.Н., Швец Э.М., Трунилов А.А, Демченко Е.Р., Опыт эксплуатации рыбоводных хозяйств индустриального типа. Обзорн. Инф-я. ЦНИИТЭИРХ.– М.– 1986.– в-3.– 62 с.
25. Основы индустриального рыбоводства Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611222/page:15/>
26. Fundamentals of Aquaculture, A Step-by-Step Guide to Commercial Aquaculture by James W. Avault Jr., AVA Publishing Company Inc., Baton Rouge, Louisiana 70884-4060 USA 1996
27. Recirculation Aquaculture by M.B. Timmons & J.M. Ebeling, NRAC Publication No. 01-007, Cayuga Aqua Ventures, USA, 2002
28. Основы индустриального рыбоводства Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611222/page:15/>
29. Recirculating Aquaculture Systems by R.A.M. Remmerswaal, INFOFISH Technical Handbook 8, 1997
30. Aquaculture, Volume 1 & 2, Edited by Gilbert Barnabé, Ellis Horwood Limited, Chichester, West Sussex, PO19 1EB, England, 1990
31. Aquacultural Engineering by Fredrick W. Wheaton, Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 32950 USA, 1993
32. Основы индустриального рыбоводства Электронный ресурс. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611222/page:15/>
33. Biology of Microorganisms by Thomas D. Brock, David W. Smith and Michael T. Madigan, Prentice-Hall International, USA, 1984
34. БИОТЕХНОЛОГИЯ РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Электронный ресурс. Режим доступа: [http://fish-agro.ru/what\\_about/98-biotehnologiya-ryborazvedeniya-v-ustanovkakh-zamknutogo-vodosnabzheniya.html](http://fish-agro.ru/what_about/98-biotehnologiya-ryborazvedeniya-v-ustanovkakh-zamknutogo-vodosnabzheniya.html)
35. Aquaculture for Veterinarians: Fish Husbandry and Medicine, Edited by Lydia Brown, Pergamon Press Ltd., Oxford, UK, 1993.
36. БИОТЕХНОЛОГИЯ РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Электронный ресурс. Режим

доступу: [http://fish-agro.ru/what\\_about/98-biotehnologiya-ryborazvedeniya-v-ustanovkakh-zamknutogo-vodosnabzheniya.html](http://fish-agro.ru/what_about/98-biotehnologiya-ryborazvedeniya-v-ustanovkakh-zamknutogo-vodosnabzheniya.html)

37. Manual on Effluent Treatment in Aquaculture: Science and Practise. Outcome of the EU supported Aquatreat project, 2007: [www.aquaetreat.org](http://www.aquaetreat.org)  
The State of World Fisheries and Aquaculture 2006, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Viale delle Terme de Caracalla, 00153 Rome, Italy, 2007
38. Larsson, B., 1994. Three overviews on environment and aquaculture in the tropics and sub-tropics. ALCOM Field Doc., (27):46 p.
39. Власов В.А. Рыбоводство: учебник. / Власов В.А. М.: Изд-во «Лань», 2012. 352 с.
40. Козлов В.И., Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. М. :МГУТУ, 2004. 433 с.
41. Привезенцев Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: Мир, 2004. 456 с.
42. Шекк П.В. Індустріальне рибництво: підручник /Одеса: 2017. 227 с.
43. Электронный ресурс. Режим доступа:<http://www.rybovod.com/ochistka-vody.php>