

**БЮДЖЕТНА УСТАНОВА
«МЕТОДИЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР З АКВАКУЛЬТУРИ»**



**ФОРМУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЇ НА РИБУ ТА ІНШІ ВОДНІ БІОРЕСУРСИ
В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ
У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ**



УДК 338.432:502/504:639.3/.6(1-22)

Рекомендовано до друку науковою радою економічного факультету
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол № 6 від 13.04.2022 р.)

Схвалено БУ «Методично-технологічний центр з аквакультури»
Державного агентства меліорації та рибного господарства України
(протокол № 13 від 26.07.2022 р.)

Рецензенти:

Гечбаия Б. Н. доктор економіки, професор, директор Департаменту управління бізнесу, Батумський державний університет імені Шота Руставелі

Ткаченко Н. В., доктор економічних наук, професор, директор Інституту післядипломної освіти Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Формування пропозиції на рибу та інші водні біоресурси в рециркуляційних аквакультурних системах у контексті сталого розвитку сільських територій. Посібник. НУБіП України. 2022. К.: 96 с.

Укладачі: Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Поплавська О. С., Дмитришин Р. А., Томілін О. О., Герасимчук В. В.

ISBN 978-617-8102-31-9

У посібнику в формі методичних рекомендацій розкрито базові засади щодо виробництва риби в рециркуляційних аквакультурних системах у контексті сталого розвитку сільських територій та збереження довкілля. Обґрунтовано вплив даного виду економічної діяльності на загальне управління рибним господарством і підвищення його конкурентоспроможності в умовах глобальних фінансових і продовольчих викликів.

Розраховано на працівників рибного господарства, слухачів курсів підвищення кваліфікації, науково-педагогічних працівників, аспірантів, бакалаврів, магістрів, фахівців аграрного сектору економіки України.

УДК 338.432:502/504:639.3/.6(1-22)

ISBN 978-617-8102-31-9

Передрукування заборонено

© НУБіП України, БУ «МТЦ з аквакультури», 2022

© Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., 2022

© Поплавська О. С., Дмитришин Р. А., 2022

© Томілін О. О., Герасимчук В. В., 2022

ЗМІСТ

Передмова.....	6
РОЗДІЛ 1. БАЗОВІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЇ НА РИБУ ВИРОБЛЕНУ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ.....	8
1.1 Планування та реалізація проекту з виробництва риби та інших водних біоресурсів в рециркуляційній аквакультурній системі....	9
1.2 Організаційно-економічні підходи при виборі об'єкта виробництва для досягнення цілей сталого розвитку сільських територій.....	11
1.3 Світовий досвід формування пропозиції на рибу в рециркуляційних аквакультурних системах.....	13
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ З ВИРОБНИЦТВА РИБИ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ...	15
2.1 Базові принципи функціонування рециркуляційної аквакультурної системи в умовах глобальних трансформацій.....	15
2.2 Складові компоненти економічно і технологічно ефективного функціонування рециркуляційної аквакультурної системи.....	18
2.3 Вплив наповнювачів біофільтрів на функціонування рециркуляційної аквакультурної системи в умовах глобального світового попиту на продукти.....	26
2.4 Умови експлуатації рециркуляційної аквакультурної системи..	28
РОЗДІЛ 3. ПРОФІЛАКТИЧНІ ТА ЛІКУВАЛЬНІ ЗАХОДИ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ.....	30
3.1 Лікувально-профілактичні заходи при виробництві в рециркуляційних аквакультурних системах.....	30
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА ТИЛЯПІЇ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ...	32
4.1 Біологічні особливості та роль тилapia в формуванні продовольчих і виробничих систем.....	32

4.2 Організаційно-технологічні засади відтворення тиліпії.....	35
4.3 Отримання одностатевого потомства з урахуванням економічної та господарської цінності.....	37
4.4 Підрощування та вирощування молоді тиліпії.....	38
4.5 Створення сприятливого конкурентного і технологічного середовища для вирощування товарної тиліпії в рециркуляційних аквакультурних системах.....	39
4.6 Основоволожні принципи й підходи в лікуванні тиліпії.....	40
РОЗДІЛ 5. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА КЛАРІЄВОГО СОМА В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ.....	41
5.1 Рибогосподарське значення та харчова цінність кларієвого сома...	41
5.2 Розведення та вирощування кларієвого сома.....	42
5.3 Хвороби кларієвого сома.....	46
РОЗДІЛ 6. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА СТЕРЛЯДІ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ.....	47
6.1 Біологічна характеристика і господарсько-корисні властивості стерляді.....	47
6.2 Вимоги до якості води при виробництві стерляді.....	48
6.3 Особливості поліциклічного виробництва стерляді.....	49
6.4 Методи штучного відтворення стерляді.....	52
6.5 Регулювання статевих циклів і стимуляція дозрівання статевих продуктів у плідників.....	54
6.6 Отримання статевих продуктів стерляді.....	57
6.7 Запліднення, обезклеювання та інкубація ікри стерляді.....	59
6.8 Вирощування молоді стерляді.....	60
6.9 Лікувально-профілактичні заходи.....	63
РОЗДІЛ 7. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА ЛОСОСЕВИХ ВИДІВ РИБ (ПСТРУГ РАЙДУЖНИЙ) В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ.....	64

7.1. Господарсько-корисні властивості пструга райдужного.....	66
7.2 Організаційно-технологічні засади відтворення пструга райдужного.....	70
7.3 Витримування вільних ембріонів і підрощування личинок.....	72
7.4 Вирощування мальків і цьоголіток пструга райдужного.....	74
7.5 Нормативи вирощування однорічок пструга райдужного.....	75
7.6 Годівля пструга райдужного.....	76
7.7 Лікувально-профілактичні заходи при вирощуванні лососевих видів риб з урахуванням чинників зовнішнього середовища....	77
Список рекомендованої літератури.....	80
Додатки.....	87
Додаток А. Рибоводно-біологічні нормативи підрощування личинок тиляпії.....	87
Додаток Б. Хвороби та лікування тиліапії.....	88
Додаток В. Хвороби, які найчастіше зустрічаються при вирощування кларієвого сома.....	89
Додаток Г. Рекомендації щодо обезклеювання заплідненої ікри осетрових видів риб, у тому числі стерляді.....	90
Додаток Д. Хвороби та лікування осетрових видів риб.....	91
Додаток Е. Хвороби та лікування лососевих видів риб.....	93

ПЕРЕДМОВА

Організаційно-економічні механізми та передові технології отримання сільськогосподарської продукції тваринного або рослинного походження переважно розвиваються у напрямку можливості отримання якнайбільше такої продукції, за доступними для споживачів цінами й незалежно від мінливості довкілля. Найпростішими відокремленими від довкілля системами стали штучні оселища або ставки у стародавньому Китаї. Більш перспективними, у цьому відношенні, стали акваріуми, походженням ыз Китаю, Східної Азії. Водночас такі системи як акваріуми, де людина більш-менш упевнено створювала штучні умови для існування та відтворення водних живих організмів, використовувались тривалий час у некомерційних цілях.

Маємо можливість відмітити, що на початку 70-х років у світі почався рух до створення комерційних систем ведення аквакультури для виробництва продукції в промислових масштабах, у переважно ізольованих від довкілля умовах, тому, у постіндустріальних країнах, створились об'єктивні передумови. Врешті-решт, цей рух призвів до створення рециркуляційних аквакультурних систем (РАС), більше відомих на просторах колишнього СРСР як установки замкненого водопостачання, або УЗВ, хоча повністю замкненими вони не могли бути навіть теоретично. Назва «рециркуляційні аквакультурні системи» більше відповідає сутності таких технологій. В рециркуляційній аквакультурній системі застосовуються технології вирощування риб або інших водних біоресурсів з повторним використанням води. При наявності базових і необхідних ресурсів, будь-який вид риби, який вирощується в ставковій чи в садковій аквакультурі, може вироблятися в рециркуляційній аквакультурній системі.

За всієї своєї привабливості, з точки зору дбайливого ставлення до довкілля, де мінімальне забруднення та мінімізація взаємних впливів у парі «об'єкт-довкілля», ізольованості від нього, система дозволяє уникати шкідливих впливів довкілля, поширення захворювань, створення найбільш сприятливих умов для росту водних організмів. Рециркуляційні аквакультурні системи є

досить енерговитратними та ресурсозберігаючими для підприємств. На сьогодні, економічно самодостатніми є рециркуляційні аквакультурні системи, які використовуються з метою відтворення та вирощування рибопосадкового матеріалу для подальшого товарного вирощування у садках. Вони набули масштабного поширення саме для досягнення таких цілей в аквакультурі лососевих Норвегії, Чилі. Тобто як частина ланцюга з вирощування певного об'єкту аквакультури при створенні доданої вартості.

Для України такі технології виробництва відомі ще з часів СРСР. Перші конструкції було розроблено СДКБ «Техрибвод» ще у 80-х роках. При цьому це були не демонстраційні зразки, а повністю робочі установки, розраховані на виробництво невеликої кількості продукції при максимальній виробничій потужності 120 тонн. Водночас слід зазначити, що у зв'язку з ліквідацією цієї установи попередні напрацювання втрачено. Іншими словами, в Україні є досвід будівництва та експлуатації рециркуляційних аквакультурних систем або систем з частковою рециркуляцією, зважаючи на наявність господарств із виробництва пструга райдужного та осетрових видів риб.

Ведення аквакультури з використанням рециркуляційних аквакультурних систем вимагає знань, правильного використання ресурсів, завзятості. Перехід із традиційної аквакультури на рециркуляційні аквакультурні системи полегшує багато процесів. У той же час, вказане потребує нових навичок. Для досягнення успіхів у цій передовій галузі аквакультури необхідне поєднання освіти та практики. Тому ми щиро дякуємо за наукові консультації і надання матеріалів у процесі написання посібника доктора ветеринарних наук, професора Білоцерківського національного аграрного університету Гриневич Наталію, завідувача кафедри іхтіології та зоології.

Таким чином, даний посібник укладено у вигляді рекомендацій спеціально для фахівців, які потребують додаткових знань на перших кроках із створення рибницьких господарств з використанням рециркуляційних аквакультурних систем в умовах глобальних фінансових і продовольчих викликів з одночасним досягненням цілей сталого розвитку сільських територій.

РОЗДІЛ 1

БАЗОВІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЇ НА РИБУ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

Вирощування риби і водних безхребетних на основі рециркуляційних аквакультурних систем набуває дедалі більшого поширення і є досить перспективним, оскільки дає змогу скоротити до мінімуму споживання чистої води, будувати рибницькі підприємства на вододжерелах малої потужності.

Разом з тим, під час вирощування риби у неволі, виникає низка типових проблем: температурний шок, часткова асфіксія, зниження стійкості до захворювань, сповільнення росту, зменшення плідності, розлади обміну. Перелічені вище та інші хвороби найчастіше є результатом погіршення умов навколишнього середовища та середовища мешкання риби.

Відтак, регулювання в замкнутах системах температурного, сольового, світлового режимів у відповідності із завданнями виробництва, управління життєвим циклом вирощуваної риби, можливе лише за постійного контролю якості води. Як показують результати дослідження наукових праць вітчизняних і деяких інших європейських країн, позитивну прибутковість, з урахуванням висловлених вище застережень, можна отримувати за використання рециркуляційних аквакультурних систем разом з вирощуванням рослин (аквапоніка). При цьому перспективним аспектом діяльності є визначення економічних показників рибницьких підприємств, щоб це стверджувати беззаперечно.

Очевидно, що задля початку діяльності в аквакультурі, на засадах використання РАС-технологій, потрібно здійснити попереднє ґрунтовне оцінювання усіх ризиків і небезпек, пов'язаних із цим видом бізнесу.

Таким чином, потрібно враховувати також, що в Україні наразі відсутня практика страхування бізнесу, пов'язаного з аквакультурою, що є додатковим ризиком.

1.1 Планування та реалізація проєкту з виробництва риби та інших водних біоресурсів в рециркуляційній аквакультурній системі

Шлях, який має пройти проєкт із створення рибницького підприємства з рециркуляційною системою має наступний вигляд (рис. 1.1).

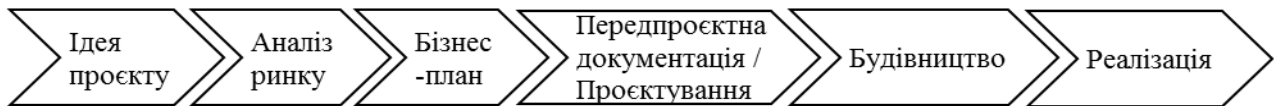


Рис. 1.1 Схема від ідеї проєкту до кінцевого продукту

Перед реалізацією проєкту щодо створення господарства з використанням рециркуляційної технології слід розглянути важливі питання:

- Ринкова ціна об'єкта виробництва та ринок – необхідно визначити, чи може цей вид бути реалізований за прийнятною ціною і в достатніх обсягах.
- Вибір місця і технологія виробництва продукції аквакультури важливо визначити, яка виробнича система знадобиться для виробництва даного продукту і де її можна побудувати. Бажано розробити попередній варіант проєкту, щоб можна було звертатися до державних органів влади за дозволами на будівництво, спеціальне водокористування.
- Кваліфіковані кадри – успіх проєкту значно залежить від кваліфікованості та відданості справі обслуговуючого персоналу.
- Фінансування проєкту на всій його етапах, аж до його функціонування. При створенні нового рибницького господарства капітальні витрати досить високі й інвестори часто забувають про те, що виробництво риби є довгостроковою справою. Від початку будівництва до отримання перших доходів від реалізованої риби зазвичай проходить один або два роки. Тому ретельна підготовка бюджету проєкту має першочергове значення.

Для отримання систематичного огляду всього проєкту, необхідно розробити бізнес-план, який повинен мати наступні основні розділи (табл. 1.1).

Також важливо детально спланувати виробництво риби і включити цей план до бюджету. Виробничий план є найважливішим робочим документом, коли мова йде про успіх проєкту. Виробничий план обов'язково має регулярно

переглядатися, оскільки вирощування риби на практиці найчастіше дає або кращі, або гірші результати, ніж планувалося в теоретичному блоці.

1.1 Основні розділи бізнес плану

Резюме проекту	• Цілі, місія та ключові фактори успіху
Резюме компанії	• Форма власності компанії, партнери
Продукція	• Аналіз продукції
Аналіз ринку	• Який сегмент ринку? • Який цільовий ринок? • Які потреби ринку? • Конкуренти?
Короткий опис стратегії	• Конкурентна перевага • Стратегія продажу • Прогноз збуту
Короткий опис управління	• Кадровий план і організаційна схема компанії
Фінансовий план	• Аналіз беззбитковості • Прогнозовані доходи і втрати • Таблиця потоку грошових коштів і баланс

Види бюджетів, які необхідні для бізнес-плану, включають в себе: інвестиційний бюджет (сумарні капітальні витрати); бюджет експлуатаційних витрат (запуск рибницького підприємства); бюджет грошових коштів (працююче рибницьке підприємство). Задokumentований бюджет необхідний для того, щоб переконати інвесторів забезпечити фінансування для отримання банківського кредиту. Інвестиційний бюджет значною мірою залежить від конструкції рециркуляційних аквакультурних систем, виду риб та розміру господарства.

Таким чином, загальна вартість залежить від того, чи буде рибницьке підприємство займатися вирощуванням усіх стадій розвитку риби або тільки виробництвом до товарної маси, а також від того, чи розміщується дана система всередині будівлі або за її межами.

1.2 Організаційно-економічні підходи при виборі об'єкта виробництва для досягнення цілей сталого розвитку сільських територій

Будівництво та експлуатація рециркуляційної аквакультурної системи – це вартісний бізнес. Тому для забезпечення його прибутковості важливо вибрати відповідні види для виробництва та побудувати добре функціонуючу систему. Основною метою виробництва є продаж риби за високою ціною і одночасно отримання собівартості виробництва на максимально низькому рівні.

При аналізі можливості створення рибницького господарства одним із найважливіших параметрів є температура води, яка визначає швидкість росту риби. Витрати на досягнення і підтримання оптимальної температури води в рециркуляційній аквакультурній системі протягом всього року є розумним вкладанням коштів. За утримання риби в оптимальних умовах вирощування темп росту значно більший, ніж у субоптимальних природних умовах. Важливо також зазначити, що чиста вода, достатній вміст кисню, позитивно впливають на виживаність, здоров'я риб що, в свою чергу, забезпечує високу якість продукції.

Потрібно розуміти, що хоча існує велика кількість придатних для вирощування видів аквакультури, тільки незначна їх частина має справжню цінність на світовому рівні. Обсяги світового виробництва нових видів обмежені, а успіхи або невдачі за вирощування даних видів значною мірою залежать від ринкових умов. Виробництво невеликих обсягів цінних видів риб може бути прибутковим, з урахуванням того факту, що ці риби реалізуються за високою ціною. Оскільки ринок цінних видів обмежений, їх вартість може швидко знизитись, якщо виробництво і, як наслідок, доступність даного продукту збільшується. Бути першим і єдиним виробником нового об'єкту аквакультури на ринку може бути дійсно прибутковим. З іншого боку, це також ризикована справа, з високою часткою невизначеності, як у виробництві, так і в розвитку ринку риби. Тому досить складно дати загальні рекомендації про те, які види риб слід вирощувати в рециркуляційній аквакультурній системі.

На успіх такого рибницького підприємства впливає значна кількість факторів: витрати на будівництво, вартість і стабільність електропостачання,

наявність кваліфікованого персоналу. Перед обговоренням питання організації такого виду економічної діяльності, перш за все, слід відповісти на два питання:

1. Чи може даний об'єкт аквакультури успішно вирощуватися в рециркуляційній аквакультурній системі?

2. Чи існує для такої продукції ринок збуту?

Перше питання достатньо просте, оскільки з біологічної точки зору будь-який вид, який успішно вирощується в традиційній аквакультурі, може так само легко вирощуватися в рециркуляційній аквакультурній системі.

При цьому варто зауважити, що у такій системі риба буде рости не гірше, а часто навіть краще, ніж за традиційного ведення аквакультури. Інше питання чи буде таке виробництво успішне з економічної точки зору, оскільки це залежить від розмірів інвестиційних внесків, ринкових умов, собівартості продукції і здатності даного виду до швидкого росту.

Безперечно, сприятливість ринкових умов для того чи іншого виду, що вирощується в рециркуляційній аквакультурній системі, значною мірою залежить від конкуренції інших виробників. І це не обмежується тільки місцевими виробниками: торгівля рибою – глобальний бізнес, тож і конкуренція є глобальною.

Маємо відзначити, що може бути така ситуація, що, наприклад, тилапія вирощена в Україні, конкуруватиме з імпортованою тилапією з Китаю, оскільки ціна на неї буде в декілька разів нижча. Проте виробництво риби в рециркуляційних аквакультурних системах дає змогу запропонувати споживачам свіжу рибу, і це, з одного боку, має тяж свою перевагу, особливо у великих містах, де попит на таку рибу створюють ресторани та готельний бізнес.

Існує ймовірність, що подальша конкуренція за воду та простір, вирощування навіть найдешевшої рибної продукції в рециркуляційній аквакультурній системі стане рентабельним.

У даному рекомендаційному матеріалі будуть запропоновані технології вирощування в рециркуляційній аквакультурній системі популярних об'єктів аквакультури таких як: стерлядь, тилапія та кларієвий сом і пструг райдужний.

1.3 Світовий досвід формування пропозиції на рибу в рециркуляційних аквакультурних системах

Провідні світові експерти зазначають, що нині економічно самодостатніх суб'єктів господарювання, виробництво яких базувалось би виключно на використанні рециркуляційних аквакультурних систем, у світі не існує. Тобто всі існуючі підприємства або працюють як частина комплексів з відтворення у складі підприємств з виробництва досить цінної у споживчому відношенні риби, або на засадах досить потужного субсидіювання, як у країнах-членах ЄС (Данія, Польща, Чехія, країни Балтії). Основна проблема полягає у високій собівартості виробництва продукції, за якої вийти на позитивну прибутковість можливо за рахунок економіки масштабів, а також і за рахунок підвищення енергоефективності в галузі.

Так, передбачається, що найпотужніші у світі РАС-підприємства, які зараз плануються до введення в експлуатацію у США, зокрема проєкти норвезьких компаній, вироблятимуть від 20 тисяч тонн до 30 тисяч тонн сьомги на рік. Саме такі суб'єкти господарювання, на професійну думку їх інвесторів, стануть дійсно самоокупними. З іншого боку, розробники згаданих проєктів передбачають суттєве зменшення енерговитрат таких підприємств за рахунок більшого використання у виробництві відновлюваної енергії, зокрема сонячної.

Прибутковість також має забезпечити наближеність рибогосподарського виробництва до центрів збуту досить дорогої продукції, зокрема сьомги, тюрбо. Ринками збуту є великі міста з потужним середнім класом як основних споживачів такої продукції, тобто мегаполісів Східного та Південно-Західного узбережжя США. При цьому також за будівництва в Італії та початку роботи на повну потужність підприємства у Польщі, півдня та заходу Європи. Системи з повною або частковою рециркуляцією також досить успішно використовуються при вирощуванні тюрбо, тобто близького родича калкана, як досить дорогої на споживчому ринку риби. Їх намагаються використовувати під час вирощування райдужної форелі у країнах Балтії, судака у Данії, Чехії та Польщі.

У той же час досвід експлуатації рециркуляційних аквакультурних систем у світі свідчить, що умовами для їх запровадження є їх окупність, адже у спонсорів, врешті-решт закінчуються гроші для їх утримання як збиткових престижних демонстраційних зразків. Нічого якимось чинним дивного чи відмінного від того, що відбувається у світі, нині не спостерігається.

Таким чином, декілька відносно потужних, за масштабами Латвії, суб'єктів господарювання, які працювали за РАС технологіями, протягом нетривалого часу як з'явилися у Латвії, так і зникли. Це пояснюється тим, що їх потужність вимірювалась у ліпшому випадку десятками тонн на рік, і конкурувати за рентабельністю та ціною пропозицією на ринку Латвії, як і інших країн, такі суб'єкти господарювання були неспроможні.

Проаналізований світовий передовий досвід свідчить, що прибутковими аквакультурні системи можуть працювати за таких умов:

наявність досить великого прошарку реально середнього класу населення, яке виявляє зацікавленість до здорової їжі, з якою неодмінно асоціюють продукцію рибальства та аквакультури;

наближеність до ринків збуту;

економіка масштабу, тобто виробнича потужність, яка дозволяє закривати потреби значної частки ринку у тій чи іншій продукції;

відносно дешеві енергоресурси, наявність своєї власної бази з виробництва кормів, оскільки принаймні можливість купувати високоякісні корми з відповідним кормовим коефіцієнтом спеціально для використання у рециркуляційній аквакультурній системі за прийнятними цінами;

помірне оподаткування, сприяння розвитку місцевих громад, сільських територій або щонайменше відсутність спротиву щодо розвитку таких видів економічної діяльності.

РОЗДІЛ 2

ЕКОНОМІЧНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ З ВИРОБНИЦТВА РИБИ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

2.1 Базові принципи функціонування рециркуляційної аквакультурної системи в умовах глобальних трансформацій

В економічному плані виробництво в рециркуляційній аквакультурній системі менш вигідно в порівнянні з іншими типами господарств. Вказане пояснюється тим, що такі системи досить дорогі за вартістю в будівництві та в обслуговуванні. Це, в свою чергу, призводить до зростання собівартості виробленої продукції. Проте в різних країнах світу спостерігається зростання зацікавленості в цьому напрямку аквакультури. Водночас можна знайти пояснення таким процесам й певними перевагами у порівнянні з різними типами здійснення аквакультури як економічного виду діяльності в умовах глобальних трансформацій.

Важливо вказати, що експлуатація подібної рециркуляційної аквакультурної системи дозволяє здійснювати вирощування безперервно та незалежно від природно-кліматичних умов. Завдяки цьому з'являється можливість виробництва практично будь-яких видів гідробіонтів у всіх кліматичних зонах світу.

Перевагою рециркуляційної аквакультурної системи є виключення впливу зовнішніх чинників, у той час як в традиційній аквакультурі, виробництво рибної продукції повністю залежить від зовнішніх умов, зокрема температури, вмісту кисню та наявності органічних речовин (рис. 2.1).

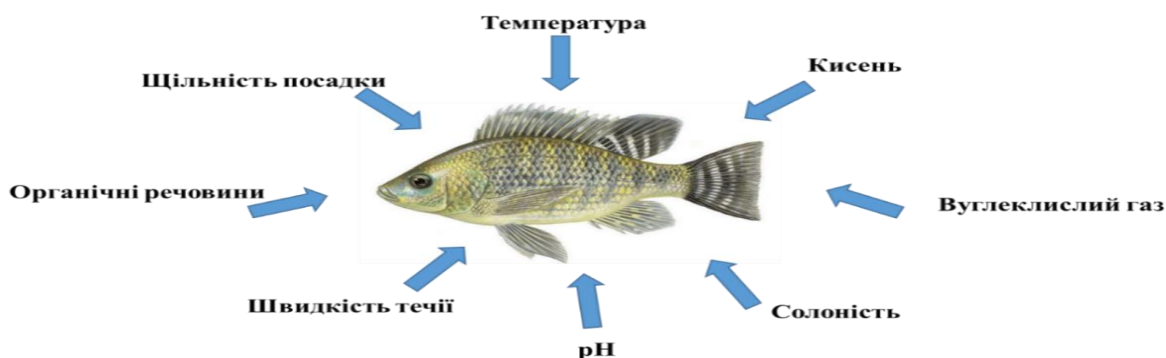


Рис. 2.1 Основні фактори впливу на отримання риби в рециркуляційній аквакультурній системі

Рециркуляція дозволяє повністю здійснювати контроль за всіма виробничими параметрами, зокрема температурою, рівнем кисню, освітленням, рН. Навички в управлінні рециркуляційною аквакультурною системою стають не менш важливими, ніж здатність до догляду за рибою. Оптимізація та контроль за абіотичними факторами середовища існування об'єктів аквакультури в рециркуляційній аквакультурній системі мінімізує появу стресових явищ і сприяє кращому росту гідробіонтів, дозволяє скоротити час вирощування, дозрівання плідників й формування маточних стад, цілий рік отримувати життєздатну молодь і великий за розмірами рибопосадковий матеріал. У результаті забезпечується постійний та передбачуваний ріст, що дозволяє точно прогнозувати, коли риба досягне певного етапу розвитку або розміру. Найважливішою перевагою є можливість складання виробничого плану і прогнозування часу, коли риба буде готова до реалізації. Такий стан речей сприятливо впливає на загальне управління господарством і підвищує його конкурентоспроможність.

Використання рециркуляційних технологій в аквакультурі має ще багато інших переваг. Одним із найважливіших з таких переваг є аспект захворюваності. У рециркуляційній аквакультурній системі вплив патогенної мікрофлори значно знижується, оскільки попадання в систему інвазійних захворювань з довкілля зведено до мінімуму внаслідок обмеженого водокористування. Використання високої щільності посадки дозволяє збільшити рибопродуктивність в порівнянні з ставковими господарствами і, відповідно, зменшити виробничі площі й витрати праці на одиницю продукції. З'являється можливість економічності водоспоживання із зменшенням скидання стічних вод, що робить рециркуляційну аквакультурну систему найбільш екологічним видом економічної діяльності в аквакультурі. Важливою перевагою в порівнянні з традиційними формами аквакультури є компактність таких суб'єктів господарювання, що дозволяє територіально розміщуватись у безпосередній близькості до споживачів.

На базі рециркуляційних аквакультурних систем можна створювати штучну екосистему, так звану аквапоніку, яка включає вирощування гідробіонтів разом з овочами, мікрогріном з утилізацією продуктів життєдіяльності риб.

Наступний важливий екологічний аспект застосування рециркуляційних аквасистем полягає в потребах швидкого і високорезультативного вирощування зникаючих гідробіонтів, створення їх маточних стад в найкоротші терміни, з метою отримання життестійких нащадків і випуску його в природні ареали проживання та можливості подальшого вирощування до товарних розмірів, знижуючи промислове навантаження на природні популяції.

Моніторинг вітчизняних рибницьких господарств, які вирощують рибу та інші водні живі ресурси в рециркуляційних аквакультурних системах, показує їх ефективність, особливо у випадку вирощування цінних видів риб у центральних, а також східних областях України. Дана технологія базується на застосуванні механічних і біологічних фільтрів, й може бути використана для вирощування різних об'єктів аквакультури: риби, креветок, двостулкових молюсків. Практична діяльність індустриальних рибницьких підприємств підтверджує, що такі технології використовують для вирощування осетрових, лососевих і зрідка сомових видів риб.

Основним принципом функціонування рециркуляційної аквакультурної системи є надходження води від водостоку рибницьких басейнів до механічного фільтру, звідти до біологічного, де відбувається аерація води та видалення з неї вуглекислого газу, після чого вода знову подається в рибницькі басейни (рис. 2.2).

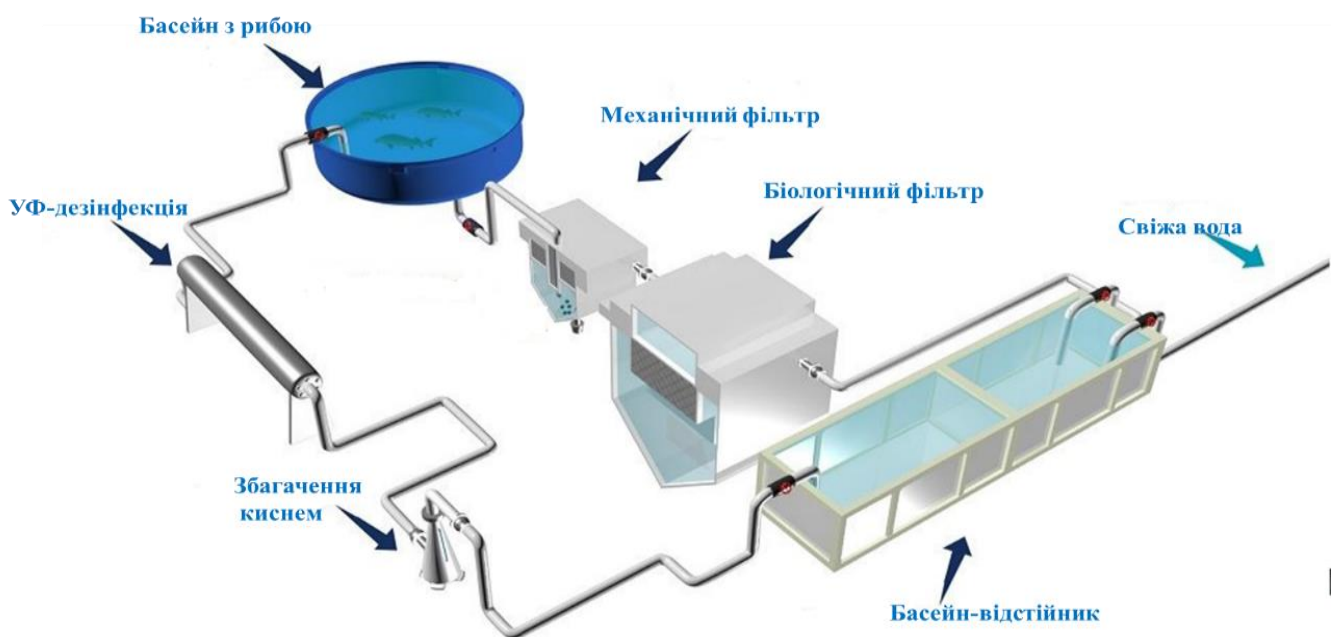


Рис. 2.2 Основні складові рециркуляційної аквакультурної системи (РАС)

До даної системи можна додати оксигенацію, з використанням чистого кисню, дезінфекцію за допомогою ультрафіолетового випромінювання, автоматичну регуляцію рівня рН, теплообмін, систему денітрифікації, в залежності від конкретних потреб.

2.2 Складові компоненти економічно і технологічно ефективного функціонування рециркуляційної аквакультурної системи

Рибницькі басейни. До басейнів подається чиста, насичена киснем вода, а забруднена продуктами життєдіяльності риб вода з низьким вмістом кисню, внаслідок його споживання рибою, стікає з басейну. Рівень забрудненості води на виході з басейну залежить від кількості з'їденого рибою корму. Правильний вибір конструкції басейнів (розмір, форма, глибина, здатність до самоочищення) може мати значний вплив на ефективність вирощування об'єктів аквакультури (табл. 2.1).

2.1. Порівняльна характеристика властивостей різних конструкцій басейнів (шкала оцінок за п'ятибальною шкалою, де 5 – найкраще)

Властивості басейнів	Тип басейнів	
	круглий	прямокутний
Здатність до самоочищення	5	3
Малий час перебування твердих частинок	5	3
Контроль і регуляція кисню	5	4
Використання простору	2	5

Так, у круглому або квадратному басейні із зрізаними кутами, внаслідок гідравлічних закономірностей та гравітаційних сил, час перебування органічних частинок є відносно коротким (приблизно, декілька хвилин) і залежить від розміру басейну. У басейні весь водяний стовп обертається навколо центру.

У прямокутному басейні не можуть бути створені гравітаційні сили для забезпечення течії, а гідравліка не має позитивного ефекту на видалення частинок. З іншого боку, якщо рибницький басейн повністю зарибнений,

здатність басейну даного типу до самоочищення в більшій мірі залежить від активності риб, ніж від конструкції басейну. У всіх типах басейнів ухил дна не впливає на здатність до самоочищення, але при спуску басейну він допомагає повністю спустити воду.

У порівнянні з прямокутними, круглі басейни займають багато місця, що підвищує вартість будівництва самої системи на даному етапі.

Басейни восьмикутної форми краще використовують простір, ніж круглі, але одночасно забезпечують ті ж позитивні гідравлічні ефекти. Важливо відзначити, що при будівництві великих басейнів перевага завжди надається круглій формі, оскільки вона є найбільш міцною конструкцією, а також найбільш дешевим способом споруди ємностей для риби. Басейни можуть бути забезпечені сигналізацією зниження рівня води, оксиметрами для контролю за рівнем кисню і сигналізацією його зниження, а також аварійною оксигенацією.

Очищення води. Багато викликів та інвестицій у рециркуляційні аквакультурні системи асоціюються з контролем за бактеріями. Наслідком більшого кормового навантаження та тривалого часу утримання у рециркуляційних аквакультурних системах є сприятливі для росту бактерій умови. Це проявляється у потенційному погіршенні якості води, формуванні біоплівки на небажаних поверхнях таких як біофільтри, внутрішніх трубах і зростання навантаження на біофільтри. Об'єднані зусилля з контролю за бактеріями включають серед іншого поліпшення ситуації з видаленням твердих відходів, управління біофільтрами, фізичну та хімічну дезінфекцію води, що піддається обробці.

Система очищення води складається з механічної та біологічної очистки.

Механічний фільтр – це єдиний практичний метод видалення органічних відходів. Сьогодні більшість господарств, що використовують рециркуляційні аквакультурні системи, фільтрують воду з рибоводних басейнів, за допомогою «Мікросита» з фільтруючою тканиною з розміром пір 40–100 мікрон. Барабанний фільтр є найбільш широко використовуваним типом мікросита. Така фільтрація має наступні переваги: зниження органічного навантаження на біофільтр, підвищення прозорості води внаслідок видалення з неї органічних

частинок; покращення умов нітрифікації; стабілізуючий вплив на процеси біофільтрації.

Біологічне очищення води – багатоступеневий процес перетворення органічних сполук в нетоксичні продукти для риби. Процес виконується аеробними бактеріями, які споживають значну кількість кисню, супроводжується утворенням біомаси бактерій і зміною рН води. Механічний фільтр не спроможний затримати всі органічні речовини, крізь нього проходять найдрібніші частинки, а також розчинені неорганічні сполуки, зокрема, фосфатні та азотні. Фосфати зазвичай є інертними речовинами без токсичних властивостей, тимчасом азот у формі вільного амоніаку є досить токсичним, однак завдяки мікроорганізмам біофільтру він перетворюється у нешкідливий нітрат. Розкладання органічної речовини і аміаку відбувається в біофільтрі бактеріями. Гетеротрофні бактерії окислюють органічні речовини, споживаючи кисень, виробляючи вуглекислий газ, аміак і шлам. Нітрифікуючі бактерії перетворюють аміак в нітрит, а потім в нітрат.

Ефективність біофільтрації залежить від температури води та рівня рН. Для досягнення бажаної швидкості нітрифікації температура води в системі повинна бути в межах 10–35 °С, а рівень рН – від 7 до 8. При цьому температура води залежить від об'єкту вирощування, і встановлюється такою, щоб забезпечити оптимальні рівні росту риби, а не бажану швидкість нітрифікації. Більш високий рН призводить до зростання кількості вільного аміаку, що збільшує токсичний ефект. З огляду на те, що низькі рівні рН знижують ефективність біофільтрації, а високе рН спричиняє поступове нарощування вмісту NH_3 , що збільшує токсичний ефект, важливо регулювати рН відповідно до ефективності біофільтра. Рекомендована межа рН знаходиться між 7 та 7,5. Значення рН залежить від вмісту вуглекислого газу та вмісту кислоти, яка з'являється в результаті нітрифікації, яка знижує рівень рН. Для стабілізації рівня рН рекомендується додавати вапно, гідроксид натрію.

Амоніак токсичний для риби, коли його вміст у воді перевищує 0,02 мг/л. Хоча низькі значення рН мінімізують небезпеку перевищення токсичного рівня

амоніаку, для більш ефективної роботи біофільтра рибоводам рекомендують досягти рівня рН якнайменше 7.

Нітрити (NO_2^-), які утворюються в процесі нітрифікації, є токсичними для риби за рівнів вище 2 мг/л. Ознакою отруєння ними риб, є хватання повітря. Така клінічна картина характерна в основному для лососевих, незважаючи на достатню концентрацію кисню. За високих концентрацій нітрити через зябра потрапляють у кров, що перешкоджає поглинанню кисню. Нітрат є кінцевим продуктом процесу нітрифікації і, хоча й вважається нешкідливим, але його високий вміст вище ніж 100 мг/л, негативно позначається на рості та ефективності годівлі. За мінімальної подачі свіжої води в аквасистему нітрати накопичуються і можуть досягти дуже високих рівнів (200–300 мг/л). Одним із методів запобігання його акумуляції є збільшення обміну свіжою водою, завдяки чому висока концентрація розбавляється до низького і нешкідливого рівня.

З іншого боку, основною ідеєю рециркуляції є зменшення витрат води. У деяких випадках економія води є найважливішою метою. За таких умов концентрація нітрату може бути знижена шляхом денітрифікації. У нормальних умовах споживання води, що перевищує 300 літрів на кілограм використаного корму, є достатнім, щоб розбавити нітрат. Якщо використовується менше ніж 300 літрів води на кілограм внесеного корму, то варто розглянути можливість використання денітрифікації.

Денітрифікація – це анаеробний (протікає без кисню) процес, який відновлює нітрат до атмосферного азоту. По суті, цей процес видаляє азот із води в атмосферу, тим самим знижуючи навантаження азоту на навколишнє середовище. Для цього необхідне джерело органіки (вуглецю), наприклад, метанол, який може бути доданий в денітрифікаційну камеру.

Денітрифікація буває двох типів – асиміляторна і дисиміляторна. За асиміляторної денітрифікації нітрати відновлюються до амоніаку, який використовується як джерело азоту для побудови тіла мікроорганізмів. За дисиміляторної денітрифікації нітрати використовуються як окиснювачі органічних речовин замість молекулярного кисню, що забезпечує мікроорганізми необхідною

енергією. Здатність до дисиміляторної денітрифікації мають тільки специфічні аеробні бактерії. Найпоширеніші денітрифікуючі мікроорганізми – бактерії роду *Pseudomonas*. До них належить велика гетерогенна група досить розповсюджених у біосфері мікроорганізмів, загальнобіологічна роль яких реалізується передусім у процесах мінералізації органічних сполук. Відтак, у процесі денітрифікації азот із води видаляється в атмосферу, тим самим знижуючи навантаження азоту на середовище існування риби. Для процесу денітрифікації необхідне джерело органіки (вуглекислота). З цією метою у денітрифікаційну камеру додають метанол. Зазвичай денітрифікація кожного кілограма нітрату потребує 2,5 кг метанолу. У денітрифікаційну камеру вносять наповнювач для біофільтрації, проектний час перебування якого становить 2–4 год.

Практика показує, що дуже часто нітритне отруєння риби діагностують як епізоотію. Для виключення останньої проводять бактеріологічні дослідження, які потребують певного часу, що перешкоджає вчасному виведенню риби із стану отруєння. З огляду на зазначене вище, у господарствах рекомендують проводити щоденний моніторинг параметрів води.

У біофільтрах, зазвичай, використовують пластмасовий наповнювач з великою площею поверхні на одиницю об'єму біофільтра. Бактерії ростуть на наповнювачі, утворюючи тонку плівку і, таким чином, займають дуже велику площу. У добре спроектованому біофільтрі площа поверхні на одиницю об'єму повинна бути більшою, проте біофільтр не повинен бути наповнений занадто щільно, щоб не забивався органічною речовиною в процесі експлуатації.

Маємо відмітити, що важливо мати високий відсоток вільного простору, через який може протікати вода, а також гарну течію через біофільтр і зворотне промивання. Подібні заходи використовуються раз на тиждень або місяць, в залежності від навантаження на фільтр.

Таким чином, під час промивання вода відключається від біофільтра. Брудна вода зливається і видаляється перед його повторним підключенням до системи. У будь-якій системі можуть використовуватися обидві системи фільтрації. Вони також можуть комбінуватися.

Басейн-відстійник. Головною функцією є забезпечення живлення насосу і видалення надлишку води в системі через перелив, також підживлення свіжою водою, дегазація води після біологічного очищення, добавка реагентів, коригування гідрохімічних параметрів води (наприклад, рН).

Дегазація, аерація. Перед поверненням води в басейни необхідно видалити з неї гази. Цей процес дегазації здійснюється шляхом аерації води, або методом, який називають зачисткою. У воді в найбільшій концентрації міститься вуглекислий газ, а також вільний азот. Накопичення вуглекислого газу й азоту негативно впливає на здоров'я та ріст риби. В анаеробних умовах може утворюватися сірководень, особливо в системах з морською водою. Цей газ токсичний для риб, навіть в малих концентраціях. Аерація може здійснюватися шляхом нагнітання повітря в воду. При цьому турбулентне зіткнення повітряних бульбашок води видаляє гази.

Оксигенація. Це один із головних елементів рециркуляційної аквакультурної системи, оскільки всі біологічні процеси в системі відбуваються при значному споживанні кисню. Кисень витрачається як на дихання риб, так і на здійснення окислювальних процесів біологічної очистки. У стані рівноваги насиченість води киснем становить 100 %. Коли вода проходить через басейни, вміст кисню зазвичай знижується до 70 %, а в біофільтрі стає ще нижчим. Як правило, аерація цієї води підвищує насиченість приблизно до 90 %, а в деяких системах можна досягти 100 %. Для досягнення більш високих рівнів насиченості потрібна система оксигенації, що використовує чистий кисень. Для отримання перенасиченої киснем води (перевищує 200–300 %), зазвичай, використовують кисневі конуси або оксигенатори шахтного типу.

Ультрафіолетове випромінювання. В аквакультурній діяльності ультрафіолетове випромінювання спрямоване проти патогенних бактерій і одноклітинних організмів. Використання ультрафіолетового випромінювання для води, яка витікає із біологічного фільтра зменшує вміст бактерій, як таких, що вільно плавають, так і тих, які прикріплюються до поверхні та загального зменшення мікрочастинок, включно з бактеріями, присутніх у системі. Для

максимальної ефективності ультрафіолетового випромінювання має працювати під водою, дія ламп, укріплених над водою, через відображення з поверхні води буде мати менший ефект або взагалі його не мати.

Регуляція рівня рН. У процесі нітрифікації в біофільтрі утворюється кислота і значення рН знижується. Для утримання рН на стабільному рівні до води слід додати основу. Деякі системи містять установки для вапнування, які додають в систему по краплях вапняну воду і, таким чином, стабілізуючи рівень рН. Також можливе використання автоматичного дозування – регулювання рН-метром з імпульсом зворотного зв'язку до насоса-дозатора.

Температурна корекція забезпечує комфортні температури, які оптимальні для вирощування риби. Температура легко може регулюватися шляхом зміни кількості прохолодної свіжої води, яка надходить в систему.

У холодних кліматичних умовах взимку найчастіше буває достатньо просте опалення приміщення з використанням масляного котла, який з'єднаний з теплообмінником для підігріву води. Споживання енергії для даного типу опалення в основному залежить від кількості використаної прохолодної води, яка надходить в систему, її температури, хоча будівля також втрачає деяку кількість тепла. У деяких випадках можна встановити тепловий рекуператор, який містить пластинчастий теплообмінник із титану.

Маємо зауважити, що відпрацьована вода в рециркуляційній аквакультурній системі, проходить саме через пластинчастий теплообмінник, використовується для нагрівання або охолодження води, яка надходить в рециркуляційну аквакультурну систему.

Температура води в рециркуляційній аквакультурній системі регулюється за допомогою датчика температури води, який з'єднаний з блоком контролю температури, який керує роботу титанового пластинчастого теплообмінника.

Насоси. Забезпечують безперебійну циркуляцію води в системі. За допомогою насосів забезпечується кругообіг води через всі елементи системи, що володіють гідравлічним опором. Для циркуляції виробничої води використовуються різні типи насосів. Насоси найчастіше розміщуються перед

системами біофільтрації і дегазації, так як процес водопідготовки починається тут. Вони повинні розташовуватися після механічного фільтра, щоб не розбивати тверді частинки, що скидаються з рибницьких басейнів.

Моніторинг, контроль та сигналізація. Для постійної підтримки оптимальних умов вирощування риб необхідний ретельний моніторинг і контроль виробничих процесів. Технічні несправності легко можуть привести до значних втрат, тому сигналізація є життєво важливим обладнанням для забезпечення безпеки функціонування. На багатьох сучасних господарствах існує центральна система контролю, здатна забезпечити моніторинг і контроль рівнів кисню, температури, рН, рівня води. В ситуації, коли будь-який параметр виходить за межі заздалегідь заданих значень гістерезису, процесом пуску/зупинки можна спробувати вирішити цю проблему.

У випадку, коли проблема не вирішується автоматично, включається сигналізація. Автоматична годівля також може бути інтегрована в центральну систему контролю. Це дозволяє точно узгодити час годівлі з більш високим дозуванням кисню, оскільки під час годівлі споживання кисню підвищується. У менш складних системах моніторинг і контроль повністю не автоматизовані і персонал повинен встановлювати різні параметри вручну. Очевидним є той факт, що жодна система не функціонуватиме без нагляду фахівців, які працюють на рибницькому господарстві. Тому система контролю повинна бути забезпечена сигналізацією для виклику персоналу.

Аварійні системи. Використання в резерві чистого кисню є найбільш важливим заходом обережності в господарській діяльності.

При цьому зазначимо, що таку систему просто встановити. Вона складається з баку для зберігання чистого кисню і системи розподілу з розпилювачами, які встановлені в кожному басейні.

Таким чином, у разі припинення електропостачання відкривається електромагнітний клапан і стиснений кисень надходить в усі басейни, зберігаючи життя риbam та іншим живим ресурсам, які вирощуються.

Для резерву електропостачання безпосередньо потрібен генератор.

2.3 Вплив наповнювачів біофільтрів на функціонування рециркуляційної аквакультурної системи в умовах глобального світового попиту на продукти

Наповнювачі біофільтрів по різному впливають на функціонування рециркуляційної аквакультурної системи. У біофільтрах використовують полімерний наповнювач із великою площею поверхні на одиницю об'єму. Бактерії ростуть на наповнювачах біофільтра, утворюючи тонку плівку з досить значною площею. При проектуванні біофільтра слід враховувати, що площа поверхні його наповнювача на одиницю об'єму має бути великою. Водночас біофільтр не можна наповнювати занадто щільно.

У процесі експлуатації біофільтр забивається органічними речовинами. У ньому має бути достатньо простору, щоб уможливити вільне перетікання води.

Для відокремлення органіки від наповнювача в рециркуляційній аквакультурній системі використовують стиснуте повітря, яке подається спеціальним пристроєм. Це потрібно для створення у фільтрі турбуленції. При цьому подачу води до біофільтра припиняють. Брудну воду з біофільтра зливають і видаляють перед його повторним підключенням до системи. З іншого боку, фільтри з нерухомим завантаженням видаляють дрібні органічні частинки, оскільки ті пристають до бактеріальної плівки. Тому такі фільтри також функціонують як блоки для тонкої механічної фільтрації, які видаляють органічний матеріал мікроскопічного розміру і ефективно очищують воду. У фільтрах з плаваючим завантаженням неможливо досягти подібного ефекту, оскільки постійне перемішування води не дозволяє частинкам затримуватися на поверхні.

Біофільтри рециркуляційної аквакультурної системи можуть бути спроектовані як фільтри з плаваючим або нерухомим наповнювачем. Всі біофільтри, які використовуються в таких системах, під час експлуатації повністю занурені у воду. У фільтрах з нерухомим наповнювачем полімерні елементи нерухомо скріплено. Вода протікає через нього ламінарним потоком і стикається з бактеріальною плівкою. У фільтрах з плаваючим наповнювачем полімерні елементи рухаються за рахунок нагнітання повітря всередину біофільтра. За

постійного руху наповнювача, фільтри з плаваючими елементами можуть бути наповнені щільніше, ніж фільтри з нерухомими елементами. З огляду на це, швидкість зміни води на одиницю об'єму має бути більшою для перших.

В аквакультурі здебільшого використовують наповнювачі іноземного виробництва, які мають значну робочу поверхню – від 600 до 2 300 м².

Для насичення води киснем у рециркуляційній аквакультурній системі зазвичай використовують технічний газоподібний кисень. У воду його подають за допомогою спеціальних приладів – оксигенаторів. Використання такої техніки задовольняє потреби риби в кисні, а також компенсує його споживання мікрофлорою біологічних фільтрів.

Швидкість обороту води на одиницю площі біофільтра в рециркуляційній аквакультурній системі за використання різних типів наповнювачів приблизно однакова, оскільки ефективність бактеріальної плівки при цьому практично не змінюється. У випадку біологічного очищення переважають процеси біологічного окиснення і окисно-відновних реакцій, які перебігають за участі мікроорганізмів. Саме вони відіграють ключову роль в обробленні води і суттєво впливають на приріст біомаси, активність риби, споживання кисню системою.

До складу бактеріопланктону входять мікроскопічні одноклітинні організми різних фізіологічних груп: азотфіксатори, амоніфікатори, нітрифікатори, денітрифікатори, залізо- і сіркобактерії, сульфатредуючі та інші бактерії. У воді вони знаходяться у завислому стані поодинокі або в скупченнях – агрегатах. Значна частина бактерій заселяє біофільтр рециркуляційної аквакультурної системи, де бере участь у розкладанні органічної речовини, що утворюється внаслідок життєдіяльності риб, до фосфатів, амоніаку, нітритів, нітратів та інших речовин, які різною мірою впливають на здоров'я риб. За впливом на здоров'я риб фосфати відносять до інертних речовин, які не мають токсичної дії. При цьому, нітроген у формі вільного амоніаку (NH_3) є токсичним для риби і має бути перетворений у біофільтрі в нешкідливий нітрат. Нітрифікуючі бактерії перетворюють амоніак у нітрит, а потім в нешкідливий для риби нітрат.

2.4 Умови експлуатації рециркуляційної аквакультурної системи

Перехід від традиційної аквакультури до рециркуляційних аквакультурних систем значно змінює розпорядок і навички, необхідні для управління рибницьким господарством. Управління та підтримка якості води стає такою ж важливою, як догляд за рибою, а то й важливіше. Досить важливо скласти контрольний список всіх завдань, які повинні виконуватися щодня, а також контрольні списки завдань, які виконуються через довші проміжки часу.

Щодня або щотижня:

- Візуальний контроль поведінки риб.
- Візуальний контроль якості води (прозорості/каламутності).
- Перевірка гідродинаміки (течії) в басейнах.
- Перевірка видачі кормів годівницями.
- Видалення і реєстрація мертвих риб.
- Очищення мембрани датчиків кисню.
- Реєстрація концентрації кисню в басейнах.
- Перевірка рівнів води в напрямках насосів.
- Перевірка форсунок, які подають воду на механічні фільтри.
- Реєстрація температури.
- Проведення аналізів на аміак, нітрит, нітрат, рН.
- Реєстрація обсягів використовуваної підживлювальної води.
- Перевірка тиску в кисневих конусах.
- Перевірка NaOH або вапна, які призначені для регулювання рН.
- Перевірка УФ-ламп.
- Реєстрація споживання електрики (кВт/год).

Перевірка активації системи сигналізації.

Щотижня або щомісяця:

- Чищення біофільтрів згідно з інструкцією.
- Злив конденсаційної води з конденсатора.
- Перевірка рівня води в проміжному баку.

- Перевірка рівня O_2 , який залишився в кисневому балоні.
- Калібрування рН-метра.
- Калібрування годівниць.
- Калібрування датчиків кисню в рибоводних басейнах і в системі.
- Перевірка сигналізації – проведення сигналізаційних тестів.
- Перевірка працездатності аварійної подачі кисню у всіх басейнах.
- Перевірка всіх насосів і моторів на предмет збоїв і шумів.
- Перевірка генераторів і їх контрольний запуск.
- Перевірка роботи вентиляторів.
- Змазування елементів і підшипників механічних фільтрів.
- Пошук проблемних зон в системі і прийняття запобіжних заходів.
- Перевірка фільтрів – в них не повинно спостерігатися шламу.

Один раз у 6-12 місяців:

- Чищення УФ-стерилізатора, зміна ламп раз на рік.
- Заміна масла і масляних фільтрів в компресорі.
- Перевірка чистоти внутрішньої частини охолоджувальних веж.
- У разі необхідності, ретельна чистка біофільтра.
- Заміна електроліту, цинку і мембрани в датчиках кисню.
- Промивання форсунок фільтрів «Hydrotech».

Управління рециркуляційною аквакультурною системою потребує постійної реєстрації і регулювання параметрів для досягнення ідеального середовища для об'єктів аквакультурного виробництва.

РОЗДІЛ 3

ПРОФІЛАКТИЧНІ ТА ЛІКУВАЛЬНІ ЗАХОДИ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

3.1 Лікувально-профілактичні заходи при виробництві в рециркуляційних аквакультурних системах

З метою уникнення можливості ураження при вирощуванні риб патогенними мікроорганізмами, дуже важливо стежити за тим, щоб ікра риб, яку завозять до рибницького господарства, була повністю вільною від захворювань і, безперечно, сертифікована.

При цьому, фахівцям необхідно слідкувати за якістю води, а також за процесом її стерилізації перед попаданням в систему.

У таких випадках кращим варіантом є використання води зі свердловини, колодязя або іншого подібного джерела, ніж воду з поверхневих джерел (річка, озеро, море). Також необхідно слідкувати за тим, щоб робітники чи відвідувачі, які відвідують господарство, не занесли ніяких захворювань.

Також рекомендується проводити ретельну дезінфекцію нових систем, готових до першого запуску, існуючих систем, з яких виловили рибу і які готові до нового виробничого циклу. Існує велика ймовірність, що захворювання з одного басейну РАС поширяться і на інші басейни системи.

Для зменшення ризику виникнення спалаху захворюваності на рибницькому господарстві важливо здійснювати профілактичні заходи (табл. 3.1). Для запобігання поширення патогенів на рибницькому господарстві необхідно розділяти різні етапи виробництва. Зокрема інкубаційний цех має працювати як ізольована і закрита система, так же само, як і вирощувальний та нагульний блоки.

У випадку, коли на рибницькому господарстві утримується ремонтно-маточне поголів'я, воно також має бути ізольоване в окремому блоці.

На практиці, це дозволяє легше ліквідувати захворювання.

При здійсненні лікувальних заходів необхідна обережність, оскільки додавання лікарських препаратів впливає на всю систему, включаючи рибу і біофільтри. Основним правилом є утримання концентрації на низькому рівні і проведення обробки протягом довшого періоду часу. Це вимагає уваги і досвіду. Концентрація має повільно підвищуватися від обробки до обробки, а між ними слід залишити кілька днів без обробки для моніторингу за впливом даної концентрації на смертність риб, їх поведінку і якість води.

3.1 Лікувально-профілактичні заходи при виробництві в рециркуляційних аквакультурних системах

Що потрібно робити?	Як це робити?
Чисте джерело води	По можливості, використовувати ґрунтові води. Дезінфікувати її УФ-випромінюванням. В окремих випадках використовувати піщані фільтри і озон
Дезінфекція системи	Наповнити систему водою і підійняти рН до 11–12 за допомогою гідроксиду натрію (NaOH) (1 кг/м ³ води, в залежності від її буферної ємності)
Дезінфекція обладнання і виробничих поверхонь	Занурити в розчин йоду (1,5 %) відповідно до інструкції, або обприскати ним. Залишити на 20 хвилин, після чого сполоснути чистою водою
Дезінфекція ікри	Дезінфікувати в розчині йоду (10 хв. 3 мл на 50 л води). Після дезінфекції 50 кг ікри міняти розчин
Працівники	Переодягатися і перевзуватися на вході до резервуарів. Мити або дезінфікувати руки.
Відвідувачі	Перевзуватися або використовувати ванну для ніг (2 % розчин йоду). Мити або дезінфікувати руки. Забороняється торкатися елементів системи

Таким чином, зазвичай як у риб, так і в біофільтрі відбувається адаптація, тож концентрація може збільшуватися без негативних ефектів, що збільшує ймовірність знищення патогенна.

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА ТИЛЯПІЇ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

4.1 Біологічні особливості та роль тиліпії в формуванні продовольчих і виробничих систем

Широке поширення тиліпії в світовій аквакультурі пов'язано з рядом цінних біологічних особливостей і господарсько-корисних якостей: легкість в розмноженні, невибагливість до годівлі, швидкий темп росту, стійкість до захворювань, можливість утримання і вирощування у воді з низькою концентрацією кисню і різною солоністю. Крім того, тиліпії мають делікатесне біле, нежирне м'ясо з високим вмістом повноцінного білка та відсутністю міжм'язових кісточок. На даний час, у світі, тиліпію вирощують більше ніж у 120 країнах. Значні успіхи в акліматизації та вирощуванні тиліпії досягнуті в Китаї, Японії, Південній Кореї, країнах Південно-Східної Азії і Америці. В останні роки вирощування тиліпії в рециркуляційних аквакультурних системах знайшло широке застосування в багатьох країнах світу, оскільки вирощування в керованих умовах, дозволяє максимально використовувати потенційні продуктивні якості тиліпії.

Найбільш перспективним видом тиліпій який вирощується в штучних умовах є нільська тиліпія (*Oreochromis niloticus*), яка належить до родини цихлових (*Cichlidae*). Статевозрілі особини забарвлені в сірий колір і мають на тулубі темні вертикальні (9–11) і дві горизонтальні смуги. Хвостовий плавець заокруглений з вертикальними темними смугами. В період нересту черевні, спинний і анальний плавники стають червонуватими.

Тиліпія може досягати маси 5 кг і за цим показником є найбільшим представником родини *Oreochromis*.

За швидкістю росту, ефективності використання кормів, гарним товарним якість вона перевершує інші види тиліпій.

Природний ареал тиляпії – водойми Східної Африки. Зустрічається в річках: Ніл, Нігер, Вольта, Гамбія; в басейні озера Чад; озерах: Альберта, Едварда, Рудольфа, Беринга, Танганьїка. На Заході Африки – в Сенегалі.

За характером харчування тиляпія всеїдна. Вона харчується фітопланктоном, перифітоном, водними рослинами, дрібними безхребетними, бентичними організмами, детритом. У природному ареалі зустрічається як в прісних, так і в солоних водах. Оптимальна температура для росту і розвитку 25–32 °С. Нижній температурний поріг 11–12 °С, верхній 42 °С.

У річці Ніл тиляпія дозріває в 9–12 місяців при масі 150–300 г. За інтенсивного вирощування в рециркуляційних аквакультурних системах з регульованим температурним режимом статева зрілість настає у віці 6–9 місяців при масі риби 250–500 г. Плодючість самки масою 0,6–1 кг може становити від 1 000 до 1 500 ікринок. Тиляпії здатні нереститися з інтервалом 3–6 тижнів. Самці дозрівають швидше самок. Для статевозрілих тиляпій характерний сильний статевий диморфізм і діхроматизм (рис. 4.1).

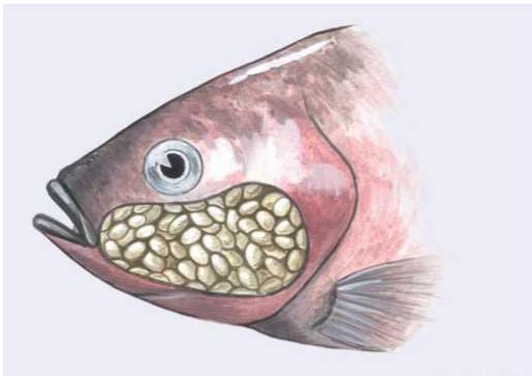


Рис. 4.1 Нільська тиляпія (*Oreochromis niloticus*): самка (зліва), самець (справа)

Самці мають великі щелепи і масивну голову, плавники у них більші за розмірами, загострені і подовжені та мають більш яскраве забарвлення. Крім того, статевий диморфізм у тиляпії виражається в різній будові сечостатевого сосочка: у самок при візуальному спостереженні видно два, а у самців один отвір. Статевозрілі самці стають дуже агресивними. Кожен з них займає обрану їм територію, охороняє її, виганяючи слабких самців.

Овульована ікра має грушоподібну форму, світло-жовтого або коричневого кольору. Після нересту самка з ікрою в ротовій порожнині пересаджується в інший резервуар. Самок, які віддали ікру можна відрізнити по характерному підщелепному мішку (рис. 4.2) і «жувальним» рухом щелепи, внаслідок чого відбувається перемішування ікри в роті.

Інкубація ікри і виношування личинок в ротовій порожнині є ідеальним захистом для потомства: слизова оболонка ротової порожнини цих риб виділяє секрет, який пригнічує розвиток бактерій і грибків, а перемішування ікри в ротовій порожнині сприяє гарній аерації та водночас кращому контакту з секретом слизової, а також представляє захист від хижаків і забезпечує молоді,



при переході на активне живлення, зменшення енергетичних витрат на пошуки їжі. При цьому самка випускає личинок на ділянках водойми добре насичених киснем і багатих природною їжею. В залежності від температури води викльов личинок відбувається на 3–5 день.

Рис. 4.2 Розташування ікри в ротовій порожнині тиліпії

У ротовій порожнині самки личинки знаходяться 10–14 днів. Після розсмоктування жовткового міхура і переходу на вільне плавання самка випускає їх на волю.

Після цього вони також знаходяться поруч з матір'ю і під її охороною ще кілька днів (рис. 4.3). Тривалість нерестового періоду становить 20–22 дні.



Рис. 4.3 Самка тиліпії з потомством у ротовій порожнині

4.2 Організаційно-технологічні засади відтворення тиліяпії

Штучне запліднення ікри у тиліяпії не застосовується, використовують заводський спосіб, який полягає в тому, що у самок відбирають запліднену ікру або ембріонів з подальшою інкубацією в спеціальних апаратах.

Технологічний цикл заводського відтворення складається з наступних етапів:

- переднерестове витримання плідників;
- проведення нересту;
- інкубація ікри та ембріонів.

Температура для нересту становить 28–31 °С. Для посилення статевої активності та забезпечення стабільного ікрометання при посадці на нерест рекомендується заміна 1/3 об'єму води. Після закінчення нересту температуру води бажано знизити на 3–4 °С.

Оптимальна температура в цей період 25–26 °С, допустима 23–27 °С. Порушення в цей час температурного режиму призводить до передчасного дозрівання і перезрівання ікри.

Оптимальний вміст розчиненого у воді кисню 5–8 мг/л. У цей період самців і самок утримують окремо за щільності посадки не більше 35–40 кг/м³.

При відборі плідників для нересту звертають увагу на вираженість вторинних статевих ознак і ступінь нагулу плідників.

Плідників тиліяпії доцільно використовувати до 2–2,5 років, оскільки у самок старшого віку знижується запліднюваність ікри і вихід личинок.

Кількість личинок, отриманих від самки за певний період часу, наприклад, за рік, значною мірою залежить від циклічності проходження нересту. Чим більший інтервал часу між ікрометанням, тим менше за чисельністю потомство можна отримати від самки.

Найбільш короткий інтервал між нерестом спостерігається у молодих самок. З віком цей інтервал збільшується, що веде до зниження загальної кількості ікрометання і, відповідно, до меншої кількості ікри і личинок, одержуваних від самки.

Нерест проводять в стандартних лотках і басейнах площею 3–6 м². Оптимальне співвідношення самців і самок тиліпії – 1 : 4–1 : 2. Нерест триває 5–15 хв. Самка викидає ікру, яку тут же запліднює самець. Запліднену ікру самка забирає в рот. Самок, що інкубують ікру, краще пересадити в окрему ємність або відгородити перегородкою.

Тривалість перебування в роті, тобто від вилуплення до переходу на активне живлення, при температурі 27–28 °С коливається від 4,5 до 8,5 діб. Після переходу личинок на активне живлення. Це збігається з їх першим виходом з ротової порожнини, тобто на 11–13-у добу після нересту. У самок починають активно рости ооцити нової генерації.

Плідників необхідно годувати повноцінними комбікормами з вмістом протеїну 25–30 %. У період нерестової кампанії потрібно вводити в раціон компоненти, багаті вітамінами, а саме дріжджі, ряску, водорості.

Вилів і огляд самок, відбір ікри, ембріонів і личинок проводять через 2–3 тижні з моменту посадки плідників на нерест. Відібрану ікру, ембріонів та личинок переносять в окремі ємності, а самок і самців в ємності для переднерестового витримування. Відсаджувати самок потрібно скляною або пластмасовою банкою, так як сачок використовувати не можна через те, що вони викидають ікру з ротової порожнини. Перед переведенням в маточне стадо самці повинні пройти перевірку на статеву активність. Це визначають по відсотку виношеної самкою ікри. Якщо через 5–7 діб всі самки або 80 % з них виношують ікру, самця переводять в основне стадо.

Описаний спосіб відтворення тиліпії має ряд недоліків. По-перше, наявність в нерестових ємностях різних за віком личинок може викликати канібалізм з боку старшої і більшої молоді та плідників.

Для вирішення цієї проблеми альтернативою може стати метод штучного відтворення зі стадії ікринки. Використання штучної інкубації для відтворення личинок має ряд важливих переваг. Цей метод дозволяє отримувати більшу кількість личинок певного віку і розміру, що є необхідною умовою за індустріальної технології вирощування риби, а також при проведенні

гормональної реверсії статі для отримання одностатевого потомства. Штучна інкубація дозволяє отримувати молодь більш високої якості.



Використання штучної інкубації ікри, крім перерахованих переваг, приносить також істотну вигоду, що дозволяє зменшити площу інкубаційного цеху. Проводити інкубацію ікри тиліпії можна в апаратах Вейса або в невеликих апаратах з подачею повітря (рис. 4.4).

Рис. 4.4 Інкубація ікри тиліпії

У природних умовах личинки після розсмоктування жовткового міхура ще кілька днів перебувають в ротовій порожнині і лише періодично випускаються самкою. За штучної інкубації вони починають споживати корм відразу, як тільки переходять на екзогенне живлення, що максимально реалізує їх потенціал росту.

4.3 Отримання одностатевого потомства з урахуванням економічної та господарської цінності

Методи регуляції статі використовуються для отримання особин, представники якої мають переважну економічну та господарську цінність. У випадку з тиліпією практикується зміна самок на самців, оскільки вони ростуть вдвічі швидше за самок, досягають більшої маси і забезпечують вищий вихід продукції. Крім того, самки тиліпії призводять до неконтрольованого відтворення, надмірної кількості мальків, конкуренції за їжу та затягування росту.

Перспективним напрямком є отримання одностатевого потомства шляхом гормональної зміни (інверсії) статі. Зміна статі під впливом чоловічого (тестостерону) і жіночого (естрадіолу) гормонів призводить до повного перетворення статі. Для отримання фенотипічної статевої інверсії використовують різні способи гормональної обробки: ін'єкції гормонів, у воду з молоддю додають спиртовий розчин гормону і проводять годівлю гормонізованим кормом.

Порошкоподібний корм з додаванням гормону готують заздалегідь, за 3–4 дні до початку годівлі. Метилтестостерон або етінілтестостерон розчиняють в 95 % етиловому спирті, який змішують з кормом для отримання концентрації 60 мг метилтестостерону на 1 кг корму після того як випарується спирт. Спочатку готують основний розчин, який містить 3 мг гормону на 1 мл спирту. Далі 20 мл основного розчину змішують з 210 мл спирту на 1 кг сухого корму. Суміш ретельно перемішують в центрифугі і після цього кілька годин витримують на повітрі з метою випаровування спирту.

Після приготування корм зберігають в холодильнику і згодовують личинкам відповідно до рекомендованих норм (20–30 % від маси риби відразу після переходу личинок на активне живлення з поступовим зменшенням до 10–20 % в кінці годівлі (3–4 тиждень періоду зміни статі)). Використовують високопротеїнові комбікорми.

Згодовування личинкам метилтестостерону або етінілтестостерону дозволяє отримувати потомство, що складається повністю з самців.

Для отримання жіночого потомства використовують діетілстілбестрол (ДЕБ) і цінілестрадіол (ЕЕ). Відзначено, що отримання одностатевого жіночого потомства досягнуто при дозах ДЕБ більше 10 мг/кг і ЕЕ понад 50 мг/кг. Критичний період індукції фемінізації – 1 тиждень після викльову.

4.4 Підрощування та вирощування молоді тилапії

Підрощування здійснюють в лотках або басейнах. Личинки масою до 100 мг, здатні активно споживати штучні корми, що подаються в басейни автоматично за допомогою автогодівниць. Годівлю здійснюють за суворого контролю за якістю кормів. Кращий ріст мальків забезпечують корми, що містять 40 % протеїну. Тилапію в рециркуляційних аквакультурних системах годують зазвичай кормами з відповідним розміром частинок. Тилапії мають невеликий рудиментарний шлунок, тому їх слід годувати багаторазово протягом доби. Рибоводно-біологічні нормативи підрощування личинок тилапії наведено в додатку А.

4.5 Створення сприятливого конкурентного і технологічного середовища для вирощування товарної тилії в рециркуляційних аквакультурних системах

За умов здійснення господарсько-виробничої діяльності в рециркуляційних аквакультурних системах, практично можливим є створення сприятливого середовища для вирощування тилії.

При вирощуванні тилії в рециркуляційних аквакультурних системах слід дотримуватися наступних параметрів середовища:

- температура – 25–31 °С;
- реакція середовища (pH) – 6,5–7,5;
- розчинений кисень – 3–4 мг / л;
- аміак – 0,3 мгN/л;
- нітрити – 0,02 мг/л; нітрати – до 60 мг/л;
- зважені речовини – до 50 мг/л.

У процесі вирощування необхідне щоденне додавання 1/3 об'єму свіжої води, підтримування фотоперіоду – 12 годин світла та 12 годин – темряви. Освітленість поверхні басейнів становить близько 600 люкс.

Річна потужність рециркуляційних аквакультурних систем визначається не тільки створенням сприятливих умов для вирощування тилії та забезпеченням кормами високої якості, але і технологією вирощування.

Експлуатація рециркуляційних аквакультурних систем за поліциклічного вирощування дозволяє підвищити її річну продуктивність в 1,5–2 рази в порівнянні з дворазовим зарибненням.

При вирощуванні товарної риби вміст протеїну в кормах повинен складати 30–35 %. Тилія при досягненні маси 200 г і вище вважається товарною рибою. Росте тилія досить швидко і за сприятливих умовах середньодобовий приріст становить 3–5 грам.

Весь цикл вирощування – від отримання личинок до товарної продукції становить – 160–180 діб.

Таким чином, в умовах рециркуляційної аквакультурної системи, протягом року можливе багаторазове отримання продукції аквакультури.

Нормативи виробництва товарної тиліпії наведено в табл. 4.1.

4.1. Рибоводно-біологічні нормативи вирощування товарної тиліпії до маси 300 г

Показник	Норматив
Температура води, °C:	
Оптимальна	27–29
Допустима	25–35
Вміст кисню на витоці, мг/л	не менше 3,5
Щільність посадки, шт./м ³	500–600
Виживання, %	90–95
Маса молоді, мг:	
початкова	10
кінцева	не менше 300
Тривалість вирощування, діб	180
Рибопродукція, кг/м ³	130–150
Марка корму РКС	12–80; 16–80
Витрати корму, кг/кг	2–2,5

4.6 Основоположні принципи й підходи в лікуванні тиліпії

Тиліпія переносить несприятливі умови та стресові явища краще, ніж більшість інших комерційно важливих видів аквакультури, але ріст інтенсифікації виробництва (збільшення щільностей посадки при вирощуванні) призвели до зростання захворюваності. За несприятливих умов, в тому числі при різкому зниженні температури води, тиліпії втрачають свою підвищену стійкість до інфекцій і можуть бути схильні до бактеріальних, грибкових, а також паразитичних захворювань. Як тільки патоген вводиться в рециркуляційну систему, його важко ліквідувати. Найбільш серйозне захворювання тиліпії викликається двома видами бактерій роду *Streptococcus*. Переважна більшість підприємств які стикалися з цими патогенами зазнали значних виробничих втрат.

Основні захворювання, які можуть становити загрозу при вирощуванні тиліпії представлені в додатку Б.

РОЗДІЛ 5

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА КЛАРІЄВОГО СОМА В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

5.1 Рибогосподарське значення та харчова цінність кларієвого сома

Батьківщиною кларієвого сому є Північно-Східна Африка, річки Ніл та Йордан. Спочатку його інтродуковано в Центральній та Західній Африці, згодом у прісноводних водоймах Бразилії, В'єтнаму, Індонезії, Східному Тиморі, Індії, Туреччині, Нідерландах.

Широке поширення пояснюється пристосуванням до несприятливих для інших риб умов: у кларієвого сома розвивається спеціальний орган для дихання атмосферним киснем. Від зябрової порожнини відходить деревовидно розгалужений надзябровий орган, стінки якого пронизані безліччю кровоносних судин і охоплюють дуже велику поверхню. Іншими словами, це справжні легені, які замінюють зябра, коли риба знаходиться поза водою.

В Україні кларієвого сома почали вирощувати на початку 2000-х років.



Рис. 5.1. Кларієвий сом

При цьому обсяги виробництва кларієвого сома були незначні (до 20 тонн) (рис. 5.1).

На даний час, кларієвого сома в Україні вирощують нині у невеликих приватних рециркуляційних аквакультурних системах.

Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) простий у відтворенні і невибагливий в їжі, що істотно впливає на рівень виробничих витрат. Крім того, цей вид абсолютно не вимогливий до якості води, демонструючи при цьому найвищу стійкість до різних захворювань.

Основна перевага вирощування цього виду – високі щільності посадки.

Це досить велика риба. Середня довжина становить 1–1,5 м. За своєю довжиною претендує на звання найбільшого сома Африки. Голова велика,

масивна, пласка, кістяна. Рот широкий, витягнутий до очей. Також має великі допоміжні органи дихання, що складаються з модифікованих зябрових дуг. Тулуб вугроподібний. Грудні плавники мають шипи. Забарвлення спини синювато-чорне або темно-сіре, черево – біле.

Якщо порівнювати європейського та кларієвого сома, то у другого менш жирне і більш темне м'ясо. Жир має щільну консистенцію та білого кольору (схожий на сало теплокровних тварин). В тілі сома він накопичується у вигляді жирового валика і може вирости до значних розмірів.

М'ясо має високі харчові та кулінарні властивості. Завдяки оптимальному поєднанню білків (17,2 г), жирів (5,1 г) і амінокислот, риба ідеально підходить для дитячого і дієтичного харчування, а відсутність дрібних кісток робить його зручним для приготування і вживання в їжу.

Високий вміст Омега-3 поліненасичених жирних кислот сприяє зниженню рівня холестерину в крові, запобігає тромбоутворенню, а також сприятливо впливає на зміцнення судин головного мозку.

Продукт гіпоалергенний. М'ясо можуть вживати в їжу навіть люди з яскраво вираженою алергією на рибу і морепродукти. За смаком кларієвий сом більше нагадує м'ясо тварин, ніж риб.

5.2 Розведення та вирощування кларієвого сома

Кларієвий сом – це один із перспективних видів риб для вирощування в Україні. Він може мешкати у воді при температурі від 8 до 35 °С, оптимальна температура для інкубації та росту – 28–30 °С, а при температурі нижче 12 °С він гине, солоність води – 0–12 ‰. Тобто, теоретично цей вид може вирощуватися в водах Азовського моря з солоністю 10–12 ‰.

Для його вирощування потрібно створювати правильні умови для комфортного проживання та розмноження: регулювати температуру води, а також показники кислотності і солоності води. Особи важливо забезпечити напівтемряву, а найкраще будувати басейни в затемнених місцях. Оптимальне

рішення для виробництва кларієвого сома – рециркуляційна аквакультурна система (РАС) (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Рециркуляційна аквакультурна система

Вирощування кларієвого сома в аквасистемі не буде доставляти великих витрат праці. Цей вид не має луски, а замість неї слиз, тому часто доводиться чистити фільтри. Це можна віднести до головного недоліку при вирощуванні цього виду. Іншим, не менш важливим недоліком, є той факт, що кларієвий сом є хижаком, а великі особини можуть поїдати дрібних, тому його потрібно вчасно сортувати за розмірними показниками. Годівля риби здійснюється тричі на день високоякісним плаваючим екструдованим кормом. У басейни корм подають як вручну, так і за допомогою автогодівниць.

Маточне поголів'я кларієвого сома формується з риб, які мають високі темпи росту. Зазвичай, статева зрілість самок наступає у 6 місяців, але кращих результатів при отриманні статевих продуктів досягають самки 2-го року життя. Як правило, самці кларієвого сома, які досягли віку 1,5–2 роки мають розвинені гонади. У процесі розмноження плідників необхідно утримувати в окремих басейнах, за температури води 23–25 °C. Склад корму для плідників, повинен бути збалансованим, з обов'язковим вмістом білка 35–38 %. Базовий добовий раціон для плідників повинен становити близько 1,5 % від маси тіла риби. В умовах застосування рециркуляційної аквакультурної системи тривалість міжнерестових інтервалів у самок кларієвого сома становить 3 місяці. З метою ефективного отримання статевих продуктів використовують стимуляцію риб гормональними ін'єкціями. Причому, перш ніж робити ін'єкції, самок потрібно пересадити в окремі басейни або акваріуми.

Для гормональної стимуляції використовують висушені гіпофізи сомових або корошових видів риб та їх синтетичні замінники («Нерестин-5КС», «Нерестин-7А», сульфатон, сурфатон, овопель). Крім цього необхідно, приблизно, за 2 дні до проведення нересту, не проводити годівлю риби.

Для одноразової ін'єкції потрібно використовувати гіпофіз з розрахунку 4,5 мг/кг від маси тіла самки, а самцям в половину менше від дози самкам.

Для успішного дозрівання самок потрібно підтримувати оптимальну температуру води в басейнах (близько 26 °С).



Отримання статевих продуктів відбувається приблизно через 12 годин після проведення ін'єкції риbam гормональними препаратами (рис. 5.3).

Рис. 5.3 Отримання ікри кларієвого сома

Перш ніж отримати ікру, самок необхідно приспати. Цей процес проводиться за допомогою анестезуючих речовин (гвоздична олія). Ікру отримують окремо від кожної самки. Допустима маса ікри – близько 20 % від маси тіла самки. Сперму у самців відбирають методом забою тому, що самці кларієвого сома методом відціджування сперму віддають слабо і значно низької якості. Спермоцити обережно відділяють, обсушують серветкою, а для запліднення ікри проколюють та перетирають через сито.

Після отримання ікри, самок на 1 годину витримують в розчині перманганату калію (KMnO_4), з розрахунку 0,5 г на 100 л води.

Взяту від кожної самки ікру необхідно розділити на кілька порцій (приблизно 300 г). Потім ікру запліднюють сухим методом. На одну порцію ікри використовують сперму від 3–4 самців загальним об'ємом 3 мл. Сперму рівномірно розміщують пташиним пером для кращого запліднення. Після цього в миску додають 100–150 мл води і все добре перемішують протягом 1–2 хв. Потім до заплідненої ікри додають обесклеюючий розчин. Зазвичай використовують розчин таніну в співвідношенні 7–10 г на 10 л води. Розчин таніну додають до ікри та ретельно перемішують протягом 30 секунд.

Після обезклеювання ікру поміщають в інкубаційні апарати (наприклад, Вейса) або в лотки на спеціальних рамках, які обшиті сіткою з розміром вічок 0,5 мм. Ікру розподіляють тонким шаром. Приблизно через 25 годин за температури води, не більше, 27°C відбувається поява перших вільних ембріонів. Витрата води в лотках становить приблизно 5–10 л на хвилину.

Витримування вільних ембріонів до повного розсмоктування жовткового мішура необхідно проводити в круглих басейнах або в спеціальних лотках. Через дві доби після викльову, вільних ембріонів пересаджують в інші басейни або лотки. Під час вирощування їх потрібно утримувати в темряві. Приблизно через три дні після розсмоктування жовткового мішка, необхідно зібрати зацвілу плівку з дна басейну. Активний рух личинок є одним із показників того, що жовтковий мішок повністю розсмоктався.

Початковий етап вирощування личинок зазвичай триває протягом трьох тижнів, до того моменту, коли риба переходить на дихання атмосферним киснем. Щільність посадки в цей період вирощування становить від 50 до 150 шт./л. При цьому рівень насиченості води киснем повинен бути 50–70 %. Необхідно, щоб водообмін в басейнах був 1–2 рази за годину. Об'єм басейну або лотка повинен бути не більше 1 000 л, а його глибина – в межах 50–60 см. Напівтемрява є однією з найбільш важливих умов освітлення.

У раціон харчування личинок в перші 2–4 доби життя входить жива, декапсульованна артемія (*Artemiasalina*) або трубочник (*Tubifex*). Потім, після 4–5 днів раціон харчування поступово змінюється.

У цей період в раціон годівлі личинок входять сухі, стартові корми, які містять 55 % білка і близько 14 % жиру.

Зазвичай, через два тижні після початку вирощування личинок, щільність посадки риби становить від 20 до 50 шт./л. При цьому рівень добового раціону корму становить близько 15 % від біомаси. Годівля здійснюється вручну або автоматизовано через 1–2 год.

Сортування личинок необхідно проводити на третьому тижні вирощування (300–500 мг). Сортувати потрібно проводити обережно.

Після сортування личинок, зазвичай, витримують протягом 1 год. у ваннах з антибіотиком «Окситетрациклін», який розводять в пропорції 50 г на 1 000 л.

Добовий раціон годівлі становить 5 % від маси тіла риби.

Кратність годівлі – через 3–4 години.

У середньому тривалість завершального етапу вирощування мальків кларієвого сома становить 60 діб.

Початкова маса риб становитиме близько 130–200 г. На темпи росту мальків істотно впливає щільність посадки.

Оптимальна щільність посадки мальків у басейни становить 2,5 шт./л.

Важливо, щоб температура води в басейні була в межах 27 °С.

Завершальний етап вирощування триває від 30 до 50 діб.

При цьому, середня маса риб становить 800–1200 г.

Вирощування риби на цьому етапі проводиться в басейнах об'ємом 10 м³ зі щільністю посадки 0,8–1,5 шт./л.

За такого вирощування вихід товарної продукції становить близько 400–500 кг риби з 1 м³.

Оптимальна температура води під час вирощування товарного кларієвого сома становить 25–27 °С.

Раціон годівлі товарної риби складається з плаваючих кормів з розрахунку 3 % від маси тіла. Рибу годують 3 рази на день.

5.3 Хвороби кларієвого сома

При вирощуванні кларієвого сома в рециркуляційних аквакультурних системах зараження паразитами можна повністю виключити. Більшість захворювань зустрічаються за інтенсивного вирощування. Важливо, що вірусні захворювання у кларієвого сома не зареєстровані.

Кларієвий сом схильний до різних бактеріальних, грибкових і паразитичних захворювань.

Хвороби, які найчастіше зустрічаються при вирощування кларієвого сома наведено в додатку В.

РОЗДІЛ 6

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА СТЕРЛЯДІ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

6.1 Біологічна характеристика і господарсько-корисні властивості стерляді

Стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus) – переважно напівпрохідна риба, представник родини осетрових риб. Стерлядь є одним із основних видів, які вирощують в Україні. Відноситься до класу хрящові риби (*Chondrichthyes*), підкласу променепері (*Actinopterygii*), надряду ганоїди (*Ganoidomorpha*), ряду осетроподібні (*Acipenseriformes*), родини осетрові (*Acipenseridae*), роду осетри (*Acipenser*) (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Стерлядь

На території України різні за чисельністю популяції стерляді збереглися в басейнах річок Дунаю, Дністру і Дніпра. Її невелика кількість наявна в пониззі Дніпра і Дніпровсько-Бузькому лимані.

Стенооксифобна (при вмісті розчиненого у воді кисню менше 3–3,5 мг/л гине). Життєвий цикл відбувається в річках. Іноді в процесі нагулу може виходити в опріснені лимани і морські затоки.

Тримається поодинокі або невеликими групами на глибоких руслових ділянках річок із чистою прохолодною проточною водою та піщаним або піщаногальковим ґрунтом. Тіло видовжене, веретеноподібне, невисоке. Нижня губа посередині перервана, вусики торчкуваті. Це самий малорослий вид у родині осетрових. Її максимальна довжина від 70 до 90 см, а маса може

досягати до 16 кг. Верхня частина тіла темна, сірувато-бура, часто із зеленкуватим або синюватим відтінком, боки сіруваті, сталєво-сріблясті, черевце жовтувате, інколи молочно-біле.

Статевої зрілості самці досягають у віці 4–5 років, а самки – 5–7 років. Самка відкладає від 4 до 140 тис. шт. ікринок. Ікра клейка.

Відкладає ікру на найглибших ділянках корінного русла річки, на звичний добре промитий твердий субстрат.

Після нересту стерлядь йде у заплавні заливні ділянки (невеликі озера), а в міру спаду паводкових вод, знову входить у русла річок. Дорослі особини переважно харчуються личинками хірономід, дрібними молюсками та іншими безхребетними (мізиди, гамариди). До середини літа їжа молоді мало відрізняється від харчування дорослих риб. Темп росту стерляді досить великий. Її молодь, яка виклюнулась у травні-червні живиться ракоподібними, дрібними червами та личинками комах, уже у вересні-жовтні досягає довжини 15–20 см.

6.2 Вимоги до якості води при виробництві стерляді

Водозабезпечення для рециркуляційного аквакультурного господарства може бути різноманітним. Річкова або озерна вода, вода із артеріальних свердловин, геотермальні води, скидні теплі води ТЕЦ і ГЕС. Водночас якість води, яка поступає в рибницькі басейни для виробництва осетрових видів риб, має відповідати нормативним значенням і регулярно контролюватись, оскільки від гідрохімічного режиму середовища залежить відповідний розвиток риб.

Головною умовою інтенсивного вирощування рибної продукції в рециркуляційній аквакультурній системі є оптимізація температурного режиму. Оптимальний температурний режим для росту осетрових видів риб знаходиться у межах від 20 °C до 22 °C. При виборі оптимальної температури для вирощування цих риб в рециркуляційній аквакультурній системі враховують забруднення води метаболітами риб, витрата кисню на насичення води, швидкість розпаду зважених речовин і умови існування мікроорганізмів у системі біологічного очищення води. Насичення води киснем в рибоводних

місткостях повинен знаходитись в межах 78–98 %. Такий кисневий режим є сприятливим не тільки для роботи біологічного фільтра, але і оптимальним для вирощуваних об'єктів. При цьому рівень рН повинен коливатись в межах 7,2–7,8, який є оптимальним як для риби, так і для розвитку нітрифікуючих бактерій. У табл. 6.1 подані гідрохімічні показники, що характеризують роботу нітрифікуючих бактерій і біологічного фільтра при підміні води в кількості 3–5 %.

6.1. Показники якості води за вирощування осетрових видів риби (стерляді) в рециркуляційних аквакультурних системах

Показник	ГОСТ для поступаючої води	Норма	Тимчасово допустимі значення
Зважені речовини, мл/л	до 10	до 30	–
рН	7–8	6,8–4,2	6,5–8,5
Нітрити, мл/л	до 0,02	до 0,1–0,2	до 1
Нітрати, мл/л	2–3	до 60	100
Амонійний азот, мл/л	1	2–4	до 10
Вільний аміак, мл/л	до 0,05	до 0,05	до 0,1
Біхроматна окислювальність, мЛО/л	до 30	20-60	70–100
Перманганатна окислювальність, мЛО/л	до 10	10-15	до 40
Кисень на виході із рибницьких басейнів, мгО ₂ /л	–	5–12	2–3
Кисень на виході із біофільтра, мгО ₂ /л	–	4,8	не мене 2

За весь період утримання риби в рециркуляційній аквакультурній системі температурний режим підтримують в оптимальних межах. Показники температури водного середовища в середньому становлять 21 °С з коливаннями від 19 до 22 °С. Це дозволяє провести розрахунки кількості градусоднів, що необхідно самкам для досягнення четвертої завершеної стадії зрілості гонад.

6.3 Особливості поліциклічного виробництва стерляді

В аквакультурній практиці накопичено значний досвід із вирощування осетрових видів риби, в тому числі стерляді, у ставках, садках, басейнах,

морських затоках і лиманах. Розроблено технологію повноциклічного вирощування цих риб «від ікринки до товарної продукції».

Методи штучного розведення осетрових риб постійно удосконалюються, чому сприяють досягнення науково-технічного прогресу в розробці нових хімічних речовин, механізмів, приладів контролю.

У сучасній аквакультурі існує ряд напрямів товарного вирощування осетрових риб, зокрема – стерляді, які були визначені ще в 80-х роках минулого століття, і вони поділяються на випасну (у природних водоймах), ставову та індустріальну (в садках, басейнах, рециркуляційних аквакультурних системах).

Для виробництва осетрових видів риб, в тому числі і стерляді, рекомендується використовувати басейни об'ємом від 5 до 10 м³ з шаром води 1,2 м або ємкості силосного типу об'ємом 4 і 10 м³. Вирощування товарної стерляді проводять у два етапи, кожен з яких триває по 180 діб.

Тривалість повного рибницького циклу від одержання потомства до товарної риби становить 390–400 діб. При вирощуванні осетрових видів риб в рециркуляційній аквакультурній системі можливе використання поліциклічної технології, яка заснована на багаторазовому отриманні рибопосадкового матеріалу та товарної продукції протягом року.

На даний час, залежно від обсягу виробленої продукції, розроблено більш досконалі схеми і рибоводні комплекси рециркуляційної аквакультурної системи. Удосконалюється система очищення оборотної води, розроблено ефективні раціони годівлі осетрових риб, рибоводні процеси повністю автоматизовані, визначені оптимальні щільності посадки риби в басейни.

Рециркуляційна аквакультурна система має складатись із двох модулів: личинкового і товарного. Перехідний період або час виходу виробництва на повну потужність, займає 390–400 діб і розпочинається із зариблення всіх басейнів личинкового модуля личинками (після проходження етапу витримування). Цей момент посадки личинок позначають як початок першого рибницького циклу.

Басейни личинкового модулю зариблюють з початковою щільністю 5 тис. шт./м², рівень води в таких басейнах – 30–35 см. Вживання мальків від

заводських личинок становить 80 %. Після досягнення маси 3 г мальків переводять до вирощувальних басейнів товарного модуля.

Товарний модуль оснащений двома типами басейнів: вирощувальними та нагульними. Молодь у вирощувальних басейнах витримують від 3-х до 110–140 г/шт. за щільності посадки 20 кг/м² впродовж 180 діб. Виживання становить 90 %. При подальшому вирощуванні 110–140-грамову рибу переміщують в нагульні басейни із щільністю посадки 20 кг/м² і вирощують товарну рибу масою до 450–550 г і більше впродовж наступних 180 діб. Відсоток виживання при такому вирощуванні становить 95 відсотків. У процесі вирощування стерляді в рециркуляційних аквакультурних системах необхідно використовувати високоякісні повноцінні гранульовані корми, із вмістом поживних речовин залежно від вікової групи риби. Корми повинні мати високу засвоюваність, забезпечувати мінімальне надходження в систему забруднень у вигляді залишків корму і екскрементів. Так, стартові комбікорми, якими годують мальків масою до 5–10 г повинні містити 45–50 % протеїну, до 18 % жиру, а продукційні корми: протеїну – 40–50 %, жиру – 11–12 %. Норма годівлі залежить від маси риби та температури води. Частота годівлі залежить від віку риби. Добові норми годівлі осетрових риб продукційними кормами наведені в табл. 6.2.

6.2. Добові норми годівлі осетрових риб продукційними кормами

Маса тіла, г	Добова норма годівлі, % в залежності від температури води			
	12–16 °C	17–20 °C	20–24 °C	24–27 °C
3–50	8–6	10–5	10–8	8–6
50–100	4	5–4	5	3–4
150–200	3	5–4	5	3–4
200–250	3	4–3	4	3–2
250–300	3	4–3	4	3–2
350–400	2	4–3	4	3–2
450–500	2	3	4	3–2
500–800	1,5	2	3	1
800–1500	1,5	2	3	1

Зміна швидкості росту осетрових риб пов'язана з їх біологічними ритмами, які простежуються в природі. На ріст риб у регульованих умовах впливають такі фактори, як пересадка, зміна кормів, погіршення гідрохімічного режиму та робота біологічного фільтра.

При цьому інтенсивність живлення змінюється не тільки протягом доби, а й у зв'язку з сезоном виробництва. При зміні температури істотно змінюється активність харчування риб.

У рециркуляційних аквакультурних системах відсутні живі кормові організми. Тому спеціалізований корм є основним джерелом поживних речовин. Він не повинен мати надлишок органічних речовин тому, що це погіршує умови вирощування риб і сприяє виникненню аліментарних хвороб, які сприяють зниженню приросту маси тіла, підвищенню смертності, зайвим витратам корму і погіршенню смакових властивостей м'яса та харчової ікри.

З метою підтримки оптимальних умов, проводиться постійний контроль за наступними параметрами: температурою, активною реакцією середовища і насиченням киснем, а також вмістом нітратів, нітритів і амонійного азоту. Гідрохімічний аналіз води в басейнах і в біофільтрі проводиться щотижня. Температуру, вміст кисню і рН вимірюють три рази на добу. Систему вимірювання та контролю температури води можна автоматизувати: у кожен рибоводний басейн поміщають спеціальний термодатчик, який передає сигнал на блок перетворення даних. Від останнього сигнал надходить по інтерфейсу на персональний комп'ютер, а температура води в басейнах і температура повітря відбивається на дисплеї у вигляді графіка. Дані записуються і зберігаються.

6.4 Методи штучного відтворення стерляді

Наявні на сьогодні наукові розробки з осетрівництва дають підставу стверджувати, що осетрові риби виявились достатньо технологічними об'єктами аквакультури. Так, вони мають досить високу опірність до впливу багатьох несприятливих факторів, зокрема – хендлінгу. Остання властивість є дуже корисною, адже, в силу особливостей будови гонад і яйцевивідних каналів, самки цих риб при штучному відтворенні неспроможні віддати всієї овульованої ікри способом відціджування. Гонади відкритого типу, передня частина яйцеводів відкривається безпосередньо в черевну порожнину риби. Доводиться застосовувати хірургічне втручання. Коли спершу самиць на

рибзаводах забивали для взяття всієї овульованої ікри, то у подальшому, з причин зростання цінності маточного матеріалу, були розроблені способи прижиттєвого відбору ікри у самиць. Однак, і ці методи не гарантують 100 %-го виживання. Популяції осетрових видів риб знаходяться у критичному стані з ряду об'єктивних причин.

Внаслідок таких обставин, природні водойми перестали відігравати роль стабільних постачальників цінного генетичного матеріалу для потреб товарної аквакультури. Нащадків стерляді в умовах аквакультури отримують традиційним для осетрових способом – відтворенням в заводських умовах, із фізіологічною стимуляцією дозрівання статевих клітин у плідників.

Технологія одержання заводських личинок стерляді включає такі операції:

- стимуляція плідників ін'єкцією гормональних препаратів. Препарати гіпофізів осетрових або коропових видів риб, гліцериновою витяжкою препарату гіпофізів або синтетичними аналогами гонадоліберинів;

- відбір дозрілої ікри за методами І. О. Бурцева або С. Б. Подушки, сперми – відцілюванням;

- ікру осіменяють напівсухим способом;

- знеклеєння ікринок відбувається відмиванням у водному розчині або суспензії знеклеюючої речовини (річковий мул, тальк, крейда, танін або глина);

- ембріональний розвиток відбувається в інкубаційних апаратах – апарати конструкції П. Ющенка (3-ї та 4-ї модифікацій) та «Осетер».

Крім того, можна інкубувати ікру осетрових і в апаратах вертикального типу, з висхідним потоком води (апарат Вейса);

- витримування вільних ембріонів до настання личинкової стадії і переходу личинок на змішане живлення – в басейнах інкубцеху;

- підрощування личинок до життєстійких стадій.

Молодь стерляді, як і інших представників родини осетрових риб, підрощують для потреб товарного осетрівництва або для зариблення природних водойм, з метою формування промислових запасів і підтримання чисельності природних популяцій цих риб.

6.5 Регулювання статевих циклів і стимуляція дозрівання статевих продуктів у плідників

При утриманні плідників в рециркуляційних аквакультурних системах, де вирощування товарної продукції відбувається протягом року за однакових температурах води, для того щоб отримати якісні статеві продукти, потрібно проводити імітацію зимівлі плідників. Для цієї мети за два-три місяці до проведення інкубаційної компанії у басейнах з плідниками поступово зменшують температуру води до 2–4 °С протягом 3–4 тижнів.

Потім протягом 2–3 тижнів її витримують за такої температури, а тоді за 2–3 тижні плідників виводять із зимівлі, підвищуючи температуру води до нерестових – 12–14 °С.

Загальний баланс нерестової температури – 170–220 градусоднів від початкової температури до виводу риби на гормональну стимуляцію.

Плідників після виведення на нерестовий режим тестують. Стан зрілості ооцитів у стерляді визначають за методом біопсії. Для взяття біопсійної проби ікри використовують металевий щуп із нержавіючої сталі довжиною 20–25 см і діаметром, який залежить від видової приналежності самок осетрових (2,5–3 мм для стерляді). Суть даного методу: рибу фіксують в боковому положенні, навпроти 4–5-ї жучок вводять щуп під кутом 45° на глибину 5 см. Після занурення щуп провертають навколо осі для захвату ікринок (рис. 6.2). Ранку обробляють розчином KMnO_4 або йодом і відпускають рибу до басейну.



Рис. 6.2 Відбір ікринок у стерляді за допомогою щупа

Ікринки із канавки щупа препарувальною голкою виймають у чашку Петрі і заливають 4 %-м розчином формаліну або варять протягом 1–2 хв. в

кип'яченій воді. Потім не більше 10 ікринок розрізають гострим лезом і за допомогою бінокюляра визначають відстань від ядра ооцита до внутрішньої оболонки (анімального полюса) ікринки. Повноцінні зрілі ооцити мають правильну округлу форму, однаковий розмір і масу, характерну для даного виду, а також пляму на анімальному полюсі, яка відрізняється кольором.

При штучному розведенні риб, в тому числі і для осетрових, існує три методи стимулювання дозрівання статевих продуктів плідників: екологічний (Державін, 1932), фізіологічний (Гербицький, 1941) і еколого-фізіологічний.

При отриманні нащадків стерляді на рибницьких господарствах використовують фізіологічний метод стимулювання статевих продуктів. Цей метод ґрунтується на стабілізації головних фізико-хімічних параметрах середовища в межах оптимуму і обов'язкового введення гонадотропних гормонів гіпофіза або інших препаратів аналогічної дії, які вводяться внутрішньом'язево.

Для стимуляції дозрівання статевих продуктів стерляді використовують гіпофізи осетрових і видів риб та їх синтетичні аналоги (Сульфакон, Сурфакон, Нерестин-5, Овопель).

У процесі підготовки самок стерляді до нересту в штучних умовах рибоводи забезпечують сприятливі умови для дозрівання ікри. Для цього слід проводити ін'єктування за оптимальних нерестових температур і витримувати плідників в чистій, насиченій киснем проточній воді. При занадто низьких або занадто високих температурах порушується нормальний процес дозрівання ооцитів і їх овуляції. В результаті чого ооцити погано запліднюються і пошкоджуються.

Серед отриманих у таких умовах ікринок, частина не запліднюється, решта розвивається неправильно. Благополучна температура для дозрівання стерляді від 12 до 18 °С.

Наприклад, за гормональної стимуляції нересту стерляді гіпофізарними препаратами, слід віддавати перевагу градуальним ін'єкціям. Загальна доза препарату залежить від температури і маси риби (табл. 6.3), а для попередньої

ін'єкції від ступеня зрілості ооцитів, які оцінюються за значенням коефіцієнта поляризації (табл. 6.4). Слід зазначити, що виснажені риби більш чутливі до гіпофізарних ін'єкцій і дозування препаратів необхідно знижувати.

6.3. Залежність дози гіпофізарних препаратів від температури води для плідників стерляді

Температура, °С	АГП осетрових, мг/кг	АГП коропових, мг/кг	ГГП, осетрових	Коефіцієнт для «худих риб»	Тимчасовий інтервал між ін'єкціями, год.
від 10 до 12	4,0	6,0	10,0	0,95	14
від 12 до 14	3,5	5,0	8,0	0,90	12
від 14 до 16	3,0	4,5	7,0	0,85	10
вище 16	2,5	3,5	6,0	0,80	8

6.4. Залежність гіпофізарних препаратів, які вводяться при попередній ін'єкції від коефіцієнту поляризації ооцитів

Коефіцієнт поляризації ооцитів, K_p	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
Попередня ін'єкція, % від загальної дози	10	13	15	18	20	23	25	25	28	30

Доза для самців в два рази менша, ніж для самок, а ін'єкції проводяться одночасно з вирішальною ін'єкцією самкам. При проведенні ін'єкцій самкам стерляді середня доза препарату «Нерестин-5» становить 0,4 мл/кг.

Ін'єкції проводяться дворазово: попередня (10 % від загальної дози) і вирішальна (90 % – залишок від попередньої) з інтервалом у 12–24 години. Самцям ін'єкція проводиться одноразово, у дозі 0,2 мл/кг, перед вирішальною ін'єкцією самкам. Для ін'єкції використовують звичайні одноразові медичні шприци. Довжина голки і об'єм шприца залежить від розмірів риби та дози препарату. Діаметр голки залежить від препарату, який вводиться.

Ін'єкцію проводять в спинний м'яз, між спинними і боковими жучками, на рівні 2–4 спинної жучки. Потрібно зберігати обережність при введенні препарату в м'язову тканину, слідкувати, щоб риба при скороченні м'язів не виштовхнула препарат. При ін'єкції препарат не повинен вводиться під шкіру. Не можна допускати, щоб голка потрапила в жирову тканину. Також небезпечно занадто глибоке введення голки. Можливо пошкодити спинний

мозок чи великі судини. Препарат для гормональної стимуляції плідників набирають у шприц, безпосередньо, перед ін'єкцією.

Тривалість дозрівання самок стерляді в контрольованих умовах складає 20–25 год. (табл. 6.5).

6.5. Тривалість дозрівання самок стерляді при різній температурі, год.

	Температура														
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А	72	48	48	40	35	<u>30</u>	<u>25</u>	<u>22</u>	<u>20</u>	<u>18</u>	<u>16</u>	<u>14</u>	13	12	11
Б	120	105	80	68	60	<u>52</u>	<u>45</u>	<u>40</u>	<u>36</u>	<u>33</u>	<u>28</u>	<u>26</u>	24	22	21

Умовні позначення: «22» – оптимальні нерестові температури; «22» – екстремальні нерестові температури; «А» – час перегляду перших самок; «Б» – час, після якого не вдається отримати продуктивну ікру.

6.6 Отримання статевих продуктів стерляді

Ікру стерляді відбирають за допомогою підрізання яйцеводів, прижиттєвим способом (С. Б. Подушка). При цьому яєчники осетрових не мають зовнішньої оболонки, і овульована ікра потрапляє в порожнину тіла. Перед тим, як потрапити в довкілля, ікра повинна пройти через яйцеводи. Яйцеводи осетрових видів риб представляють собою дві довгі трубочки, які розташовані в дорзолатеральних частинах черевної порожнини. Воронки яйцеводів значно віддалені від анального отвору в краніальному напрямку. Ці анатомічні властивості статевої системи у самок пояснюють, чому у осетрових риб неможливо зцідити всю овульовану ікру за один раз. Масаж черевця від голови до хвостового відділу призводить до видалення ікри тільки із яйцеводів, після чого їх стінки спадають, і подальше зціджування виявляється неможливим. Після надрізання скальпелем каудального відділу одного із яйцеводів, овульована ікра може поступати із порожнини тіла до анального отвору. Після цієї операції ікра зціджується звичайним шляхом, як у кісткових риб. Стінки яйцеводів представляють собою тонкі напівпрозорі плівки, надрізання яких не викликає значної кровотечі. Така невелика рана скоро швидко заживає.

Для здійснення такої операції необхідний лише скальпель, ширина леза якого повинна бути менше діаметру анального отвору риби. Про початок дозрівання самок вказує виділення із анального отвору окремих овульованих ікринок. Самок, із ознаками дозрівання, залишають в басейні на 40–60 хвилин для завершення овуляції. Дозрілу самку достають з води, протирають сухим полотенцем і поміщають на спеціальний брезентовий лоток, який відповідає розміру риби. Потім в сухий емальований таз, який попередньо охолоджують у воді, відбирають ікру, підрізаючи яйцеводи. Через отриманий розріз ікру зціджують, обережно масажуючи задню третину черевця. Для підтримки створеного розрізу у відкритому стані доводиться вдаватися до допомоги ручки скальпеля або іншого плоского металевого предмета (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Відбір статевих продуктів стерляді

При отриманні ікри потрібно слідкувати, щоб вона обережно стікала по стінках тазу. Від отриманої ікри потрібно відділити порожнинну рідину. Це в подальшому покращує результати заплідненості ікри і зменшує її клейкість.

Потім ікру зважують, з метою визначення кількості отриманих ікринок і для розрахунку необхідної кількості сперми для її запліднення.

Сперму для запліднення ікри отримують від кількох самців. Оскільки самці дозрівають порційно, то сперму за ступенем необхідності відбирають сифонним методом. Від кожного самця сперму відбирають окремо. Баночки повинні бути сухими та чистими.

Якість сперми визначають за рухливістю сперматозоїдів під бінокуляром, за п'ятибальною шкалою Персова.

6.7 Запліднення, обезклеювання та інкубація ікри стерляді

Важливою особливістю ікри осетрових видів риб, з розрахунком якого заснована оптимальна технологія запліднення, є здатність до поліспермного запліднення, швидкість активації ікри після потрапляння в воду, час втрати ікри здатності до запліднення після потрапляння в воду, час набуття ікрою клейкості.

Можливість поліспермного запліднення обумовлена наявністю у ікри осетрових риб кількох або багатьох мікропіле. Саме тому запліднення ікри відбувається напівсухим методом (В. П. Враський). Суть цього методу полягає в тому, що сперму додають в воду, а лише потім суміш води і сперми, концентрація якого забезпечує найбільшу ймовірність моноспермного запліднення, додають в ікру. Для досягнення необхідної концентрації оптимальне співвідношення сперми і води становить 1 : 200. Цей же прийом дозволяє уникнути тривалого перебування ікри в воді без сперми, тому що ікра відразу потрапляє в розчин сперми в воді, де дуже швидко запліднюється. Мінімальне відношення сперми і ікри становить 10 мл/кг або 2 л запліднюючого розчину на 1 кг ікри. При наявності густої, важко відділюючої оваріальної рідини, крові або часткової резорбції слід збільшити кількість запліднюючої рідини в 1,5–2 рази або можна зібрати її шприцом. Запліднення відбувається протягом 2 хвилин.

Після запліднення ікра осетрових риб стає клейкою, вона може швидко вражатися грибковими організмами і гине. Тому запліднені ікринки обробляють в суспензіях різних речовин, частки яких приклеюються до клейких оболонок ікринок і позбавляють ікринки можливості склеюватися одна з однією.

На практиці вже давно застосовують молоко, мінеральний мул або тальк. Молоко слабо знеклеює велику ікру осетрових риб, тальк робить оболонки ікри практично непрозорими, що утруднює контроль за розвитком ікри, а мул – містить багату мікрофлору, знижує вміст кисню в знеклеюючому розчині. На думку С. Б. Подушки ефективнішою речовиною є «блакитна» або вулканічна

глина. Рекомендації щодо застосування різних речовин для обезклеювання ікри осетрових наведені в додатку Г.

Відомо багато апаратів для інкубації ікри осетрових риб. На даний час ікру осетрових риб інкубують в основному в апаратах «Осетер», Ющенко або «Вейса». Норми завантаження ікри в інкубаційні апарати різних конструкцій залежать від типу інкубаційного апарату та виду риб, ікру якої інкубують. Перед завантаженням ікри на інкубацію апарати обробляють розчином фіолетового «К», перманганатом калію, формаліном.

Інкубація ікри осетрових риб відбувається в умовах розсіяного денного світла. Пряме потрапляння сонячного світла на ікру, що розвивається, недопустимо, оскільки це негативно впливає на розвиток ембріонів.

Для інкубації застосовується лише чиста, фільтрована вода. Мертві ікринки відбираються за допомогою сифона, рибоводних лопаточок.

У період інкубації ікри визначається відсоток запліднення і частка ембріонів, які мають типовий розвиток. Ступінь заплідненості ікри перевіряють через кілька годин після початку інкубації на стадії жовткової пробки.

Протягом інкубації, який протікає при температурі води від 10 до 16 °С близько 6–9 діб, в апаратах необхідно постійно підтримувати проточність води, систематично відбирати мертві та заражені грибок сапролегнію ікринки.

6.8 Вирощування молоді стерляді

Для витримування вільних ембріонів, личинок і вирощування молоді використовують басейни з прямоточним током води площею 4–8 м². Для вільних ембріонів і мальків масою до 3 г – 4 м², молодь масою до 30 г – 8 м². Рівень води в басейнах міняється відповідно по мірі росту риби від 0,5 до 1 м.

Технологічний етап вирощування молоді включає: витримування вільних ембріонів до переходу на змішане живлення, перехід личинок на штучні корми, виробництва різновагових мальків. Вихід вільних ембріонів стерляді при завершенні інкубації ікри зазвичай складає 65–70 %. Етап їх витримування до

личинкової стадії починається з моменту пересадки в басейни з чистою, добре аерованою водою і продовжується до початку змішаного живлення.

Щільність посадки передличинок – від 3 до 5 тис. шт./м². За 3–4 доби до переходу на активне живлення вільні ембріони починають утворювати на дні басейну віялоподібні скупчення – рої.

Після викльову вільні ембріони розсіюються в товщі води, а також періодично піднімаються до поверхні води і опускаються на дно басейну. Кожного дня із басейнів забирають загинлих вільних ембріонів, очищають дно і стінки басейнів від бруду та екскрементів.

З початком переходу на активне живлення у предличинок (вільних ембріонів) розсмоктується тимчасова клітинна перегородка, що закриває прохід з ротової порожнини в стравохід і одночасно з анального отвору викидається меланінова («жовткова») пробка.

До моменту переходу на активне живлення передличинки, які до цього знаходилися в стані відносного спокою («роїння»), розсіюються по дну басейна в пошуках корму.

Поява на дні басейну одиничних меланінових пробок служить сигналом до початку першої годівлі, яку починають при викиді меланінової пробки у 2–3 % личинок. Період викиду меланінових пробок може тривати 3–4 доби, а несвоєчасне внесення корму призводить до взаємного травмування та загибелі личинок. Внесення корму в малих дозах, після переходу предличинок на зяброве дихання, стимулює перехід на екзогенне живлення й істотно підвищує виживання личинок і темпи росту.

В якості живого корму використовують науплії *Artemia salina*. Технологія годівлі личинок стерляді на початкових етапах переведення до споживання штучних кормів передбачає ручну годівлю 24 години на добу цілодобово. На 4–5-у добу личинки вже отримують сухий стартовий гранульований корм в кількості 2 % і живий – 10–30 % від загальної біомаси за добу. У подальшому норму живого корму поступово знижують, замінюючи його гранульованими кормами. Годують личинок через кожні дві години цілодобово, враховуючи

споживання корму, при досягненні молоді маси 3 г – через 3–4 години. Розмір кормових частинок повинен відповідати масі молоді (табл. 6.6).

6.6. Відповідність між масою стерляді і розмірами гранул (крупки)

Середня маса риби, г	Розмір крупки і гранул, мм
До 0,1	0,2–0,4
0,1–0,5	0,4–0,6
0,5–1,2	0,6–1
1,2–2,5	1–1,5
2,5–5	1,5–2,5
5–20	2–3,2
20–50	3–3,5
50–200	3,5–4,5
200–400	5–6
Більше 400	6–8
Плідники	8–12

Після 100 %-го переходу на активне живлення, личинок перераховують методом еталону і розсаджують в басейни по 1,6 тис. шт./м². В якості еталону використовують миску з водою із певною кількістю личинок, які підраховуються поштучно. Потім в ємкості, однаковій з еталоном, відсаджують личинок без підрахунку до такої ж щільності посадки, як в еталоні. Ці ємкості повинні бути світлими, щоб на цьому фоні було добре видно личинок. За кількістю еталонних ємкостей з личинками, які відсаджують в басейни, визначають їх загальну кількість.

Протягом наступних двох тижнів їх повністю переводять на штучні корми. Із збільшення маси риби розмір крупки зростає, що дає змогу більш ефективно використовувати повноцінні гранульовані корми.

Догляд за басейнами включає в своєчасній очистці дна від залишків корму перед внесенням нової порції. Протягом всього періоду вирощування ведуть посилений контроль за гідрохімічними параметрами середовища. Температуру і насиченість води киснем підтримують на рівні оптимальних значень.

У процесі підрощування молоді необхідно контролювати щільність посадки і розмірну структуру риби у кожному басейні. При досягненні рибою маси 0,2–0,3 г, кожні 10 днів слід проводити сортування молоді, виділяючи три розмірні групи: велику, середню і дрібну.

6.9 Лікувально-профілактичні заходи

Захворювання риб в рециркуляційних аквакультурних системах відбуваються в результаті порушень умов витримування та годівлі, а також при потраплянні в басейни паразитичних організмів. Тому при вирощуванні осетрових потрібно суворо виконувати комплекс ветеринарних і рибницьких заходів. Риба повинна утримуватись в оптимальних для неї умовах. Важливо суворо дотримуватись нормативів по вирощуванню осетрових і більше уваги необхідно звертати на температуру, концентрацію розчиненого у воді кисню, рН.

Виробництво товарної стерляді розпочинається з отримання якісних статевих продуктів. До початку роботи із плідниками стерляді виконують такі профілактичні заходи:

- до початку роботи в інкубаційному цеху всі вікна і стіни миють та дезінфікують, промивають, дезінфікують рибоводний інвентар, інкубаційні апарати, місткості, посуд;
- рибу, перед отриманням статевих продуктів, очищають від слизу, черевце насухо витирають;
- для зменшення травматизму риб, можна використовувати анестезуючі препарати (хінальдин, пропоксат, іхтіокальм, трихлорбутиловий спирт, дімедрол, амізін, пеніцилін, гвоздична олія);
- для збору ікри використовують чистий знезаражений емальований посуд;
- в період інкубації ікри підтримують оптимальні умови інкубації та потрібно систематично відбирати мертві і заражені сапролегнією ікринки;
- для попередження сапролегніозу на 16–17 і 26 стадіях розвитку проводять профілактичну обробку ікри барвником – фіолетовим «К», концентрація якого складає 10 мг/л за експозиції 15–20 хв.
- повинна бути відрегульована система водопостачання і скидання води.

При вирощуванні осетрових риб в рециркуляційних аквакультурних системах відмічають захворювання різної етіології (Додаток Д): інфекційні, інвазійні, аліментарні і захворювання, які пов'язані з порушенням газового режиму води.

РОЗДІЛ 7

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА ЛОСОСЕВИХ ВИДІВ РИБ (ПСТРУГ РАЙДУЖНИЙ) В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

В Україні через зміну клімату, зменшення опадів, посушливі весну і літо власники рибницьких господарств також змушені до переходу на водоекономні програми вирощування риби. З огляду на це, якості і безпечності води, яка живить індустріальне господарство, надають надзвичайно великого значення. За невідповідності води санітарно-гігієнічним нормам у риби виникають різні захворювання, знижуються її прирости, а також безпечність і екологічність продукції. Відтак питання забезпечення якісною водою рециркуляційних аквакультурних систем і водовідведення води з аквакультури, яка б не впливала негативно на навколишнє середовище є актуальним. В Україні в умовах рециркуляційних аквакультурних систем вирощують, в основному, осетрових видів риб, водночас у південних і центральних регіонах країни набуває поширення розведення пструга райдужного.

Досвід вирощування пструга райдужного в рециркуляційних аквакультурних систем у вітчизняних господарствах незначний, внаслідок чого виникає низка невирішених проблем, пов'язаних передусім із санітарно-гігієнічними заходами під час запуску і функціонування рециркуляційних аквакультурних систем. Основною відмінністю вирощування пструга райдужного в рециркуляційних аквакультурних системах порівняно з вирощуванням на відкритій водоймі є обмежена територія, на якій повинні одночасно забезпечуватися сприятливі умови для росту риби і роботи системи очищення води.

Ефективне ведення форелівництва можливе лише за підтримання на належному рівні санітарного стану і регулярного проведення профілактичних заходів, зокрема дезінфекції. Однак, у форелевих господарствах за використання рециркуляційних аквакультурних систем проведення дезінфекції є

проблематичним через можливість нанесення шкоди корисним мікроорганізмам, які населяють біонаповнювач реактора біофільтра. Вивчення впливу способів дезінфекції води за замкнутого водопостачання в індустріальних рибницьких господарствах на стан мікробіоценозу наповнювача біофільтра та розроблення методів безпечної санації води є актуальними і практично значущими завданнями.

Для вирощування холодолюбних видів риб, доцільним є застосовування багаторазового використання води за замкнутим циклом, що дало змогу індустріальній аквакультури відійти від кліматичної залежності. До промислових рециркуляційних аквакультурних систем, що пропонуються фірмами-виробниками різних країн для вирощування струга райдужного, застосовуються відповідні санітарно-гігієнічні вимоги. Склад установок повинен включати повний набір блоків, що забезпечують всі технологічні етапи вирощування об'єктів:

- регуляцію температури, вміст кисню у воді, рН, стерилізацію зворотної води, механічне і біологічне очищення;
- середньорічний вихід рибопродукції становить 300–500 кг/м³, щільність посадки риби відносно об'єму води коливається в межах 1:7–1:14;
- щодобове підживлення свіжою водою не перевищує 10 % від загального об'єму системи;
- якість зворотної води відповідає необхідним показникам;
- витрати електроенергії і води знаходяться приблизно на одному рівні і становлять для типових моделей відповідно 5–10 кВт і 30–100 л, витрати кормів – 1–2 кг на 1 кг вирощеної товарної продукції.

Під час планування вирощування пструга райдужного в рециркуляційних аквакультурних системах слід враховувати, що ця технологія потребує постійних витрат і вони значно вищі порівняно з видатками традиційних басейнових і садкових господарств.

Стосовно рециркуляційних аквакультурних систем, то зниження собівартості продукції, досягають у тому числі й за рахунок удосконалення

процесу очищення води з використанням механічної очистки води та біофільтрації в даних умовах господарської діяльності.

Також є важливим виживання риби на всіх етапах вирощування та її невибагливість до утримання, умов санітарії. Моніторинг вітчизняних господарств, що вирощують рибу за цією технологією, показує її ефективність, особливо у разі вирощування цінних видів риб у центральних і східних областях України.

У Західній Вірджинії (США) для вирощування холодноводних риб ефективно використовують занедбані вугільні шахти, в яких у великій кількості накопичується високоякісна артезіанська вода. Така вода відмінно підходить для вирощування пструга райдужного і арктичного гольця.

Для прикладу зазначимо, що у Німеччині, зокрема, у Федеральній землі Мекленбург-Передня Померанія, проведено дослідження з вирощування пструга райдужного в рециркуляційних аквакультурних системах із використанням відпрацьованої води, що охолоджує енергетичні установки теплоелектростанції в Ростоку. При цьому встановлено, що пструг райдужний є найбільш технологічним видом у разі його вирощування в рециркуляційних аквакультурних системах. Вирощуваний упродовж семи місяців пструг райдужний з початкової середньої маси приблизно 31 г, досягав товарної маси 300 г. Тому, під час використання подібної технології виробництва пструга райдужного у період його вирощування від ікринки до товарної маси зменшується на 12 місяців.

Таким чином, сучасні технології вирощування пструга райдужного є складним багатогранним процесом, до якого залучені абіотичні чинники, риба і мікрофлора біофільтра, а об'єднувальною ланкою є вода.

7.1. Господарсько-корисні властивості пструга райдужного

Пструг райдужний (*Oncorhynchus mykiss*) є найбільш популярним і широко розповсюдженим холодноводним об'єктом повноциклічного виробництва. Це представник іхтіофауни прісних водойм західної частини Північної Америки,

від південної Аляски до Каліфорнії. За останні 130 років пструг райдужний посів важливе місце в аквакультурі всього світу. Попит на цю рибу зумовлений високими смаковими й дієтичними якостями м'яса та значним вмістом поліненасичених жирних кислот у виробленій з неї продукції. Зацікавленості виробників до цього напрямку лососевої аквакультури сприяють пластичність струга райдужного до умов середовища, її здатність ефективно споживати та оплачувати штучні корми, продукувати делікатесну червону ікру, яка є вітчизняною альтернативою традиційній ікрі тихоокеанських лососів.

В Україну пструга райдужного вперше було завезено в кінці XIX ст. (рис. 7.1). Із середини XX ст. пструга райдужного систематично розводять. З рибницьких господарств його особини потрапляють у річки. У деяких річках



Карпат і Криму цей вид утворив самовідтворювальні популяції.

Рис. 7.1. Пструг райдужний

Тіло риби видовжене, з боків сплюснуте, вкрите дрібною лускою, спина товстувата. Спинний плавець міститься перед уявною вертикаллю від початку черевних плавців. Зовнішній край спинного плавця опуклий, анального – виїмчастий, зрідка прямий. Хвостовий плавець у риб до дворічного віку з невеликою виїмкою, яка зникає у старіших риб.

Відповідно до водного середовища сріблясте забарвлення пструга райдужного темніше в глибоководних водоймах з кам'янистим дном і холодною водою, світліше – у водоймах із світлим піщаним дном і порівняно теплою водою. Вище від бічної лінії є багато дрібних чорних плям – на голові, спинному, жировому і хвостовому плавцях. На боках плями більші, черево світліше, ніж боки. Вздовж бічної лінії є широка райдужна смужка, в якій переважають червоні відтінки. Особливо яскрава райдужна смужка в самців, її яскравість збільшується в період нересту. Тіло самців темніше, ніж у самок. Крім того, у самців викривляються щелепи, на них з'являються зуби, на нижній щелепі виростає хрящовий бугорок.

Пструг райдужний – риба холодних і прозорих водойм. Його температурний оптимум становить 16–18 °С, разом з тим, крайні межі значно ширші – від близької до 0 °С до 23–27 °С, а короткочасно допускається і до 30 °С. За температури води нижче 4–5 °С і вище 20 °С інтенсивність живлення пструга райдужного різко слабшає. Проте в зимовий час пструг райдужний активно харчується і за температури води нижче 4–5 °С.

Водночас температура води впливає на статеве дозрівання плідників. Так, у рибницьких господарствах, які використовують артезіанську або джерельну воду з високою температурою в осінньо-зимовий період, плідники дозрівають швидше, ніж у передгірських й гірських господарствах, які постачаються водою з річок і потоків.

Статеве дозрівання настає на 3–4 роках життя. Загальна тривалість життя складає 11 років. Плодючість змінюється із збільшенням віку та маси самок. Чотирилітні самки відкладають до 2,5 тис. ікринок, семилітні – 4,2–4,4 тис. ікринок. Забарвлення ікри залежить від якості та забарвлення корму.

Нерест пструга райдужного проходить у південних районах з грудня – січня по березень, у центральних та північних районах – з березня до початку травня за температури води 6–8 °С.

Розвиток ікри за такої температури продовжується біля 40 діб, що в середньому становить близько 360 градусоднів.

Цей вид риб дуже вимогливий до вмісту кисню у воді. Оптимальна концентрація кисню становить 9–11 мг/л (90–100 % насичення). Допустиме зниження вмісту кисню – до 7 мг/л; при нижчому вмісті кисню настає обмеження фізіологічних функцій, особливо живлення і росту; летальна концентрація його становить 1,5–2,5 мг/л.

При вирощуванні пструга райдужного водневий показник води (рН) має бути нейтральним або близьким до нього. Оптимальна величина рН повинна становити 6,5–7,5.

Утримання пструга райдужного можливе також і за інших концентрацій рН (від 4,5 до 9,5), але при цьому виникає пригнічення її життєдіяльності.

У природних водоймах живиться бокоплавами, личинками, комахами, які падають у воду внаслідок змивання їх дощовими водами з навколишніх лісів, лук, полів. Із збільшенням розмірів риби збільшуються і розміри об'єктів, які вони споживають. Риби завдовжки понад 19–33 см поїдають мальків риби. Живляться вони майже протягом усього дня, а також і в місячні ночі. У рибницьких господарствах, крім природної їжі, пструг райдужний споживає штучні кормові суміші.

Залежно від забезпеченості кормом та інших факторів темп росту пструга райдужного в різних водоймах і господарствах різний.

Так, у басейні Прута довжина риби у дворічному віці становить близько 9–20 см за маси 8–83 г, у трирічному – 17–21 см за маси 50–120 г.

Пструг райдужний своєрідно реагує на світло: не витримує яскравого сонячного освітлення, ховається в тінь, під каміння, коряги, пливе в глибоководні місця. Найбільш активний в похмурні, хмарні дні, в вечірні і вранішні часи. На відміну від інших відкритоміхурових видів він постійно тримається близько до поверхні води, так як наповнення плавального міхура повітрям у нього здійснюється тільки шляхом захоплення його із атмосфери.

Пструг райдужний – прісноводна риба, проте відносно легко може переносити значну солоність води. Відношення до солоності змінюється з віком: личинки і мальки адаптуються до солоності до 5–6 ‰, цьоголітки – до 12–14 ‰, однорічки і більш старші вікові групи – до 30–35 ‰. Завдяки цій особливості, пструг райдужний стає основним об'єктом марікультури.

Важливе значення в житті пструга райдужного має освітленість. У онтогенезі відношення форелі до світла не є постійною величиною, проте він завжди уникає яскраво освітлених ділянок. До освітлення особливо чутлива молодь.

Таким чином, для успішного розведення пструга райдужного необхідно створювати умови, що забезпечать в максимальній мірі потенційні можливості росту і розвитку. Разом з тим, адаптивні можливості цього виду дозволяють використовувати різноманітні умови водного середовища з метою отримання максимального рибоводного ефекту.

7.2 Організаційно-технологічні засади відтворення пструга райдужного

Ікру та сперму у пструга райдужного отримують шляхом відціджування й за допомогою анестезії. Для анестезування застосовують хінальдін і інші речовини в концентрації 1 : 10 000–50 000. Риб опускають в розчин на 1 хвилину. Наркоз припиняє діяти через 5 – 7 хв після переміщення у чисту воду. Потім їх споліскують чистою водою і протирають сухою м'якою тканиною. В один таз збирають ікру від 5–8 самок і змішують зі спермою від 3–5 самців. Час відціджування статевих продуктів до їх змішування не повинен перевищувати 10 хв. Існує метод отримання ікри за допомогою стиснутого повітря, при якому ікринки залишаються чистими і знижується небезпека зціджування незрілих ікринок. При розмноженні пструга райдужного застосовують сухий або напівсухий спосіб запліднення ікри. При сухому способі ікру і сперму ретельно перемішують, потім доливають воду (до покриття ікри) і знову перемішують. Після цього через 5–10 хв спокою починають відмивати ікру від порожнинної рідини і залишків сперми. Ікру після промивання залишають в тих же тазах в спокої на 2–3 год. для набухання. В цей період необхідно забезпечувати слабку проточність води. При напівсухому способі до ікри доливають сперму, розведену водою безпосередньо перед заплідненням, і відразу ж приступають до перемішування статевих продуктів.

Інкубацію здійснюють в апаратах горизонтального і вертикального типів. В апарата першої групи рамки з ікрою розташовуються послідовно в горизонтальній площині, у другій – у вертикальній. Найбільш поширені в господарствах лотокові апарати системи Аткінса, Шустера і Ропшінської. На 1 м² інкубатора розміщують до 45–60 тис. ікр. пструга райдужного. Апарати вертикального типу з'явилися пізніше. Вони економічні по площі – на 1 м² інкубатора розміщують до 600 тис. ікр. і використанню води.

Для інкубації ікри пструга райдужного використовують і апарати Вейса. За обсягу 8 л в одному апараті можна інкубувати 30–40 тис. ікр. Витрати води спочатку складають 30 мл/с, в другій половині інкубації – 50–100 мл/с.

Застосовують апарати і більшої місткості – до 80 л, які можуть вміщати 500–750 тис. ікр.

Інкубація ікри лососевих риб відбувається упродовж досить тривалого часу (30–60 діб, а осінньонерестуючі до 120) вимагає дуже великої уваги, відповідальності та ретельного дотримання низки технічних та технологічних елементів. Ембріогенез ікри пструга райдужного триває 320–340 градусоднів, в залежності від температури води її термін може становити 28–60 діб.

Температура води під час інкубації ікри може коливатись в широкому діапазоні, проте оптимальна температура становить 6–10°C. Кількість розчиненого у воді кисню не повинна знижуватись нижче 7 мг/дм³, водневий показник рН має бути близьким до нейтрального 6,5–7,5, або нейтральний – 7,0.

Нормативні витрати води в інкубаційних апаратах складають: в горизонтальних лоткових апаратах – 40 дм³/хв., у вертикальних – 15 дм³/хв., у вертикальних класу ІМ – 4 дм³/хв.

Упродовж інкубації ретельно стежать за водообміном, якістю поступаючої води та чистотою в інкубаційних апаратах. У випадку осаду на ікринках завислих речовин їх обережно промивають методом зрошення. Відбирають білі (мертві) ікринки пінцетом або медичною грушою. Для профілактики сапролегніозу, а також за його появи проводять лікувально-профілактичне купання ікри в лікарських препаратах. Найбільш ефективним є хлорамін Б концентрації 10 г/м³, при цьому водопостачання не припиняють. В рибницькій практиці часто застосовують органічні барвники метиленовий синій та малахітовий зелений – в концентрації 1 : 100 000.

Водночас рибницькі маніпуляції з ікрою під час чутливих стадій розвитку: початку гастрюляції, закриття бластопору, початку пігментації очей та перед викльовом не допустимі (табл. 7.1).

Упродовж терміну інкубації фіксують виживаність ікринок, тривалість викльову ембріонів, обліковують відходи на всіх стадіях ембріогенезу, ретельно доглядають за вільними ембріонами під час стадії спокою, вчасно переводять на змішане та активне зовнішнє живлення.

7.1 Чутливі стадії розвитку ікри під час ембріогенезу пструга райдужного за різної температури води, діб

Стадія розвитку	Температура води, °С		
	6	8	10
Ущільнення бластодиску – бластула	6	4	3
Початок гастрюляції	7,5	5	4
Поява крайового вузлика	12	7,5	4
Закриття бластопору	14	11	9
Перед викльовом	40	35	30

Таким чином, під час інкубації щоденно заповнюють журнал, до якого записують відомості про гідрохімічні показники – температуру води, кількість розчиненого кисню; відмічають стадії ембріогенезу та раннього онтогенезу. Вказують початок пігментації очей (160 градусоднів), початок і закінчення вільних виуплення ембріонів (320–360 градусоднів), тривалість стадії спокою вільних ембріонів (80–100 градусоднів), перехід на змішане живлення.

7.3 Витримування вільних ембріонів і підрощування личинок

Ембріони пструга райдужного під час викльову мають великий жовтковий мішок пронизаний густою сіткою кровоносних судин, який не дозволяє їм рухатись. У цей час вільні ембріони є дуже вразливими до найменших зрушень. Навіть надмірний водотік приводить до загибелі. Оптимальною температурою під час інкубації є 6–10 °С. Під час періоду викльову вільних ембріонів, який триває 5–7 діб температуру бажано підтримувати не вище 13 °С, після завершення викльову температуру води підвищують до 14 °С. Процес підвищення температури прискорює розсмоктування жовткового міхура та перехід на змішане живлення. Щільність посадки вільних ембріонів має складати 10 тис. шт./м², рівень води в ємностях не повинен перевищувати 1 см. Ембріони досить чутливі до нестачі розчиненого у воді кисню, вміст якого не має знижуватись нижче 7 мгО₂/дм³, за температури води 12–14°С. Витрати води повинні складати 0,7–0,9 дм³/хв на 1 тис. ембріонів, або 5–6,5 дм³/хв на 1 кг їх загальної маси, за середньої маси ембріону 0,08–0,2 г. Таким чином повний

водообмін в ємності відбуватиметься за 10–15 хв. Вільні ембріони мають негативний фототаксис, тому приміщення має бути затемненим.

Через 5–7 діб після викльову, вільні ембріони починають групуватись вздовж стінок лотків, де часто створюють 2–3 шарові скупчення. Скупчення погіршують умови дихання, що може призвести до загибелі молоді. Щоб цього уникнути, в ємностях створюють рівномірний водотік.

Перехід личинок на змішане живлення є важливою технологічною ланкою. Починається він з тієї миті, коли жовтковий міхур у вільних ембріонів розсмоктується на 30–50 % і вони починають поодинокі вертикально підніматись з дна інкубаційного апарату до поверхні води, щоб захопити повітря. Така поведінка є сигналом переходу до змішаного живлення та початку годівлі молоді. Проводять годівлю вільних ембріонів і личинок спеціалізованими стартовими кормами найменшої фракції упродовж світлового дня кратністю 10–12 разів невеликими порціями, відповідно норм, встановлених методами годівлі. При цьому необхідно ретельно стежити за чистотою ємностей, в яких знаходиться молодь пструга райдужного, не допускаючи накопичення мулу, залишків кормів, загиблих ікринок чи личинок. Дотримання санітарно-гігієнічних заходів під час інкубації ікри, витримуванні вільних ембріонів і підрощуванні личинок дозволить уникнути погіршення умов середовища та не допустити розвитку сапролегніозу. Наступним етапом розвитку молоді пструга райдужного є личинковий період, який визначається візуально та має такі ознаки: жовтковий міхур розсмоктується на 50 %, тіло інтенсивно пігментується, личинки піднімаються в товщу води, у них спостерігається стійкий рефлекс до споживання штучних кормів.

Щільність посадки залишають такою, як за витримування вільних ембріонів. Водночас рівень води у вирощувальних ємностях піднімають до 20 см. Внаслідок таких заходів щільність посадки на одиницю об'єму знижується до 50 тис. шт./м³. Оптимальною температурою для підрощування личинок є 14–18°C. Витрати води збільшують до 1,2–1,9 дм³/хв на 1 тис. личинок, тобто, повний водообмін буде відбуватись за 10–15 хв. Для личинкового періоду

характерна поява позитивного реотаксису (реакція протистояння току води) та поступове зниження негативного фототаксису, тому затемнення ємностей необхідно залишити тільки у частині водонапуску, це змусить личинок під дією розсіяного денного світла переміщуватись до центру басейну (лотока), де концентрація розчиненого у воді кисню найбільш висока. Годівлю личинок проводять 10–12 разів упродовж світлового дня, відповідно до рекомендацій із використання стартових кормів. Гальку з дна лотків прибирають, систематично спостерігають за хімічним і температурним режимами води, станом молоді й дотримуються чистоти в рибницьких ємностях. Тривалість підروшування личинок становить 1–1,5 місяці в залежності від температурного режиму. Чим вище температура води, тим коротший даний період.

7.4 Вирощування мальків і цьоголіток пструга райдужного

Після завершення диференціації плавників і появи лускового покриву у молоді пструга настає мальковий період. Маса мальків на цей час складає 250–500 мг. Подальше вирощування молоді необхідно проводити тільки після ретельного сортування на три розмірно-вагові групи, оскільки у цьому віці у риб проявляється канібалізм і відмова від штучних кормів. Сортування проводять за допомогою спеціальних сортувальних машин. Проміжок між фрагментами решітки повинен починатись з 2 мм та зростати на 1 мм і, таким чином, до 15 мм. Після сортування мальків рахують об'ємно-ваговим методом та здійснюють їх профілактичну обробку з використанням препаратів метиленовий синій, малахітовий зелений, концентрація яких має становити – 1 г/м³.

Для вирощування мальків використовують лотоки та басейни різноманітної конструкції. Оптимальні площі басейнів для вирощування мальків – 3–10 м². Рівень води в них повинен складати 0,3–0,6 м. Рибницькі роботи за вирощування мальків включають наступне: підтримку водообміну, годівлю (кратність годівлі зменшують до 6 разів), систематичне очищення ємностей від метаболітів і забруднень, проведення санітарно-профілактичних заходів. Після двох місяців вирощування знову необхідно провести сортування

риб і пересадити їх на завершальне вирощування. Годівлю цьоголіток проводять 4 рази на день. Контроль за інтенсивністю зростання маси риб є важливою ланкою технологічного процесу. Кожну декаду, проводять контрольні облови. Для промірів і зважування беруть не менше 100 риб з кожної вирощувальної ємності. Всі результати проведених досліджень фіксують в спеціальному журналі. На основі отриманих даних аналізують ріст цьоголіток, вираховують збільшення загальної маси риб, корегують раціон годівлі та інтенсивність водообміну в ємностях. Вилов цьоголіток проводять в кінці жовтня на початку листопада за зниження температури води до 5 °С. Риб знову сортують, визначають загальну масу, вираховують середню та переводять на зимове вирощування.

7.5 Нормативи вирощування однорічок пструга райдужного

Зимове вирощування в аквакультурі має важливе значення, особливо в господарствах за природного водопостачання з відкритих водойм.

Відмінність зимового вирощування пструга райдужного полягає в тому, що за низької температури води, особливо, в гірських господарствах, знижується загальний енергетичний обмін речовин у риб. Тому щільності посадки однорічки можуть значно перевищувати літні. За зимового утримання пструга райдужного в ставках не допускають повного покриття ставів льодом, крім лунок на водонапусках та біля водоскидів. Обов'язковою є наявність окремих лунок для годівлі риб. Годівлю проводять також і за низької температури води (0,1–1 °С), слідкуючи при цьому за активністю поїдання корму. При ослабленій реакції на корми – рибу годують через день. Витрати кормів під час зимового вирощування можуть бути дещо вищими, ніж у інші пори року, але не більше 1,2 одиниці на одиницю приросту. Для господарств із підземним водопостачанням зимове утримання пструга райдужного не має істотних змін упродовж року та обмежується сортуванням риб і зниженням щільності посадки відповідно приросту маси риб. За дотримання технології зимового вирощування, а саме: забезпечення оптимального режиму водообігу, контролю за хімічним і температурним

режимами, раціональної годівлі однорічок, приріст маси за зимівлю повинен бути не менше 100–250 % в господарствах з температурою води 0,1–3 °С, та 300–500 % в господарствах із постійним температурним режимом. Організація на високому рівні зимового утримання сприяє скороченню терміну вирощування товарної продукції пструга, знижує його собівартість та витрати праці. Від умов зимового утримання залежать терміни дозрівання плідників. Чим раніше буде проведена нерестова кампанія, тим більшої маси досягне посадковий матеріал, що позитивно впливає на життєстійкість риб.

7.6 Годівля пструга райдужного

Отримання продукції в сучасних форелевих господарствах здійснюється повністю за рахунок повноцінної та раціональної годівлі. Інтенсифікація холодноводної аквакультури базується, в першу чергу, на підвищенні щільності посадки та застосуванні штучних кормів тваринного й рослинного походження. Правильне застосування високої щільності посадки та повноцінної годівлі риби забезпечує рентабельне ведення господарської діяльності на рибницькому підприємстві. Штучні корми мають бути повноцінними, тобто збалансованими за білками, жирами та вуглеводами. Годівля пструга недоброякісними кормами призводить до ожиріння, переродження печінки та гострої анемії, що викликає масову загибель риби. Для правильного складання раціону необхідно знати потребу пструга райдужного в основних поживних речовинах.

Повноцінний гранульований корм для пструга повинен містити протеїну – 40–50 %, жиру – 5–13 %, загальних вуглеводів – 15–30 %, перетравних – 8–15 %, клітковини – 2–5 %, мінеральних солей – 10–15 %, вологи – до 15. Крім того, в ньому повинно бути енергії: загальної – 4–5 тис. ккал/кг та з врахуванням перетравності компонентів – 2,5–3 тис. ккал/кг. Кормовий коефіцієнт такого корму має бути не більше 2. Першу пробну годівлю передличинок здійснюють після стадії спокою, тривалість якої залежить від температури води, коли передличинки починають поступово підніматися і заковтувати повітря для наповнення плавального міхура. Жовтковий мішок у них до цього часу розсмоктується на 2/3 початкового об'єму. Доброю їжею на цьому етапі розвитку є дрібні

гіллястовусі ракоподібні. Личинки, які повністю перейшли на активне живлення, можуть заковтувати і дорослі форми дафній, молодь бокоплавів та інших дрібних організмів. Проте забезпечення живим кормом личинок пструга райдужного за масового промислового виробництва досить трудомісткий процес. Тому нині першу годівлю частіше всього проводять даючи жовток курячого яйця, причому ток води на період годівлі на 5–10 хв. зупиняють. Не дивлячись на те, що годівля жовтком і сухим молоком традиційна. Вона не є раціональною ні з економічної, ні з біологічної точки зору, оскільки ці компоненти є цінними харчовими продуктами для людини і неповноцінними для личинок пструга райдужного.

Досягнення науки та практики дозволили перейти на годівлю личинок повноцінними екструдованими стартовими кормами. Розмір яких залежить від маси личинок. У перші дні годівлі личинкам необхідно задавати корм не менше 10 разів на добу, що при ручному способі роздавання займає значно більше часу. Тому необхідно застосовувати автогодівниці. Молодь швидко звикає до роботи автогодівниці і тримається в районі викидання корму. Щільність посадки підрощених личинок зменшують, підвищують рівень води в тому ж басейні або пересаджують, використовуючи інші басейни більшого об'єму. Шар води збільшують до 20–40 см. Принцип годівлі залишається тим же, що і для личинок пструга райдужного, але зменшують частоту годівлі при ручному роздаванні корму.

На сучасному етапі розвитку холодноводної аквакультури, годівля об'єктів виробництва, в тому числі пструга райдужного, здійснюється виключно повноцінними, збалансованими, екструдованими кормами провідних виробників. Програми годівлі орієнтовані на масу риби та температуру води. Такими кормами годують пструга райдужного 6–8 разів на добу вручну, або за допомогою автогодівниць.

7.7 Лікувально-профілактичні заходи при вирощуванні лососевих видів риб з урахуванням чинників зовнішнього середовища

Усі життєві процеси, що відбуваються в організмі риб, тісно пов'язані з зовнішнім середовищем і перебувають під його безпосереднім впливом. Тому

для нормальної життєдіяльності риб і підтримання на певному рівні життєстійкості їх організму слід створювати оптимальні санітарно-гігієнічні умови, що забезпечили б нормальний фізіологічний та імунологічний статус їх організму. Серед чинників зовнішнього середовища важливе значення мають температурний, газовий та сольовий режими води, водневий показник. Від температури води залежить не тільки ріст і розвиток риб, але й характер прояву та перебігу різних хвороб. Негативно впливає на організм риб як висока, так і низька температура. Підвищені температури прискорюють і ускладнюють перебіг більшості інфекційних захворювань. Висока температура води, понад 30 °C, може зумовити пригнічення життєвих функцій і вповільнення росту риб, а також масову загибель пструга райдужного.

Поступова зміна температури рідко буває небезпечною для риби, в той же час її різкі перепади можуть стати причиною значного стресу, що у свою чергу сприяє зниженню резистентності організму щодо захворювань. Синдром температурного шоку відомий в аквакультурі і його необхідно уникати. Рибу слід переводити з одних умов в інші поступово, щоб різниця температури не перевищувала 2 °C. Температура не лише впливає на організм риб, але й сприяє розвитку паразитів, спалаху деяких інфекційних захворювань. Окремі вірусні хвороби риб (вірусна геморагічна септимія) спостерігаються за відносно низьких температур води (10–12 °C), а аеромонози, бранхіомікоз – за 20–25 °C. Водневий показник (pH) – істотно впливає не тільки на риб, але й на стан усього біоценозу, у тому числі й на стан паразитоценозу. Прісноводні риби можуть виживати у межах цього показника від 4,5–5 до 9,5–10,5, але оптимальні його значення мають бути нейтральними. Низькі значення (нижче 6,4) сприяють виникненню хілодонельозу і гідроактільозу. Крім того, при низькому pH спостерігається некроз зябрових пелюсток, на змертвілих ділянках яких розмножуються різні мікроорганізми, що призводить до загибелі риб. У той же час підвищення його до 8,5–9 сприяє вповільненню розвитку патогенних бактерій і діє бактерицидно на збудників аеромонозу.

При появі краснухи, лернеозу, хілодонельозу або при загрозі їх виникнення доцільно водневий показник підвищити до 8–8,5.

Розчинені у воді солі впливають на рибу як безпосередньо, так і через корм. Солі фосфору, кальцію, натрію, необхідні для розвитку, риба поглинає з кормом із води. Усі ці елементи повинні бути у воді в оптимальних кількостях. Підвищений вміст деяких речовин (закисних сполук заліза, нітритів, нітратів), або порушення їх співвідношення може викликати загибель риби.

Особливу увагу профілактиці захворювань риби приділяють у період нересту, оскільки в цей час при значній концентрації молоді і наявності в ставках плідників складаються сприятливі умови для поширення заразних хвороб. Першочерговим завданням при цьому є створення у нерестових ставках зоогігієнічних та екологічних умов для нересту й підрощування личинок, формування-відповідного рослинного субстрату з вологостійких трав.

Для запобігання розвитку й накопиченню у нерестових ставках шкідників та ворогів молоді риби, збудників інвазійних захворювань стави заповнюють водою не раніше як за 12–14 годин до посадки плідників на нерест. У нерестових ставках необхідно створити умови для оптимального розвитку природної кормової бази. Для усунення заразних захворювань у переднерестовий період обробляють ставки та плідників. Останніх – безпосередньо перед нерестом у протипаразитарних ваннах із подальшим утриманням їх у проточній чистій воді. При заводському методі отримання потомства перед початком робіт промивають і дезінфікують рибоводний інвентар, інкубаційні апарати, місткості, посуд.

Комплекс загальних ветеринарно-санітарних заходів для рибницьких підприємств включає запобігання занесенню в господарство збудників заразних хвороб, профілактичну дезінфекцію і дезінвазію ложа ставів, гідроспоруд, знарядь лову, інвентаря, транспортної тари, спецодягу, рибоводно-епізоотичне обстеження господарства, контроль за станом вирощуваних риби, профілактичне карантинування завезеної риби, профілактичне вибраковування, ізоляцію та знищення хворих риби (Додаток Е).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. Офіційний вісник Президента України. 2019. № 21. С. 17.
2. Про аквакультуру: Закон України від 18.09.2012 № 5293-VI (чинний з 01.07.2013 р.). Офіційний вісник України. 2012. № 79. С. 26.
3. Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів: Закон України від 08.07.2011 № 3677-VI. Офіційний вісник України. 2011. № 59. С. 120.
4. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України. Відомості Верховної Ради (ВВР). 2017. № 29. ст. 315.
5. Vdovenko N. M., Korobova N. M., Kurmaiev P. Yu., Pavlenko I. I. Formation of the organizational mechanism for fisheries regulation. Проблеми і перспективи економіки та управління. № 3 (19). Р. 202–212. 2019.
6. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы, Копенгаген. 2010. 70 с.
7. Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Герасимчук В. Г., Федоренко М. О., Небога Г. І., Деренько О. О. та інші. К.: Простобук, 2016. 150 с.
8. Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Герасимчук В. Г., Поплавська О. С., Дмитришин Р. А., Маргасова В. Г., Коваленко Б. Ю., Коновалов Р. І. Рекомендації до розроблення проекту Комплексної програми розвитку сталої та конкурентоспроможної аквакультури на 2023–2030 роки. К.: НУБіП України. 2021. 24 с.
9. Koval V., Mikhno I., Trokhymets O., Kustrich L., Vdovenko N. Modeling the interaction between environment and the economy considering the impact on ecosystem. The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020) Vol. 166. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613002>

10. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури. 2016. 410 с.

11. Kim João de Jesus Gregersen, Per Bovbjerg Pedersen, Lars-Flemming Pedersen, Dibo Liu, Johanne Dalsgaard. Combining UV and micro filtration to manage microbial water quality in recirculating aqua culture systems. 5 th Nordic RAS Workshop on Recirculating Aquaculture Systems. Berlin, Germany, 7-8 October 2019. P. 23.

12. Кваша С. М., Вдовенко Н. М. Аквакультурне виробництво: від наукових експериментів до промислових масштабів. Інвестиції практика та досвід. 2011. № 20. С. 7–11.

13. Индустриальное рыбоводство. Титарев Е. Ф. Режим доступа: <http://biblio.arktiskfish.com/index.php/ind-ryb>

14. Вдовенко Н. М. Глобальні пріоритети сталого виробництва сільськогосподарської продукції. Innovative solutions in modern science. 2016. № 4 (4). С. 3–17

15. Формування та функціонування Спільної рибної політики Європейського Союзу та шляхи її реалізації в Україні: монографія. За ред. д.е.н., проф. Вдовенко Н. М. [Богач Л. В., Гераймович В. Л., Герасимчук В. В., Гечбаия Б. Н., Деренько О. О., Павленко М. М., Сіненко І. О., Шарило Ю. Є., Шепелев С. С. та ін.]. К.: Видавничий дім Кондор, 2018. 472 с.

16. Вдовенко Н. М., Шарило Ю. Є., Герасимчук В. В. Інструментарій регулювання розвитку аквакультури в умовах глобальних трансформацій. Новітні інструменти формування сукупної пропозиції на рибу та інші водні біоресурси в умовах глобальних продовольчих викликів: збірник тез I Міжнародного науково-практичного семінару. К.: НУБіП України, 2020. 90 с. (С. 84–88).

17. Вдовенко Н. М., Павленко М. М., Хринюк О. Р. Інноваційно-інвестиційні засади конкурентоспроможного розвитку рибного господарства та аквакультури. Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку. № 21. 2019. С. 31–37. Tilapia Diseases. Режим доступу: <http://americulture.com/tilapia-diseases/>

18. Гриневич Н. Є., Димань Т. М., Кухтин М. Д., Семанюк В. І., Слюсаренко А. О. Ідентифікація небезпечних чинників під час вирощування райдужної форелі в умовах замкнутого водопостачання. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2017. 19. 78. С. 48–52.
19. Lars-Flemming Pedersen, Kim J. D. J. Gregersen, Per B. Pedersen, Peter V. Skov. Assessment of bacterial activity in biofilm - examples and perspectives. 5 th Nordic RAS Workshop on Recirculating Aquaculture Systems. Berlin, Germany, 7-8 October 2019. P. 27.
20. Збірник технологій виробництва різних видів риб з використанням інструментів впливу на попит та пропозицію риби, інших водних живих ресурсів для забезпечення конкурентних переваг рибного господарства». Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Герасимчук В. В., Поплавська О. С., Федоренко М. О., Махиборода К. В., Небога Г. І., Дмитришин Р. А., Місар М. О., Михальчишина Л. Г., Сіненко І. О., Домбровська Т. О., Єфіменко О. А., Шепелєв С. С. Довідник. К.: Гельветика. 2020. 172 с.
21. Проскурено І. В. Замкнутые рыбоводные установки. М.: ВНИРО. 2003. 152 с.
22. Привезенцев Ю. А. Тиляпии (систематика, биология, хозяйственное использование). М.: Столичная типография. 2008. 80 с.
23. Привезенцев Ю. А., Власов В. А. Рыбоводство. М.: Мир. 2004. 456 с.
24. Вдовенко Н. М., Павленко М. М., Сіненко І. О. Організаційно-економічні засади розвитку рибальства й аквакультури в Україні. Бізнес Інформ. 2020. № 4. С. 221–228.
25. Практичні рекомендації щодо виробництва лина з використанням інструментів впливу на планування і організацію біологічних процесів у рибному господарстві. К.: АСТЕКС, 2019. 20 с. Вдовенко Н. М., Шарило Ю. Є., Небога Г. І., Махиборода К. В., Павленко М. М., Талавиця О. М., Сіненко І. О.
26. Подушка С. Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб. Тюмень. 1996. С. 115–116.

27. Гриневич Н. Є. Особливості використання біофільтрів з різними типами наповнювача в установках замкнутого водопостачання в аквакультурі. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2016. 18. 3 (70). 57–61.

28. Койшибаева С. К., Бадрызлова Н. С., Федоров Е. В., Булавина Н. Б., Мухрамова А. А. Рекомендации по выращиванию сеголеток и двухлеток осетровых рыб в бассейнах с использованием артезианской воды в условиях рыбоводных озаяств юга Казахстана. Алматы, 2011. 34 с.

29. Ковалев К. В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома в рыбоводной установке с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2006. № 11. С. 18–26.

30. Vdovenko N. M., Korobova N. M. Methods of state regulation of agricultural sector in terms of the orientation of the economy to safety and quality standards. Wspolraca Europejska. 2015. № 3 (3). Vol. 3. С. 68–80.

31. Cultured Aquatic Species Information Programme *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Режим доступу: <https://cutt.ly/PBoi1rl>

32. Чебанов М. С, Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара, ФАО. 2011. 297 с.

33. Федоренко М. О., Вдовенко Н. М., Павлюк С. С., Дюдяєва О. А. Базові засади розвитку рибальства та аквакультури в умовах трансформаційних процесів. Водні біоресурси та аквакультура. 2020. Вип. 2. С. 47–57.

34. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. Causal Regularities of Effect of Urban Systems on Condition of Hydro Ecosystem of Dnieper River. Indian Journal of Ecology. 2020. Vol. 47. Issue 2. P. 273–280.

35. Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного типа»:международный симпозиум 16–18 апреля 2007 г. Астрахань. Изд. АГТУ. 2007.

36. Коваленко В. О. Стимуляція дозрівання плідників риб при заводському способі їх відтворення в умовах рибницьких підприємств. Рибник. 2011. № 3 (6). С. 30– 33.

37. Гриневич Н. Є. Вміст нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра установки замкнутого водопостачання за використання різних типів наповнювача. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2017. 19. (82). 184–187.
38. Вовк Н. І., Божик В. Й. Іхтіопатологія. К.: 2014. 308 с.
39. Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Пономарева Е. Н., Лужняк В. А., Чипинов В. Г., Коваленко М. В., Казарникова А. В. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. 66 с.
40. Микитюк П. В., Осадчая Е. Ф., Погорельцева Т. П. Справочник по болезням рыб. К.: Урожай. 1984. 248 с.
41. Вдовенко Н. М., Маргасова В. Г., Шарило Ю. Є. Михальчишина Л. Г., Конкурентоспроможність рибного господарства та аквакультури як складова ефективності національної економіки. Біоекономіка та аграрний бізнес. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2019. № 1. Vol. 10. С. 30–39.
42. Казарникова А. В., Шестаковская Е. В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре. М.: ВНИРО. 2005. 104 с.
43. Практичні рекомендації щодо виробництва тилapia в умовах конкурентного середовища та продовольчих викликів. Укладачі: Шарило Ю. Є., Федоренко М. О., Вдовенко Н. М., Поплавська О. С., Курмаєв П. Ю., Михальчишина Л. Г., Дмитришин Р. А. Посібник. К.: НУБіП України, 2020. 25 с.
44. Гайдей О. С. Етіологія вірусної геморагічної септицемії (ВГС) лососевих риб та біологічна характеристика збудника. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. 2015. Вип. 30. Ч. 2. С. 145–149.
45. Чебанов М. С. Галич Е. В., Чмырь Ю. Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. 148 с.
46. Karpenko L., Zalizko V., Vdovenko N., Starynets O., Mienailova H. Entrepreneurship as a basis for promotion of the strategy of development of polish industrial enterprises. Journal of Entrepreneurship Education. 2019. Vol. 22. Issue 3.
47. Галасун П. Т. Форелевое хозяйство. 1975. 128 с.

48. Чуклін А. В., Яковлєва Т. В., Гуня М. М. Завдання рибогосподарської науки щодо вирішення нагальних проблем розвитку прісноводної та морської аквакультури, 2015. С. 45–52.

49. Kurmaiev P., Vdovenko N., Pavlenko M., Kolisnichenko P. Competitiveness of the agrarian sector: a comparative analysis of Poland and Ukraine. 6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019). Advances in Economics, Business and Management Research. 2019. Vol. 95. P. 235–238.

50. Курочкин Д. С., Любомиров Е. В., Любомирова В. Н. Сапролегниозы рыб и икры в аквакультуре. Проблемы эпизоотологии и эпидемиологии. 2018. Вып. 12. С. 60–62.

51. Кваша С. М., Вдовенко Н. М. Наукові засади державного регулювання розвитку аквакультури штучних водойм. Економіка та держава. 2011. № 11. С. 12–16.

52. Пукало П. Я., Божик В. Й., Божик О. В. Дезінфекція, як метод профілактики хвороб риб. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. 2016. Т. 18. № 1 (65). Ч. 1. С. 134–138.

53. Vdovenko N. M., Sokol L. M. Applied basis of fish policy effect to public food providing. Науковий Вісник Полісся. 2017. № 1 (9). Ч. 2. С. 202–207.

54. Grudniewska J. Proekologiczne metody profilaktyki przeciwgrzybi cznej w inkubacji ikry ryb lososiolatych. Pracadoktorska, Instytut Rybactwa w Olsztynie. 2005.

55. Вдовенко Н. М., Наконечна К. В. Особливості структурних змін в економіці України. Економіка АПК. 2018. № 9. С. 56–61.

56. Вдовенко Н. М. Економіка рибогосподарських підприємств: Підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2017. 212 с.

57. Конкуренентоспроможність рибного господарства України в нових умовах функціонування національної економіки: [колективна монографія]. Вдовенко Н., Варшавська Н., Гечбаия Б., Михальчишина Л., Павленко М., Шарило Ю., Шепелєв С. Глобус. Х.: 2020. 328 с.

58. Титарев Е. Ф. Форелеводство. 1980. 166 с.

59. Lars-Flemming Pedersen, Anna Maria Røyset Lier, David Jonathan Jensen. Electrochemical treatment of RAS water [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/zBowzbl>
60. Всесвітня конференція SEAWEB SEAFOOD SUMMIT, Барселона, Іспанія, 19-21 червня 2018 р.
61. Вдовенко Н. М., Коробова Н. М., Шепелєв С. С. Стале використання водних об'єктів для задоволення потреб галузей національної економіки. Соціально-економічний розвиток регіонів в контексті міжнародної інтеграції. 2018. № 30 (19). Т. 1. Ч. 2. С. 17–23.
62. JRC114801; EWG 18-19 (pub: 2018-12); Economic Report of the EU Aquaculture sector.
63. Koval V., Sribna Y., Mykolenko O., Vdovenko N. Environmental concept of energy security solutions of local communities based on energy logistics. 19 th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, 30 June – 6 July, 2019. 2019. Vol. 19. P. 283–290.
64. Основні види риб, що водяться у водоймах Чернівецької області [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/EBowSCx>
65. Industry predicts major role for RAS in food security. Eurofish. 3/2019. 19 с.
66. Bill Mc Graw. Key factors in creating the largest tilapia RAS in the world [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/kBowv9p>
67. Корчевой Ф. В. Радужная форель. Как ее разводят и выращивают в Украине [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cutt.ly/8BowXai>
68. Мендришова П. Д., Шумова В. М. Особливості накопичення маси у іьоголіток і дволіток райдужної форелі. Режим доступу: <https://cutt.ly/qBowHpp>
69. Форель райдужна, пструг райдужний [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ribakiriba.ucoz.ua/publ/forel_rajduzhna_pstrug_rajduzhnij/1-1-0-25
70. Regulation (EU) № 1379/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on the common organisation of the markets in fishery and aquaculture products, amending Council Regulations (EC) № 1184/2006 and (EC) № 1224/2009 and repealing Council Regulation (EC) No 104/2000.

Рибоводно-біологічні нормативи підрощування личинок тиляпії

Показник	Норматив	
	до 100 мг	до 10 г
Температура води, °С:		
оптимальна	29–32	29–30
допустима	27–35	25–35
Вміст кисню, мг/л	не менше 4	не менше 3,5
Щільність посадки, тис. шт./м ³	20–25	4–5
Вживаність, %	80–85	85–90
Тривалість підрощування, діб	15–20	60
Маса молоді, мг:		
початкова	12–15	0,1
Кінцева	не менше 100	не менше 10,0
Вид корму, %:		
штучний – марка РКС	70	
природний – активний мул, артемія	30	
Спосіб годівлі	автоматичне, вручну	
Рибопродукція, кг/м ³		до 50
Витрати корму, кг/кг приросту, РКС; 12–80		1,5–1,8
Частота годівлі, раз/доба	12–48	

Хвороби та лікування тилапії

Хвороба	Синдром	Заходи
Аеромоноз <i>Aeromonas hydrophila</i> - бактерія	Втрата рівноваги; летаргічне плавання; задуха; геморагічні або запалені плавники, шкіра; опуклі очі; непрозора рогівка ока; набряк живота, що містить хмарну або криваву рідину	КМnO ₄ при необмеженому зануренні 2–4 мг/л або 4–10 мг/л протягом 1 години; антибіотики (наприклад тетраміцин в кормах при 50 мг/кг на добу на 12–14 день, 21 день – виведення)
Вібріоз <i>Vibrio anguillarum</i> – бактерія Викликається стресом та низькою якістю води	Втрата рівноваги; летаргічне плавання; задуха; геморагічні або запалені плавники, шкіра; опуклі очі; непрозора рогівка ока; набряк живота, що містить хмарну або криваву рідину; хронічна при низькій добовій смертності	Додавання антибіотиків до корму
Колумнаріоз <i>Flavobacterium columnare</i> – бактерія	Обмарковані плавники та нерегулярні білувато-сірі плями на шкірі або плавниках; бліді, некротичні ураження на зябрах	КМnO ₄ як при аеромонозі, необоротне занурення з CuSO ₄ за концентрації 0,5–3 мг/л, залежно від лужності
Едвардсиельоз <i>Edwardsiella tarda</i> – бактерія	Кривава рідина в порожнині тіла; блідо-пестроткана печінка; набряк, темно-червона селезінка; опухлі, м'які нирки	Додавання антибіотиків до корму
Стрептококкоз <i>Streptococcus iniae</i> , <i>Enterococcus</i> sp. – бактерії	Летаргічне, нестабільне плавання; темна пігментація шкіри; екзофтальмія з непрозорістю та крововилив у очі; розтягнення черевної порожнини; дифузна кровотеча в оборочці, навколо рота, ануса та біля плавників; збільшена, майже чорна селезінка	Антибіотик в кормі, наприклад, еритроміцин – 50 мг/кг риби в добу протягом 12 діб
Вірус озерної тилапії <i>Tilapia lake virus (TiLV)</i>	Почервоніння шкіри, запалення органів, включаючи очі і мозок, пошкодження печінки і можлива недостатність органів і смерть.	Дотримування санітарно-гігієнічних вимог вирощування, транспортування
Сапролегніоз <i>Saprolegnia parasitica</i> - гриби	Летаргічне плавання; білі, сірі або бурі колонії, які нагадують бавовняні пучки; відкриті ураження в м'язах	КМnO ₄ або CuSO ₄ ; (1 мг/л CuSO ₄ для лужного середовища до 3,0 мг/л CuSO ₄); формалін (25 мг/л безстроковому занурення або 150 мг/л протягом 1 год)
Іхтіофторіоз <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> – найпростіші одноклітинні	Зустрічаються на зябрах або шкірі	Обробка КМnO ₄ , CuSO ₄ або формаліном
Моногенні трематоди <i>Dactylogyrus</i> spp., <i>Gyrodactylus</i> sp. - паразитичні плоскі черви	Зустрічаються на поверхні тіла, плавниках або зябрах	Обробка КМnO ₄ , CuSO ₄ або формаліном

Хвороби, які найчастіше зустрічаються при вирощуванні кларієвого сома

Хвороба	Синдром	Заходи
Деформація голови	Деформація скелета (лордоз і сколіоз). Риба перестає споживати корм, летаргічна поведінка, загибель. На голові набрякла тканина. Спостерігається у особин більше 10 см; мертва риба має потовщений і зігнутий череп	До корму додавати вітамін С
Синдром ушкодження кишечника	Летаргічна поведінка, опухлий живіт, черевце втрачає забарвлення, червоний анальний отвір, ушкодження черевної стінки	Збалансований і добре засвоюваний корм
Виразкова хвороба	Млява поведінка, червоні або білі виразки на шкірі, нижній і верхній щелепі, і на хвостовому плавнику	Контроль за якістю води
Хвороба білих крапок <i>Mухobacteria</i> – бактерія	Риба залишається біля поверхні води у вертикальному положенні. Плаває мляво, біля рила і зябер спостерігаються білі плями	До корму для профілактики додають антибіотики (хлорамфенікол, терраміцин, окситетрациклін)
Септицемія аеромонад <i>Aeromonas hydrophila</i> – бактерія	Лущення і почервоніння плавників, втрата забарвлення, виразки	До корму додають антибіотики (окситетрациклін, сульфаметоксін, орметопрім)
Септицемія рухливими аеромонадами <i>Aeromonas sp.</i> – бактерія	Пучоокість і розтягнутий живіт, глибокі виразки на шкірі з крововиливами і запаленнями	Уникнення стресу. У корм можна додавати тріметропрім і бактрим протягом 10 днів
Сапролегнія <i>Saprolegnia spp.</i> – гриби	Сірі або білі нарости на шкірі, плавниках, зябрах і очах, що нагадують вовну. Вражає ікру. Швидко розповсюджується по всьому тілу і зябрам	Ванни з малахітово зеленим (5 мг/л протягом години), хлоридом натрію (5 % протягом 1-2 хв.). Уникнення стресу, механічних пошкоджень
Паразити <i>Costiasp.</i> , <i>Chilodonella</i> , <i>Trichodina</i> – найпростіші; <i>Gactylogyrus sp.</i> , <i>Gyrodactylus sp.</i> – трематоди	Риба тримається біля поверхні води вертикально, або нервово смикає головою чи тулубом на дні, шкіра покривається тонким білуватим сірим слизом, може спостерігатися масований мор	Формалін (25-50 мг/л), діптерекс (0,25 мг/л)
Найпростіші паразити – <i>Hennequya sp.</i>	Шкіра і зябра покриті білими плямами	У якості профілактики до корму добавляти антибіотики (хлорамфенікол, терраміцин або окситетрациклін)
Зяброві і зовнішні найпростіші паразити – <i>Trichodina maritinkae</i>	Дрібні білі плями на шкірі або зябрах; дратівливість, нестабільність, летаргія, слабкість, втрата апетиту, зниження активності; зябра бліді і розпухлі	Ванни з формаліном або сіллю

Рекомендації щодо обезклеювання заплідненої ікри
осетрових видів риб, у тому числі стерляді

Препарат	Підготовка до застосування	Склад розчину на 1 кг ікри	Тривалість обробки	Техніка обезклеювання
Мінеральний мул	Заготовлюється осінню, очищується від сміття і домішок, прокалюється для дезінфекції, зберігається в вигляді густої суспензії, перед використанням розводиться до консистенції сметани	1 л суспензії на 5 л води	35–45 хв	В апаратах АОЇ або АОК, вручну в емальованих, алюмінієвих або пластикових мисках
Тальк	Добавляється в воду безпосередньо перед обезклеюванням	100 г на 5 л води	45–60 хв.	
«Блакитна глина»	Зберігається в сухому вигляді, за добу перед використанням розводиться кип'ятком до консистенції рідкої сметани	300 г сухої глини на 5 л води	35–45 хв.	
Танін	Розчиняється в воді неопосередковано перед використанням	2,5 г на 5 л води	40 с	Тільки вручну

Хвороби та лікування осетрових видів риби

Хвороба	Синдром	Заходи
Флексибактеріоз <i>Flexibacter</i> <i>Cytophaga</i> – бактерія	Світлі плями на поверхні тіла, крововиливи на черевці і біля основ плавників, підвищене слизовиділення	Не допускати перевищення щільностей посадки, високого вмісту органічних речовин у воді. Лікувальні ванни (хлораміном Б), антибіотики – окситетрациклін, оксолінова кислота
Бактеріальна геморагічна септицемія (БГС) <i>Aeromonas</i> – бактерія	В'ялість, втрата апетиту, плаває на поверхні, зябра бліді, анемічні, може бути екзофтальмія, точкові крововиливи	Дотримувати щільності посадки, гідрохімічного режиму. Стрес та хендлінг потрібно виключити. Лікування – субалін
Сапролегніоз ікри <i>Saprolegniales</i> – гриб	Білий ватоподібний наліт на поверхні ікри	Ікру рекомендовано обеззаражувати ультрафіолетом, провити профілактичну обробку ікри фіолетовим «К», малахітово зеленим (1:200 000 – 30 хв.)
Сапролегніоз риби <i>Saprolegniales</i> – гриб	Білий ватоподібний наліт на поверхні тіла риби	Профілактична обробка фіолетовим «К» (1 г/м ³ – експозицією 30 хв.), малахітово зеленим (1:200 000 – 5-10 хв.), брильянтово зеленим, КМnO ₄ (1:200 000 – 10 хв.). Уражені місця обробляють 2%-м розчином малахітово синім або фіолетовим «К», проводять вітамінну терапію
Іхтіофтиріоз <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (<i>Ichthyophthiriu</i> , <i>Hymenostromatida</i>) – паразити	За сильного зараження великі паразити видно неозброєним оком (білі горбики)	Головний метод боротьби – профілактика фіолетовим «К», брильянтовым зеленим, повареною сіллю
Апіозомоз <i>Apiosoma piscicolum</i> (<i>Apiosoma</i> , <i>Peritricha</i>) – паразити	Ураження шкіряних покривів, зябрового апарату молоді. На поверхні тіла і плавниках спостерігають білий наліт і почервоніння	Недопущенні контакту личинок з плідниками та іншими групами риби, боротьба із смітною рибою. Профілактика – брильянтово зелений, фіолетовий «К», сольові ванни. Лікування – лікувальні ванни (0,2 %-й розчин повареної солі (10–15 хв); фіолетовий «К» (1 г/м ³ – 30 хв.)
Поліподіоз <i>Polypodium hydriforme</i> (<i>Coelenterata</i>) – паразити	Заражені самки осетрових риби не відрізняються від здорових. Уражені ікринки більші від здорових і мають світліший колір, мають неоднорідне мармурове або полосате забарвлення з темними плямами круглої форми	При виникненні хвороби необхідно перешкоджати її розповсюдженню. Уражену ікру обеззаражують 2%-м розчином хлораміну, 4%-м розчином формаліну або в 5%-му розчині повареної солі протягом 30 хв. Лікування не розроблено

Продовження додатку Д

Хвороба	Синдром	Заходи
Дікліботріоз Моногея (<i>Diclybothrium armatum</i> (<i>Diclybothriidae</i> , <i>Diclybothrium</i>) – паразити	Риба перестає споживати корм, тримається біля поверхні води. Зябра покриваються товстим шаром слизу. За високої інтенсивності зараження спостерігається некроз зябер	Контроль за перевезенням риби. При завезенні риби їх необхідно помістити в карантинний басейн на 3–4 місяці. Лікування – аміачні ванни (0,2 %-й розчин експозицією 0,5–1 хв. залежно від температури води).
Некроз зябр	На початку захворювання зябра трохи набряклі, ослизнені, покриті легким білуватим налітом. В подальшому апікальні кінці зябрових пелюсток товщають, їхня деформація посилюється, появляються ознаки некрозу	У ставки площею до 5 га вносять: хлорне вапно – 1–3 г/м ³ , гіпохлорид кальцію 0,5–1,5 г/м ³ , гіпохлорид натрію – 1,7–5 г/м ³ . В ставки більше 5 га: хлорне вапно – 0,1–0,2 г/м ³ , гіпохлорид кальцію 0,05–1 г/м ³ , гіпохлорид натрію – 0,2–0,3 г/м ³ . Вносять в прибережній зоні (5–10 м) протягом 3 днів, за необхідності обробку повторюють через 8–10 днів
Газопухіркова хвороба (ГПХ)	Риба втрачає зір і координацію, не споживає корм	Постійний контроль за газовим режимом, проточністю води
Асфіксія	Риба скупчується в зграї, підпливає до поверхні води і заковтує повітря. Не бере корм, становиться в'ялою, зябра отікають, стають блідо-рожевими	Потрібно слідкувати за гідрохімічними показниками. Для швидкого насичення води киснем часто рекомендують вносити в воду перманганат калію і перекис водню, але інструкції до застосування цих препаратів немає
Аліментарні хвороби	Здуття черевця, печінка і селезінка збільшена, блідого кольору, нирки наповнені кров'ю, стінки кишечника сильно виснажені, слизова запалена, кров'яні судини розширені і наповнені кров'ю. В риб розвивається анемія, лімфопенія	Контроль за якістю кормів, дотримання норми їх зберігання і використання. Використовувати вітамінні добавки в корм, а також речовини, які нормалізують фізіологічні процеси і підвищують імунітет організму (вітаміни, мікродобавки, металеновий синій)
Травми	Пошкодження поверхні тіла, забої, які ускладнюються вторинною бактеріальною, грибковою або вірусною інфекцією	Слід обережно відноситись до риби під час транспортування, пересадки. Дотримання нормативів щільності посадки на всіх етапах рибницьких процесів
Функціональні захворювання	Аномалії, які пов'язані з порушеннями розвитку	Недопущення імбридінгу, підбір батьківських пар, які виключають родичів в першому поколінні. При інкубації ікри, підрощенні личинок і молоді необхідно дотримуватись оптимальних температурних і гідрохімічних режимів

Хвороби та лікування лососевих видів риб

Хвороба	Синдром	Заходи
Вірусна геморагічна септицемія РНК-геномний рабдовірус з роду <i>Novihablovirus</i>	Риба пригнічена, спостерігається потемніння шкіри. Розвивається за температури води 3–14°C і згасає за її підвищення. Зустрічається нервова форма	Лікувальні препарати та профілактичні засоби відсутні. Окситетрациклін та метиленовий синій (додають до корму), послаблюють хворобу. Ікру обробляють хлораміном-Б (1 : 20 000 – 30 хв.). Проводять дезінфекцію. Ставки, басейни і канали осушують, очищають від мулу і дезінфікують негашеним або хлорним вапном (3–5 ц/га)
Інфекційний некроз підшлункової залози <i>Aquabirna</i>	Молодь плаває на боці, догори черевцем, робить спіральні рухи, потім опускається на дно. Тіло темніє, розвиваються геморагії, екзофтальм. Черевце роздує, крововиливи на внутрішніх органах. Печінка і селезінка анемічні, жовчний міхур збільшений, кишечник порожній, заповнений безбарвною рідиною, слизом	Джерела водопостачання повинні мати постійну температурою води. Всіх хворих і загиблих мальків слід відловити і спалити, гідротехнічні споруди, знаряддя лову та інвентар обробити негашеним вапном і міцним розчином хлорного вапна. Для підвищення резистентності організму риби слід збагачувати корми вітамінами. Для профілактики ікру обробляють хлораміном Б (1 : 2) протягом 3 хв.
Фурункульоз (аеромоноз) лососевих <i>Aeromonas salmonicida</i> – бактерія	Відмова від корму, тримається біля поверхні. Септицемія, геморагічне запалення внутрішніх органів, кишкового тракту, поява фурункулів у м'язовій тканині, які в подальшому перетворюються у виразки, потемніння шкіряних покривів, на черевці та біля основи грудних плавників з'являються локальні чи поширені крововиливи, анемія зябер, виділення кров'янисто-слизових екскрементів	Лікування ставків, дезінфекції їх ложа, гідротехнічних споруд, живорибної тари, транспорту, устаткування, знарядь лову, спецодягу і взуття, розробку заходів з поліпшення гідрохімічного режиму, вапнування водойм (внесення хлорного – 3–5 ц/га чи негашеного вапна – 25–30 ц/га), підвищення неспецифічної резистентності організму риби, запобігання стресовим ситуаціям. Лікування –антибактеріальні препарати: нітрофурани (фуразолідон – 6 г на 1 кг корму, фуртин – 12 г на 1 кг корму, фуракарп у співвідношенні 1 : 16), антибіотики (біоміцин, лівоміцетин, ветдипасфен), кормові антибіотики (біовіт, кормогризин, біоветин), кроктонолактон. Ефективне згодовування (0,5–1 кг/т корму) чи обробка хворої риби (1 г/м ³) метиленовим синім

Продовження додатку Е

Хвороба	Синдром	Заходи
Бранхіомікоз <i>Branchiomyces sanguinis</i> , <i>B. demigrans</i> – гриби	Мармуровість, некроз зябер. Масова загибель риби спостерігається на 3–5-й день після появи перших ознак і сягає 30–60 %. Патологічні зміни у внутрішніх органах слабо помітні, інколи спостерігається набряк нирок та селезінки	Вапнування ставків (15–20 ц/га), внесення гіпохлориту кальцію (0,75–1,5 ц/га). За необхідності ставки осушують, ложе очищують і обробляють хлорним вапном (3–5 ц/га) чи гіпохлоритом кальцію (1,5 ц/га). Проводять лікування ставків. За підвищення температури води (вище 20 °С) щодавно в ставки вносять негашене вапно
Сапролегніоз Клас <i>Oomycetes</i> – гриби	Білий ватоподібний наліт на ікрі та поверхні тіла риби. Уражається шкіра, зябра, плавники, очі, поверхня тіла	Лікувальні ванни: 5 %-й розчин кухонної солі (5 хв), формаліну (1 : 500 і 1 : 1 000 – 15 хв), мідного купоросу (1 : 200 – 1 год.), перманганату калію (1 : 100 000 – 15 хв.), фіолетового «К» (5 мг/дм ³ – 30 хв.)
Диплостомоз <i>Diplostomum</i> <i>Spathaceum</i> – паразит	Метациркарії викликають загальну інтоксикацію організму риби, травмують кришталік ока. Кришталік мутніє, деформується, а при руйнуванні рогівки, випадає назовні. Частково або повністю, порушується зорова функція ока, риба сліпне	Лікування не розроблено. Основні профілактичні заходи – розрив циклу розвитку збудника шляхом знищення проміжних господарів (молюски), фізичними (осушення, промороження ложа ставків, лікування), хімічними (обробка ложа ставків хлорним вапном, сульфатом міді) та біологічними методами, боротьба з рибоїдними птахами
Іхтіофтиріоз <i>Ichthyophthirius</i> <i>multifiliis</i> – війчасті	Паразитують на поверхні шкіри, плавниках, зябрах і рогівці ока риби	Лікувальні ванни малахітово зеленим, метиленово синім, кухонною сіллю. Молодь і плідники утримуються окремо. Лікування і дезінфекція ложа ставків, не допускати в ставки смітну і дику рибу
Триходиноз <i>Trichodinamutabilis</i> , <i>T. acuta</i> , <i>T. pediculus</i> , <i>T. epizootica</i> , <i>T. meridionalis</i> , <i>T. domerquei</i> – війчасті	Риба стає неспокійною, збирається на притік. Уражаються шкіра та зябра	Сольові ванни (10 г/м ³ , 20 хв.), обробка риби малахітовим зеленим (0,2–0,5 г/м ³ , 20 хв.), перманганатом калію (10 г/м ³ , 30–60 хв), двокомпонентною сумішшю хлорного вапна і перманганату калію, органічними барвниками в ставках – фіолетовим К (0,5 г/м ³ , 4 год.) та основним яскраво-зеленим (дворазово з інтервалом у 2 доби, у концентрації 0,5 г/м ³ з експозицією 4 год. за температури не вище 20 °С та рН не більше ніж 8 од.) без припинення водоподачі

Продовження додатку Е

Хвороба	Синдром	Заходи
Апіозомоз Інфузорії роду <i>Apiosoma</i>	Почервоніння поверхневих покривів, незначне куйовдження луски Локалізуються на поверхневих покривах, зябрах, плавцях, у ротовій і носовій порожнинах риб	Обробка риби основним яскраво-зеленим (0,05–0,07 г/м ³) та фіолетовим «К» (0,1–0,2 г/м ³). У басейнах у зимовий період застосовують формалін (1 : 5 000 за експозиції 40 хв.)
Незаразні захворювання	Несприятливі умови середовища, годівля неповноцінними або недоброякісними кормами, порушення біотехнології виробництва риб	Спостерігають дефекти (ембріональні, личинкові, постембріональні), водянку жовткового мішка, білоплямисту хворобу личинок лососевих, травматичні ушкодження риб різного віку

Наукове видання

Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Поплавська О. С., Дмитришин Р. А.,
Томілін О. О., Герасимчук В. В.

**ФОРМУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЇ НА РИБУ ТА ІНШІ ВОДНІ БІОРЕСУРСИ
В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ
У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ**

Підписано до друку 21.10.22 Формат 60x84\8
Ум. друк. арк. 11,2 Наклад 50 прим. Зам. № 220360

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011