Бюджетна установа
«Методично-технологічний центр з аквакультури»

Рекомендації з виробництва в рециркуляційних аквакультурних системах

Київ,2019

ЗМІСТ

Передмова……3
1. Аквакультура в рециркуляційних аквакультурних системах…….7
1.1. Основні принципи роботи рециркуляційної аквакультурної системи....9
1.2. Складові компоненти рециркуляційної аквакультурної системи……..10
2. Планування та реалізація проекту…….....17
3. Експлуатація РАС…….……...…..19
4. Профілактика захворювань……...……20
5. Вибір об'єкта вирощування……...……...22
6. Рекомендації з виробництва тиляпії в рециркуляційних аквакультурних системах……..24
6.1. Біологічні особливості нільської тиляпії……...24
6.2. Відтворення тиляпії……....27
6.3. Отримання одностатевого потомства.……..30
6.4. Підрощування та вирощування молоді……31
6.5. Вирощування товарної тиляпії в РАС…….…32
6.6.Хвороби та лікування тиляпії…….……33
7. Рекомендації з виробництва кларієвого сома в рециркуляційних аквакультурних системах……..35
7.1. Рибогосподарське значення та харчова цінність африканського сома……35
7.2. Біотехніка розведення та вирощування кларієвого сома.....36
7.3. Хвороби кларієвого сома……...41
8. Рекомендації з виробництва осетрих видів риб (на прикладі стерляді *(Acipenser ruthenus)*) в рециркуляційних аквакультурних системах…….43
8.1. Біологічна характеристика і господарсько-корисні властивості стерляді……...…43
8.2. Вимоги до якості води при виробництві осетрових видів риб в рециркуляційних аквакультурних системах……...44
8.3. Особливості поліциклічного виробництва осетрових видів риб (на прикладі стерляді)……..46
8.4. Методи штучного відтворення осетрових риб…….49
8.5. Регулювання статевих циклів і стимуляція дозрівання статевих продуктів у плідників……50
8.6.Отримання ікри і сперми…….54
8.7. Запліднення, обезклеювання та інкубація ікри……56
8.8. Вирощування молоді……..59
8.9. Лікувально-профілактичні заходи при вирощуванні осетрових видів риб……...…61
Список літератури…….…66

Передмова

Технології отримання сільськогосподарської продукції тваринного або рослинного походження завжди розвивались у напрямі можливості отримання такої продукції якомога більш незалежнено від примх довкілля. Найпростіші відокремлені від довкілля системи, штучні оселища – це ставки у стародавньому Китаї. Більш просунутими стали у цьому відношенні акваріуми, які також мають коріння у Китаї, Східній Азії. Але 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.

На початку 70-х років у світі почався рух до створення комерційних систем ведення аквакультури для виробництва продукції у промислових масштабах в більш-менш ізольованих від довкілля умовах, чому, у постіндустріальних країнах, створились об’єктивні передумови. Врешті-решт цей рух призвів до створення рециркуляційних систем ведення аквакультури (РАС), більше відомих на просторах колишнього СРСР як установки замкненого водопостачання , або УЗВ (хоча повністю замкненими вони не могли бути навіть теоретично , назва «рециркуляційні» більше відповідає сутності таких технологій).

За всієї своєї привабливості з точки зору дбайливого ставлення до довкілля (мінімальне забруднення та мінімізація взаємних впливів у парі «об’єкт-довкілля») та ізольованості від нього, що дозволяє уникати шкідливих впливів довкілля, поширення захворювань, створення найбільш сприятливих для росту водних організмів умов тощо, рециркуляційні системи тим не менше лишаються досить енерговитратними підприємствами. Станом на сьогодні економічно самодостатніми є РАС, які використовуються з метою відтворення та вирощування зарибку для подальшого товарного вирощування у сажалках. Вони набули масштабного поширення саме для досягнення таких цілей в аквакультурі лососевих Норвегії, Чилі тощо, тобто як частина ланцюга з вирощування певного об’єкту аквакультури.

Системи з повною або частковою рециркуляцією використовуються також досить успішно при вирощуванні тюрбо (близького родича нашого калкана), тобто досить дорогої на споживчому ринку риби. Їх намагаються використовувати під час вирощування пстругів у країнах Балтії, судака у Дані, Чехії, Польщі тощо.

Але провідні світові експерти зазначають, що станом на середину 2018 року економічно самодостатніх підприємств, виробництво яких базувалось би виключно на використанні РАС, у світі не існує (панель Інвестиції в аквакультуру; всесвітня конференція SEAWEB SEAFOOD SUMMIT, Барселона, Іспанія, 19-21 червня 2018), тобто усі 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.

Так, передбачається, що найпотужніші у світі РАС-підприємства, які зараз плануються до уведення в експлуатацію у США (проекти норвезьких компаній) вироблятимуть від 20 до 30 тисяч тонн сьомги на рік. Саме такі підприємства, на думку їх інвесторів, стануть реально самоокупними. З іншого боку розробники згаданих проектів передбачають суттєве зменшення енерговитрат таких підприємств за рахунок якомога більшого використання у виробництві відновлюваної енергії, зокрема сонячної.

Прибутковість також має забезпечити наближеність виробництв до центрів збуту досить дорогої продукції (сьомга, тюрбо тощо), а саме великих міст з потужним середнім класом як споживачів такої продукції, тобто мегаполісів Східного та Південно-Західного узбережжя США, а також, за будівництва в Італії та початку роботи на повну потужність підприємства у Польщі, півдня та заходу Європи.

Для України ці технології виробництва відомі ще з часів СРСР. Перші конструкції було розроблено СДКБ Техрибвод ще у 80-х роках, причому це були не демонстраційні зразки, а повністю робочі установки, розраховані на виробництво невеликої кількості продукції (десятки тонн, максимальна виробнича потужність – 120 тонн). На жаль, у зв'язку з ліквідацією цієї установи попередні напрацювання втрачено. Тобто в Україні є досвід будівництва та експлуатації рециркуляційних систем аквакультури або систем з частковою рециркуляцією (господарства з вирощування райдужного пструга та осетрових).

В той же час досвід експлуатації РАС 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, немає. Так, декілька відносно потужних (за масштабами Латвії) підприємств, які працювали за РАС технологіями, протягом нетривалого часу як з'явились у Латвії, так і зникли – адже їх потужність вимірювалась у ліпшому випадку десятками тонн на рік, і конкурувати за рентабельністю та ціновою пропозицією на ринку Латвії як і інших країн вони були нездатні *(JRC114801; EWG 18-19 (pub: 2018-12); Economic Report of the EU Aquaculture sector).*

Світовий досвід свідчить, що прибутково РАС-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 рибництва; 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 кормовиробництва або принаймні можливість купувати високоякісні корми з відповідним кормовим коефіцієнтом спеціально для використання у РАС-системах за прийнятними цінами; помірне оподаткування; сприяння місцевих громад (або щонайменше відсутність спротиву) розвиткові таких видів промисловості тощо. Крім того, як стверджують підприємці України та деяких інших європейських країн,

позитивну прибутковість (з урахуванням висловлених вище застережень) можна отримувати за використання РАС разом з вирощуванням рослин (аквапоніка), але, на жаль, відсутні економічні показники підприємств, щоб це стверджувати беззастережно.

Задля початку рибництва на засадах використання РАС - технологій, таким чином, потрібно здійснити попереднє гарне, ґрунтовне оцінювання усіх ризиків та небезпек, пов'язаних з цим видом бізнесу. Потрібно враховувати також, що в Україні наразі відсутня практика страхування бізнесу, пов'язаного з рибництвом (аквакультурою), що є додатковим ризиком.

Ведення аквакультури з використанням системи рециркуляції вимагає знань, правильного використання ресурсів, завзятості і, іноді, сталевих нервів. Перехід з традиційного рибництва на РАС полегшує багато процесів, однак, в той же час, вимагає нових навичок. Для досягнення успіхів в цій передовій галузі аквакультури необхідна освіта і практика.

Ці методичні рекомендації підготовлено спеціально для тих, хто вимагає додаткових знань на перших кроках із створення рибницьких господарств з використанням рециркуляційних систем.

1. Аквакультура в рециркуляційних аквакультурних системах

Рециркуляційна аквакультурна система (РАС) – це технологія вирощування риб або інших водних біоресурсів з повторним використанням води. При наявності необхідних ресурсів будь-який вид риби, що культивується в ставковій чи в садковій аквакультурі, може вирощуватись в РАС.

Економічно вирощування в РАС менш вигідно в порівнянні з іншими типами господарств, оскільки такі системи дороговартісні в будівництві та в обслуговуванні; що в свою чергу призводить до зростання собівартості вирощеної продукції. Проте в різних країнах світу спостерігається зростання зацікавленості в цьому напрямку аквакультури. Це можна пояснити певними перевагами у порівнянні з іншими типами аквакультури.

Експлуатація подібної системи дозволяє здійснювати вирощування безперервно та незалежно від природно-кліматичних умов. Завдяки цьому з'являється можливість вирощування практично будь-яких видів гідробіонтів у всіх кліматичних зонах світу.

Перевагою РАС є виключення впливу зовнішніх чинників, в той час як в традиційному рибництві виробництво рибопродукції повністю залежить від зовнішніх умов (температури, вмісту кисню, наявності органічних речовин та інше) (рис. 1).

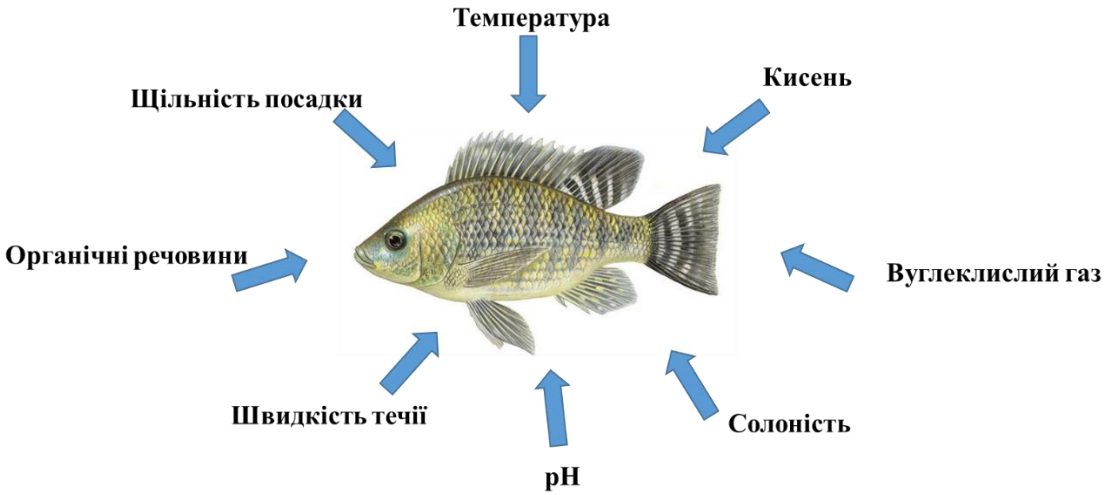

Рис. 1. Основні фактори впливу на ріст та здоров'я риби

Рециркуляція дозволяє повністю здійснювати контроль за всіма виробничими параметрами (температурою, рівнем кисню, освітленням, pH), і навички в управлінні РАС стають не менш важливими, ніж здатність до догляду за рибою. Оптимізація та контроль за абіотичними факторами середовища існування об'єктів аквакультури в РАС мінімізує появу стресових явищ та сприяє кращому росту гідробіонтів, дозволяє скоротити час вирощування, дозрівання плідників і формування маточних стад, цілий рік отримувати життєздатну молодь і великий рибопосадковий матеріал. Все це в результаті забезпечує постійний і передбачуваний ріст, що дозволяє точно прогнозувати, коли риба досягне певного етапу розвитку або розміру. Найважливішою перевагою цього є можливість складання виробничого плану і прогнозування часу, коли риба буде готова до реалізації. Це сприятливо впливає на загальне управління господарством та підвищує його конкурентоспроможність.

Використання рециркуляційних технологій в аквакультурі має ще багато інших переваг. Одним з найважливіших з таких переваг є аспект захворюваності. В РАС вплив патогенів значно знижується, оскільки попадання в систему інвазійних захворювань з навколишнього середовища зведено до мінімуму внаслідок обмеженого водокористування.

Використання високих щільностей посадки дозволяє збільшити рибопродуктивність в порівнянні з ставковими господарствами і, відповідно, зменшити виробничі площі і трудовитрати на одиницю продукції.

З'являється можливість економічності водоспоживання із зменшенням скидання стічних вод рибоводним підприємством, що робить РАС найбільш екологічним видом аквакультури. Важливою перевагою в порівнянні з традиційними формами аквакультури є компактність таких підприємств, що дозволяє територіально розміщуватись в безпосередній близькості до споживачів.

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

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

1.1. Основні принципи роботи рециркуляційної аквакультурної системи

Основним принципом функціювання рециркуляційної аквакультурної системи є надходження води від водостоку рибницьких басейнів до механічного фільтру, звідти до біологічного, аерація води та видалення з неї вуглекислого газу, після чого вона знову подається в рибницькі басейни (рис. 2)

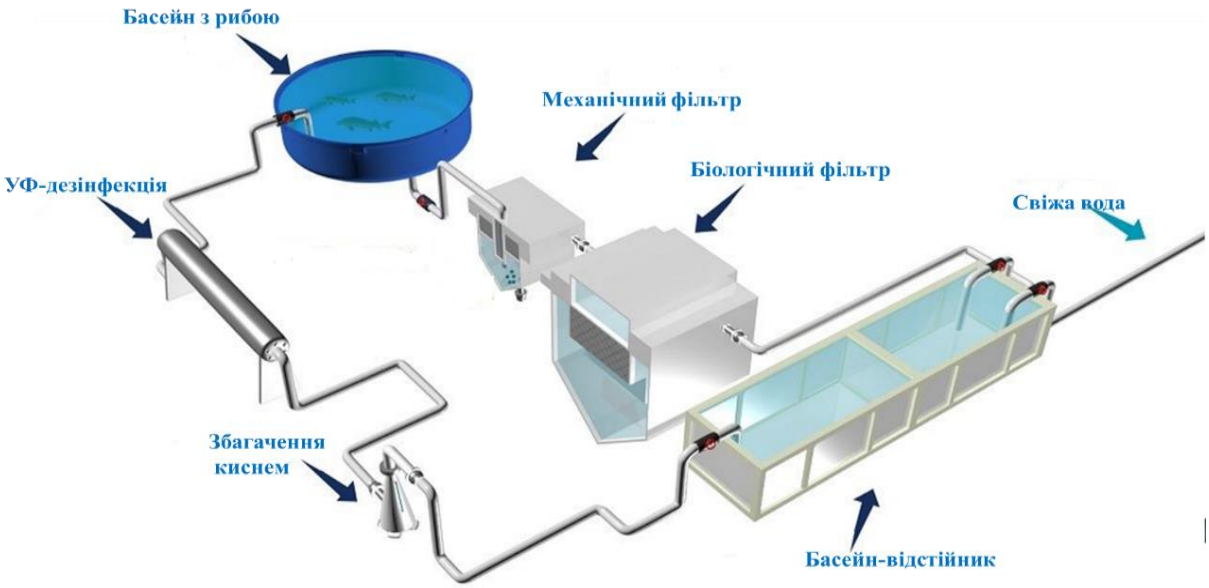

Рис. 2. Основні складові рециркуляційної аквакультурної системи (РАС)

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

1.2. Складові компоненти рециркуляційної аквакультурної системи

Рибницькі басейни. До басейнів подається чиста, насичена киснем вода, а з басейну стікає вода, забруднена продуктами життєдіяльності риб, з низьким вмістом кисню внаслідок його споживання рибою. Рівень забрудненості води на виході з басейну залежить від кількості корму, який згодовується рибам.

Правильний вибір конструкції басейнів (розмір, форма, глибина, здатність до самоочищення) може мати значний вплив на ефективність вирощування об'єктів аквакультури (таблиця 1).

Таблиця 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

У круглому або квадратному басейні зі зрізаними кутами, внаслідок гідравлічних закономірностей і гравітаційних сил, час перебування органічних частинок є відносно коротким (приблизно, декілька хвилин) і залежить від розміру басейну. В 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 системи. Басейни восьмикутної форми краще використовують простір, ніж круглі басейни, але одночасно забезпечують ті ж позитивні гідравлічні ефекти. Важливо відзначити, що при будівництві великих

басейнів перевага завжди віддається 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. В результаті споживання рибами кормів та кисню вода в системі забруднюється екскрементами, вуглекислим газом та аміаком, тому важливо забезпечити систему очищення, яка складається з:

– **Механічного фільтру,** який є єдиним практичним методом видалення органічних відходів. Сьогодні більшість господарств, що використовує РАС, фільтрують воду з рибоводних басейнів, за допомогою так званого «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** – багатоступінчастий процес перетворення органічних сполук в нетоксичні продукти для риби. Процес виконується аеробними бактеріями, які споживають значну кількість кисню, і супроводжується утворенням біомаси бактерій і зміною pH води. Механічний фільтр не видаляє всі органічні речовини, найдрібніші частинки проходять крізь нього так само, як і розчинені речовини, такі як фосфат або азот. Фосфат це інертна речовина і не має токсичного впливу, але азот у формі вільного аміаку (NH_3) токсичний і має бути перетворений в біофільтрі в нешкідливий нітрат. Розкладання органічної речовини і аміаку відбувається в біофільтрі бактеріями. Гетеротрофні бактерії окислюють органічні речовини, споживаючи кисень і

виробляючи вуглекислий газ, аміак і шлам. Нітрифікуючі бактерії перетворюють аміак в нітрит, а потім в нітрат.

Ефективність біофільтрації залежить від температури води та рівня pH. Для досягнення відповідної швидкості бактеріальної нітрифікації, pH повинен утримуватися на рівні 7-7,5, більш високий pH призводить до зростання кількості вільного аміаку, що збільшує токсичний ефект. Значення pH залежить від вмісту вуглекислого газу та вмісту кислоти, яка з'являється в результаті нітрифікації, яка знижує рівень pH. Для стабілізації рівня pH рекомендується додавати вапно, гідроксид натрію, тощо.

Нітрат є кінцевим продуктом процесу нітрифікації і, хоча і вважається нешкідливим, але його високий вміст (вище ніж 100 мг/л) негативно позначається на рості і ефективності годівлі. Якщо підживлення свіжою водою в системі мінімальне, нітрат накопичується і може досягти високих рівнів. Одним з 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. В таких умовах 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 з води в атмосферу, тим самим знижуючи навантаження азоту на навколишнє середовище. Для цього необхідне джерело органіки (вуглецю), наприклад, метанол, який може бути доданий в денітріфікаційну камеру.

У біофільтрах, зазвичай, використовують пластмасовий заповнювач з великою площею поверхні на одиницю об'єму біофільтра. Бактерії ростуть на

заповнювачі, утворюючи тонку плівку і, таким чином, займаючи дуже велику площу. У добре спроектованому біофільтрі площа поверхні на одиницю об'єму повинна бути якомога більшою, проте біофільтр не повинен бути наповнений занадто щільно, щоб не забивався органічною речовиною в процесі експлуатації. Тому 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.

Під час промивання вода відключається від біофільтра. Брудна вода зливається і видаляється перед його повторним підключенням до системи.

Біофільтри можуть бути спроектовані як фільтри з плаваючим або нерухомим завантаженням. У фільтрах з нерухомим завантаженням пластмасовий заповнювач закріплений і не рухається. Вода протікає через нього ламінарним потоком і стикається з бактеріальної плівкою. У фільтрах з плаваючим завантаженням пластмасовий заповнювач рухається у воді за рахунок течії. Через постійний рух заповнювача, фільтри з плаваючим завантаженням можуть бути наповнені щільніше, ніж фільтри з нерухомим, завдяки чому досягається більш висока швидкість обороту води на одиницю об'єму біофільтра. Але в цьому немає суттєвої різниці, так як ефективність бактеріальної плівки в двох типах більш-менш однакова. З іншого боку, фільтри з нерухомою завантаженням видаляють дрібні органічні частинки, оскільки ті пристають до бактеріальної плівці. Тому такі фільтри також функціонують як блоки для тонкої механічної фільтрації, що видаляють органічний матеріал мікроскопічного розміру і дуже ефективно очищують воду. У фільтрах з плаваючим завантаженням неможливо досягти подібного ефекту, оскільки постійне перемішування води не дозволяє частинкам затримуватися на поверхні.

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, pH).

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 і азоту негативно впливає на здоров'я і ріст риб. В анаеробних умовах може утворюватися сірководень, особливо в системах з морською водою. Цей газ сильно токсичний для риб, навіть в малих концентраціях. Аерація може здійснюватися шляхом нагнітання повітря в воду. При цьому турбулентне зіткнення повітряних бульбашок води видаляє гази.

Оксигінація. Це один з головних елементів РАС, оскільки всі біологічні процеси в системі йдуть при значному споживанні кисню: він 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 знижується, зазвичай до 70 %, а в біофільтрі стає ще нижче. Як правило, аерація цієї води підвищує насиченість приблизно до 90 %; 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 аквакультурі спрямоване проти патогенних бактерій і одноклітинних організмів. Для максимальної ефективності УФ-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 pH. В процесі нітрифікації в біофільтрі утворюється кислота і значення pH знижується. Для утримання pH на стабільному рівні до води слід додати основу. Деякі системи містять установки для вапнування, що додають в систему по краплях вапняну воду і, таким чином, стабілізувати pH. Можливе

також використання автоматичного дозування – регульованя pH-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 з титану. Відпрацьована вода РАС, яка проходить через пластинчастий теплообмінник, використовується для нагрівання (або охолодження) води, що надходить в систему. Температура води в аквасистемі регулюється за допомогою датчика температури води, який з'єднаний з блоком контролю температури, що 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 рибоводних 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, pH, рівня води. Якщо будь-який параметр виходить за межі заздалегідь заданих значень гістерезису, процесом пуску/зупинки можна спробувати вирішити цю проблему. Якщо 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. Як би там не було, жодна система не працює без нагляду людей, що працюють на господарстві. Тому система контролю повинна бути забезпечена сигналізації для виклику персоналу.

Аварійні системи. Використання в резерві чистого кисню є найважливішим заходом обережності. Таку систему просто встановити, вона складається з бака для зберігання чистого кисню і системи розподілу з розпилювачами, які встановлені в кожному басейні. У разі припинення електропостачання відкривається електромагнітний клапан і стиснений кисень надходить в усі басейни, зберігаючи життя рибам. Для резерву електропостачання потрібно генератор.

2. Планування та реалізація проекту

Шлях, який має пройти проект із створення підприємства з системою рециркуляції має наступний вид (рис. 3)

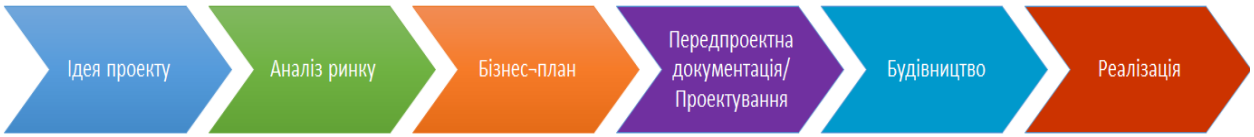

Рис. 3 Схема від ідеї проекту до кінцевого продукт

Перед реалізацією проекту 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 – важливо визначити, яка виробнича система знадобиться для виробництва даного продукту і де її можна побудувати. Найчастіше корисно розробити передпроектну пропозиція, щоб можна було звертатися до компетентних органів за дозволами на будівництво, водокористування, тощо.

– Кваліфіковані кадри – успіх проекту значно залежить від кваліфікованості та відданості справі обслуговуючим персоналом.

– Фінансування проекту на всій його етапах, аж до його функціювання. При створенні нового господарства з нуля капітальні витрати дуже високі і інвестори часто забувають про те, що виробництво риби є довгостроковим заняттям. Від початку будівництва до отримання перших доходів від реалізованої риби зазвичай проходить один-два роки. Тому ретельна підготовка бюджету має першочергове значення.

Для отримання систематичного огляду всього проекту, необхідно розробити бізнес-план, який повинен мати наступні основні розділи (рис. 4):

Також дуже важливо детально спланувати виробництво риби і включити цей план до бюджету. Виробничий план є найважливішим робочим документом,

коли мова йде про успіх або провал проекту. Він повинен регулярно переглядатися, оскільки вирощування риби на практиці найчастіше дає або кращі, або гірші результати, ніж планувалося в теорії

Рис. 4 Основні розділи бізнес плану

Види бюджетів, які необхідних для бізнес-плану, включають в себе:

- Інвестиційний бюджет (сумарні капітальні витрати);
- Бюджет експлуатаційних витрат (запуск підприємства);
- Бюджет грошових коштів (працююче підприємство).

Добре задокументований бюджет необхідний для переконання інвесторів забезпечити фінансування, для отримання банківського кредиту.

Інвестиційний бюджет значною мірою залежить від конструкції РАС, виду риб та розміру господарства. Загальна вартість залежить від того, чи буде підприємство займатися вирощуванням всіх стадій розвитку риби або тільки вирощування до товарної маси, а також від того, чи розміщується дана система всередині будівлі або за її межами.

3.Експлуатація РАС

Перехід від традиційного рибництва до РАС значно змінює розпорядок дня і навички, необхідні для управління господарством. Управління та підтримка якості води стає такою ж важливою, як догляд за рибою, а то й важливіше.

Дуже важливо скласти контрольний список всіх завдань, які повинні виконуватися щодня, а також контрольні списки завдань, які виконуються через довші проміжки часу (рис. 5).

Рис. 5 Контрольний список завдань

Управління РАС вимагає постійної реєстрації і регулювання параметрів для досягнення ідеального середовища для об'єктів вирощування.

4. Профілактика захворювань

З метою уникнення можливості ураження при вирощуванні риб патогенними мікроорганізмами, дуже важливо стежити за тим, щоб ікра риб, яку завозять до підприємства, була абсолютно вільною від захворювань і була сертифікована. Необхідно слідкувати за якістю води, за її стерилізацією перед попаданням в систему; краще використовувати воду 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 господарстві важливо здійснювати профілактичні заходи (таблиця 2).

Таблиця 2 Профілактичні заходи

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 pH до 11-12 за допомогою гідроксиду натрію (NaOH). Кількість – близько 1 кг/м^3 води, в залежності від її буферної ємності
Дезінфекція обладнання і виробничих поверхонь	Занурити в розчин йоду концентрацією 1,5 % відповідно до інструкції, або обприскати ним. Залишити на 20 хвилин, після чого сполоснути чистою водою
Дезінфекція ікри	Залишити партію ікри на 10 хвилин в розчині йоду (3 мл на 50 л води). Міняти розчин кожного разу після дезінфекції 50 кг ікри
Працівники	Переодягатися і перевзуватися на вході в установку. Мити або дезінфікувати руки.
Відвідувачі	Перевзуватися або використовувати ванну для ніг для занурення в неї взуття (2 % розчин йоду). Мити або дезінфікувати руки. Відвідувачам забороняється торкатися елементів системи

Для запобігання поширення патогенів на підприємстві необхідно розділяти

різні етапи виробництва (інкубаційний цех повинен працювати як ізольована і закрита система, так само як і виростний та нагульний блоки). Якщо на господарстві утримується ремонтно-маточне стадо, 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 повинна 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. Зазвичай як у риб, так і в біофільтрі відбувається адаптація, тому концентрація може збільшуватися без негативних ефектів, що збільшує ймовірність знищення патогенна.

5.Вибір об’єкта вирощування

Будівництво та експлуатація рециркуляційної аквакультурної системи це дороговартісний 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 з найважливіших параметрів є температура води, яка визначає швидкість росту риби. Витрати на досягнення і підтримання оптимальної температури води в РАС протягом всього року є розумною тратою грошей. При утриманні риб в оптимальних умовах вирощування темп росту значно більший, ніж в субоптимальних природних умовах. Важливо також зазначити, що чиста вода, достатній вміст кисню, тощо позитивно впливають на виживаність, здоров'я риб що, в свою чергу, забезпечує високу якість продукції.

Потрібно розуміти: хоча існує велика кількість придатних для вирощування видів, тільки невелика 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, оскільки ці риби реалізуються за високою ціною. Однак, оскільки ринок цінних видів обмежений, їх вартість може швидко впасти, якщо виробництво і, як наслідок, доступність даного продукту збільшується. Бути першим і єдиним виробником нового об'єкту аквакультури на ринку може бути дуже прибутковим. З іншого боку, це також ризикована справа, з високою часткою невизначеності, як у виробництві, так і в розвитку ринку.

Нелегко дати загальні рекомендації про те, які види риб слід вирощувати в РАС. На успіх такого підприємства впливає багато факторів: витрати на будівництво, вартість і стабільність електропостачання, наявність кваліфікованого персоналу, тощо. Перед обговоренням всього іншого, перш за

все, слід задати два важливих питання: чи може даний вид успішно вирощуватися в рециркуляційних аквакультурних системах і чи існує для нього ринок збуту, де його можна реалізувати в достатній кількості і за досить високою ціною, що може забезпечити рентабельність проекту.

Перше питання достатньо просте, оскільки з біологічної точки зору будь-який вид, який успішно вирощується в традиційній аквакультурі, може так само легко вирощуватися в РАС. В таких системах риба буде рости не гірше, а часто навіть краще ніж при традиційному веденні аквакультури. Інше питання чи буде таке виробництво успішне з економічної точки зору, оскільки це залежить від розмірів інвестиційних внесків, ринкових умов, собівартості і здатності даного виду до швидкого росту.

Сприятливість ринкових умов для того чи іншого виду, що вирощується в РАС, в значній мірі залежить від конкуренції інших виробників. І це не обмежується тільки місцевими виробниками: торгівля рибою – глобальний бізнес, тож і конкуренція є глобальною. Цілком може бути, що тиляпія вирощена в Україні буде конкурувати з імпортованою тиляпією з Китаю, ціна на котру буде в рази нижча.

Проте виробництво риби в рециркуляційних системах дає змогу запропонувати споживачам свіжу рибу, і це, з одного боку, має теж свою перевагу, особливо в колах великих міст, 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 РАС стане рентабельним.

В даному рекомендаційному матеріалі будуть запропоновані технології вирощування в РАС популярних об’єктів аквакультури таких як: стерлядь, тиляпія та кларієвий сом.

6. Рекомендації з виробництва тиляпії в рециркуляційних аквакультурних системах

Широке поширення тиляпії 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, тиляпії мають делікатесне біле, нежирне м'ясо з високим вмістом повноцінного білка і відсутністю міжм'язових кісточок.

В даний час тиляпію культивують більше ніж в 120 країнах. Значні успіхи в акліматизації та вирощуванні тиляпії досягнуті в Китаї, Японії, Південній Кореї, країнах Південно-Східної Азії і Америці. В останні роки вирощування тиляпії в РАС знайшло широке застосування в багатьох країнах світу, оскільки вирощування в керованих умовах дозволяє максимально використовувати потенційні продуктивні якості тиляпії.

6.1. Біологічні особливості нільскої тиляпії

Нільська тиляпія (*Oreochromis niloticus*) – риба родини цихлових (*Cichlidae*). Статевозрілі особини забарвлені в сірий колір і мають на тулубі темні вертикальні (9-11) і дві горизонтальні смуги. Хвостовий плавець закруглений з вертикальними темними смугами. В період нересту черевні, спинний і анальний плавники стають червонуватими

Тиляпія може досягати маси 5 кг і за цим показником є найбільшим представником родини *Oreochromis*. За швидкістю росту, ефективності використання кормів, гарним товарним якостям вона перевершує інші види тиляпій.

Природний ареал нільської тиляпии – 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 нільська тиляпія всеїдна. Вона харчується фітопланктоном, перифітоном, водними рослинами, дрібними безхребетними, бентичними організмами, детритом.

У природному ареалі зустрічається як в прісних, так і 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. При інтенсивному вирощуванні в рециркуляційних аквакультурних системах з регульованим температурним режимом статева зрілість настає у віці 6-9 місяців при масі риби 250-500 г. Плодючість самки вагою 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 діхроматізм (рис. 6). 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.

Рис. 6. Нільська тиляпія (*Oreochromis niloticus*): самка (зліва),самець (справа)

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. 7) і «жувальним» рухам щелепи, внаслідок чого відбувається перемішування ікри в роті.

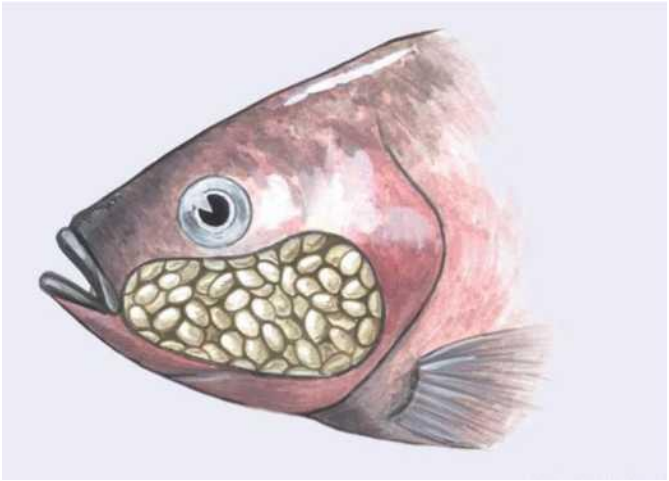

Рис. 7 Розташування ікри в ротовій порожнині тиляпії
(Michelle Meneghini,2013)

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 і 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, оскільки 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. У ротовій порожнині самки личинки знаходяться 10-14 днів. Після розсмоктування жовткового міхура і переходу на вільне плавання

самка випускає їх на волю. Але і після цього вони знаходяться поруч з матір'ю і під її охороною ще кілька днів (рис. 8).

Рис. 8. Самка тиляпії з потомством в ротовій порожнині

В цілому тривалість нерестового періоду становить 20-22 дня.

6.2. Відтворення тиляпії

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

Технологічний цикл заводського відтворення складається з наступних етапів:

- переднерестове витримування 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 на свіжу воду. 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 кисню, розчиненого у воді, 5-8 мг/л. У цей період самців та самок утримають окремо при щільності посадки не більше 35-40 кг/м^3.

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

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. У нільської тиляпії 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 $м^2$.Оптимальне співвідношення самців і самок нільскої тиляпії –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.

Вилов 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 тиляпії 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 при індустріальної технології вирощування риби, а також при проведенні гормональної реверсії статі для отримання одностатевого потомства. Штучна інкубація дозволяє отримувати молодь більш високої якості. У природних умовах личинки після розсмоктування жовткового міхура ще кілька днів перебувають в ротовій порожнині і лише періодично випускаються самкою. При штучній інкубації вони починають споживати корм відразу, як тільки переходять на екзогенне харчування, що максимально реалізує їх потенціал росту.

Використання штучної інкубації ікри крім перерахованих переваг приносить також істотну вигоду, що дозволяє зменшити площу інкубаційного цеху. Проводити інкубацію ікри тиляпії можна в апаратах Вейса або в невеликих з подачею повітря (рис. 9).

Рис. 9 Інкубація ікри тиляпії

6.3. Отримання одностатевого потомства

Методи регуляції статі використовуються для отримання особин, представники якої мають переважну господарську цінність. У випадку з тиляпією практикується зміна самок на самців, оскільки вони ростуть вдвічі швидше самок, досягають більшої маси і забезпечують вищий вихід продукції. Крім того, самки тиляпії 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 годівля гормонізірованним кормом, тощо.

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 центрифузі 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 метилтестостерона або етінілтестостерона 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.

6.4. Підрощування та вирощування молоді

Підрощування здійснюють в лотках або басейнах. Личинки вагою до 100 мг, здатні активно споживати штучні корми, що подаються в басейни автоматично за допомогою автогодівниць. Годівлю здійснюють при суворому контролі за якістю кормів. Кращий ріст мальків забезпечують корми, що містять 40 % протеїну. Тиляпію в РАС годують зазвичай кормами марки РКС, РГМ-5В, 12-80, тощо, з відповідним розміром частинок. Тиляпії мають невеликий рудиментарний шлунок, тому їх слід годувати багаторазово протягом доби.

Рибоводно-біологічні нормативи підрощування личинок тиляпії (табл. 3) та вирощування молоді.

Таблиця 3. Рибоводно-біологічні нормативи підрощування личинок тиляпії

Показник	Норматив	
	до 100 мг	**до 10 г**
Температура води, °С: оптимальна допустима	 29-32 27-35	 28-30 25-35
Вміст кисню , мг/л	не менше 4	не менше 3,5
Щільність посадки, тис. екз./м^3	20-25	4-5
Виживаність, %	80-85	85-90
Тривалість підрощування, діб	15-20	60
Маса молоді, мг: початкова кінцева	 12-15 не менше 100	 0,1 не менше 10,0
Вид корму, %: штучний – марка РКС природний – активний мул, артемія	 70 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	

6.5. Вирощування товарної тиляпії в РАС

В умовах рециркуляційної аквакультурної системи створюється сприятливе середовище для вирощування тиляпії.

При вирощуванні тиляпії в РАС необхідно дотримуватися наступних параметрів середовища:

- температура – 25-31 ºС;
- реакція середовища (pH) – 6,5-7,5;
- розчинений кисень – 3-24 мг / л;
- аміак – 0,3 мгN/л;
- нітрити – 0,02 мг/л;
- нітрати – до 60 мг/л;
- зважені речовини – до 50 мг/л.

В 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 РАС визначається не тільки створенням сприятливих умов для вирощування тиляпії та забезпеченням кормами високої якості, але і технологією культивування. Експлуатація РАС 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 %. Тиляпія при досягнені ваги 200 г і вище вважається товарною рибою. Росте тиляпія досить швидко і за сприятливих умовах середньодобовий приріст становить 3-5 г. 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 .Нормативи виробництва товарної тиляпії наведено в таблиці 4.

Таблиця 4. Рибоводно-біологічні нормативи вирощування товарної тиляпії до маси 300 г

Показник	Норматив
Температура води, °С оптимальна допустима	 27-29 25-35
Вміст кисню на витоці, мг/л	не менше 3,5
Щільність посадки, екз./м^3	500-600
Виживання, %	90-95
Маса молоді, мг: початкова кінцева	 10 не менее 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

6.6. Хвороби та лікування тиляпії

Тиляпія 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, тиляпії 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 тиляпії 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 представлені в таблиці 5.

Таблиця 5. Хвороби та лікування тиляпії

Хвороба	Збудник	Тип	Синдром	Заходи
Аеромоноз	*Aeromonas hydrophila*	Бактерія	Втрата рівноваги; летаргічне плавання; задуха; геморагічні або запалені плавники, шкіра; опуклі очі; непрозора рогівка ока; набряк живота, що містить хмарну або криваву рідину	$KMnO_4$ при необмеженому зануренні 2-4 мг/л або 4-10 мг/л протягом 1 години; антибіотики (наприклад терраміцин в кормах при 50 мг/кг на добу на 12-14 день, 21 день – виведення)
Вібріоз	*Vibrio anguillarum*	Бактерія	Втрата рівноваги; летаргічне плавання; задуха; геморагічні або запалені плавники, шкіра; опуклі очі; непрозора рогівка ока;	Додавання антибіотиків до корму

			набряк живота, що містить хмарну або криваву рідину; хронічна при низькій добовій смертності. Викликається стресом та низькою якістю води	
Колумнаріоз	*Flavobacterium columnare*	Бактерія	Обмарковані плавці та/або нерегулярні білувато-сірі плями на шкірі та/або плавниках; бліді, некротичні ураження на зябрах	$KMnO_4$ як при аеромонозі, необоротне занурення з $CuSO_4$ за концентрації 0,5-3 мг/л, залежно від лужності
Едвардсиельоз	*Edwardsiella tarda*	Бактерія	Мало зовнішніх симптомів; кривава рідина в порожнині тіла; блідо-пестроткана печінка; набряк, темно-червона селезінка; опухлі, м'які нирки	Додавання антибіотиків до корму
Стрептококкоз	*Streptococcus iniae, Enterococcus* sp.	Бактерія	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; висока смертність	Антибіотик в кормі, наприклад, еритроміцин – 50 мг/кг риби в добу протягом 12 діб
Вірус озерної тиляпії	*Tilapia lake virus (TiLV)*	Вірус	Почервоніння шкіри, запалення органів, включаючи очі і мозок, пошкодження печінки і можливу недостатність органів і смерть. Рівень смертності становить 80-100 % від кількості заражених риб	Дотримування санітарно-гігієнічних вимог вирощування, транспортування, співпраця з перевіреними риборозплідниками
Сапролегніоз	*Saprolegnia parasitica*	Гриби	Летаргічне плавання; білі, сірі або бурі колонії, які нагадують бавовняні пучки; відкриті ураження в обробці м'язів	Лікування $KMnO_4$ або CuSO4; використовувати 1 мг/л $CuSO_4$ для кожної 100 мг/л лужності до 3,0 мг/л $CuSO_4$; формалін при 25 мг/л безстроковому занурення або 150 мг/л протягом 1 год
Іхтіофторіоз	*Ichthyophthirius multifiliis*	найпростіші одноклітинні	Зустрічаються на зябрах або шкірі	Обробка $KMnO_4$, $CuSO_4$ або формаліном
Моногенні трематоди	*Dactylogyrusspp, Gyrodactylusspp.*	паразитичні плоскі черви	Зустрічаються на поверхні тіла, плавниках або зябрах	Обробка $KMnO_4$, $CuSO_4$ або формаліном

7. Рекомендації з виробництва кларієвого сома в рециркуляційних аквакультурних системах

Батьківщиною африканського кларієвого сому є Північно-Східна Африка, річки Ніл та Йордан. Спочатку його інтродуктовано 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 мають дуже велику поверхню. Іншими словами, це справжні легені, що замінює зябра, коли риба знаходиться поза водою.

7.1. Рибогосподарське значення та харчова цінність африканського сома

В Україні африканського сома (див. рис. 10) почали вирощувати на початку 2000-х років, але обсяги виробництва були незначні (до 20 тонн). На даний час африканських сомів в Україні вирощують в невеликих приватних рециркуляційних аквакультурних системах (РАС).

Рис. 10. Африканський мармуровий сом

Африканський мармуровий (кларієвий) сом (*Clarias gariepinus*) простий у відтворенні і невибагливий в їжі, що істотно впливає на рівень виробничих витрат. Крім того, африканський сом абсолютно не вимогливий до якості води,

демонструючи при цьому найвищу стійкість до різних захворювань. Основна перевага вирощування кларієвого сома – високі щільності посадки.

Це досить велика риба, довжини сягає до 1,7 м при вазі 60 кг. 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 африканського 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 виростати до значних розмірів.

М'ясо кларієвого сома має високі харчові та кулінарні властивості. Завдяки оптимальному поєднанню білків (17,2 г), жиру (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 «африканський сом» більше нагадує м'ясо тварин, ніж риб.

7.2. Біотехніка розведення та вирощування африканського кларієвого сома

Африканський сом – це один з перспективних видів риб для вирощування в Україні. Він може мешкати у воді при температурі від 8 до 35 ºС, оптимальна температура для інкубації та росту – 28-30 ºС, а при температурі нижче 12 ºС 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. Особинам важливо забезпечити напівтемряву, а найкраще будувати басейни в затемнених місцях. Оптимальне рішення вирощування кларієвого сома – рециркуляційна аквакультурна система (див. рис. 11).

Рис. 11. Рециркуляційна аквакультурна система

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

Маточне поголів'я кларієвого сома формується з риб, що мають високі темпи росту. Зазвичай, статева зрілість самок наступає у 6 місяців, але найкращих результатів при отриманні статевих продуктів досягають самки 2-го року життя. Як правило, самці африканського сома, які досягли віку 1,5-2 роки мають розвинені гонади. В процесі розмноження плідників необхідно утримувати в окремих басейнах, за температури води 23-25 °С. Склад корму для плідників, повинен бути збалансованим, з обов'язковим вмістом білка 35-38 %.

Обов'язковий добовий раціон для плідників повинен становити близько 1,5 % від маси тіла риби.

В умовах РАС 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 коропових видів риб та їх синтетичні замінники («Нерестин-5КС», «Нерестин-7А», сульфагон, сурфагон, овопель, тощо).

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 (див. рис. 12) відбувається приблизно через 12 годин після проведення ін'єкції рибам гормональними препаратами.

Рис. 12. Отримання ікри кларієвого сома

Перш ніж отримати ікру, самок необхідно приспати. Цей процес проводиться за допомогою анестезуючих речовин (гвоздична олія, тощо). Ікру отримують окремо від кожної самки. Допустима вага ікри – близько 20 % від маси самки.

Сперму у самців відбирають методом забою тому, що самці кларієвого сома методом відціджування сперму віддають погано і значно низької якості.

Спермоцити обережно відділяють, обсушують серветкою, а для запліднення ікри проколюють і перебирають через сито.

Після отримання ікри, самок на 1 годину витримують в розчин 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 обезклеюючий розчин. Зазвичай використовують розчин таніну в співвідношенні 7-10 г на 10 л води. Розчин таніну додають до ікри і ретельно перемішують протягом 30 секунд.

Після обезклеювання ікру поміщають в інкубаційні апарати (наприклад, Вейса) або в лотоки 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°С відбувається поява перших вільних ембріонів. Витрата води в лотках становить приблизно 5-10 л на хвилину.

Витримування вільних ембріонів до повного розсмоктування жовткового міхура 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 з показників того, що жовтковий мішок повністю розсмоктався.

Початковий етап вирощування личинок зазвичай триває протягом 3 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 *(Artemia salina)* 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 %білок 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.

В середньому тривалість завершального етапу вирощування мальків африканського сома становить 60 діб. Початкова вага 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 $м^3$ зі щільністю посадки 0,8-1,5 шт/л. За такого вирощування вихід товарної продукції становить близько 400-500 кг риби з 1 $м^3$.

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.

7.3. Хвороби кларієвого сома

При вирощуванні кларієвого сома в рециркуляційних аквакультурних системах зараження паразитами можна повністю виключити.

Більшість захворювань зустрічаються за інтенсивного вирощування. Цікаво, що вірусні захворювання у африканського сома не зареєстровані.

Африканський сом схильний до різних бактеріальних, грибкових і паразитичних захворювань. Хвороби, які найчастіше зустрічаються при вирощування кларієвого сома наведено в таблиці 6:

Таблиця 6. Хвороби кларієвого сома

Хвороба	Збудник	Тип	Синдром	Заходи
Деформація голови	Невідомо		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	Невідомо		Летаргічна поведінка, опухлий живіт, черевце втрачає забарвлення, червоний анальний отвір, ушкодження черевної стінки	Збалансований і добре засвоюваний корм
Виразкова хвороба	Невідомо		Млява поведінка, червоні або білі виразки на шкірі, нижній і верхній щелепі, і на хвостовому плавнику	Контроль за якістю води
Хвороба білих крапок	*Myxobacteria*	бактерія	Риба залишається біля поверхні води у вертикальному положенні. Плаває мляво, біля рила і зябер спостерігаються білі плями	До корму для профілактики додавати антибіотики (хлорамфенікол, терраміцин або окситетрациклін)
Септицемія аеромонад	*Aeromonas hydrophila*	бактерія	Лущення і почервоніння плавників, втрата забарвлення, виразки	До корму додавати антибіотики (окситетрациклін; сульфаметоксін; орметопрім)
Септицемія рухливими аеромонадами	*Aeromonas sp.*	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	*Saprolegnia spp.*	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	*Costia sp., Chilodonella, Trichodina*	найпростіші	Риба тримається біля поверхні води вертикально, або нервово смикає головою чи тулубом на дні, шкіра покривається тонким білувато-сірим слизом, може спостерігатися масований мор	Формалін (25-50 мг/л), діптерекс (0,25 мг/л)
Паразити	*Gactylogyrus sp. Gyrodactilus sp.*	трематоди		
Паразити	*Henneguya sp.*	найпростіші	Шкіра і зябра покриті білими плямами	У якості профілактики до корму добавляти антибіотики (хлорамфенікол, терраміцин або окситетрациклін)
Зяброві і зовнішні паразити	*Trichodina maritinkae*	найпростіші	Дрібні білі плями на шкірі або зябрах; дратівливість, нестабільність, летаргія, слабкість, втрата апетиту, зниження активності; зябра бліді і розпухлі	Ванни з формаліном або сіллю

8. Рекомендації з виробництва осетрих видів риб (на прикладі стерляді *(Acipenser ruthenus)*) в рециркуляційних аквакультурних системах.

8.1. Біологічна характеристика і господарсько-корисні властивості стерляді

Стерлядь (*Acipenser ruthenus Linnaeus*) (див. рис. 13) – жила річна або напівпрохідна риба, яскравий представник родини осетрових риб, що являється одним із основних культивованих видів в Україні. Відноситься до класу хрящові риби *(Chondrichthyes),* підкласу променепері *(Actinopterygii),* надряду ганоїди *(Ganoidomorpha)*, ряду осетроподібні *(Acipenseriformes),* родини осетрові *(Acipenseridae),* роду осетри *(Acipenser).*

Рис. 13. 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 3,0-3,5 мг/л гине). Життєвий цикл відбувається в річках. Іноді в процесі нагулу може виходити в опріснені лимани і морські затоки. Тримається поодинці або невеликими групами на глибоких руслових ділянках річок з чистою прохолодною проточною водою і піщаним або піщаногальковим ґрунтом. Тіло видовжене, веретеноподібне, невисоке. Нижня губа посередині перервана, вусики торчкуваті.

Це самий малорослий вид в 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 чи синюватим відтінком, боки сіруваті, сталево-сріблясті, черевце жовтувате або 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 річок, 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 харчуються переважно 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 і живиться ракоподібними, дрібними червами і личинками комах, уже у вересні-жовтні досягає довжини 15-20 см.

8.2. Вимоги до якості води при виробництві осетрових видів риб в рециркуляційних аквакультурних системах

Водозабезпечення для рециркуляційного аквакультурного господарства може бути різноманітнім (річкова або озерна вода, вода із артеріальних свердловин, геотермальні води, скидні теплі води ТЕЦ і ГЕС, тощо), але якість води, яка поступає в рибницькі басейни для вирощування осетрових видів риб, повинно відповідати нормативним значенням і регулярно контролюватись, так як від гідрохімічного режиму середовища залежить нормальний розвиток риб.

Головною умовою інтенсивного вирощування рибної продукції в РАС є оптимізація температурного режиму. Оптимальний температурний режим для росту осетрових риб знаходиться в межах від 20 ºС до 22 ºС. При виборі оптимальної температури для вирощування цих риб в РАС 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 знаходиться в межах 78-98 %. Такий кисневий режим є сприятливим не тільки для роботи біологічного фільтра, але і оптимальним для вирощуваних об'єктів. Рівень pH повинен коливатись в межах 7,2-7,8, що є оптимальним як для вирощуваних риб, так і для розвитку нітрифікуючих бактерій.

У таблиці 1 подані гідрохімічні показники, що характеризують роботу нітрифікуючих бактерій і біологічного фільтра при підміні води в кількості 3-5 %.

Таблиця 7. Показники якості води за вирощування осетрових видів риб в РАС

Показник	**ГОСТ для поступаючої води**	**Норма**	**Тимчасово допустимі значення**
Зважені речовини, мл/л	до 10	до 30	-
pH	7,0-8,0	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	1,0	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, мгO_2/л	-	5-12	2-3
Кисень на виході із біофільтра, мгO_2/л	-	4,8	не мене 2

За весь період утримання риб в рециркуляційній системі температурний режим підтримують в оптимальних межах (показники температури водного середовища в середньому становлять 21 ºС з коливаннями від 19 до 22 ºС). Це дозволяє провести розрахунки кількості градусоднів, що необхідно для самком для досягнення четвертої завершеної стадії зрілості гонад.

8.3. Особливості поліциклічного виробництва осетрових видів риб (на прикладі стерляді)

В аквакультурній практиці накопичено значний досвід по вирощуванню осетрових видів риб, в тому числі стерляді, у ставах, садках, басейнах, морських затоках і лиманах. Розроблено технологію повноциклічного культивування 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, тощо.

В 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 пасовищну (у природних водоймах), ставову та індустріальну (в садках, басейнах та в рециркуляційних аквакультурних системах.

Для вирощування осетрових видів риб, в тому числі і стерляді, рекомендується використовувати басейни об'ємом від 5 до 10 м^3 з шаром води 1,2 м або ємкості силосного типу об'ємом 4 і 10 м^3.

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 риб в РАС можливе застосування поліциклічних технології, яка заснована на багаторазовому отриманні посадкового матеріалу та товарної продукції протягом року. В даний час в залежності від обсягу виробленої продукції розроблені більш досконалі схеми і рибоводні комплекси РАС. Удосконалюється система очищення оборотної води, розроблено ефективні раціони годівлі осетрових риб, рибоводні процеси повністю автоматизовані, визначені оптимальні щільності посадки риби в басейни і т.д.

Рибницький комплекс складається з окремих модулів, кожен з яких має один блок очищення, фільтри-відстійники, блок водопідготовки, адаптаційні та

рибницькі басейни. Поєднання вирощування в одній установці різновікових груп риб, що вимагають різних температурних режимів, а також мають різну стійкість до хвороб, практично неможливо. Тому при експлуатації рибницького комплексу підрощування молоді здійснюється в окремих, незалежних модулях, що мають автономну систему водопідготовки з регульованим температурним режимом.

РАС складається з двох модулів: личинкового і товарного. Перехідний період (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. екз./м^2, рівень води в таких басейнах – 30-35 см. Виживання 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 в вирощувальних басейнах витримують від 3-х до 110-140 г/екз. за щільності посадки 20 кг/м^2 впродовж 180 діб. Виживання становить 90 %. При подальшому вирощуванні 110-140-грамову рибу переміщують в нагульні басейни із щільністю посадки 20 кг/м^2 і вирощують товарну рибу масою до 450-550 г і більше впродовж наступних 180 діб. Відсоток виживання при такому вирощуванні становить 95 %.

В процесі вирощування стерляді в РАС необхідно використовувати високоякісні повноцінні гранульовані корми, із вмістом поживних речовим 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 протеїну 45-50 %, жиру – до 18 %, 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 таблиці 8

Таблиця 8. Добові норми годівлі осетрових риб продукційними кормами

Маса тіла, г	Добова норма годівлі, % в залежності від температури води			
	12-16 ºС	17-20 ºС	20-24 ºС	24-27 ºС
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	2,0	3,0	1,0
800-1500	1,5	2,0	3,0	1,0

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.

Відомо, що інтенсивність живлення змінюється не тільки протягом доби, а й у зв’язку з сезоном вирощування. При зміні температури істотно змінюється активність харчування риб.

В рециркуляційних аквакультурних системах відсутні живі кормові організмі, 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 погіршення смакових властивостей м’яса і 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 pH 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.

8.4. Методи штучного відтворення осетрових риб

Спроби штучного відтворення осетрових риб і, зокрема, стерляді, розробляли у різних країнах світу з кінця 19 століття. Цьому сприяли детальне вивчення біологічних особливостей цих риб і смілива експериментаторська робота багатьох поколінь рибоводів-натуралістів.

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. Якщо 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 риб знаходяться у критичному стані з ряду об'єктивних причин. Через це природні водойми перестали відігравати роль стабільних постачальників цінного генетичного матеріалу для потреб товарної аквакультури.

Потомство 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 риб, гліцериновою витяжкою препарату гіпофізів або синтетичними аналогами гонадоліберинів);

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

– осіменіння ікри напівсухим способом;

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

– ембріональний розвиток в інкубаційних апаратах. Найбільш відомі з апаратів для ікри осетрових риб – 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 і його модифікації);

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

– підрощування личинок до життєстійких стадій в ставах, садках або басейнах.

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.

8.5. Регулювання статевих циклів і стимуляція дозрівання статевих продуктів у плідників

При утриманні плідників в аквасистемах, де вирощування товарної продукції відбувається протягом року за однакових температурах води, для того щоб отримати якісні статеві продукти, потрібно проводити імітацію зимівлі плідників. Це пояснюється тим, що відсутність гідрологічної зими веде до дестабілізації річних і сезонних циклів дозрівання статевих залоз і до погіршення

якості потомства. 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 неділі 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 (див. рис. 14); ранку обробляють розчином $KMnO_4$ або йодом і відпускають рибу в басейн.

Рис. 14. 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 бінокуляра визначають відстань від ядра ооцита до внутрішньої оболонки (анімального полю) 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 (Гербилький, 1941) і еколого-фізіологічний.

При отриманні потомства стерляді на 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 чи інших препаратів аналогічної дії, які вводяться внутрішньом'язево.

Для стимуляції дозрівання статевих продуктів стерляді використовують гіпофізи осетрових та різних видів риб та їх синтетичні аналоги (Сульфагон, Сурфагон, Нерестин-5, Овопель та інші). Синтетичні аналоги не містять гормонів, складаються із практично нешкідливих синтетичних компонентів чим значно відрізняються від гіпофізів риб (див. табл. 9). Застосування основане на стимуляції власного гіпофізу фізіологічно підготовлених риб суперактивними релізинг-факторами і модифікаторами рецепторів аденогіпофізу.

Таблиця 9. Основні переваги синтетичних аналогів перед висушеними ацетинованими гіпофізами риб

№	Синтетичні аналоги	Гіпофіз
1	Повністю стерильні, не потребують застосування антибіотиків	Абсолютно нестерильний, потребує застосування антибіотиків
2	Володіють стандартною активністю і зручні для використання дозуванням – в мл/кг	Не володіє стандартною активністю. Це залежить від індивідуальних відмінностей риб: статі, віку, розміру, кондиції, тощо. Дозування потребує додаткового перерахунку: мг гіпофізу на мл суспензії в залежності від маси риби
3	Тривалий період зберігання – не менше двох років. Втрата активності при зберіганні – не більше 5 % в рік	Суспензія гіпофізу нестійка при зберіганні навіть в охолодженому вигляді. Висушений гіпофіз не бажано зберігати більше року – жовтіє, втрачає активність
4	Не містить сторонніх речовин і не дає побічних реакцій	Містить комплекс по сторонніх речовин і гормонів, крім необхідних, дає побічні реакції
5	Немає дефіциту препарату.	Придбати не просто, його дефіцит спостерігається вже зараз. Гіпофіз добувають тільки в визначений час після вилову риби
6	Дешевші за гіпофіз	Відповідно, дорожче
7	Завжди готові до роботи	Суспензію гіпофізу потрібно готувати самим рибоводам перед кожним ін'єктуванням
8	Не гормональний препарат	Гормональний препарат

В процесі підготовки самок стерляді до нересту в штучних умовах рибоводи забезпечують сприятливі умови для дозрівання ікри. Для цього слід проводити ін'єктування при оптимальних нерестових температурах 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 в 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 грудуальним ін'єкціям. Загальна доза препарату залежить від температури і маси риби (див. табл. 10), а для попередньої ін'єкції від ступеня зрілості ооцитів, які оцінюються за значенням коефіцієнта поляризації (див. табл. 11). Слід зазначити, що виснажені риби більш чутливі до гіпофізарних ін'єкцій і дозування препаратів необхідно знижувати.

Таблиця 10. Залежність дози гіпофізарних препаратів від температури води для плідників стерляді

Температура, ºС	**АГП осетрових, мг/кг**	**АГП коропових, мг/кг**	**ГГП, осетрових, ж. о.**	**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

Таблиця 11. Залежність гіпофізарних препаратів, які вводяться при попередній інєкції від коефіцієнту полярицації ооцитів

Коефіцієнт поляризації ооцитів, $К_п$	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 проводиться 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 і 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 вводитись під шкіру, не можна допускати, щоб голка потрапила в жирову тканину. Також небезпечне 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. (див. табл. 12).

Таблиця 12. 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	**30**	**25**	**22**	**20**	**18**	**16**	**14**	13	**12**	**11**
Б	**120**	**105**	80	68	60	**52**	**45**	**40**	**36**	**33**	**28**	**26**	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 рибоводнопродуктивну ікру

8.6.Отримання ікри і сперми

Ікру стерляді відбирають за допомогою підрізання яйцеводів, прижиттєвим способом, який був розроблений у 1985-1986 роках С. Б. Подушкою. Відомо, що яєчники осетрових не мають зовнішньої оболонки, і овульована ікра попадає в порожнину тіла. Перед тим, як попасти в зовнішнє середовище, ікра повинна пройти через яйцеводи. Яйцеводи осетрових представляють собою дві довгі трубочки, які розташовані в дорзо-латеральних 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 раз. Масаж черевця від голови до хвостового відділу призводить до видалення ікри тільки із яйцеводів, після чого їх стінки спадаються, і подальше зціджування виявляється неможливим. Після надрізанні скальпелем каудального відділу одного із яйцеводів овульвана 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 повністю заживає.

Для здійснення такої операції необхідно тільки скальпель, ширина леза якого повинна бути менше діаметру анального отвору риби. Про початок дозрівання самок вказує виділення із анального отвору окремих овульованих ікринок. Самок, з ознаками дозрівання, залишають в басейні на 40-60 хвилин для завершення овуляції. Дозрілу самку достають із 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 (див. рис. 15), акуратно масажуючи задню третину черевця. Для підтримки створеного розрізу у відкритому стані доводиться вдаватися до допомоги ручки скальпеля або іншого плоского металевого предмета.

Рис. 15. 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 запліднености 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. Так як 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.

8.7. Запліднення, обезклеювання та інкубація ікри

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 (див. рис. 16).

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 1,5-2,0 рази або можна зібрати її шприцом (див. рис. 17). Запліднення відбувається протягом 2 хв.

Рис. 16. Запліднення ікри стерляді

Рис. 17. Збір оваріальної рідини

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 погано знеклеює крупну 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 таблиці 13.

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

Таблиця 13. Рекомендації по обезклеюванню запліднені ікри осетрових видів риб, в 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

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

Для інкубації застосовується лише чиста (фільтрована) вода. Мертві ікринки відбираються за допомогою сифона, рибоводних лопаточок. Для боротьби з сапролегнією використовують малахітовий зелений (1:200 000), фіолетовий «К», розчин формаліну.

В період інкубації ікри визначається відцоток запліднення і частка ембріонів, що мають типовий розвиток.

За період інкубації, який протікає при температурі води від 10 до 16 °С протягом 6-9 діб, в апаратах необхідно постійно підтримувати проточність води.

Ступінь заплідненості (%) ікри варто провіряти через кілька годин інкубації на стадії жовткової пробки.

За період інкубації необхідно систематично відбирати мертві і заражені грибком сапролегнію 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.

8.8. Вирощування молоді

Для витримування вільних ембріонів, личинок і вирощування молоді використовують басейни з прямоточним током води площею 4-8 м^2 (для вільних ембріонів і мальків масою до 3 г – 4 м^2, молодь масою до 30 г – 8 м^2). Рівень води в басейнах міняється відповідно по мірі росту риби від 0,5 до 1 м.

Технологічний етап вирощування молоді включає:

1) витримування вільних ембріонів до переходу на змішане живлення;

2) перехід личинок на штучні корми;

3) вирощування різновагових мальків.

Вихід вільних ембріонів стерляді по 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. на 1 м^2. 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 і здійснюють так звані «свічки»: періодично піднімаються до поверхні води і опускаються на дно басейну. Кожного дня із басейнів забирають загиблих 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 виживанння личинок і темпи росту.

Довжина і маса личинок стерляді при переході на екзогенне живлення становить 13-15 мм і 19-21 мг відповідно.

Терміни переходу на активне живлення залежать від температури води і її хімічного складу. До 10 діб оптимальні температури витримування предличинок відповідають оптимуму нерестових, який для стерляді складає – 13-17 ºС.

Годівлю починають на 42-43 стадіях розвитку вільних ембріонів. 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. В 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 (див. табл. 14).

Таблиця 14. 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	0,6-1,0
1,2-2,5	1,0-1,5
2,5-5,0	1,5-2,5
5-20	2,0-3,2
20-50	3,0-3,5
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./м^2. Протягом наступних двох тижнів їх повністю переводять на штучні корми.

Із збільшення маси риби розмір крупки зростає, що дає змогу більш ефективніше використовувати повноцінні гранульовані корми.

Догляд за басейнами заключається 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.

Підрахунок молоді при розсадці у басейни проводять методом еталону. 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.

8.9. Лікувально-профілактичні заходи при вирощуванні осетрових видів риб

Захворювання риб в РАС 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, які забезпечують збереження вирощуваної риби. Риба повинна утримуватись в оптимальних для неї умовах, тому необхідно суворо дотримуватись нормативів по вирощуванню осетрових і

більше уваги необхідно звертати на температуру, концентрацію розчиненого у воді кисню, pH.

Вирощування 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 і дезінфікують рибоводний інвентар, інкубаційні апарати, місткості, посуд тощо;

– 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, амізин, пеніцилін, гвоздична олія, тощо);

– для збору ікри використовують чистий знезаражений емальований посуд;

– в період інкубації ікри підтримують оптимальні умови інкубації та потрібно систематично відбирати мертві і заражені грибком сапролегнію 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 РАС відмічають захворювання різної етіології (див. табл. 15): інфекційні, інвазійні, аліментарні і захворювання, які пов’язані з порушенням газового режиму води.

Таблиця 15.Хвороби та лікування осетрових видів риб

Хвороба	Збудник	Синдром	Заходи
Бактеріальні хвороби			
Флексифактеріоз	*Flexibacter Cytophaga*	Світлі плями на поверхні тіла, крововиливи на черевці і біля основ плавників, підвищене слизовиділення	Оптимізувати умови вирощування, не допускати перевищення щільностей посадки риб, високого вмісту органічних речовин у воді. Для лікування використовують ванни із хлораміном Б, антибіотики – окситетрациклін, оксолінова кислота
Бактеріальна геморагічна септицемія (БГС)	*Aeromonas*	Риба в'яла, втрачає апетит і плаває на поверхні води. Зябра бліді, анемічні, спостерігається екзофтальмія, точкові крововиливи на поверхні тіла	Дотримуватись рибницьких нормативів: щільність посадки, гідрохімічний режим, стрес та хендлінг потрібно виключити. В якості лікування – субалін, який нормалізує мікрофлору кишечника
Мікози			
Сапролегніоз ікри	*Saprolegniales*	Білий ватоподібний наліт на поверхні ікри	Ікру рекомендовано обеззаражувати ультрафіолетом, провити профілактичну обробку ікри фіолетовим «К», малахітово зеленим (1:200 000 – 30 хв.)
Сапролегніоз риб	*Saprolegniales*	Білий ватоподібний наліт на поверхні тіла риби	Профілактична обробка фіолетовим «К» (1 г/м^3) з експозицією 30 хв, малахітово зеленим (1:200 000 – 5-10 хв.), брильянтово зеленим, $KMnO_4$ (1:200 000 – 10 хв.). Уражені місця обробляють 2%-м розчином мелахітово синім або фіолетовим «К», проводять вітамінну терапію, використовувати якісні кормами
Інвазійні хвороби			
Іхтіофтиріоз	*Ichthyophthirius multifiliis (Ichthyophthiriu, Hymenostromatida)*	За сильного зараження великі паразити видно неозброєним оком (білі горбики)	Головний метод боротьби – профілактика фіолетовим «К», брильянтовим зеленим, повареною сіллю
Апіозомоз	*Apiosoma piscicolum (Apiosoma, Peritricha)*	Ураження шкіряних покривів, зябрового апарату молоді. На поверхні тіла і плавниках спостерігають білий наліт і почервоніння	Недопущенні контакту личинок з плідниками та іншими групами риб, боротьба із смітною рибою. профілактичні засоби – брильянтово зелений, фіолетовий «К», сольові ванни. Під час спалаху, при підрощенні молоді використовують лікувальні ванни. Використовують 0,2 %-й розчин повареної солі (10-15 хв); фіолетовий «К» (1 г/м^3) – 30 хв.
Поліподіоз	*Polypodium hydriforme (Coelenterata)*	За зовнішнім випадком заражені самки осетрових риб 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 розповсюдженні (не вивозити рибу, не викидати заражену ікру в водойму, личинок вирощувати до товарної маси і не допускати до їх статевого дозрівання, дорослих риб не можна використовувати для відтворення та не випускати у водойму). Уражену ікру обеззаражують 2%-м розчином хлораміну, 4%-м розчином

			формаліну або в 5%-му розчині повареної солі протягом 30 хв. Лікування не розроблено.
Дікліботріоз	Моногея *(Diclybothrium armatum (Diclybothriidae, Diclybothrium)*	Риба перестає споживати корм, тримається біля поверхні води. Зябра покриваються товстим шаром слизу. За високої інтенсивності зараження спостерігається некроз зябер.	Профілактика – контроль за перевезенням риби. При завезенні риби їх необхідно помістити в карантинний басейн на 3-4 місяці. В якості лікування можна використовувати аміачні ванни (0,2 %-й розчин експозицією 0,5-1 хв. залежно від температури води) але такі ванни потрібно робити обережно.
Незаразні захворювання			
Некроз зябр	Спричинюється погіршенням умов утримання риб, забрудненням води. Часто ускладнюється сапролегніозом, бактеріальною інфекцією, інвазією ектопаразитів	На початку захворювання зябра трохи набряклі, ослизнені, покриті легким білуватим налітом. В подальшому апікальні кінці зябрових пелюсток товщають, їхня деформація посилюється, появляються ознаки некрозу.	Створювати оптимальну проточність, аерацію води, оптимізувати pH, додавати в корм ліпідно-вітамінні добавки, тощо. В ставки площею до 5 га препарати вносять по всій поверхні води: 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/$м^3$. Їх вносять в прибережній зоні (5-10 м) протягом 3 днів, за необхідності обробку повторюють через 8-10 днів.
Газопухіркова хвороба (ГПХ)	Перенасичення води газами – молекулярний азотом (більше 110-113 %) і киснем (вище 250-350 %)	Хворі риби втрачають зір і координацію, не споживають корм.	Постійний контроль за газовим режимом, проточністю води. Нормалізація газового режиму при відстоюванні досягається за 18-24 год.
Асфіксія	Виникає в результаті нестачі або відсутності кисню в воді	Риба скупчується в зграї, підпливає до поверхні води і заковтує повітря. Не бере корм, становиться в’ялою, зябра отікають, стають блідо-рожевими. Якщо вміст кисню не збільшується, то риба починає гинути.	Потрібно слідкувати за гідрохімічними показниками і за необхідності використовувати аерацію води. Для бистрого насичення води киснем часто рекомендують вносити в воду перманганат калію і перекис водню, але інструкції до застосування цих препаратів немає.
Аліментарні хвороби	Використання кормів, які не призначені для осетрових риб, не збалансовані за складом основних елементів, а також в результаті використання неякісних і токсичних кормів.	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, незворотні зміни в клітинах білої і червоної крові.	Контроль за якістю кормів, дотримання норми їх зберігання і використання. За визначення низької якості кормів припинити годівлю. Використовувати вітамінні добавки в корм, а також речовини, які нормалізують фізіологічні процеси і підвищують імунітет організму (вітаміни, мікродобавки, металеновий синій, тощо).
Травми	Вилов, при пересадці, в результаті	Пошкодження поверхні тіла, забої, які	Потрібно встановити причину виникнення травми. Слід обережно

	механічного травмування або хендлінгу.	ускладняються вторинною бактеріальною, грибковою або вірусною інфекцією.	відноситись до риби під час транспортування, пересадки. Дотримання нормативів щільності посадки на всіх етапах рибницьких процесів.
Функціональні захворювання	Захворювання виникає під дією несприятливих факторів зовнішнього середовища на організм риби, при порушенні технологічних процесів, а також близькоспоріднене схрещування	Аномалії, які пов'язані з порушеннями розвитку. При розвитку ікри спостерігаються зміни на всіх стадіях розвитку, у личинок і мальків – зміни в будові тіла (зміна зябрових кришок і плавників, зміщення очей, скривлення тіла, водянка черевця, тощо). у хворих риб знижується темп росту.	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.

Список літератури

1. Якоб Брайнбалле. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы, Копенгаген, 2010. – 70 с.
2. Проскуренко И. В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 152 с.
3. Привезенцев Ю. А., Власов В. А. Рыбоводство. – М.: Мир, 2004. – 456 с.
4. Привезенцев Ю. А. Тиляпии (систематика, биология, хозяйственное использование) – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 80 с.
5. Пырсиков А.С. Рост и рыбоводно-физиологические показатели тиляпии при выращивании на комбикормах с добавкой «Метаболит плюс»: дис…канд-та. сельхоз.наук: 06.04.01. Российским государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва, 2017. – 163 с.
6. Индустриальное рыбоводство Титарев Е. Ф [електроний ресурс]. Режим доступу: http://biblio.arktikfish.com/index.php/ind-ryb
7. 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.
8. Cultured Aquatic Species Information Programme Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) [електроний ресурс]. Режим доступу:http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en
9. Tilapia Diseases [електроний ресурс]. Режим доступу:http://americulture.com/tilapia-diseases/
10. Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного типа»:международный симпозиум 16-18 апреля 2007 г. Астрахань. Изд. АГТУ. – 2007.,
11. 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
12. 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
13. 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.
14. Подушка С. Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб / С. Б. Подушка.– Тюмень, 1996. – С. 115-116.
15. Чебанов М. С, Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара, ФАО, 2011. – 297 с.
16. Койшибаева С. К., Бадрызлова Н. С., Федоров Е. В., Булавина Н. Б., Мухрамова А. А. Рекомендации по выращиванию сеголеток и двухлеток осетровых рыб в басейнах с использованием артезианской воды в условиях рыбоводных хозяйств юга Казахстана. Алматы, 2011. – 34 с.

17. Чебанов М. С. Галич Е. В., Чмырь Ю. Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. – 148 с.

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

19. Микитюк П. В., Осадчая Е. Ф., Погорельцева Т. П. Справочник по болезням рыб. К.: Урожай, 1984. – 248 с.

20. Казарникова А. В., Шестаковская Е. В Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 104 с.