

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
аквакультури
(назва кафедри)

Бех В.В.

(підпис)

(ПІБ)

“ ” _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Технологічні основи відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*)»

Спеціальність 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»

Гарант освітньої програми
к.с.-г.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Хижняк М.І.

(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

д.с.-г.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Вовк Н.І.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Іонов Денис Олександрович

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет тваринництва та водних біоресурсів**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аквакультури

д.с.-г.н., професор _____ Бех В.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ _____ ” _____ 2025р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання випускної бакалаврської роботи студенту

Іонову Денису Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Технологічні основи відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*)»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “__” _____ 2024р. № _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру «__» травня 2025 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: рибоводно-біологічні нормативи, технологічні процеси одержання потомства райдужної форелі.

Перелік питань, які потрібно розробити: здійснити аналіз літературних джерел щодо сучасного стану та напрямів розвитку форелівництва, надати характеристику біологічним особливостям райдужної форелі, проаналізувати вимоги об'єкту до умов його культивування, проаналізувати технологічний процес відтворення райдужної форелі для різних потреб рибогосподарської галузі.

Перелік графічних документів (за потреби) таблиці, рисунки

Дата видачі завдання “_____” _____ 20__ р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Вовк Н.І.

Завдання прийняв до виконання _____ Іонов Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Сучасний стан та напрями розвитку форелівництва в Україні та світі.....	8
1.2. Еколого-біологічні особливості райдужної форелі (<u><i>Oncorhynchus mykiss</i></u>)	12
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
3.1 Основні етапи вирощування райдужної форелі	25
3.2 Селекційно - племінна робота у форелівництві.....	27
3.3 Особливості відтворення райдужної форелі.....	30
3.3.1. Підготовка та утримання плідників.....	34
3.3.2. Відбір плідників.....	35
3.3.3. Відбір статевих продуктів.....	36
3.3.4. Інкубація ікри.....	39
3.3.5. Утримання личинок та мальків райдужної форелі.....	40
3.3.6. Вирощування молоді райдужної форелі.....	41
3.3.7. Хвороби райдужної форелі та їх профілактика.....	42
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	49

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота «Технологічні основи відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*)» виконана на 50 сторінках, включає 2 таблиці, 18 рисунків.

Робота містить огляд літератури, присвячений сучасному стану та напрямкам розвитку форелівництва в Україні та світі, еколого-біологічним особливостям райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*), основним засадам її відтворення.

Актуальність теми. Райдужна форель залишається найпоширенішим видом у прісноводному форелівництві завдяки своїй здатності легко адаптуватися до різноманітних абіотичних і біотичних умов, високій швидкості росту та дієтичним властивостям м'яса. Актуальність проведеного дослідження зумовлена потребою у детальному та ґрунтовному аналізі технологічного процесу штучного відтворення райдужної форелі. Особливу увагу було приділено висвітленню ключових етапів цього процесу, їх вдосконаленню та коригуванню з використанням сучасних наукових підходів. Водночас важливим аспектом є дослідження та глибокий аналіз факторів, які визначають ефективність і результативність процесу штучного відтворення зазначеного об'єкта.

Мета досліджень - дослідити особливості відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) для різних потреб рибного господарства.

Об'єктом дослідження стали райдужна форель та технологічні процеси її заводського відтворення

Предметом дослідження є показники гідрохімічного режиму водойм, заходи інтенсифікації виробництва, рибопродуктивність ставів.

Для цього необхідно було вирішити такі завдання:

- проаналізувати літературні джерела щодо стану та перспектив розвитку форелівництва;
- з'ясувати еколого-біологічні особливості райдужної форелі;
- проаналізувати вимоги об'єкту до умов його культивування;

- проаналізувати технологічний процес відтворення райдужної форелі для різних потреб рибогосподарської галузі;
- сформулювати висновки стосовно перспективних шляхів удосконалення технології розведення райдужної форелі.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що ретельний аналіз технології відтворення коропа як основного об'єкта аквакультури України, дозволить виявити її сильні та слабкі сторони, що у виробничих умовах сприятиме їх уникненню та, разом з тим, підвищенню ефективності риборозведення.

Ключові слова: райдужна форель, маточне стадо, інкубація, статеві продукти, запліднення, молодь.

ВСТУП

Останні десятиліття ознаменувалися різким зростанням глобального попиту на рибу та морепродукти, що стимулювало стрімкий розвиток аквакультури в аграрному секторі. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), риба постачає понад 3,3 мільярди людей приблизно 20% від середнього споживання білка тваринного походження на одну особу. Така значна залежність від риби як головного джерела харчування підкреслює критичну роль аквакультури у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки [1].

У сучасних умовах, коли ресурси дикої риби зазнають постійного виснаження через надмірну експлуатацію та антропогенні зміни навколишнього середовища, аквакультура постає як перспективна і екологічно обґрунтована альтернатива, що здатна задовольнити стрімко зростаючий попит на якісні рибні продукти. Особливу увагу привертає вирощування таких видів, як райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*), яке зарекомендувало себе як високопродуктивний і економічно доцільний метод забезпечення глобальних потреб у рибі для харчових цілей.

Райдужна форель є ключовим об'єктом культивування в холодноводній аквакультурі завдяки своїм численним господарським перевагам, насамперед високим продуктивним властивостям. В Україні форелівництво досягло значного рівня розвитку, особливо в західних регіонах, які найбільш гармонійно відповідають нормативним вимогам для ефективного функціонування цієї галузі. Ця сфера характеризується як високоінтенсивний напрям ставкового рибництва, що дозволяє досягати значних обсягів виробництва риби за умов обмежених площ водних об'єктів. Така ефективність сприяла утвердженню форелівництва як одного з провідних напрямків у галузі аквакультури України. У контексті сучасного розвитку цієї сфери зростає актуальність комплексного аналізу чинників, що впливають на підвищення продуктивності та рентабельності рибогосподарської діяльності.

Лососеві складають приблизно 1% від усього обсягу риби, що виловлюється та вирощується в Україні. Основну частину місцевого виробництва цих видів риб становить райдужна форель. Водночас значна частка лососевих завозиться до України шляхом імпорту, причому головним постачальником є Норвегія. Щодо експорту лососевих з України, він здійснюється лише в дуже малих масштабах.

Райдужна форель користується популярністю серед споживачів завдяки своєму вишуканому смаку та високій дієтичній цінності, що робить її одним із ключових видів для промислового розведення в аквакультурі. У садкових умовах вирощування ця риба демонструє швидкий приріст, дозволяючи досягати значних показників у стислі строки, що позитивно впливає на економічну рентабельність рибних господарств.

Світове виробництво райдужної форелі демонструє стабільне зростання протягом останніх десятиліть, але для забезпечення сталого розвитку галузі необхідно вирішити низку викликів. Серед ключових питань — екологічний вплив інтенсивної аквакультури, особливо у таких аспектах, як раціональне використання водних ресурсів, управління відходами та запобігання поширенню хвороб. У системах розведення форелі в садкових установках існує ризик забруднення водойм залишками корму та відходами життєдіяльності риби. Це може погіршити якість води та спричинити шкоду для навколишніх екосистем.

З огляду на зростаючий світовий попит на рибну продукцію, підвищення значущості стійких практик аквакультури та великий потенціал для розвитку цього напрямку в Україні, дослідження набуває особливої важливості. Його результати сприятимуть активному розвитку розведення райдужної форелі в країні, а також забезпечать цінну інформацію для зацікавлених учасників галузі, які прагнуть зміцнити стійкість і підвищити рентабельність рибного господарства.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1.1 Сучасний стан та напрями розвитку форелівництва в Україні та світі

Розведення лососевих риб займає провідне місце в глобальній аквакультури, оскільки дає змогу за відносно короткий проміжок часу — від 10 до 24 місяців — отримувати делікатесну продукцію високої якості з товарною масою від 0,3 до 3 кг. Харчова цінність цієї риби високо цінується і в Україні, що підтверджується стабільно високими цінами на неї на внутрішньому ринку.

Вирощена із дотриманням принципів відповідальності продукція форелі сприяє вирішенню глобальних викликів продовольчої системи завдяки наступним аспектам:

- забезпечення населення поживним джерелом харчування, яке повністю відповідає рекомендаціям світових дієтичних стандартів⁴
- надання високоякісного, екологічно сталого білка для задоволення швидко зростаючого попиту на продукцію харчування у світі;
- систематичне впровадження інновацій, які сприяють формуванню більш стійких продовольчих систем і підтримують перевагу здорового харчування;
- пропонування універсального харчового продукту, що займає важливе місце в кулінарних традиціях та культурних практиках різних спільнот по всьому світі.

Відповідальна індустрія відіграє важливу роль у підтримці місцевих громад. Ферми з вирощування форелі зазвичай розташовані у віддалених сільських районах. Завдяки створеним робочим місцям це сприяє розвитку цих невеликих громад, допомагаючи їм процвітати та втримувати молодь. Молоде покоління не лише знаходить роботу, але й активно інтегрується в загальний ланцюжок створення вартості. Окрім цього, молодь має можливість здобути цінний робочий досвід, допомагаючи виховати майбутнє покоління відповідальних рибоводів.

Серед прісноводних видів, що розводяться в європейській аквакультури, провідну позицію займає райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*). Її щорічне

виробництво залишається стабільно високим — у 2020 році воно сягнуло майже 185 тисяч тон. У Європі функціонує щонайменше сім селекційних програм, спрямованих на вдосконалення цього виду. Основними завданнями таких програм є покращення темпів росту, забійних показників, а також контроль за настанням статевої зрілості.

Культивування лососевих видів, зокрема райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*), є одним з найяскравіших прикладів економічно ефективною та інтенсивною аквакультурою у глобальному масштабі. Це підтвердження того, яких результатів можна досягнути завдяки зваженим інвестиціям, новаторським дослідженням, технологічним інноваціям та продуманим маркетинговим стратегіям. У той же час, культивування цих видів виступає ілюстрацією ризиків, що супроводжують швидкий розвиток та зниження цін, особливо коли спроможність ринку поглинати зростаючу пропозицію перевищується.

Виробництво райдужної форелі в аквакультурі розповсюджено в багатьох частинах світу, включаючи Південну Америку, Європу, Азію, Африку та Океанію, хоча її природний ареал знаходиться в Північній Америці. За даними FAO FishStat, понад 75 країн офіційно задокументували своє виробництво райдужної форелі. У 2013 році глобальний річний обсяг її виробництва в аквакультурі перевищив 814 тисяч тонн, що є значним ростом у порівнянні з 4400 тоннами у 1950 році. Основними виробниками цього виду є Іран, Чилі, Туреччина, Норвегія та Перу, на які припадає майже 64% загального виробництва. За останні десять років відбулося значне регіональне зрушення з різким збільшенням виробництва в Ірані, Туреччині, Перу, Китаї (від 200 до 1000 %). Ці зміни пояснюються добре розробленими управлінськими стратегіями та ефективним використанням природних ресурсів [9]. Наприклад, Іран значно збільшив річний обсяг виробництва форелі, зменшивши цей показник з менш ніж 1000 т у 1993 році до майже 144 тис. т у 2013 році. Таке досягнення стало можливим завдяки суттєвому зростанню продуктивності, яка підвищилася з менш ніж 10 кг до 40 кг на квадратний метр площі ставків. Серед країн-сусідів Індії, які належать до списку держав-виробників райдужної форелі за даними

ФАО, виділяються Китай, Непал та Афганістан. У 2013 році ці країни демонстрували річний обсяг виробництва на рівні 28 991, 180 та 150 тонн відповідно. Водночас, зростання обсягів виробництва, яке спостерігається у багатьох країнах і є відповіддю на збільшений попит, гарантує перспективне та стабільне майбутнє для аквакультури райдужної форелі [10].

В Італії домінуюча частка загального виробництва, що становить 54%, припадає на корпорації та кооперативи. Водночас сімейні та одноосібні підприємства, які є найбільш розповсюдженими бізнес-моделями, забезпечують відповідно 22% і 23% загального обороту. Протягом часу структура сектора вирощування райдужної форелі в Італії зазнала трансформацій: діяльність, яка раніше здебільшого здійснювалася власниками безпосередньо, еволюціонувала у напрямку більш інтегрованої промисловості, що характеризується скороченням кількості, але збільшенням масштабу великих компаній [13].

Розвиток масштабної дистрибуції та роздрібною торгівлі призвів до суттєвих структурних і організаційних змін у ланцюгу виробництва лососевих. Для багатьох компаній ця тенденція стала причиною підвищення рівня інтеграції та впровадження таких підходів, як ієрархічне управління й централізований контроль над прийняттям стратегічних рішень і управлінням. Подібна координація різних операцій сприяє зміцненню ринкової рівноваги, дозволяє оптимізувати процес ціноутворення на різних рівнях ланцюга постачання, а також забезпечує більш справедливий розподіл прибутку між учасниками. Взаємодія між партнерами в межах ланцюга поставок часто є результатом вертикальної інтеграції. За останні роки великі компанії перейшли до вертикально інтегрованої моделі, розширивши свою діяльність на суміжні етапи, такі як риборозплідники, переробка риби, експорт та дистрибуція. У Норвегії великі виробники окрім цього мають власні забійні комплекси, включно із спеціалізованими суднами для транспортування риби й первинної переробки. Натомість дрібним виробникам бракує таких потужностей, тому вони змушені орендувати або купувати послуги забою у сторонніх компаній. Підприємства, що працюють на початкових етапах ланцюга постачання, часто інтегруються

шляхом придбання бізнесів нижчого рівня ланцюга. Проте зворотні процеси трапляються доволі рідко. Споживчий попит задовольняється переважно через два ключові канали: великомасштабну дистрибуцію та сегмент готелів, ресторанів і громадського харчування [11].

Серед різноманітних каналів дистрибуції споживачі демонструють перевагу щодо інноваційних моделей розповсюдження продукції, частка яких становить 81% за обсягом і 82% за вартістю, тоді як традиційні канали, такі як місцеві ринки чи спеціалізовані магазини з продажу риби, починають втрачати актуальність. У контексті нових каналів дистрибуції вирішальну роль відіграють гіпермаркети та супермаркети, на частку яких припадає близько двох третин ринку за обсягами продажів, що значно переважає частку дискаунтерів. Додатковою умовою успішного розвитку ринку стало урізноманітнення асортименту продукції, де поряд зі свіжою рибою популярними стають перероблені вироби, зокрема копчені, мариновані продукти, філе та паштети. Такий підхід сприяє не лише розширенню дистрибуції, але й залученню нових категорій споживачів. Одним із прикладів виходу на нові сегменти попиту є сертифікація продукції «Халяль» для задоволення потреб ринків ісламських країн, що передбачає спеціалізовані методи обробки, зокрема забій форелі. Посилення попиту на рибну продукцію супроводжується трансформацією сприйняття продукту: від базового товару до сервісного харчового продукту. У цьому контексті такі чинники, як імідж бренду, якість продукції, її безпека та екологічна відповідальність виробників, набувають усе більшого значення, особливо серед споживачів у міських агломераціях. Водночас ключовим фактором підвищення популярності рибних продуктів залишається їх позитивний вплив на здоров'я людини [12].

Розмір порційної райдужної форелі зазвичай не перевищує 500 г і може мати біле або рожеве м'ясо. Форель середнього розміру, що важить від 500 г до 1,2 кг, переважно використовується для приготування філе. Велика форель, маса якої перевищує 1,2 кг, здебільшого призначена для копчення. У 2020 році близько 64% виробництва в країнах ЄС-28 припадало на порційну та середню

форель (наприклад, в Італії цей показник становив 88%), тоді як частка великої форелі досягала 36%. Разом із тим, частка порційної форелі зменшилася порівняно з 2014 роком. На внутрішньому ринку ЄС половина торгівлі фореллю в 2020 році припадала на копчену райдужну форель, а ще 15% — на порційну форель. Основними постачальниками порційної форелі є Данія, Іспанія та Польща, а найбільшими точками її збуту всередині ЄС — Німеччина, Польща та Франція. Загалом 83% обсягу пропозиції райдужної форелі в ЄС забезпечувала місцева продукція, а решта 17% імпортувалася переважно з Туреччини та Норвегії. Головними ринками збуту форелі в ЄС залишаються Німеччина, Франція, Італія, Іспанія, Польща та Фінляндія. У Німеччині перевагу надають копченій райдужній форелі, тоді як в Італії та Польщі основним продуктом споживання є порційна форель [14].

Попри наявність сприятливих умов для аквакультури, Україна не утримує провідні позиції в галузі виробництва товарної форелі. Станом на 2023 рік, в Україні було випущено приблизно 2,5 тисяч тонн форелі, що демонструє 10% зростання порівняно з попереднім 2022 роком. Значну частку у виробництві займають Волинська, Закарпатська та Чернівецька області. Фактори, які стимулюють розвиток форелевої індустрії в Україні, включають: зростаючий попит на форель як на внутрішньому ринку, так і в інших країнах. Наявність гірських річок і озер, що створюють оптимальні умови для культивування цієї риби. Прогресивний розвиток технологій у сфері вирощування форелі. Однак, існують певні перепони, які заважають поступовому розвитку цієї галузі, такі як недостатнє державне фінансування та підтримка, високі виробничі витрати, дефіцит кваліфікованих фахівців у цій сфері.

1.2. Еколого-біологічні особливості райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*)

Райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*) є високозатребуваною рибою як для спортивної риболовлі, так і для комерційного використання. Доросла особина зазвичай важить від 2 до 3 кг, проте максимальні показники цього виду

сягають 120 см загальної довжини, ваги до 25,4 кг і віку до 11 років. Ця риба зазвичай мешкає у верхніх холодних водах річок і прибережних морських зонах. Характерні особливості середовища проживання та раціону райдужної форелі впливають не лише на її забарвлення, а й на форму тіла. Серед річкових систем сформувалась значна кількість локальних різновидів цього виду. На основі природних популяцій було розроблено чимало вдосконалених комерційних порід. Найбільш поширені культивовані варіанти походять від тих генетичних ліній, які мали цінні якості: високу витривалість, швидкий ріст, стійкість до захворювань і здатність до стабільного розмноження в умовах аквакультури (рис. 1.1).

В Європу райдужна форель була інтродукована з Північної Америки у 80-х роках XIX століття. Наразі цей вид успішно акліматизувався в багатьох країнах світу, продемонструвавши високу адаптивність до нових екологічних умов.



Рис. 1.1 Райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*)

У природному середовищі існують окремі популяції райдужної форелі, що розрізняються за сезонами нересту: одні нерестяться восени, інші – навесні. На основі цих популяцій були створені два відмінні комерційні штами, характеристики яких значною мірою збігаються, за винятком періоду нересту.

Ця особливість забезпечує можливість ефективнішого управління виробничими циклами на фермах з вирощування райдужної форелі. У багатьох країнах культивується альбіносна форма райдужної форелі, яку часто неправильно ідентифікують як золоту форель (рис.1.2). Цей різновид користується популярністю завдяки декоративній цінності та потенціалу для розведення. Однак ця форма вирізняється високою чутливістю до несприятливих екологічних і виробничих умов, що може ускладнювати її культивацію.



Рис. 1.2 Альбіносна форма райдужної форелі

Тіло форелі характеризується веретеноподібною формою, яка забезпечує високий рівень аеродинамічності. Рило є загостреним, що сприяє зниженню опору водного середовища, а тіло вирізняється округлим поперечним розтином, який у поєднанні з незначною бічною сплюсненістю оптимізує його обтічність. Хвостовий відділ має витончений вигляд, що забезпечує ефективність руху в умовах течії. Такі морфологічні особливості є результатом адаптації до життя в швидкоплинних водах, завдяки чому форель демонструє високу здатність до стрімких і тривалих переміщень у водному середовищі [15].

Райдужна форель вирізняється особливими морфологічними характеристиками, які чітко розрізняють її від інших представників цього роду. В одного з найбільш примітних відмінностей є наявність жирового плавця, розташованого між спинним і гомоцеркальним хвостовим плавцями. Протягом

анального плавця спостерігається 6–9,5 розгалужених променів, з найпоширенішою кількістю у 8,5. Бічна лінія характеризується наявністю 115–130 мініатюрних циклоїдних лусочок. До додаткових специфічних ознак відносяться 16–17 зябрових тичинок і наявність 60–66 хребців. У молодих особин часто спостерігаються 5–10 парних плям, які знаходяться в районі головного відділу [15].

Райдужну форель, яка походить з холодноводних річок і озер уздовж тихоокеанського узбережжя Північної Америки та Азії, було успішно інтродуковано приблизно у 82 країнах світу. Таке широке розповсюдження значною мірою пояснюється її чудовою пристосованістю до різноманітних умов навколишнього середовища та вирощування, яка перевершує пристосованість інших видів форелі. Як наслідок, вона стала популярним вибором у регіонах, де екологічні параметри сприятливі для її вирощування (рис.1.3).

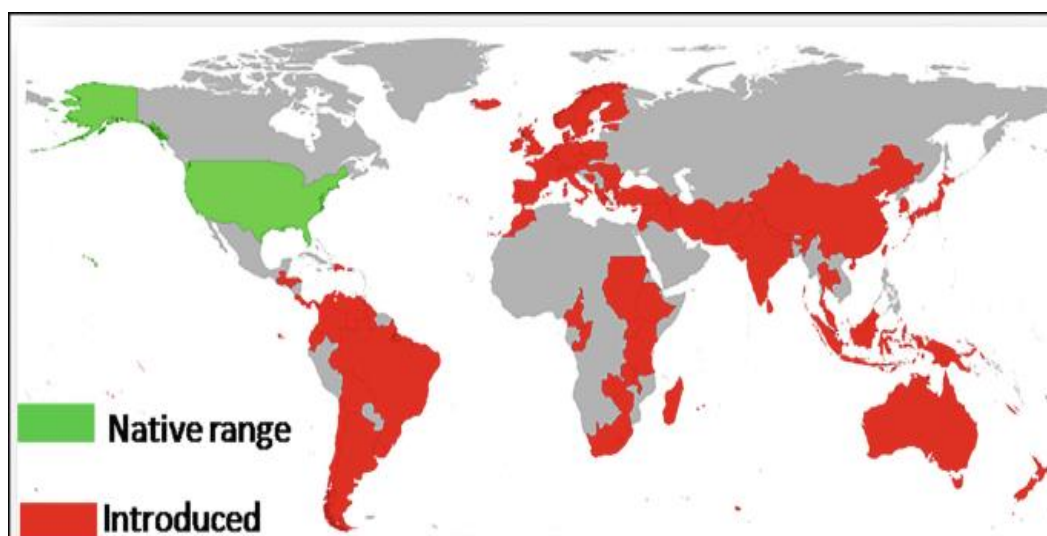


Рис.1.3 Природний ареал та регіони інтродукції райдужної форелі

Раціон природного харчування райдужної форелі визначається рядом факторів, серед яких ключову роль відіграють вік і розмір риби, обсяг доступного кормового ресурсу, а також екологічні особливості її середовища існування. Райдужна форель характеризується високим рівнем агресії та ненаситністю у пошуках їжі. Вона є високоадаптивним організмом, здатним споживати широкий спектр харчових об'єктів. Серед природних кормів значну

частину становлять наземні комахи, які потрапляють у водойми. До таких належать дорослі представники жуків (*Coleoptera*), мух (*Diptera*), мурах (*Formicidae*), а також личинки лускокрилих (*Lepidoptera*), включаючи різноманітних метеликів і молей. Таким чином, природний раціон райдужної форелі є багатограним і залежить від численних біологічних та екологічних чинників, демонструючи значну поведінкову гнучкість у харчуванні [16].

Самки райдужної форелі досягають статевої зрілості на третьому або четвертому році життя, тоді як самці дозрівають приблизно на рік раніше. Середня тривалість життя цього виду становить близько 11 років. Терміни нересту змінюються залежно від температурного режиму водойми. Зазвичай райдужна форель нереститься навесні, у березні-квітні. Однак підвищення температури води може спровокувати нерест у зимово-весняний період, а інколи навіть улітку. До того ж є окремі популяції форелі, здатні нереститися протягом усього року. Робоча плодючість самки дорівнює в середньому 2–3 тисячам ікринок на кожен кілограм її маси.

За кілька тижнів до початку нересту самці форелі переживають помітні фізіологічні зміни. У них розвивається кіпа — гачкувата нижня щелепа з міцними зубами, а також з'являється яскравіше забарвлення. У цей період самки починають активно шукати підходяще місце для нересту. Вони віддають перевагу затіненим ділянкам з прозорою водою, гравійним дном і достатньо сильною течією для побудови гнізда. Знайшовши оптимальне місце, самка риє неглибоку ямку за допомогою плавників, витрачаючи багато сил і часу на створення нерестовища. Самці в цей час намагаються привернути її увагу, виконуючи характерні шлюбні танці. Коли самка готова до відкладання ікри, до неї наближається самець. Самка відкладає яйця, які самець відразу запліднює, випускаючи молочко. Після цього вона засипає відкладену ікру шаром гравію та переміщається на іншу ділянку для повторення процесу з іншими самцями. Зазвичай самка взаємодіє з двома-трьома різними партнерами на різних місцях. За кілька днів одна самка розміром близько 33 сантиметрів здатна відкласти до тисячі ікринок [16].

Запліднена ікра спочатку перебуває в темряві й протягом першої години після відкладання проходить процес, відомий як загартовування у воді, коли пори в ікринках запечатуються. На цьому етапі ікра стає липкою та переходить до стадії зеленої ікринки, яка триває приблизно 20 днів після нересту. У цей період ікринки дуже крихкі та можуть легко пошкоджуватися. З часом вони змінюються — стають прозорими й набувають рожевого відтінку. На їхній поверхні починають з'являтися дві темні точки, що є очима форелі. Ця фаза називається стадією ікри з очима та триває 2-3 тижні. Після цього на світ з'являються личинки. На цьому етапі форель ще не живе самостійно, оскільки харчується запасами жовткового мішка, прикріпленого до її черева. У міру свого зростання мальки залишаються червонуватими доти, поки весь жовтковий мішок не буде повністю засвоєний. Ікринки та личинки на цій стадії є дуже чутливими до змін у довкіллі, що робить їх вразливими. Коли жовтковий мішок зникає, мальки спливають на поверхню, де активно починають шукати їжу. Цей процес трансформації личинок у мальків може зайняти від 2 до 3 тижнів (рис.1.4) [10].



Рис.1.4 Життєвий цикл райдужної форелі

Колір ікри при штучному розведенні зазвичай варіюється від жовтуватого-помаранчевого до яскраво-помаранчевого, тоді як у природному середовищі вона має інтенсивний помаранчевий забарвлення. Ікра цієї форелі донна, не

липка, діаметром 3–6 мм і вагою від 49 до 125 мг. Тривалість інкубації залежить від температури води і становить у середньому 30–45 діб або 360–400 градусо-днів. Коли жовтковий мішок зменшується на 50–70% від свого початкового об'єму, личинки піднімаються у товщу води, де починають активно плавати та харчуватися. Тривалість процесу розсмоктування жовткового мішка залежить від температури водного середовища і може варіюватися від 10 до 40 днів, у середньому становлячи близько 7–8 діб [15].

Мальки райдужної форелі повертаються до свого рідного струмка, прагнучи знайти кормову територію поблизу місця народження. Однак з часом вони розходяться по різних ділянках водойми. Форель, що нереститься у витоках озер, інстинктивно мігрує вгору за течією до озера, тоді як інші особини часто обирають рух вниз за течією під покровом ночі, шукаючи вигідніші умови. У ранньому віці мальки переважно тримаються на мілководних ділянках струмків та озер, харчуючись здебільшого зоопланктоном. Мілководдя слугує для них природним захистом від хижаків, таких як гольян, бичок, щука чи навіть дорослі особини райдужної форелі. Зі збільшенням розмірів мальки вступають у конкуренцію з іншими форелями та лососевими за найкращі кормові ділянки у потоці. Їхній раціон стає більш різноманітним і включає різноманітних водних і наземних безхребетних. Юні особини цієї риби надають перевагу неглибоким швидким потокам із рифами. Це має особливе значення за умов присутності у водоймі більших дорослих лососевих видів, таких як кижуч і чавичі [16].

Райдужна форель, яка здійснює міграцію до океану, для початку проходить етап перетворення на малька, що слугує підготовчим процесом до кардинальних змін у середовищі проживання, з якими їй доведеться зіткнутися. Цей складний процес трансформації відомий як смолтифікація. У межах цього процесу відбувається істотна зміна зовнішнього вигляду: характерні для райдужної форелі візерунки та забарвлення починають зникати. Спинна частина змінює колір на синьо-зелений, боки набувають сріблястого блиску, а черевце стає яскравішим і майже білим. Такі морфологічні адаптації сприяють кращому пристосуванню до умов морського середовища. Паралельно з цими зовнішніми

змінами відбуваються й суттєві внутрішні трансформації. Організм малька переживає зміни, які включають адаптацію функцій нирок та зябер, що забезпечують його здатність виживати в солоній воді. Ключові екологічні фактори, такі як температура води та тривалість світлового дня, мають вагомe значення у визначенні часу цього переходу. Типово, що смолтифікація відбувається навесні. У разі, якщо цей процес не завершується протягом зазначеного періоду, риба залишається в прісноводних умовах протягом принаймні ще одного року. Окрім фізіологічних змін, у поведінці ювенільної форелі також спостерігається помітна еволюція. Зокрема, посилюється прагнення до міграції, що полягає у переміщенні вниз за течією до океану, де вона продовжуватиме свій життєвий цикл [17].

Океанічна екосистема проявляє значно вищу біологічну продуктивність порівняно з прісноводними струмками та річками, що впадають у північну частину Тихого океану. Це підтверджується, зокрема, аналізом процесів росту сталевого окуня, який демонструє, що близько 98% свого загального приросту маси ця риба досягає саме у морському середовищі протягом дворічного перебування в океані. Молодь сталевого окуня зазвичай демонструє швидку міграцію у відкритий океан, практично уникаючи тривалого перебування в прибережних водах або естуаріях. Після переходу до моря, ці риби класифікуються як статевозрілі особини. Тривалість періоду годування та темпи росту популяцій риб у північній частині Тихого океану значно варіюють. Ці параметри визначаються низкою факторів, включаючи індивідуальні характеристики кожної риби й особливості її річкового басейну походження. Хоча більшість екземплярів проводять в океані період від одного до трьох років, деякі особини залишаються у цьому середовищі значно довше. Наступного весняного сезону ці риби знову вирушають до океану для продовження вигодовування, без розмноження. Лише після досягнення оптимальної ваги й статевої зрілості вони повертаються до прісноводних ареалів з метою нересту. Міграційна поведінка анчоуса є надзвичайно тривалою. Зокрема, популяції цього виду з Північної Америки здійснюють далекі переміщення, подорожуючи у

східному напрямку аж до узбережжя Камчатки. Задokumentовано окремі міграції протяжністю близько 5370 км (рис.1.5) [18].



Рис.1.5 Міграція райдужної форелі

Досягнувши статевої зрілості, форель повертається до рідної річки, звідки починала свій шлях. Її здатність орієнтуватися у просторах безмежного Тихого океану заснована на винятковому внутрішньому компасі. Наближаючись до рідної водойми, форель покладається на тонке відчуття запаху, гострий зір і надзвичайну пам'ять, які невпинно ведуть її до гирла рідної річки.

1.3 Заключення за оглядом літератури

Згідно проведеного аналізу наукових літературних джерел з'ясовано, що райдужна форель є одним із перших об'єктів рибогосподарської діяльності, що активно використовується для вирощування в контрольованих умовах аквакультури. М'ясо райдужної форелі відзначається значним вмістом легкозасвоюваних білків, ненасичених жирних кислот, а також важливих мікроелементів і вітамінів, які мають ключове значення для забезпечення збалансованого харчування людини.

На рибному ринку Європи райдужна форель займає провідні позиції за популярністю. Як об'єкт аквакультури, райдужна форель набула широкого поширення по всьому світу. Проте основою її вирощування залишаються ставкові господарства, що максимально наближають умови утримання до

природного середовища існування. Для водопостачання у таких господарствах традиційно використовують джерела з відносно холодною водою, включаючи джерельні води, струмки та гірські річки. Водночас температурний режим водних джерел виступає одним із головних чинників, що обмежує подальший розвиток ставкового форелівництва.

Ще однією критичною умовою для успішного вирощування форелі є забезпечення достатньої проточності води в ставках. Інтенсивний водообмін сприяє підтриманню необхідного рівня кисню, видаленню продуктів метаболізму та органічних залишків, а також створює середовище, що імітує природні умови проживання цього виду.

Подальший розвиток форелівництва та поліпшення його економічних показників значною мірою залежатимуть від підвищення генетичного потенціалу продуктивних якостей плідників форелі, виведення високопродуктивних порід і кросів, а також удосконалення всієї системи селекційно-племінної роботи.

Особливий акцент необхідно зробити на формуванні стад плідників, які зможуть забезпечити високу продуктивність в умовах конкретних кліматичних зон і специфічних технологій розведення та вирощування. Реалізація таких завдань можлива у відносно короткий термін за умови наявності достатнього селекційного ресурсу та застосування сучасних методів відтворення і вирощування форелі.

Райдужна форель демонструє вищі темпи зростання порівняно зі струмковою фореллю. У процесі вирощування в ставках темпи її росту значною мірою залежать від умов годівлі та якості нагулу. Райдужна форель має значний економічний потенціал для ставкового рибництва і широко використовується як об'єкт розведення разом із коропом.

У багатьох країнах світу її вирощують у садках, а також зариблюють невеликі річки та озера для промислового і любительського рибальства. Високо ціноване за очевидними смаковими властивостями, м'ясо форелі викликає значний попит, тому у багатьох європейських державах її розведення є

пріоритетним напрямом. Провідними центрами форелівництва визнані Данія, Франція та Італія, де щорічно виробляється від 140 до 180 тисяч ц цієї риби. Практичний досвід свідчить, що за умов високої інтенсифікації виробництва у спеціалізованих ставках можливо отримувати до 300 ц товарної форелі з одного гектара водної площі.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Технологічні основи відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*)» носить аналітичний характер і присвячена актуальному питанню в українській сфері аквакультури.

Основною метою дослідження було дослідити особливості відтворення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) для різних потреб рибного господарства.

Об'єктом дослідження стали райдужна форель та технологічні процеси її заводського відтворення.

Для досягнення поставленої мети було визначено низку завдань:

- проаналізувати літературні джерела щодо стану та перспектив розвитку форелівництва;
- з'ясувати еколого-біологічні особливості райдужної форелі;
- проаналізувати вимоги об'єкту до умов його культивування;
- проаналізувати технологічний процес відтворення райдужної форелі для різних потреб рибогосподарської галузі;
- сформулювати висновки стосовно перспективних шляхів удосконалення технології розведення райдужної форелі.

У ході виконання поставлених завдань були впорядковані отримані результати, які детально аналізувалися в межах визначеної проблематики. На основі проведеного аналізу сформульовано основні висновки, що відображають суть дослідження. З'ясовувались фактори, що визначають тривалість нерестового періоду, такі як особливості підготовки плідників, оптимізація організаційних заходів у межах нерестових кампаній, а також гідрохімічні характеристики водного середовища. Додатково аналізували рибогосподарські біологічні показники товарного рибництва, серед яких щільність посадки риби, середня маса окремих екземплярів, результати вирощування, загальний рівень рибопродуктивності господарства, ефективність споживання кормів.

Для аналізу технології вирощування продукції райдужної форелі використовували рибоводно-біологічні нормативи, наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Рибоводно-біологічні нормативи вирощування райдужної форелі

Норматив	Показник
Маса товарної продукції	500 г
Розміри садка для підрощування молоді	7м x 15м x 3м
Розміри садка для вирощування товарної форелі	10м x 15м x 3м
Вихід товарної риби від рибопосадкового матеріалу	95 %
Вихід при вирощуванні від 20 г до 200 г	90%
Щільність посадки товарної риби при садковому вирощуванні	30 кг/м ³
Щільність посадки мальків на підрощування	10 кг/м ³

Для наочного представлення даних у роботі використовували графіки, діаграми, таблиці та інші візуальні засоби, які забезпечують легше сприйняття інформації та акцентують увагу на важливості досягнутих результатів.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Основні етапи вирощування райдужної форелі

Форельні господарства зазвичай займають невелику територію. Вони поділяються на повносистемні і неповносистемні залежно від рівня завершеності виробничого процесу. Повносистемні господарства функціонують за дворічним циклом, однак для досягнення маси форелі в межах 800-1000 грамів потрібно більше часу для вирощування. Важливим фактором для створення господарства такого типу є наявність джерела водопостачання, яке може забезпечити всі біологічні потреби риби. Для водозабезпечення форельних господарств використовують джерела, потоки, річки, озера, водосховища, а також ґрунтові води. Останні вирізняються стабільною температурою, відсутністю забруднень і паразитів, що робить їх ідеальним варіантом для застосування в циркуляційних системах.

Визначення потужності водного джерела є важливим фактором, що впливає на можливість формування певного обсягу продукції. Споживання води розраховується залежно від площі виробничого підприємства або обсягів одержуваної продукції. Для традиційних ставків забезпечується необхідна частота зміни води, яка становить 2–5 разів на добу. У разі використання басейнів із густотою посадки риби від 50 до 100 кг/м³ потрібно забезпечити заміну води зі швидкістю 5–10 разів на годину.

Структура повносистемного господарства включає розплідник та ставки для вирощування товарної риби. Розплідник складається із садків або басейнів, які забезпечують тимчасове утримання плідників у переднерестовий період, інкубаційного цеху, а також басейнів, лотків і вирощувальних ставків для розвитку молодняка. Окрім цього, у системі передбачені ставки, призначені для утримання маточного та ремонтного стад.

За умов інтенсивного використання ставків для вирощування і годівлі форелі природна кормова база втрачає свою значущість. Основним критерієм, що визначає щільність посадки форелі, стає ефективна циркуляція та оновлення води. Оптимальні параметри для ставків варіюються: ширина в межах 4–12

метрів, довжина — від 20 до 50 метрів, при цьому глибина не повинна перевищувати 1,2 метра. У практиці високоінтенсивного промислового розведення форелі перевага надається басейнам, що мають значні переваги порівняно із земляними ставками завдяки зручності експлуатації. Матеріалами для їх побудови найчастіше виступають бетон, склопластик чи інші композитні матеріали. Басейни можуть бути різноманітних форм: прямокутними, круглими, а також у вигляді жолобів чи силосів. Для забезпечення водопостачання в ставкових або басейнових господарствах застосовують як відкриті канали, так і трубопроводи. Ці елементи повинні бути ретельно контрольованими та надійними в процесі експлуатації. Споруди для вилову риби можуть бути централізованими для певної кількості об'єктів. Проте важливим є забезпечення незалежної системи подачі та відведення води для кожного окремого ставка чи басейну.

Інноваційним підходом є вирощування форелі у садках і басейнах із застосуванням теплих скидних вод енергетичних і промислових підприємств. У таких умовах влітку можна вирощувати теплолюбні види риб, а в прохолодний осінньо-зимовий період — форель. Температурний діапазон води взимку від 5 до 20°C створює сприятливі умови для швидкого росту райдужної форелі, дозволяючи їй досягати товарної ваги за 12 місяців замість звичайних 18-30.

Райдужна форель демонструє високу стійкість до підвищеної солоності води, причому доросла риба здатна переносити більший її рівень, ніж молодь. Наприклад, однорічна форель витримує солоність до 20‰. Більше того, в солоній воді обмін речовин у риби прискорюється, що сприяє її більш інтенсивному росту порівняно з прісноводними умовами. У морських нагульних садкових господарствах дворічна форель вагою 120-150 г, пересаджена з прісноводних розплідників до морських садків, може за рік досягти маси близько 1 кг.

Форелеві господарства відрізняються за технологією виробництва, конструктивними особливостями та типами водойм, які використовуються. У

цьому випадку розглянемо форелеве господарство, що базується на використанні прісної води та впровадженні інтенсивних технологій вирощування.

3.2 Селекційно - племінна робота у форелівництві

Селекція є відносно новим підходом у галузі аквакультури, особливо якщо порівнювати з багатою історією подібних практик у тваринництві. Проте необхідно приділити увагу оцінці генетичної варіативності серед вирощуваних ліній лососевих, які піддавалися багаторазовому відбору впродовж кількох поколінь. Є підстави вважати, що висока інтенсивність селекції могла спричинити значне скорочення генетичного різноманіття, що, у свою чергу, здатне негативно вплинути на довгостроковий генетичний прогрес. Зниження генетичного різноманіття також може обмежити адаптаційний потенціал популяцій у контексті змін навколишнього середовища. Тому надзвичайно важливо аналізувати ефекти селекційних стратегій, аби мінімізувати ризики інбридингу та забезпечити стійкий розвиток у майбутньому [19].

Селекція райдужної форелі у світі охоплює широкий спектр напрямів. У Норвегії активно реалізується програма гібридизації різних порід для отримання форелі з бажаними характеристиками. Особлива увага приділяється створенню різновидів, стійких до міксозомозу. У Фінляндії ще у 1980 році започаткували програму, яка ґрунтується на аналізі фенотипових ознак і їхньому впливі на продуктивність. Досить захопливими є дослідження, що мають на меті виведення форелі з незвичним забарвленням. Наприклад, у Японії та Китаї розроблені лінії білого кольору, тоді як у Грузії вдалося розвести золоту форель. В Японії також працювали над створенням породи форелі, повністю позбавленої плям. Затвердженими є породи «Адлер», відома своїм раннім дозріванням, «Рофор», «Адлерська янтарна», «Росталь». На базі племінного заводу в Адлері й досі тривають дослідження задля виведення нових ліній. Зокрема, працюють над селекцією стальноголового лосося, який нереститься у березні-квітні, та форелі з раннім нерестом [5].

Порода «Адлер». Робота над створенням породи райдужної форелі Адлер розпочалася у 1975 році. У якості початкових форм було використано сталевоголового лосося та райдужну форель. Формування базового маточного стада здійснювалося протягом трьох поколінь за допомогою методу відтворювального схрещування. В процесі відбору особин для маточного стада проводився масовий відбір риб на основі їх ваги та розмірів. Плідники початкового стада відповідали чинним тогочасним стандартам за масою тіла. Проте показники плодючості самок не досягали встановлених норм, а періоди нересту риб відзначалися значною варіативністю у межах сезону. З 1985 року розпочалася робота з консолідації плідників, орієнтована на закріплення ознаки раннього нересту, а також вдосконалення ключових рибогосподарських характеристик, таких як вага тіла, робоча плодючість, середня маса ікринок та виживаність потомства. У процесі створення маточних стад застосовували методи масового відбору разом із сімейною селекцією, що дозволяло підвищувати якість отриманих поколінь риб та сприяти досягненню поставлених цілей (рис. 3.1).



Рис.3.1 Райдужна форель породи «Адлер»

Форель Адлер є перспективним об'єктом для розведення в умовах холодноводних форелевих господарств, що використовують підземні джерела водопостачання. Ікра та посадковий матеріал цієї породи можуть з успіхом

застосовуватись у різних типах товарних господарств: як тепловодних і холодноводних, так і господарств, що спеціалізуються на морській аквакультурі. Однією з характерних рис форелі Адлер є унікальна структура і розподіл частот алелів білкових локусів. Риби цієї породи демонструють значну генетичну мінливість, що відображається у високих показниках середнього рівня гетерозиготності та значному відсотку поліморфізму локусів.

Порода «Адлерська янтарна». В останні роки спостерігається зростання інтересу до естетичних аспектів рибництва: все більшої популярності набуває розведення форм із незвичним і оригінальним забарвленням. Такі риби користуються високим попитом на споживчому ринку. Кольорові мутації є поширеним явищем серед риб. Забарвлення тіла слугувало ключовою ознакою при селекції золотих рибок та декоративних коропів кої. Ймовірно, саме ці експерименти стали основою свідомого підходу до селекції в рибництві. У райдужної форелі зустрічаються такі варіації забарвлення: альбінос, альбінос-золотистий, жовтий, паломіно, зелений, металевий синій, кобальтовий (рис. 3.2).



Рис.3.2 Райдужна форель породи «Адлерська янтарна»

Каліфорнійська золота форель - одомашнена форма райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss aguabonita*. Ендемік високогірних водоемів Сьєрри-Невади

(Каліфорнія, США). Відрізняється яскравим золотистим забарвленням, більш прискореним ростом і хорошою поєднуваністю.

Для створення породи «Адлерська янтарна» використовували ікру, отриману з Чегемського рибоводного заводу у січні 1998 року, на стадії пігментації очей. Особини вихідного покоління демонстрували високу варіативність забарвлення. Зокрема, близько 2% форелі мали яскраво-помаранчеве забарвлення, 25% - золотисто-жовте, жовто-коричневе забарвлення, відоме серед генетиків як "паломіно", тоді як 73% риб зберігали природні кольори. Важлива відмінна риса форелі золотисто-жовтого фенотипу проявляється в особливості інтенсивніше акумулювати каротиноїди в м'язах та інших частинах тіла порівняно зі звичайною райдужною фореллю. Біохімічний аналіз засвідчив, що в м'язах адлерської янтарної форелі було виявлено в 1,5 рази більше каротину, ніж у звичайної райдужної форелі.

До України ця порода була інтегрована у 2007 році шляхом транспортування ікри на завершальній стадії ембріогенезу. Сьогодні її вирощують у господарстві "Ішхан" (Чернівецька область) в індустріальних умовах з використанням замкнутого циклу водопостачання [6].

3.3 Особливості відтворення райдужної форелі

3.3.1. Підготовка та утримання плідників. Маточне стадо форелі включає самок віком 4–6 років із масою від 800 до 3000 г та самців віком 3–5 років із масою від 500 до 1500 г. Співвідношення між статями становить 1 самець на 3–4 самок. Резерв самок складає до 50% від загальної кількості плідників, у той час як для самців цей показник становить до 10%. Певну частину плідників слід періодично вибракувати через досягнення вікової межі. Для заміни відбракуваних особин необхідно підтримувати поголів'я ремонтного молодняка у віці 2–3 років. Щорічно проводиться вибракування близько 25–30% стада. Під час переведення ремонтного молодняка до складу маточного стада здійснюється ретельна оцінка риб за масою, зовнішніми характеристиками (екстер'єром), а також якістю ікри та сперми. При цьому самки повинні досягати маси не менше

800 г, а самці — 500 г. Ремонтне стадо починають формувати з ікри, одержаної від самок середнього віку, які мають гарний екстер'єр і добре виражені статеві ознаки. Важливо, щоб діаметр ікринок був не меншим за 4–5 мм, а їхня маса перебувала в межах 60–80 мг.

Для осіменіння ікри слід використовувати суміш сперми самців віком 3–4 роки, які мають якісну сперму. Для запобігання інбридингу в господарстві рекомендується створити дві племінні групи плідників, що забезпечить можливість дволінійного промислового схрещування. Оптимальне співвідношення самців до самок становить 1:4–10. У великих господарствах доцільно утримувати на 10–15 % більше плідників, ніж це необхідно для стабільності виробництва. На рисунку 3.3 зображено плідників райдужної форелі.



Рис.3.3 Плідники райдужної форелі (зправа – самка, зліва - самець)

Плідники тримають у ставках чи басейнах площею 150–160 м² зі співвідношенням сторін 1:5–10, максимальною глибиною до 2 метрів та рівнем води не менше 1 метра. Щільність посадки плідників і ремонтного молодняка варіюється залежно від гідрологічних умов та методу годівлі. При високій якості води щільність посадки плідників масою 2–3 кг може досягати до 30 особин на 100 м², а масою 1–2 кг — до 100 особин на 100 м². Щільність посадки ремонтного молодняка (середня маса 400–600 г) становить до 10 особин на м². Використання спеціальних гранульованих кормів дозволяє збільшити щільність посадки плідників до 5 особин на м², а ремонтного молодняка — до 20 особин на м². Важливу роль при цьому відіграє ретельний контроль за параметрами

середовища. На рисунку 3.4 схематично зображено основні етапи відтворення форелі.

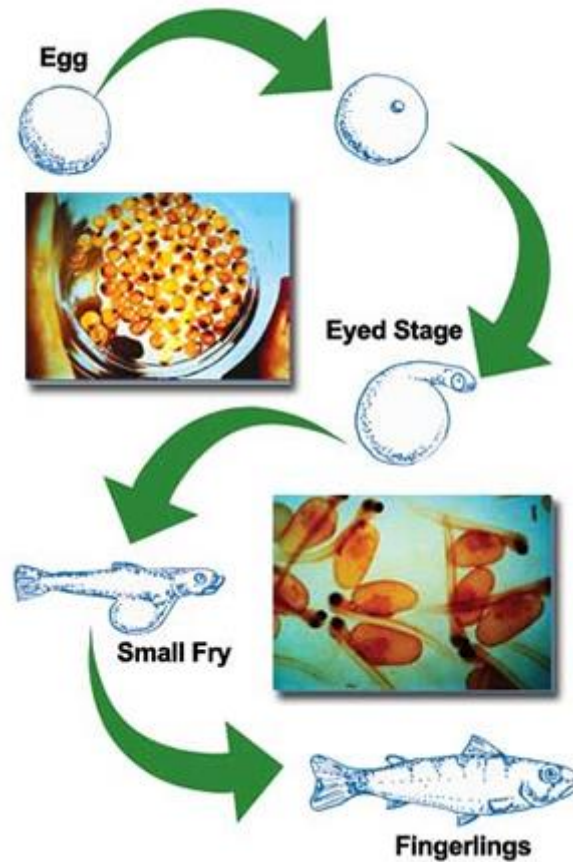


Рис.3.4 Основні етапи відтворення райдувної форелі (від ікринки до молоді)

У період донерестового нагулу плідників оптимальна температура води 12-16°C. У цей час потрібно ретельно стежити за санітарним станом ставків і газовим режимом. Здоров'я риб та їхній ріст слід контролювати щомісяця шляхом контрольних оглядів і зважувань. Приріст за сезон має становити 400-500 г.

За 1,5-2 міс. до завершення статевого дозрівання плідників і ремонтну групу, що дозріває в поточному році, переводять у бетоновані ставки або басейни площею до 100 м² зі співвідношенням сторін 1:10-20, глибиною до 1 м. У басейнах має бути передбачена можливість поділу їх на відсіки площею по 20-30 м² за допомогою поперечних перегородок. Витрата води має бути в межах 3

л/хв на 1 кг маси виробників, водообмін - за 20 хв, оптимальна температура - 6-12 °С, вміст розчиненого кисню - 10-12 мг/л.

Терміни досягнення статевої зрілості у риб залежать як від генетичних особливостей плідників, так і від зовнішніх умов. Серед критично важливих факторів виділяються освітленість, температура води та інтенсивність течії. Для райдужної форелі характерно, що статева зрілість настає швидше за умови коротшого світлового дня. Прискорити процес розвитку риб можна також шляхом підвищення температури води або введення гіпофізарних ін'єкцій. Додатково сприятливий вплив має посилення водної течії, яка стимулює дозрівання статевих продуктів. У період підготовки до нересту важливо забезпечити плідників якісним харчуванням та уважно спостерігати за станом їхньої репродуктивної системи. Близько за 2-3 тижні до початку нересту, що зазвичай триває з січня по березень, плідників разом із ремонтною групою сортують за статевою приналежністю та розподіляють по окремих частинах ставка або басейнів. Щільність розміщення залежить від водообміну: вона становить 20-25 екземплярів на м³ при 20-хвилинному водообміні або 40-45 екземплярів на м³ при 12-хвилинному водообміні.

Для оцінки ступеня зрілості статевих продуктів у риб проводять регулярний моніторинг їхнього стану шляхом періодичного вилову та огляду. У зрілої ікри відбувається переміщення в черевну порожнину, що дозволяє їй легко виходити через генітальний отвір при легкому погладжуванні черевця або прогинанні тіла риби. У періоди масового дозрівання здійснюється контроль із частотою 2-3 рази на тиждень. На основі результатів огляду самок класифікують у три групи, які розміщують у окремих ємностях: зрілі особини характеризуються наявністю ікри, що виділяється; самки, близькі до дозрівання, мають м'яке черевце з ікрою, що поки ще не виділяється; самки, далекі від дозрівання, вирізняються тугим черевцем. Ікру від зрілих особин, як правило, витягують у день огляду або наступного дня. Самок другої групи потребують повторного контролю через 3-5 діб, тоді як для особин третьої групи цей інтервал становить 6-10 діб. Варто зазначити, що самці дозрівають швидше за

самок і мають низький ризик перезрівання. Враховуючи це, спеціальний контроль їхнього стану не є необхідним.

3.3.2. Відбір плідників. При відборі плідників першочергову увагу зосереджують на масі тіла і зовнішніх характеристиках: формі тіла, розвиненості мускулатури та забарвленні. Особливо важливий стан хвостової частини, яка повинна бути добре округлою і м'ясистою. Вибраковують риб, які мають виснаження, захворювання, травми, викривлений хребет, катаракту очей або недорозвинені зяброві кришки. Визначальними є також вік і морфологічні особливості (маса, розмір), оскільки вони впливають на якість статевих продуктів, а також на життєздатність нащадків, особливо на початкових етапах їхнього розвитку. Нормативи відтворення райдужної форелі наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Рибоводно–біологічні нормативи відтворення райдужної форелі

Показник	Норматив
Використання самок для отримання ікри протягом нерестового сезону	1 раз
Використання самців для отримання сперми протягом нерестового сезону	Не більше 10 разів
Концентрація анестезуючого розчину хінальдину	1:10000 - 1:50000
Запліднення ікри	95 %
Витрати води у горизонтальних апаратах	0,4 л/хв
Термін інкубації	320 – 380 градусодіб
Відхід ікри за період інкубації	10%
Вміст розчиненого у воді кисню	не менше 7 мг/л
Температура води	6 – 10 °С
Щільність посадки вільних ембріонів	10 тис. екз/м ²

Найкращу ікру зазвичай відкладають самки у віці 4-6 років, найякіснішу сперму отримують від самців у віці 3-5 років. Водночас потомство, яке з'являється від самок, що нерестяться вперше, або від старших особин, зазвичай характеризується низькою життєздатністю. Під час формування племінного стада застосовують масовий добір, організований серед однорічних та дворічних риб. По завершенні першого року життя на плем'я залишають 20-60% від загальної кількості вирощених особин. У дворічному віці відбір стає жорсткішим: залишають лише 5-10% поголів'я. Серед трирічних і чотирирічних риб проводиться коригувальний добір, під час якого видаляють виключно особин із будь-якими дефектами.

3.3.3. Відбір статевих продуктів. Ікру та молоки форелі добувають методом відціджування з використанням анестезії. Для знерухомлення плідників застосовують хінальдин та інші речовини в концентрації 1:10 000–50 000. Риб занурюють у розчин на одну хвилину, після чого наркоз припиняє діяти через 5-7 хвилин після повернення риби у звичайну воду. Після вилучення з розчину рибу обполіскують чистою водою та обережно осушують м'якою сухою тканиною. Ікру збирають у ємності від 5-8 самок і змішують із молоками, отриманими від 3-5 самців. Процес від моменту вилучення статевих продуктів до їх змішування не повинен перевищувати 10 хвилин. Існує також метод збору ікри за допомогою стисненого повітря, що дозволяє отримати чисті ікринки й мінімізувати ризик пошкодження незрілих ікринок (рис. 3.5).



Рис.3.5 Відціджування ікри райдужної форелі

Розмноження форелі здійснюється за допомогою сухого або напівсухого способу осіменіння ікри. У сухому способі ікру та молоки ретельно перемішують, поступово додаючи воду до рівня її покриття. Після змішування суміші дають відстоятися протягом 5-10 хвилин, після чого ікру промивають для видалення залишків порожнинної рідини та сперми. Промиту ікру залишають у тій самій ємності на 2-3 години для набухання, забезпечуючи при цьому слабкий протік води (рис. 3.6).



Рис.3.6 Запліднення ікри райдужної форелі

У напівсухому способі сперму спочатку розводять водою безпосередньо перед заплідненням, після чого додають до ікри та одразу ж починають процес змішування статевих продуктів.

3.3.4. Інкубація ікри. У процесі інкубації ікри важливо ретельно стежити за рівнем кисню, температурою, освітленням та уникати механічних впливів, які можуть негативно вплинути на її розвиток. Для цього використовуються інкубаційні апарати двох основних типів: горизонтальні та вертикальні. Горизонтальні апарати передбачають розташування рамок з ікрою у горизонтальній площині, тоді як вертикальні апарати мають рамки, розташовані у вертикальній площині. У форелевих господарствах найчастіше застосовують лоткові апарати системи Аткінса, Шустера та ропшинського типу. У

горизонтальних апаратах на одному квадратному метрі можна розмістити до 45–60 тисяч ікринок форелі. Вертикальні апарати з'явилися пізніше і є більш економічними в плані використання води та займаної площі. Завдяки їх конструкційним особливостям можна розміщувати до 600 тисяч ікринок на одному квадратному метрі, що значно підвищує їх ефективність порівняно з горизонтальними моделями (рис. 3.7).



Рис.3.7 Інкубаційний апарат лоткового типу

Для інкубації ікри форелі також використовуються апарати типу Вейса. При об'ємі 8 літрів один апарат здатен інкубувати від 30 до 40 тисяч ікринок. На початковому етапі інкубації витрата води складає близько 30 мл/с, а в другій половині цей показник зростає до 50-100 мл/с. Існують моделі апаратів з більшим об'ємом - до 80 літрів, які можуть вмістити від 500 до 750 тисяч ікринок.

До інкубаційних апаратів подають чисту воду, позбавлену завислих частинок та з температурою в межах 6-10°C. Вміст розчиненого кисню повинен бути не меншим за 7 мг/л. Зі збільшенням температури прискорюється розвиток ембріонів, але водночас знижується їхня виживаність.

Ікра форелі особливо чутлива до впливу світла під час ембріонального розвитку. Ця чутливість максимальна в період після запліднення й до стадії пігментації очей, після чого поступово зменшується (рис.3.8). Саме тому ікру та вилуплених ембріонів необхідно тримати у темряві.



Рис.3.8 Ембріональний розвиток ікри райдужної форелі

Механічні впливи найбільш небезпечні в першій стадії інкубації, через це слід поводитися з ікрою максимально обережно. На фінальному етапі, що починається зі стадії пігментації очей і триває до викльовування, ікра стає стійкішою, тому в цей період її можна транспортувати.

З метою запобігання інфікуванню ікри сапролегнією проводять профілактичну обробку. Перший етап обробки здійснюється на початку інкубаційного процесу, другий — на стадії початкової пігментації очей ембріонів. Для цього застосовують розчин формаліну (концентрація 1:2000), хлораміну (1:30 000) та малахітового зеленого (1:150 000) з експозицією на 10 хвилин. Починаючи зі стадії пігментації очей до моменту викльовування ембріонів, обробку рекомендується проводити один-два рази на тиждень.

Загальний період розвитку ікри райдужної форелі — від закладки до стадії викльовування — залежить від температури водного середовища. При температурі 6°C цикл триває в середньому 61 добу (еквівалент 366 градусоднів), а при 12°C — 26 діб (312 градусоднів) (рис.3.9).

Частина ембріонів зазнає загибелі через розм'якшення оболонок ікри та передчасний викльов, що зазвичай обумовлено недостатнім обмиванням ікри

водою. У молоді риб часто фіксуються випадки захворювань іхтіофтиріозом, тоді як у риб старших вікових груп переважають випадки диплостомозу. Значна смертність також може бути спричинена іншими чинниками, пов'язаними з порушенням режиму годівлі. Серед найсерйозніших проблем слід виокремити харчові отруєння через використання несвіжих кормових компонентів, переродження печінки внаслідок дисбалансу основних поживних речовин та надлишкового вмісту вуглеводів у раціоні, а також численні авітамінози.



Рис.3.9 Постембріони райдувної форелі

За умови високої якості вихідних репродуктивних матеріалів (ікра, сперма) та створення оптимальних умов ембріонального розвитку рівень втрат під час інкубації зазвичай не перевищує 10–20%.

3.3.5. Утримання личинок та мальків райдувної форелі. Залежно від конструктивних особливостей інкубаційного апарату, процес викльовування ембріонів може відбуватися безпосередньо всередині апарату, або ікра заздалегідь переноситься до спеціально підготовлених лотків чи басейнів. Завершення процесу викльовування зазвичай триває 5–7 діб за температури води, що не перевищує 12°C. Після завершення цього етапу рекомендовано поступово підвищити температуру до 14°C, що сприяє більш швидкому розсмоктуванню жовткового мішка в ембріонів і прискорює їх перехід на

змішане живлення. Вільних ембріонів утримують або у лотках інкубаційного апарату, або у спеціально адаптованих басейнах.

Щільність посадки за утримання вільних ембріонів залежить, головним чином, від обсягу та якості доступної води. На початковому етапі вирощування щільність посадки досягає 100 тисяч особин на кубічний метр, однак із ростом личинок цей показник поступово зменшується до 25–30 тисяч на кубічний метр. Оскільки вільні ембріони мають негативний фототаксис, необхідно забезпечити захищеність лотків і басейнів від світла, використовуючи кришки (рис.3.10).



Рис.3.10 Личинки райдужної форелі

Після того, як личинки переходять на змішане харчування і жовтковий мішок резорбується на 50-70%, необхідно правильно організувати годівлю. Розмір корму підбирають відповідно до розмірів молоді, щоб забезпечити його легкодоступність. Кількість корму визначається за спеціальними таблицями. Личинок і мальків слід годувати кожні 30-60 хвилин протягом 12 годин щодня. Мальків вирощують у басейнах прямокутної або квадратної форми. Успіх вирощування значною мірою залежить від гідрологічного режиму, особливо від інтенсивності водообміну. Оптимальною є температура води в межах 14-18°C, при цьому концентрація кисню повинна бути не нижчою за 7 мг/л.

3.3.6. Вирощування молоді райдужної форелі. На даному етапі розвитку форель може бути вирощена в басейнах, ставках і садках. Найбільш доцільним

вважається інтенсивний метод вирощування в басейнах. Згідно з водним режимом, оптимальна щільність посадки форелі вагою 1 г варіює від 2 до 5 тисяч екземплярів на кубічний метр. Витрати води становлять 35-50 літрів на хвилину на кожну тисячу риб.

Під час вирощування цьоголіток форелі у ставках слід зважати на те, що витрата води там значно нижча, ніж у басейнах, що диктує меншу щільність посадки риб. При зміні води 2-3 рази на годину, щільність посадки може сягати 600-750 екземплярів на кубічний метр. При вирощуванні риби в садках із синтетичної сітки або металу, розмір комірок визначається масою риби, а щільність посадки не повинна перевищувати 800 екземплярів на кубічний метр (рис.3.11).



Рис.3.11 Молодь райдужної форелі

Процес вирощування цьоголіток форелі вимагає їх сортування 2-3 рази протягом сезону і, за необхідності, обробки профілактичними ваннами. Протягом 120-150 днів вирощування цьоголітки форелі досягають середньої маси близько 20 грамів. Витрати на утримання за цей період складають 20-25 відсотків. Восени цьоголітки форелі поміщаються в ставки, садки та басейни з теплими водами теплоелектростанцій для зимівлі.

3.3.7. Хвороби райдужної форелі та їх профілактика. Захворювання, що зустрічаються у райдужної форелі (*O. mykiss*), включають бактеріальні

(бактеріальна зяброва хвороба, фурункульоз, бактеріальна ниркова хвороба, гниль плавців), паразитами (*Gymdactylus*, *Chilodonrlla*, *Trichodina*, *Epistylis*, *Trichophrya*), грибами та вірусами (інфекційний панкреонекроз, вірусна геморагічна септицемія та інфекційний гемопоетичний некроз) [24].

Бактеріальна зяброва хвороба (бранхіомікоз) є одним із найпоширеніших захворювань серед лососевих риб, що вирощуються. Якщо не почати лікування на ранніх стадіях епізоотії, рівень смертності може бути надзвичайно високим. Хворобу викликає бактерія *Flavobacterium branchiophilum*, і її передача була підтверджена в експериментальних умовах. Хоча стресові фактори не є обов'язковою умовою для виникнення спалахів хвороби, вони можуть значно посилювати її поширення та тяжкість. У хворих риб спостерігається млявість, втрата апетиту, схильність плавати поблизу поверхні води, а також помітні зміни у видимій мускулатурі.

Фурункульоз – це інфекційне захворювання бактеріальної природи, яке вражає лососевих і деякі інші види риб. Його викликає бактерія *Aeromonas salmonicida*. Хвороба характеризується генералізованою бактеріємією, при якій у м'язах утворюються локальні вогнища ураження. У гострій формі інфекція найчастіше вражає молодих риб, які проявляють потемніння, відмовляються від їжі й гинуть без виражених клінічних симптомів, за винятком незначного випинання очей (екзофтальму). У таких випадках у риб спостерігається загальна слабкість, крововиливи біля основи плавників, а також внутрішні кровотечі та патологічні зміни у внутрішніх органах. Хронічні форми хвороби зазвичай трапляються у старших особин. У таких риб під шкірою утворюються фурункули, а в нирках можуть з'являтися гнійні осередки інфекції. Часто нижній відділ кишечника буває запаленим, а через анальний отвір виходить кров'яниста рідина. В одному з випадків спалах фурункульозу призвів до щоденної загибелі кількох риб та, ймовірно, був спровокований стресовою ситуацією. Це сталося через раптове відключення системи озонування, що спричинило підвищення рівня нітритів до 0,46 мг/л за кілька днів до початку спалаху. Риби демонстрували ознаки захворювання, включаючи утворення фурункулів та

збільшення нирок. Діагноз був підтверджений шляхом виділення *Aeromonas salmonicida* з тканин нирок. Для контролю смертності застосовувалися два курси лікування тривалістю 5 днів кожен із використанням препарату сульфадиметоксин/орметоприм у дозуванні 50 мг/кг маси риби на добу. Це лікування дозволило знизити рівень загибелі риби [23].

Бактеріальна хвороба нирок, викликана *Renibacterium salmoninarum*, є хронічним і прогресуючим захворюванням із потенційно високим рівнем смертності. Воно важко піддається контролю і майже не піддається лікуванню. Збудник здатний передаватися як горизонтально — від однієї риби до іншої, так і вертикально — від плідників до їхнього потомства. У зараженої риби утворюються локалізовані ураження у вигляді кісти, що містять бактерії, гній та уламки тканин. Ці ураження зосереджуються в нирках, печінці, селезінці та серці. Коли захворювання досягає цього етапу розвитку, ефективність лікування значно знижується. Важливим заходом профілактики є запобігання вертикальній передачі інфекції, що допомагає зменшити рівень захворюваності й тяжкість перебігу.

Плавникова гниль виникає внаслідок незадовільних санітарно-гігієнічних умов утримання риб. Перенаселення та неправильний догляд можуть призводити до пошкодження плавників і вторинної бактеріальної інфекції. До збудників захворювання належать бактерії *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, а також флексибактерії, які часто виявляються в уражених місцях плавників. При цьому захворюванні краї плавників стають каламутними, поступово руйнуючись до основи. Втрата епітеліального шару стає помітною, а за більш тяжких випадків плавники набувають щербатого вигляду. Опіано гниль плавників у райдужної форелі, яку вирощували в рециркуляційній системі з краплинним фільтром. Ситуацію коригували обробкою формаліном у концентрації 1:4000 протягом години, що тимчасово підвищило рівень вимивання твердих частинок із фільтра, однак не вплинуло на роботу біофільтра [22].

Гіродактилус (Gyrodactylus) є однією з основних паразитарних проблем для райдужної форелі, особливо в рециркуляційних аквакультурних системах. За

умов інтенсивного зараження цей паразит може призводити до високої смертності серед риби. *Gyrodactylus* уражає шкіру та плавники риби, швидко розмножуючись за недостатньої якості води. Заражена риба часто виглядає млявою, має пошкоджені плавники та демонструє неспокійну поведінку. У рибницьких господарствах часто реєструються спалахи гіродактильозу, що є значною загрозою у вирощувальних ставках. Ця паразитарна хвороба спричиняє суттєві економічні збитки через високу смертність молоді риб, зокрема мальків і цьоголіток коропа. Дорослі особини риб зазвичай залишаються клінічно здоровими, проте виконують роль носіїв паразитів. Найбільша частота спалахів цієї інвазії спостерігається в період квітня-травня, рідше в інші сезони року. Інтенсивність інфікування може досягати 75-100 екземплярів гельмінтів на одну рибу. Випадки зараження риби гіродактильозом також фіксуються у природних водоймах, що свідчить про поширеність захворювання поза межами контрольованих середовищ.

Контроль над проблемою здійснюється доволі ефективно: застосовується обробка формаліном у концентрації 167 мг/л протягом 1 години. Перед включенням риби в рециркуляційну систему її обов'язково піддавали відповідній обробці.

Хілодонельоз є інфекційним захворюванням, яке уражає риб ряду видів, зокрема коропа, товстолоба, білого амура, форелі та сомів. Етіологічним чинником цього захворювання виступають психрофільні інфузорії. Інтенсивне розмноження збудників спостерігається при температурному діапазоні +15...10 °С. Зі зростанням температури їхній розмножувальний процес сповільнюється і повністю припиняється при досягненні позначки +20 °С. Особливо вразливими до паразитів виявляються цьоголітки, особливо в період з другої половини зими до початку весни. Протягом літніх місяців риба, як правило, очищується від паразитів, однак з настанням осіннього періоду кількість уражених особин знову зростає. Зараження відбувається через передачу збудників від однієї особини до іншої. Зимовий період сприяє створенню оптимальних умов для активного розмноження інфузорій через низькі температури та відповідний біоценоз

водойм. До ключових факторів, що сприяють розгортанню епізоотій, належать висока щільність посадки риби, погіршення гідрологічних і гідрохімічних параметрів у зимових ставках, а також виснаження риб після перезимівлі. Насамперед захворювання проявляється у слабших цьоголіток, тоді як згодом воно може поширюватися і на більш життєздатні особини. Основним джерелом інвазії є дикі та сміттєві види риб, а також цисти інфузорій, які можуть проникати в ставкові системи разом із водою із зовнішніх джерел водозабезпечення [23].

Хілодонела (Chilodonella) — це невеликий, овальної форми, безбарвний війчастий найпростіший організм, який уражає шкіру, плавники та зябра лососевих і тепловодних видів риб. Було зафіксовано випадки змішаної інфекції *Chilodonella* та *Ichthyobodo* в умовах рециркуляційної системи (рис. 3.12) .



Рис. 3.12 Райдужна форель, уражена іхтіободозом

Для боротьби з цими паразитами застосовують три 24-годинні обробки формаліном у концентрації 25 ppm з інтервалом у два дні. Такий підхід ефективно знищує *Ichthyobodo*, але не впорався з *Chilodonella*. Додаткова обробка формаліном у концентрації 200 ppm протягом однієї години виявилася ефективною в усуненні останньої.

Триходина є війчастим найпростішим організмом, який здатний уражати зябра, шкіру та плавники риб. Успішне лікування передбачає застосування формаліну в концентрації 167 мг/л протягом однієї години. Слід зазначити, що зараження триходиною часто спостерігається в умовах погіршення якості води.

Ічрхйопрхіріус мулріфіліїс – великий війчастий найпростіший паразит, що вражає шкіру, плавники та зябра риб. У заражених риб спостерігаються невеликі

сіро-білі пустули на шкірі та плавниках, а також відзначається ненормальна поведінка, наприклад, тертя тіла об дно або стінки акваріума. Лікування цього паразита ускладнюється, якщо його життєвий цикл повністю закріплюється в рециркуляційній системі води. Терапія ефективна тільки проти тих стадій паразита, які перебувають у вільному стані у водному середовищі. Теронти повинні бути знищені до того, як вони інфікують рибу, а дорослі паразити, що залишають рибу, здатні загинути під час обробки формаліном. Проте інцистовані стадії паразита залишаються невразливими до такого виду обробки. Для ефективної боротьби зазвичай необхідно проводити повторні обробки формаліном у концентрації 167 мг/л протягом однієї години.

Міксозомоз, відомий також як вертячка, є інвазійним захворюванням, що уражає різні види родини лососевих, зокрема лосося, струмкову та райдужну форель. Для цього патологічного стану характерними є деструкція хрящової тканини, розлади функціонування органів рівноваги та порушення діяльності центральної нервової системи (рис. 3.13).



Рис. 3.13 Райдужна форель, уражена міксозомозом

Етіологічним агентом захворювання є мікроспоровий паразит *Myxosoma cerebralis*. Його життєвий цикл охоплює дві фази: вегетативну (трофозоїт) та інвазійну (спори). Вегетативна стадія характеризується наявністю амебоїдних

форм із псевдоподіями, тоді як інвазійні спори досягають розмірів 7,5–8,5 мкм і мають дві округлі полярні капсули. У ході свого розвитку паразит уражує хрящеві структури, включаючи елементи внутрішнього вуха, черепа, хребта та плавців. На стадії трофозоїту він проникає у м'які хрящові тканини мальків, де відбувається його ріст і розмноження. Із плином часу, у процесі ущільнення хрящів та окостеніння скелета риби, створюються несприятливі умови для подальшого розвитку паразита. Відтак він переходить до стадії спороутворення. Спочатку сформовані спори мігрують із пошкоджених хрящів у лімфатичну та кровоносну системи, звідки досягають внутрішніх органів, як-от печінки, мозку або кишечника. Надалі спори залишаються у ущільненій хрящовій тканині й вивільняються у водне середовище лише після загибелі риби та повного руйнування її скелета. Інвазійні властивості спори набувають не раніше ніж через чотири місяці після їх формування. Інфікування риби відбувається через проковтування спор із кормом. Вивільнення амебоїдних форм паразита здійснюється в лужному середовищі кишечника [23].

ВИСНОВКИ

1. Відповідно до даних наукових досліджень, удосконалення та оптимізація технологічних процесів вирощування райдужної форелі в умовах аквакультури продовжує залишатися актуальною науковою проблемою, яка потребує ретельного вивчення ключових етапів цього процесу.

2. Процес вирощування товарної риби складається з кількох ключових етапів, серед яких особливо важливими є утримання й розведення племінного поголів'я, отримання потомства природним шляхом, вирощування рибопосадкового матеріалу і, власне, товарної риби. Для досягнення високих показників росту риб у господарствах необхідно активно використовувати сучасні інноваційні технології та впроваджувати ефективні управлінські методи.

3. Інтеграція сучасних методів високоточного годування, удосконалених систем контролю якості водного середовища, генетичної селекції та інших інноваційних технологій сприяє значному підвищенню продуктивності у вирощуванні риби. Це забезпечує отримання більш здорового та екологічно стійкого рибопосадкового матеріалу, що є ключовим чинником сталого розвитку галузі аквакультури.

4. Для успішного планування діяльності підприємства у сфері виробництва необхідно оптимізувати виробничі процеси й удосконалити технології вирощування риби, враховуючи особливості місцевих умов. Одним із центральних факторів підвищення економічної ефективності господарств є запровадження дієвих профілактичних заходів і систем контролю за станом здоров'я риб.

5. Однією з актуальних проблем сьогодення, що суттєво впливає на обсяги виробництва продукції та економічну рентабельність підприємств, залишається питання захворюваності райдужної форелі. У цьому контексті особливого значення набуває розробка науково обґрунтованих рекомендацій, спрямованих на запобігання поширенню хвороб і забезпечення ефективної профілактики цього явища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Єгоров, Б. В. Фігурська, Л. В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. Зернові продукти і комбікорми. 2011. № 2. С. 37–39.
2. Олексик В. І., Мрук А. І. Досвід розведення форелі у ВАТ «Закарпатський рибокомбінат». (2004) Проблеми і перспективи розвитку аквакультури в Україні. Київ. 2004. С. 63 – 68.
3. Барило Є. О. Сезонні зміни абіотичних показників води при вирощуванні лососевих риб // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. 2017. № 19(79). С. 78—82.
4. Мендришора, А. І. Мрук, Г. А. Куріненко. Морфометрична характеристика ремонтно-маточного стада райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) вирощеної в умовах індустріального господарства «Слобода Банилів» . Рибогосподарська наука України. 2017. N 3. С. 65-75.
5. Мендришора П. Д., Куріненко Г. А., Мрук А. І. Порівняльна характеристика 3–4-річних самиць райдужної форелі, вирощених в умовах індустріального господарства "Слобода-Банилів". Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки. - 2017. - Т. 19, № 79. - С. 117-121.
6. Мрук А. І., Тертерян Л. А., Тертерян Л. Л. Характеристика райдужної форелі породи "Адлерська янтарна" в умовах індустріального господарства "Ішхан" . Рибогосподарська наука України. 2010. № 3. С. 20-24.
7. Довженко А. В., Кутіщев П. С., Дорофей Н. А., Гнедой І. І. Вирощування форелі: повний цикл. Херсон: Олді-Плюс. 2023. 220 с.
8. Small-scale rainbow trout farming:
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3561521b-2ef8-4169-a760-9cc8100ce6b1/content>

9. Singh, Atul K & Kamalam J, Biju Sam & Kumar, Prem. (2016). Charting Ways to Invigorate Rainbow Trout Production in India. *Journal of Fisheries Sciences. Com.* 10. 25-32.
10. Stanković, D., Crivelli, A. J., & Snoj, A. (2015). Rainbow Trout in Europe: Introduction, Naturalization, and Impacts. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23(1), 39–71. <https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1024825>
11. Crawford, S.S., Muir, A.M. Global introductions of salmon and trout in the genus *Oncorhynchus*: 1870–2007. *Rev Fish Biol Fisheries* 18, 313–344 (2008). <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9079-1>
12. Golubovic, Vukosav & Stanojević, Dragan & Stanković, Marko & Vukojević, Dalibor & Marjanović, Stefan & Djedovic, Radica & Marković, Zoran. (2023). Evaluation of the Breeding Value of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) for Body Development Traits Using a Linear Model. *Contemporary Agriculture*. 72. 224-229. 10.2478/contagri-2023-0030.
13. D'Agaro, E., Gibertoni, P., & Esposito, S. (2022). Recent Trends and Economic Aspects in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sector. *Applied Sciences*, 12(17), 8773. <https://doi.org/10.3390/app12178773>
14. Gereffi, G.; Humphrey, J.; Sturgeon, T. The governance of global value chains. *Rev. Int. Polit. Econ.* 2005, 12, 78–104.
15. Root, L. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). S.D. Department Game, Fish & Parks. Rapid City, SD. – 1994.
16. Robert J. Behnke illustrated by Joseph R. Tomelleri. *Trout and Salmon of North America* 2002. The Free Press, Simon and Schuster Inc., New York. 360 p.
17. Morro, Bernat. (2019). *The Physiology of Smoltification and Seawater Adaptation in Rainbow Trout*.
18. Neala W. Kendall, John R. McMillan, Matthew R. Sloat, Thomas W. Buehrens, Thomas P. Quinn, George R. Pess, Kirill V. Kuzishchin, Michelle

- M. McClure, and Richard W. Zabel. 2015. Anadromy and residency in steelhead and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): a review of the processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 72(3): 319-342. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0192>
- 19.D'Ambrosio, J., Phocas, F., Haffray, P. *et al.* Genome-wide estimates of genetic diversity, inbreeding and effective size of experimental and commercial rainbow trout lines undergoing selective breeding. *Genet Sel Evol* 51, 26 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0468-4>
- 20.Fausch, K.D. (2007). Introduction, establishment and effects of non-native salmonids: considering the risk of rainbow trout invasion in the United Kingdom. *J. Fish Biol.* 71, 1–32.
- 21.Mruk, A.I., Terterian, L.A., Kucheruk, A.I., Kurinenko, H.A., Haloian, L.L. (2015). Kompleksna tekhnolohiia vidtvorennia lososevykh ryb v rybnytskykh gospodarstvakh Ukrainy. K.: Vyd-vo IRH NAANU
- 22.Alicia C. Noble, Steven T. Summerfelt, Diseases encountered in rainbow trout cultured in recirculating systems. *Annual Review of Fish Diseases*. Volume 6. 1996. P.65-92 [https://doi.org/10.1016/S0959-8030\(96\)90006-X](https://doi.org/10.1016/S0959-8030(96)90006-X).
- 23.adosavljevic, Vladimir & Zdravković, Nemanja & Veljović, Ljubiša & Radanovic, Oliver. (2022). Important bacterial diseases and their control in rainbow trout in Serbian aquaculture. *Veterinarski glasnik*. 76. 103-112. [10.2298/VETGL211217006R](https://doi.org/10.2298/VETGL211217006R).
- 24.Bullock, G. & Herman, R. & Heinen, J. & Noble, A. & Weber, A. & Hankins, J.. (1994). Observations on the Occurrence of Bacterial Gill Disease and Amoeba Gill Infestation in Rainbow Trout Cultured in a Water Recirculation System. *Journal of Aquatic Animal Health*. 6. 310-317.