

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ФАКУЛЬТЕТ ТВАРИННИЦТВА ТА ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ

УДК

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
завідувач кафедри аквакультури**

д.с.-г.н., професор

Віталій БЕХ

« ____ » травня 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Особливості відтворення рослинних риб в
аквакультурі»**

Спеціальність

207 – «Водні біоресурси та аквакультура»

(код і назва)

Гарант освітньої програми

К.С.-Г.Н., ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Меланія ХИЖНЯК

(підпис)

**Керівники бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ Вадим МАРЦЕНЮК

(підпис)

Виконав

_____ Ігор ГОЛУБЧАНСЬКИЙ

(підпис)

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

Голубчанському Ігорю Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Особливості відтворення рослинорібних в аквакультурі»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “25” жовтня 2024р №1912«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру « 20 » травня 2025 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: статистичні та аналітичні дані господарства, нормативні показники щодо вирощування рослинорібних, літературні джерела.

Перелік питань, які потрібно розробити: Гідрохімічні показники джерела водопостачання дослідного господарства. Технологія та результати отримання потомства рослинорібних в умовах дослідного господарства. Економічна ефективність отримання потомства.

Перелік графічних документів (за потреби) таблиці, рисунки

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Марценюк В.П.

Завдання прийняв до виконання _____ Голубчанський І.С
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Випускна робота викладена на 57 сторінках комп'ютерного тексту, містить 5 таблиць та 10 рисунків. Список літератури включає 32 джерела.

Об'єкт дослідження — повносистемне ставове господарство, розташоване на базі навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України», яке спеціалізується на відтворенні тепловодних риб.

Предмет дослідження — технологічні прийоми та умови, що забезпечують ефективне отримання і вирощування потомства в умовах аквакультури.

Мета дослідження — дослідження технології штучного відтворення рослиноїдних видів риб в умовах спеціалізованого ставового господарства.

Методи дослідження — аналітичний, порівняльний, описовий та узагальнюючий; використано загальнонаукові та спеціалізовані методи, зокрема аналіз нормативної документації, технологічних регламентів, біометричних показників та економічних результатів виробництва.

У результаті дослідження встановлено ефективність штучного відтворення рослиноїдних риб: у 2023 році отримано 620 тис. екз. личинок білого амура та 616 тис. екз. гібрида товстолобиків. Рівень прибутковості перевищив 1090 %, що свідчить про високу економічну доцільність технологічного процесу.

РОСЛИНОЇДНІ ВИДИ РИБ, БІЛИЙ АМУР, БІЛИЙ ТОВСТОЛОБ, СТРОКАТИЙ ТОВСТОЛОБ, ГІБРИД ТОВСТОЛОБИКІВ, ПЛІДНИКИ, ЛИЧИНКИ, ІНКУБАЦІЯ, ЗАВОДСЬКИЙ МЕТОД, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	1
РЕФЕРАТ	2
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Біолого-господарська характеристика основних видів рослиноїдних риб....	7
1.1.1. Білий товстолоб (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>).....	8
1.1.2. Строкатий товстолоб (<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>).....	14
1.1.3. Білий амур (<i>Stenopharyngodon idella</i>).....	20
1.2. Характеристика основних способів одержання потомства рослиноїдних риб.....	23
1.3 Висновки з огляду літератури.....	35
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ТА ХІД ДОСЛІДЖЕННЯ	37
2.1 Місце та об'єкт досліджень.....	37
2.2 Методика виконання роботи.....	39
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
3.1. Гідрохімічні показники джерела водопостачання дослідного господарства.....	41
3.2. Технологія та результати отримання потомства рослиноїдних риб в умовах дослідного господарства.....	45
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОТРИМАННЯ ПОТОМСТВА У ДОСЛІДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ	50
ВИСНОВКИ	52

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	54
--	-----------

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку рибного господарства важливе значення має удосконалення біотехнологічних процесів, спрямованих на забезпечення стабільного отримання високоякісного потомства цінних видів риб. Однією з найбільш перспективних груп у ставовому рибництві залишаються рослиноїдні риби – білий амур (*Stenopharyngodon idella*), білий (*Hypophthalmichthys molitrix*) та строкатий товстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*), а також їх гібриди. Ці види відзначаються високими темпами росту, стійкістю до умов зовнішнього середовища та важливою роллю у формуванні екологічної рівноваги водойм.

В умовах інтенсифікації аквакультури штучне відтворення рослиноїдних риб набуває все більшого значення. Забезпечення контрольованих умов для стимуляції нересту, якісної інкубації ікри та отримання життєздатного потомства вимагає ретельного дотримання технологічних прийомів та нормативних параметрів. Саме тому дослідження процесів відтворення цих видів риб є актуальним завданням для галузі рибництва.

Об'єктом дослідження виступає повносистемне ставове господарство, розташоване на базі навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України», яке спеціалізується на відтворенні тепловодних риб. Дослідження охоплює усі ключові етапи процесу штучного отримання потомства: від підготовки плідників до інкубації ікри та отримання личинок у контрольованих умовах.

Предметом дослідження виступають технологічні прийоми та умови, що забезпечують ефективне отримання і вирощування потомства в умовах аквакультури.

Метою дипломної роботи є дослідження технології штучного відтворення рослиноїдних видів риб в умовах спеціалізованого ставового господарства.

Для досягнення цієї мети передбачено виконання таких завдань:

- опрацювання літературних джерел щодо біологічних особливостей та технологій відтворення рослиноїдних риб;

- аналіз підготовки плідників до нересту та методів гормональної стимуляції;
- вивчення технологічних процесів отримання ікри, проведення інкубації та отримання личинок;
- розрахувати економічну ефективність процесу одержання потомства рослиноїдних видів риб в умовах дослідного господарства.

Актуальність обраної теми зумовлена потребою у стабільному та контрольованому отриманні потомства основних об'єктів ставового рибництва, що є основою для подальшого ефективного функціонування галузі.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про високу технологічну та економічну ефективність реалізованої схеми інкубації та підтверджують доцільність подальшого розвитку напрямку керованого відтворення рослиноїдних риб в умовах освітніх і виробничих структур.

Структура бакалаврської роботи відповідає стандартним вимогам та включає вступ, чотири розділи основної частини, висновки, список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біолого-господарська характеристика основних видів рослиноїдних риб

У сучасній рибогосподарській практиці під поняттям «рослиноїдні види риб» мають на увазі групу спеціалізованих представників іхтіофауни, до яких відносять білого амура (*Ctenopharyngodon idella*), а також білого (*Hypophthalmichthys molitrix*) та строкатого (*Hypophthalmichthys nobilis*) товстолобиків. Ці види не є автохтонними для водойм України, натомість класифікуються як інтродуценти — види, цілеспрямовано переселені з інших регіонів з метою їх адаптації та сталого використання у нових умовах. Початок масштабної акліматизаційної кампанії щодо цих риб в Україні датується 1953 роком, коли, з урахуванням агробіологічного потенціалу водойм, було прийнято рішення про залучення рослиноїдних гідробіонтів до структури іхтіоценозів задля інтенсифікації природної продуктивності [3].

Основним стимулом до інтродукції вказаних видів була необхідність ефективного освоєння вільних або недостатньо використаних екологічних ніш у трофічному ланцюгу водойм. У багатьох прісноводних екосистемах значна частина фітопланктону, макрофітів та зоопланктонних організмів залишалась поза межами трофічного контролю з боку аборигенних видів риб, що негативно впливало як на біологічну рівновагу, так і на загальну продуктивність. Введення до складу іхтіофауни рослиноїдних риб дало змогу частково або повністю вирішити ці екологічні проблеми, водночас відкривши перспективи для нарощування обсягів рибогосподарської продукції без суттєвого зовнішнього кормового навантаження [6].

Слід наголосити, що успішна акліматизація рослиноїдних видів риб стала однією з ключових віх у розвитку вітчизняного ставового рибництва, оскільки дозволила формувати багатовидові посадки з високим рівнем трофічної комплементарності. За рахунок різної спрямованості живлення — білий амур переважно споживає вищу водну рослинність, білий товстолобик

спеціалізується на фітопланктоні, а строкатий — на зоопланктоні, — стала можливою більш повна та збалансована експлуатація природної кормової бази, що сприяє зменшенню конкуренції між видами та підвищує загальний коефіцієнт використання біогенів у водоймі.

На сьогодні зазначені види отримали широке розповсюдження майже в усіх типах водойм України — від малих ставків до великих водосховищ. Їхнє вирощування є системною складовою більшості вітчизняних технологічних схем у галузі аквакультури. Рослиноїдні риби не лише відіграють важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни, а й виконують істотну екологічну функцію — зокрема, у процесах біомеліорації, покращення гідробіологічного стану водойм, зниження рівня евтрофікації та регуляції структурно-функціональної організації водних біоценозів.

1.1.1. Білий товстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*)

Білий товстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) є представником родини корошових (*Cyprinidae*) і характеризується високим тілом веретеноподібної форми, помітно стиснутим з боків (рис. 1.1). У нижній частині тулуба розвинене характерне кілеподібне черевце, що простягається від підгорлової ділянки до рівня зябрових отворів. Передній відрізок кіля вкритий лускою, тоді як задній залишається голим. Загальне забарвлення спинної частини — сірувато-чорне, боки мають оливковий відтінок з поступовим переходом до сріблястого кольору на череві.



*Рис. 1.1. Білий товстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*)*

Щелепи нерівні за морфологією: нижня дещо виступає вперед, має помітний горбик, тоді як верхня злегка увігнута. Луска дрібна, циклоїдна, чисельність її на бічній лінії становить у середньому 85–108 лусочок; вище бічної лінії — 29–30, нижче — 16–17. Усі плавці забарвлені в темний тон, справжніх колючок не містять, однак у великих особин передній промінь грудного плавця має потовщення, яке ззаду дрібно зазубрене. У спинному плавці зазвичай присутні три прості та сім розгалужених променів; в анальному — два–три простих і від 11 до 15 розгалужених. Кишечник має значну довжину й численні петлі, співвідношення довжини кишечника до загальної довжини тіла складає від 3,5 до 7,3 разів, у середньому — п'ятикратне перевищення. Максимальна довжина тіла може перевищувати 120 см [20, 28].

Окремої уваги заслуговує зябровий апарат товстолобика (рис. 1.2), який утворює складну фільтрувальну систему. Зяброві тичинки розміщуються попарно у два ряди на кожній зябровій дузі, формуючи між собою V-подібну порожнину. Зовнішній ряд представлений тонкими пластинами, довжина яких у 200 разів перевищує їхню товщину на кінчику. Ці структури вкриті слизовою оболонкою, що з'єднує тичинки у суцільну смугу. Нижні частини зрощені в губчасті структури, які тягнуться вздовж переднього краю кожної дуги.

Всередині вказаної порожнини поверхня вкрита мікроскопічними порами, які сприяють ефективній фільтрації планктону. Назовні зяброві отвори виглядають губчастими. Глоткові зуби розташовані за формулою 4–4, мають злегка увігнуту шліфувальну поверхню та закруглену вершину. На відміну від споріднених видів, у білого товстолобика зуби не мають поздовжніх смуг, видимих під збільшенням.



Рис. 1.2. Зяброва дуга білого товстолоба (зліва) та її сегмент (справа).

Білий товстолобик у природних умовах поширений у прісноводних системах Східної Азії, охоплюючи басейни великих річок, таких як Янцзи, Сунгарі, Ляохе, Амур та інші притоки, що впадають у Тихий океан (рис. 1.3). Первинний ареал включає водні об'єкти південного Китаю, східної частини Росії, а також території В'єтнаму та Сибіру, в межах широт від 21° до 54° північної широти. Природні нерестовища розміщені, зокрема, у басейні річки Амур (від Амурзету до Петровського) та в нижній течії річки Сунгарі, де нерест можливий на відстані до 200 км від гирла. У Китаї представники цього виду також мешкають у басейнах річок Західна, Квансі, Квантунг і Ляо. Окремі популяції були інтродуковані на острів Хайнань та інші регіони Східної Азії.

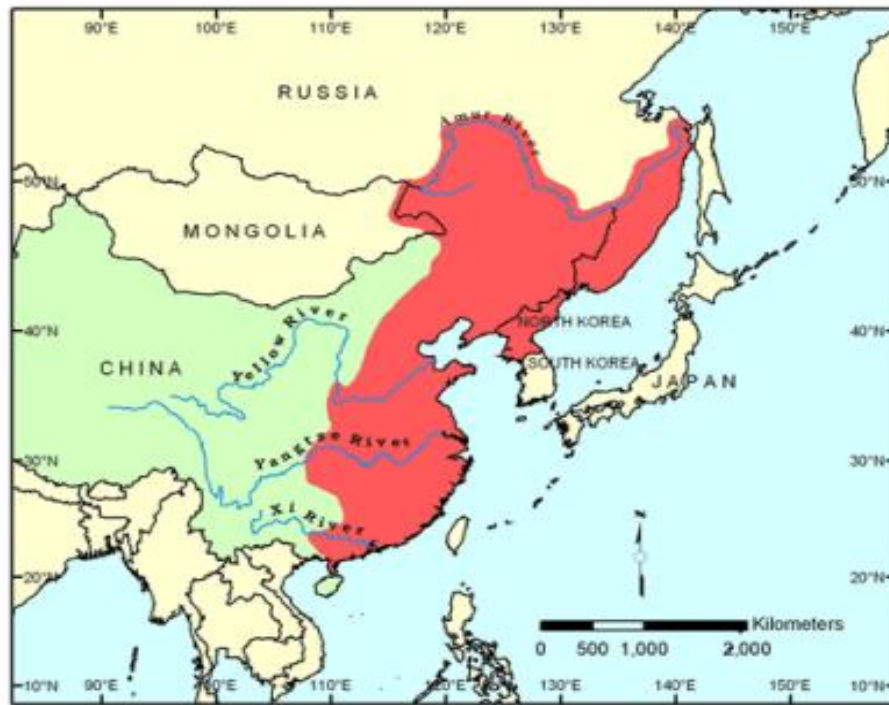


Рис. 1.3. Природний ареал білого товстолобика

Середовище існування виду охоплює повноводні річки, великі озера, мілководні затоки та водосховища, які регулярно мають гідрологічний зв'язок із річковими системами. Білий товстолобик також широко використовувався для інтродукції у штучні водойми: ставки, канали, водосховища, де відзначено високу продуктивність виду. Проте розмноження в таких умовах без доступу до природного річкового нерестовища є неможливим. Представники цього виду віддають перевагу верхнім та середнім шарам водної товщі у відкритих ділянках стоячих або повільнотекучих водойм [14, 20, 28].

Під час нерестового періоду, зазвичай навесні, дорослі особини здійснюють міграції з нижніх ділянок річок та пов'язаних з ними озер до більш стрімких ділянок течії. Саме у цих зонах відбувається нерест, після чого ікра та личинки пасивно переносяться течією до заплавної ділянок. По завершенні розмноження товстолобика повертаються до звичних місць існування у головних руслах, затоках чи водосховищах.

Показники плодючості товстолобика суттєво варіюють залежно від морфометричних характеристик особин, географічного походження та умов

середовища. У численних дослідженнях встановлено, що кількість ікринок, яку здатна продукувати самка, коливається в широких межах. Зокрема, для риб вагою від 3,18 до 8,51 кг було зафіксовано від 145 тис. до 2 млн ікринок, а у більш масивних особин масою 6,4–12,1 кг плодючість сягала 4,33 млн ікринок. Таким чином, спостерігається чітка позитивна залежність між розмірами особини та її відтворювальним потенціалом [12, 28].

У видовій групі товстолобиків також наявна статева диморфність щодо термінів дозрівання: самці зазвичай досягають статевої зрілості на один рік раніше, ніж самки. Проте цей віковий поріг значною мірою визначається кліматичними умовами регіону вирощування. Так, у південнокитайських річках період досягнення статевої зрілості становить 3–4 роки, тоді як у північніших районах, зокрема в басейні річки Янцзи, риби дозрівають не раніше 4 років. Ще пізніше статеве дозрівання фіксується у популяцій, що мешкають у басейні річки Амур — від 5 років і більше.

Температурний режим водного середовища має ключове значення для швидкості дозрівання товстолобика. Встановлено, що для проходження повного циклу дозрівання необхідне накопичення певної кількості градусо-днів: приблизно 1000 при середній температурі 15 °С або 500 при 30 °С. Наприклад, в умовах провінції Гуансі (Китай), де середньорічна температура води сягає 27,2 °С, з вегетаційним періодом тривалістю 12 місяців, товстолобик дозріває вже у віці двох років. У провінції Гуандун із трохи нижчим температурним фоном (25 °С) та 11-місячним вегетаційним періодом статева зрілість досягається через 2–4 роки. Натомість у Цзянсу, де температура води коливається в межах 24 °С і вегетаційний період триває 8 місяців, дозрівання триває до 4 років. Найбільш тривалий період формування генеративної системи спостерігається у товстолобиків Амурського регіону, де за умов 5-місячного теплого періоду та середньої температури води 20,2 °С період дозрівання сягає 5–6 років.

У період, що передує нересту, поведінкові ознаки статево зрілих особин стають більш виразними. Зокрема, на поверхні водойми з'являються характерні

хвилювання, спричинені активною нерестовою поведінкою: самці переслідують самок, провокуючи їх до викидання ікри. Цей процес триває орієнтовно 40–80 хвилин, після чого риби піднімаються до поверхні й одночасно вивільняють статеві продукти — ікру та сперму.

Щодо живлення, товстолобик характеризується фільтрувальним способом живлення, який реалізується завдяки спеціалізованому анатомічному апарату. Основу харчового раціону становить фітопланктон, хоча риба здатна ефективно відфільтровувати й дрібні органічні частки, значно дрібніші, ніж у строкатого товстолобика. Зяброві апарати товстолобика мають губкоподібну структуру, що забезпечує ефективне уловлювання мікрочастинок. Додаткову роль у процесі фільтрації відіграє так званий епібрахіальний орган, що продукує слиз, консолідуючи харчовий матеріал. Цей орган у білого товстолобика менш розвинений порівняно зі строкатим, однак залишається функціонально ефективним.

Товстолобик здатний споживати частинки різного діаметра: наприклад, фіксовано ефективне споживання мікродоростей *Chlorella* розміром 3,2 мкм, а також частинок у діапазоні 4–10 мкм. Личинки на ранніх стадіях розвитку орієнтовані на більші частинки (50–300 мкм), а молодь масою близько 90 г ефективно засвоює харчові компоненти розміром 4,5–10 мкм.

Сезонна динаміка складу раціону також демонструє значні варіації. Зокрема, ціанобактерії роду *Microcystis* можуть становити від 20% до 98% споживаної біомаси. Перетравлюваність фітопланктону різних таксономічних груп неоднакова. Наприклад, ступінь засвоєння водоростей *Chlorella pyrenoidosa* становить близько 23%, *Scenedesmus obliquus* — 22%, *Glenodinium spp.* — 50%, *Pediastrum spp.* — 48%, *Pandorina morum* — 76%, соснового пилку — 91%, а зоопланктонного організму *Brachionus calyciflorus* — до 100% [6, 24, 28].

1.1.2. Строкатий товстолоб (*Hypophthalmichthys nobilis*)

Строкатий товстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*) є представником родини коропових (*Cyprinidae*) і відзначається специфічними морфологічними ознаками, що відрізняють його від інших видів цієї групи (рис 1.4). Тіло риби масивне, веретеноподібної форми, відносно високе, з дещо сплюснутим боками. У вентральній частині наявний добре сформований кіль, який тягнеться від зябрового апарату до основи черевних плавців, однак не заходить за їх початок. Характерною рисою є непропорційно велика голова із широким ротом. Щелепи — передщелепна і нижня (мандибула) — щільні, кісткові, формують жорсткі губи.



Рис. 1.4. Строкатий товстолоб (*Hypophthalmichthys nobilis*)

Покривне забарвлення у верхній частині тулуба — темно-сіре, поступово переходить у кремово-жовте або білувате на череві. По всьому тілу, особливо на спині та боках, розташовуються численні плями темно-сірого або майже чорного кольору, які формують характерний строкатий малюнок, котрий проявляється вже у віці близько двох місяців. Варто зазначити, що в умовах каламутної води контрастність цього візерунку зменшується. Луска у даного

виду дрібна, циклоїдна. Бічна лінія добре розвинена, має вигнуту вентральну траєкторію і проходить до основи хвостового стебла. Кількість лусок у бічній лінії становить приблизно 98-100, над нею — 26–28 рядів, під нею — 16–19 рядів. Плавниковий апарат строкатого товстолобика включає: спинний плавець з вісьмома м'якими променями, анальний плавець — з 12–14 променями, черевні — 8–9, грудні — 17–19, останні значно подовжені, доходять до основи черевних плавців. Колючі промені відсутні. Глоткові зуби однорядні, по чотири на кожній дузі, мають характерну ложкоподібну форму з мілкою увігнутістю на жувальній поверхні. При мікроскопічному аналізі видно, що жувальні поверхні строкатого товстолобика відрізняються від аналогічних у білого товстолоба, який має поздовжні смужки.

Зябровий апарат представлений довгими, тонкими тичинками, густо розміщеними та сполученими численними перетинками (рис. 1.5). Кишечник строкатого товстолоба довгий, надзвичайно звивистий, його довжина становить у середньому 3,3 загальної довжини тіла, варіюючи в межах від 2,4 до 4,5. Дорослі особини здатні досягати маси 40 кг [2, 14, 20, 22].



Рис. 1.5. Зяброва дуга строкатого товстолоба (зліва) та її сегмент (справа)

Природний ареал (рис. 1.6) строкатого товстолобика охоплює водні екосистеми Східного Китаю, південного сходу Сибіру та північного сходу

Корейського півострова. Його природне поширення зафіксовано в басейнах річок Янцзи (Чанцзян), Хуанхе (Жовта річка), Чжуцзян (Перлова річка), а також в гирлових частинах річок Приморського краю Росії (Туманна, Роздольна). Координати ареалу простягаються в діапазоні 24°–47° північної широти. З огляду на активне інтродукування виду у водойми Східної Азії, точне визначення первинного ареалу залишається проблематичним [14, 22].

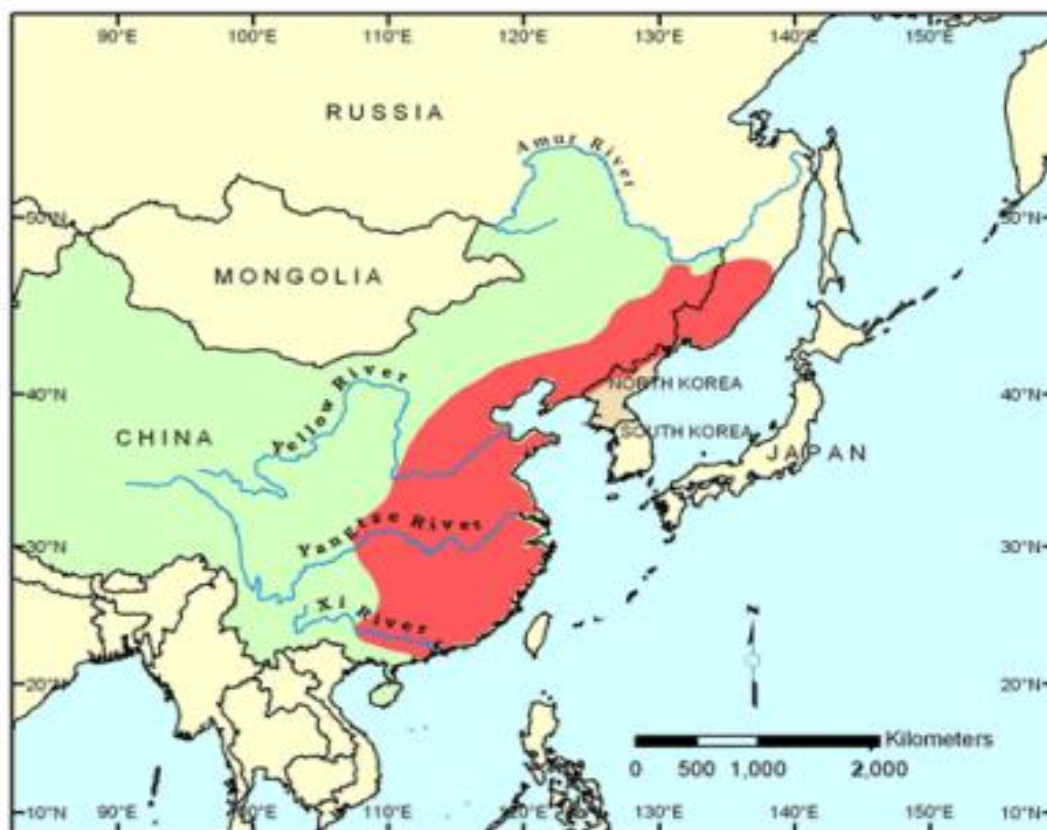


Рис. 1.6. Природний ареал строкатого товстолика

Кліматичні умови регіонів природного проживання варіюють від континентального до субтропічного. Середньорічна температура повітря коливається від -4°C у північних районах до $+24^{\circ}\text{C}$ на півдні Китаю. У січні температура може знижуватися до -30°C , тоді як у липні досягати $+40^{\circ}\text{C}$. У дикій природі *N. nobilis* переважно мешкає у великих річках із заплавами та озерами, віддаючи перевагу водоймам із течією. Вид здатний пристосовуватися до озер, ставів та водосховищ, однак у відсутність сприятливих умов для нересту — зокрема швидкоплинної води — природне відтворення майже не

відбувається [22].

Темпи настання статевої зрілості у строкатого товстолоба значною мірою залежать від кліматичних та гідроекологічних умов середовища. У природних умовах ареалу виду, зокрема в південних регіонах Китаю, самці здатні досягати статевої зрілості вже у віці 2–3 років, тоді як самки дозрівають дещо пізніше – на третій або четвертий рік життя. У центральній частині Китаю цей процес відбувається у 3–4-річному віці, тоді як у північно-східному Китаї строки дозрівання подовжуються до 5–6 років. У помірному кліматі, який характерний для більш північних регіонів Євразії, строк досягнення статевої зрілості подовжується до 6–8 років, що пояснюється зниженими температурами води та скороченим вегетаційним періодом. Поряд з віковими показниками, істотні відмінності спостерігаються і в морфометричних параметрах плідників: у субтропіках та тропіках маса статевозрілих особин становить в середньому 3–7 кг, тоді як у помірному поясі — від 5 до 10 кг, при довжині тіла 70–80 см.

У природних умовах нерест строкатого товстолоба зазвичай відбувається у період з квітня по червень, досягаючи максимального піку в кінці травня. Стимулом до початку нерестового процесу виступає підвищення рівня води, яке спостерігається внаслідок весняних опадів або мусонів. Для відкладання ікри риби здійснюють тривалі нерестові міграції, іноді на відстані понад 80 км вгору за течією річки. Типові нерестилища розташовані на ділянках з підвищеною гідродинамікою: течія має швидкість від 0,6 до 2,3 м/с, вода є каламутною, із наявністю завислих частинок, температура в межах 18–30 °С, а прозорість не перевищує 10–15 см. Такі умови часто спостерігаються в місцях злиття річок, поблизу кам'янистих порогів, піщаних кіс та біля острівців, що створюють зони турбулентної течії [2, 22].

Строкатий товстолоб характеризується високим репродуктивним потенціалом. Плодючість безпосередньо корелює з масою тіла та віком особини. Наприклад, у річці Янцзи самка вагою 18,5 кг продукувала понад 1,1 млн ікринок [22].

Ікра строкатого товстолоба належить до напівпелагічного типу та

утримується у товщі води завдяки потужній турбулентності потоку. Незапіднені ікринки мають мікроскопічний розмір (1,4–1,5 мм), однак після контакту з водою швидко набухають, збільшуючись у діаметрі в 4–5 разів, а в об'ємі — майже у 100 разів. Ступінь набрякання безпосередньо залежить від сольового складу водойми. Завдяки зближенню питомої ваги ікринки до питомої ваги води, вона може тривалий час перебувати у зваженому стані в руслі. У стоячій воді такі ікринки повільно осідають на дно. Швидкість ембріонального розвитку залежить від температурного режиму та коливається від 18 до 60 годин з моменту запліднення до викльову. Личинки, які щойно вийшли з ікри, не мають пігментації та пасивно зносяться течією вниз по річці. Після повного засвоєння жовткового міхура молодь переміщується до мілководних приток, де проходить стадію активного нагулу [2].

У період личинкового розвитку відбувається поступове ускладнення раціону. Личинки розміром 7–9 мм переважно споживають найпростіших, коловерток та дрібних гіллястовусих ракоподібних, таких як *Bosmina* та молоді особини *Moina*, а також наупліус та копепод веслоногих рачків. Особини довжиною 10–17 мм концентруються на споживанні гіллястовусих ракоподібних, у той час як на стадії 18–23 мм до раціону поступово включається фітопланктон, насамперед діатомові водорості. При досягненні довжини 24–30 мм молодь споживає як зоофільтровані, так і фітофільтровані компоненти планктону. В подальшому, дорослі особини формують переважно зоопланктофагічний тип живлення (рис. 1.7).

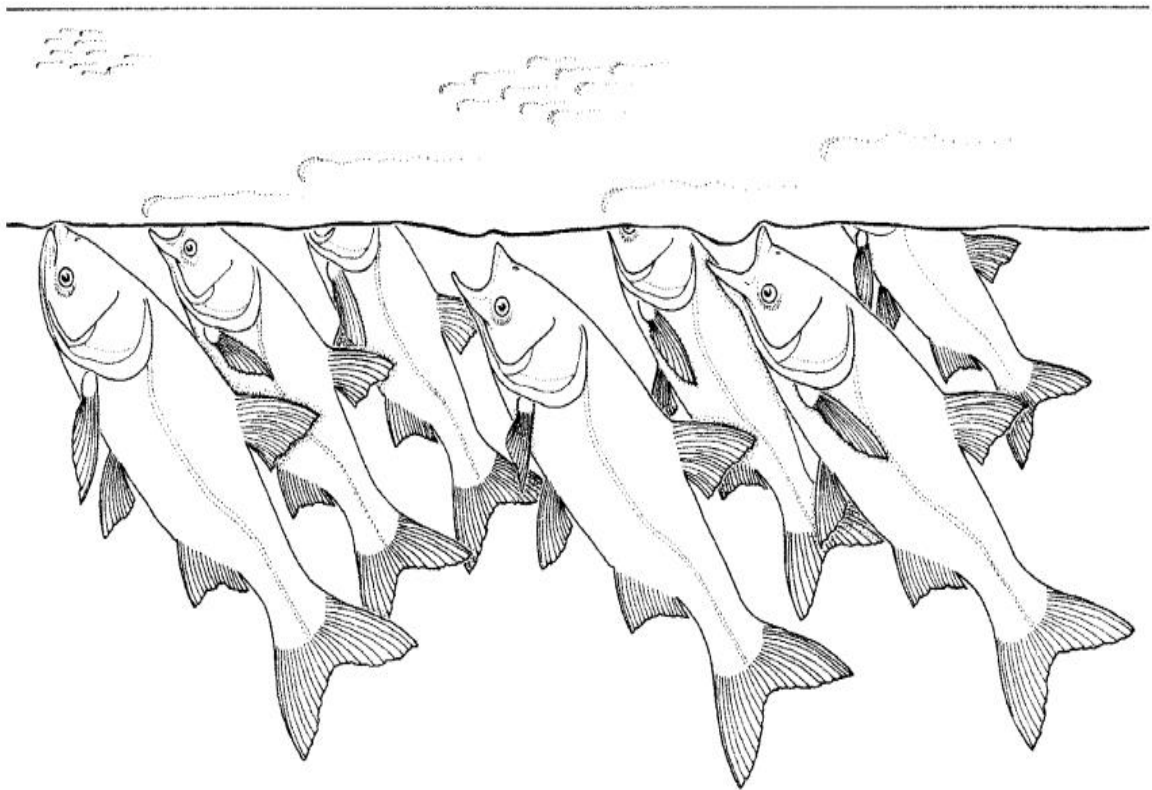


Рис. 1.7. Фільтруюче живлення строкатого товстолоба у поверхні води

У той же час харчова поведінка строкатого товстолоба демонструє значну гнучкість. У разі дефіциту зоопланктону в екосистемі (наприклад, у ставках з низькою біомасою цього компоненту) вид переходить на споживання фітопланктону — зокрема, ціанобактерій, діатомових та зелених водоростей. Сезонна зміна раціону є типовою: впродовж весняно-літнього періоду (травень–червень) риба активно споживає зоопланктон, тоді як у липні–серпні, за умов масового розвитку фітопланктонних колоній, домінуючою стає фітофагія.

Морфологічна адаптація до планктонного живлення проявляється в будові зябрового апарату: гребінчасті тичинки та надзяберні структури забезпечують ефективне фільтрування. Здатність до вибіркового живлення залежить від розмірного складу планктону. При концентрації понад 5 мг/л і наявності розмірного градієнта планктонних організмів, риба виявляє тенденцію до селекції більших частинок. Якщо ж розміри частинок однорідні — вибірковість відсутня. Відомо також, що товстолюбик здатен засвоювати

частинки, розміри яких суттєво менші (до 4 разів) за ширину між зябровими тичинками. Імовірно, у цьому процесі бере участь слизова оболонка зябрового апарату, яка сприяє адгезії мікрочастинок та полегшує їх транспортування до стравоходу [20, 22].

1.1.1. Білий амур (*Stenopharyngodon idella*)

Білий амур (рис. 1.8) є представником іхтіофауни далекосхідного басейну та належить до родини корошових. Його природний ареал (рис. 1.9) охоплює великі річкові системи Східної Азії — від басейну річки Перл, розташованої на півдні Китаю, до Хейлунцзян (верхів'я Амуру) на півночі. Цей вид має досить високу екологічну пластичність, що дозволило успішно інтродукувати його у близько сорока країн світу. Незважаючи на широке штучне розселення, лише в окремих регіонах зафіксовано формування самостійних, життєздатних природних популяцій — прикладом може слугувати Червона річка у В'єтнамі [12, 20, 23].



Рис. 1.1. Білий амур (*Stenopharyngodon idella*)

Біогеографічний розподіл цього виду охоплює численні великі річкові системи Азії, включаючи річки Амур, Янцзи, Перл та Сі. Зокрема, басейн

Янцзи вважається центром формування виду й має найбільшу чисельність природної популяції. Генетичні дослідження свідчать про істотну диференціацію між популяціями, що мешкають у різних басейнах (Янцзи, Амур, Перл), при цьому внутрішньобасейнова мінливість у річці Янцзи є вкрай незначною. Низький рівень генетичної різноманітності тут пояснюється історичними обставинами — зокрема, демографічними втратами у періоди плейстоценових зледенінь. У сучасних умовах природна чисельність білого амура демонструє тенденцію до зниження, що викликає занепокоєння серед іхтіологів та природоохоронців [14, 25, 32].

Типовими біотопами існування білого амура є великі річки, озера, водосховища та ставки, де він зазвичай утримується в середніх та нижніх шарах водної товщі. Вид відзначається напівпрохідним типом міграцій: статевозрілі особини долають значні відстані вгору за течією великих річок з метою розмноження. Для індукції природного нересту критичне значення мають гідрологічні умови — зокрема, наявність проточної води та коливання її рівня.

Природний ріст білого амура є доволі інтенсивним: у сприятливих умовах окремі екземпляри можуть досягати довжини 1,2 м і маси тіла понад 30–35 кг. Статеве дозрівання відбувається на 4–8 році життя, залежно від гідрокліматичних умов регіону. Потенційна плодючість самок є високою — до 2 мільйонів ікринок. Ікра є пелагічною, має початковий діаметр 2,0–2,5 мм і після набухання водою збільшується до 5–6 мм, що забезпечує їй позитивну плавучість у течії.

Для забезпечення приросту маси на 1 кг, риба повинна спожити від 39 до 70 кг водної рослинності, що свідчить про її інтенсивну фітофагную природу. Особливістю білоамурового травного тракту є його виняткова довжина — він перевищує довжину тіла приблизно у 23 рази. Процес травлення рослинної їжі здійснюється за активної участі мікрофлори — бактеріальних спільнот, які спеціалізуються на ферментації целюлозовмісного матеріалу [20, 28].



Рис. 1.9. Природний ареал білого амура

У трофічному плані білий амур належить до рослиноїдних видів. Молодь у перші два тижні після вилуплення активно споживає зоопланктон — коловерток, найпростіших, дафній, личинок комах. Перехід до фітофагії розпочинається після досягнення довжини близько 3 см, тобто орієнтовно з місячного віку. Основою харчування молоді стають нитчасті водорості, а згодом — макрофіти. Дорослі риби демонструють переважно селективну трофічну поведінку: найбільш активно споживають м'яколисту занурену рослинність (наприклад, рдесники), а також ряску. У разі дефіциту доступної рослинної їжі амури можуть переходити на споживання твердолистих макрофітів, нитчастих водоростей, а також використовувати тваринні компоненти — зоопланктон, ракоподібних та детрит [2, 28].

1.2. Характеристика основних способів одержання потомства рослиноїдних риб

Заводський метод одержання потомства рослиноїдних видів риб на сьогоднішній день є найпоширенішим серед ставових господарств України. Ключовим етапом цього процесу є застосування гонадотропних ін'єкцій, що стимулюють дозрівання статевих клітин та наступний нерест плідників.

У південних регіонах України, завдяки сприятливим кліматичним умовам, фізіологічна готовність самок рослиноїдних риб до нересту може спостерігатися вже в середині травня. Підготовка до нерестової кампанії розпочинається з розвантаження зимувальних ставів, де утримувалися плідники протягом холодного періоду. Цей процес, як правило, синхронізується з прогнозованим підвищенням температури води до оптимальних для нересту значень, що коливаються в межах 18–20°C.

З метою інтенсифікації процесу отримання потомства та розширення часових меж нерестової кампанії в тепловодних риборозплідниках застосовується технологія поступового контрольованого підвищення температури води. Так, починаючи з середини квітня, температуру води в басейнах з плідниками поетапно доводять до 15°C, а на початку травня — до оптимальних нерестових значень у 18–20°C. Застосування подібних технологічних прийомів можливе і в рибних господарствах зі звичайним температурним режимом за умови наявності систем підігріву води в інкубаційному цеху та нерестових ємностях, а також у ставках для переднерестового утримання плідників.

Важливим етапом підготовки плідників до нересту є їхнє бонітування, що проводиться безпосередньо під час розвантаження зимувальних ставів. Ця процедура включає візуальну оцінку фізіологічного стану риб, їхній розподіл за видами та статтю. Однією з характерних ознак, що дозволяє ідентифікувати самців, є наявність шлюбного вбрання, інтенсивність якого може варіювати залежно від виду та фізіологічного стану риби. Крім того, у самців

спостерігається виділення сперми при легкому натисканні на абдомінальну ділянку в зоні генітального отвору. Додатковою діагностичною ознакою є наявність шорсткості на внутрішній поверхні грудних плавців: у білого товстолоба вона представлена численними гострими шипиками, у строкатого товстолоба — менш вираженою шорсткістю, а у білого амура — дрібними горбочками, що нагадують наждачний папір. Слід зазначити, що статеві ознаки у самців товстолобів зберігаються протягом усього року, тоді як у білого амура вони проявляються лише у весняно-літній період.

Оцінка ступеня готовності самок до нересту базується на візуальних ознаках, зокрема на стані абдомінальної порожнини та зони генітального отвору. За цими критеріями самок поділяють на три групи. До першої групи (I) відносять найбільш підготовлених до відтворення особин, які характеризуються м'яким відвислим черевцем та помітною припухлістю в області генітального отвору. Саме ці самки використовуються для отримання потомства в першу чергу. Друга група (II) включає самок з аналогічними, але менш вираженими ознаками готовності. Їх залучають до нерестових робіт після використання самок першої групи. До третьої групи (III) належать самки, які за зовнішнім виглядом практично не відрізняються від самців. Ці особини не використовуються в поточному відтворювальному циклі, а переводяться до нагульних ставів для подальшого вирощування.

При бонітуванні самців також здійснюється їх поділ на дві групи. До першої групи відносять особин, у яких спостерігається легке виділення сперми при обережному натисканні в області геніталій та чітко виражене шлюбне вбрання. Другу групу складають самці, у яких сперма або не виділяється, або її кількість є незначною. Ці особини можуть використовуватися як резервні плідники або ж висаджуватися на нагул.

Самки та самці першої групи негайно використовуються для проведення штучного запліднення та отримання ембріонів. Самки другої групи, які ще не досягли піку готовності, поміщаються у спеціальні стави для переднерестового утримання, де створюються оптимальні умови для завершення процесу

дозрівання статевих продуктів. У випадку відсутності таких ставів у господарстві, плідників цієї групи тимчасово залишають у зимувальних ставах. Для самок першої групи температура води в переднерестових ставах не повинна перевищувати 20°C, тоді як для самок другої групи оптимальний температурний діапазон становить 20–25°C, що може коригуватися залежно від необхідності стимулювання їхнього дозрівання.

Ефективне отримання якісного потомства від рослиноїдних видів риби, таких як білий амур (*Stenopharyngodon idella*), білий товстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*) та строкатий товстолоб (*Hypophthalmichthys nobilis*), в умовах рибницьких господарств є критично важливим для забезпечення сталого розвитку галузі. Початок репродуктивних заходів тісно пов'язаний з досягненням стійкої середньодобової температури води на рівні не менше 20°C, оскільки температурний фактор є одним з ключових регуляторів фізіологічних процесів, включаючи гаметогенез та нерестову поведінку.

У південних регіонах України та в тепловодних риборозплідниках оптимальний період для початку стимуляції нересту зазвичай припадає на середину травня. Водночас, у середніх та північних широтах цей часовий проміжок зміщується на кінець травня — середину червня, що зумовлено динамікою температурного режиму у відповідних кліматичних зонах. Точне визначення строків початку робіт є надзвичайно важливим, оскільки дозволяє отримати статеві продукти високої якості. Тривале утримання плідників рослиноїдних риби в умовах нерестової температури води може призвести до їхнього передчасного перезрівання, що негативно впливає на якість гамет та результативність запліднення.

З огляду на фізіологічні особливості рослиноїдних риби, нерестова кампанія повинна мати чітко обмежену тривалість, яка, як правило, не перевищує 25–30 днів. Застосовується послідовний підхід до стимуляції нересту різних видів: першими до розмноження залучаються білий амур та білий товстолоб, а через 10–15 днів розпочинаються роботи зі строкатим товстолобом, що пояснюється його вищою теплолюбністю та пізнішим

настанням репродуктивної готовності. Визначення оптимального моменту для початку масових робіт зі стимуляції нересту здійснюється шляхом використання пробної партії плідників. Для цього проводиться ін'єктування кількох найбільш зрілих самок першої групи (згідно з класифікацією за ступенем готовності). У випадку, якщо після ін'єкції самки легко віддають зрілі статеві продукти, приймається рішення про початок повномасштабного завантаження інкубаційного цеху. В протилежному випадку, роботи відкладаються орієнтовно на один тиждень, при цьому до ставів з плідниками подається вода з підвищеною температурою (20–22°C) для стимулювання дозрівання гонад.

Додатковим методом оцінки готовності самок до нересту є біопсія гонад. Ця процедура передбачає обережний забір невеликої кількості ікринок з яєчника за допомогою спеціального шприца з товстою голкою (діаметр отвору повинен бути достатнім для нетравматичного відбору). Прокол здійснюється у передній частині генітального отвору, трохи вище від кіля, під кутом 30–40°. Отримані ікринки фіксуються у спеціальному розчині (що складається з 6 частин етилового спирту, 3 частин 40% формаліну та 1 частини льодяної оцтової кислоти) та досліджуються під мікроскопом. Морфологічний аналіз ооцитів дозволяє визначити стадію їхньої зрілості: овальна форма ікринки з ядром, зміщеним до периферії, свідчить про готовність самки до нересту, тоді як кругла форма з центрально розташованим ядром вказує на недостатній ступінь зрілості. Важливим агротехнічним показником, що впливає на строки настання репродуктивної готовності рослиноїдних риб, є сума ефективного тепла (температура вище 15°C) між нерестовими періодами двох суміжних років. Для успішного дозрівання гонад цей показник для рослиноїдних видів повинен складати 2500–2800 градусо-днів.

Застосування гонадотропних ін'єкцій є ключовим технологічним прийомом, спрямованим на стимуляцію остаточного дозрівання статевих клітин у самок рослиноїдних риб, які знаходяться на завершальній, четвертій стадії зрілості гонад. Введення суспензії гіпофіза призводить до переходу риб у

переднерестовий стан незалежно від поточних екологічних умов, за винятком критично важливих гідрохімічних (зокрема, достатнього вмісту розчиненого кисню) та температурних факторів.

Обов'язковими передумовами для успішного дозрівання плідників рослиноїдних риб є підтримання сприятливого кисневого режиму (вміст розчиненого кисню не нижче 5 мг/л) та стабільна температура води в діапазоні 19–20°C. Зниження концентрації розчиненого у воді кисню до критичного рівня (2 мг/л) може призвести до блокування процесу дозрівання ооцитів. Різкі коливання та зниження температури води також негативно впливають на фізіологічний стан плідників та їхню здатність до репродукції. Встановлено порогові значення температури, нижче яких дозрівання стає неможливим: для самок білого амура цей показник становить — 16°C, для білого товстолоба — 17°C, а для строкатого товстолоба — 18°C.

Гіпофізарні ін'єкції рослиноїдним риbam проводяться за дворівневою схемою, що зумовлено особливостями передовуляційних змін, які відбуваються в їхніх яєчниках. Перший етап характеризується міграцією ядра ооцита до периферії та підготовкою клітини до мейотичного поділу. У заводських умовах цей процес ініціюється введенням невеликої (підготовчої) дози гормону гіпофіза. Другий етап, безпосередньо овуляція, стимулюється введенням більшої (вирішальної) дози гормонального препарату. Саме на цьому фізіологічному принципі базується метод роздрібненого ін'єктування самок.

Перша (попередня) ін'єкція передбачає введення самкам 1/8–1/10 від загальноприйнятої для них дози гіпофізарного препарату. Через 12–24 години після першої ін'єкції проводиться друга (вирішальна) ін'єкція, під час якої вводиться основна розрахована доза гормону. Для ін'єктування рослиноїдних риб традиційно використовуються ацетоновані гіпофізи риб родини коропових (*Cyprinidae*), таких як лящ (*Abramis brama*), сазан (*Cyprinus carpio*) та карась (*Carassius carassius*), заготовлені відповідно до існуючих технологічних інструкцій.

Дозування гіпофізарного препарату для самок рослиноїдних риб варіює в

межах 3–6 мг/кг маси тіла і залежить від низки факторів, включаючи час проведення нерестової кампанії, вид риби, ступінь її фізіологічної готовності та активність конкретної партії гіпофізів. На початку нерестової кампанії оптимальна доза гіпофіза визначається емпірично на пробній партії самок, а в подальшому може коригуватися з урахуванням температурних умов та стану статевих залоз самок. Для самок з більшим обхватом тіла рекомендується збільшувати дозу гіпофіза на 10–20%.

Самців, як правило, ін'єктують одночасно з проведенням вирішальної ін'єкції самкам. Доза гіпофіза для самців становить половину від вирішальної дози для самок і також може коригуватися в процесі нерестової кампанії.

У сучасній аквакультури для стимуляції дозрівання білого та строкатого товстолобів все частіше використовуються синтетичні гонадотропні препарати, такі як „Нерестин”, дозування якого визначається відповідно до інструкцій виробника. Також застосовується синтетичний препарат хімічно чистого хоріонічного гонадотропіну, дози якого встановлюються на основі еквівалентності з активністю ацетонованих гіпофізів риб (500 міжнародних одиниць хоріонічного гонадотропіну відповідають 1 мг сухої речовини ацетонованих гіпофізів нормальної гонадотропної активності). Активна речовина гіпофізарних препаратів вводиться плідникам у вигляді водної суспензії за тими ж методиками, що й для коропа.

Час ін'єкування плідників розраховується таким чином, щоб процес дозрівання статевих продуктів та їхнє отримання припадали на світлий час доби, що полегшує візуальний контроль та маніпуляції. За умови 24–годинного інтервалу між першою та другою ін'єкціями, якщо планується отримання ікри вранці, обидві ін'єкції самкам проводяться у вечірній час (20–21 година). При 12–годинному інтервалі перше ін'єкування здійснюється вранці (8–9 година), а друге – ввечері (20–21 година) того ж дня. Тривалість періоду дозрівання самок після вирішальної ін'єкції залежить від температури води.

Отримання статевих продуктів від кожної партії відібраних самок, як правило, проводиться через день, що забезпечує оптимальне використання

рибоводного обладнання інкубаційного цеху та дозволяє рівномірно розподілити навантаження. Необхідна кількість самок для одночасного залучення до відтворювальних робіт визначається на основі кількості інкубаційних апаратів у цеху, їхньої місткості та середньої робочої плодючості самок рослиноїдних риб (яка в середньому становить близько 500 тис. ікринок). Оптимальне співвідношення самців та самок становить 50–70% від кількості самок (наприклад, на 10 самок використовується 5–7 самців) для забезпечення ефективного запліднення отриманої ікри.

За одну-дві години до планованого нересту здійснюється ретельна перевірка стану зрілості плідників. Варто враховувати, що рослиноїдні риби відрізняються підвищеною реактивністю, що може призвести до травмувань, тому поводження з ними має бути максимально обережним. Будь-які механічні пошкодження, такі як удари або стирання слизового покриву, негативно впливають на їх загальний стан і можуть спричинити загибель.

Виллов зрілих особин з переднерестових водойм здійснюється двома працівниками. Один обережно підводить рибоводний рукав під голову риби, а інший фіксує хвостове стебло, одночасно перекриваючи статевий отвір для запобігання втрати ікри. Отримання статевих продуктів відбувається в затінених місцях, без потрапляння прямих сонячних променів. Відціджування ікри проводиться в суху, чисту тару, таким чином, щоб ікринки повільно стікали по стінках. Ікра від кожної самки збирається в окрему ємність. Зріла ікра легко витікає і містить незначну кількість оваріальної рідини. Перезріла ікра характеризується великою кількістю оваріальної рідини, а її ікринки мають каламутний білий колір. Важливо пам'ятати, що після початку овуляції ікра зберігає здатність до запліднення не більше 30 хвилин.

Самці, на відміну від самок, здатні до порційного дозрівання статевих продуктів, що дозволяє використовувати їх кілька разів протягом нерестової кампанії. Сперму від самців можна отримати як за годину до, так і після отримання ікри від самок. Перед збором сперми черевце плідників ретельно протирається сухою чистою тканиною. Посуд для збору сперми також має бути

сухим і чистим. Слід уникати потрапляння слизу, луски або екскрементів до сперми, оскільки це негативно впливає на її якість і термін зберігання. Потрапляння крові до сперми є неприпустимим, оскільки це призводить до швидкого злипання та загибелі сперматозоїдів.

У сім'яній рідині сперматозоїди перебувають у неактивному стані. Активація відбувається лише при потрапленні у водне середовище, проте у воді їх життєздатність зберігається лише протягом 1–2 хвилин. Найбільшу активність сперматозоїди проявляють у слаболужному середовищі (рН 7,2–8,0). Зниження температури сприяє подовженню терміну дії сперми. При температурі 0–2°C сперматозоїди стають неактивними, але зберігають життєздатність протягом кількох діб. Для досягнення такого стану необхідно поступово знижувати температуру до 2°C (на 10°C за хвилину). Зберігання сперми здійснюється в термосі з широкою горловиною, на дно якого кладуть лід, вкритий кількома шарами марлі. У промисловому рибництві сперму заготовляють заздалегідь або отримують безпосередньо перед заплідненням ікри.

Запліднення ікри здійснюється сухим методом. Ікру, отриману від однієї самки, запліднюють спермою від 3–4 самців, використовуючи 3–4 мл сперми на 1 кг ікри. Додану сперму ретельно перемішують з ікрою за допомогою віничка з пташиного пера, після чого додають воду, щоб повністю покрити ікру, і знову перемішують. Потім воду зливають разом з відмитим слизом, додають нову порцію води і повторюють перемішування. Цю процедуру повторюють кожні 1–2 хвилини протягом 10–15 хвилин. За цей час ікра очищається від клейкості та починає набухати. Після цього її поміщають в інкубаційні апарати.

Після отримання статевих продуктів плідників повертають у нагульні стави. Відсоток загибелі плідників протягом інкубаційної кампанії становить: у білого амура — 10%, у строкатого товстолоба — 20%, у білого товстолоба — 30%. Для інкубації ікри та утримання вільних ембріонів рослиноїдних риб використовуються модифіковані апарати Вейса (системи ВНДІПРГ) місткістю 50 л, 100 л, 200 л, а також апарати ІВЛ–2 та «Амур».

У сучасних технологіях штучного відтворення рослиноїдних риб в інкубаційні апарати, як правило, завантажують ікру, отриману від окремих самок, що дозволяє забезпечити контроль за розвитком кожного індивідуального репродуктивного матеріалу. Одним із ключових чинників, які визначають успішність інкубації, є дотримання стабільного температурного та кисневого режиму водного середовища.

Оптимальна температура води в інкубаційних системах підтримується у межах 22–24 °С, однак допускається її коливання в діапазоні від 20 до 28 °С. Критично важливо, щоб вміст розчиненого кисню не опускався нижче 5 мг/л. У випадках зниження температури води нижче нормативних показників застосовують методи штучного підігріву, зокрема за допомогою електронагрівальних пристроїв.

Недотримання фізико–хімічних параметрів водного середовища може призвести до втрат ікри на різних етапах ембріонального розвитку. Різкі температурні перепади, зниження температури нижче 18 °С чи її підвищення понад 28 °С, а також зменшення концентрації кисню до рівня нижче 4 мг/л вважаються критичними. Окрім того, небезпеку становить поява в інкубаційних ємностях хижих безхребетних організмів (наприклад, циклопів), які можуть спричинити механічні пошкодження або знищення ікри.

Протягом усього інкубаційного періоду проводиться постійний моніторинг стану ікри та гідрохімічних умов. Загиблі ікринки видаляють вручну, зазвичай за допомогою сифона, оскільки вони мають властивість спливати до верхніх шарів води, де й накопичуються. Своєчасне їх видалення запобігає вторинному інфікуванню здорового матеріалу.

Процес ембріогенезу у рослиноїдних видів риб характеризується відносно короткою тривалістю, що безпосередньо залежить від температури водного середовища. За температури 23–25 °С ембріональний розвиток завершується впродовж 24–30 годин, тоді як за нижчих температур цей процес може тривати від 18 до 34 годин. За умов оптимальної температури і стабільного кисневого режиму масовий вихід ембріонів відбувається протягом 1–3 годин.

Після завершення викльову, вільні ембріони витримують упродовж 3–4 діб у спеціалізованих апаратах. Зокрема, для цих цілей використовують установки типу ІВЛ–2, які вміщують до 2–3 млн. екземплярів, або апарати типу «Амур», розраховані на 4 млн. екземплярів. Також застосовують конструкції, розроблені ВНДПРГ, що включають надставки для розширення робочого об'єму. Альтернативним рішенням є використання стандартних пластикових лотоків розміром 4,5×0,7×0,5 м, які обладнують фільтрувальними елементами з капронової сітки № 35–70 (для входу води) та № 18–25 (для виходу). На початковому етапі витримування рівень води в лотках підтримується на рівні 4–5 см, а по мірі розвитку ембріонів підвищується до 10–12 см. Один такий лоток здатний вмістити до 2 млн. вільних ембріонів.

Показник виходу життєздатної молоді на 3–4 добу після інкубації повинен становити не менше 50 % від загальної кількості заплідненої ікри. Для подальшого зариблення вирощувальних ставів рекомендовано використовувати молодь масою не менше 25–30 мг. Процес підрощування личинок до життєздатної стадії здійснюється за технологічною схемою, подібною до методів, що застосовуються при вирощуванні молоді коропа, з урахуванням специфічних потреб рослиноїдних видів.

Еколого-фізіологічний метод нересту рослиноїдних риб із використанням кругового водного потоку був уперше розроблений і впроваджений спеціалістами рибного господарства Китайської Народної Республіки. Саме в Китаї, де ці види (білий амур, білий та строкатий товстолобики) є автохтонними представниками іхтіофауни, дана технологія набула широкого поширення завдяки своїй ефективності, адаптованості до господарських умов і відносно невисокій вартості реалізації. Згодом методика була модифікована та пристосована для умов рибницьких підприємств інших країн, у тому числі й України, де з кінця 1990-х років її почали активно впроваджувати у практику штучного відтворення. За офіційними оцінками, лише протягом останніх років вітчизняні господарства отримали понад 1 мільярд екземплярів личинок рослиноїдних риб за допомогою цього методу.

Суть цієї біотехнологічної схеми полягає у комплексному застосуванні як фізіологічних, так і екологічних стимулів для індукції природного нересту у спеціально облаштованих басейнах. Після попередньої підготовки та гонадотропної ін'єкції плідників, їх розміщують у круглій басейні з циркуляційним водним потоком, де в результаті створених умов (температурного, гідрохімічного та гідродинамічного режимів) відбувається нерест. Отриману ікру відловлюють спеціальним ікроволовлювачем та переміщують до інкубаційного відділення для подальшого ембріонального розвитку.

Конструктивно нерестові басейни являють собою круглі резервуари циліндричної форми, виготовлені з металу або монолітного гладкого бетону. Їх стандартні розміри становлять 4 або 8 метрів у діаметрі при глибині водного шару до 1 м. Відповідно, об'єм води в таких басейнах складає 25 м³ і 50 м³. Поверхні стінок повинні бути максимально гладкими, аби запобігти можливим механічним пошкодженням риб під час їх активного руху. Резервуари можуть встановлюватися як у закритих приміщеннях, так і на відкритих майданчиках, оскільки спеціального укриття зазвичай не потребують.

Подання води в басейни здійснюється під напором через трубу, що встановлюється під кутом до стінки басейну, завдяки чому створюється стійкий круговий потік. Злив води реалізується через отвір у центрі дна, звідки вода спрямовується до ікроволовлювача – пристрою, виготовленого з капронового сита (№18–20), змонтованого в металевий ящик або лоток. Для запобігання втечі плідників на виході з басейну встановлюється захисна решітка.

Параметри гідродинаміки є критичними для успішного протікання процесу. Після введення гормональних препаратів швидкість течії на поверхні по периферії повинна становити 0,3–0,4 м/с. Під час самого нересту швидкість збільшується до 0,5 м/с. У центральній частині басейну може утворюватися невеликий коловорот, який зникає при активному нерестовому русі риб. Важливо підтримувати стабільний рівень води протягом усього періоду експлуатації басейну – як значне падіння рівня, так і перелив недопустимі.

Після завершення кожного нерестового циклу необхідне ретельне очищення басейну та промивання всієї водозливної системи, адже плідники можуть заносити в систему органіку, рослинні рештки або пісок, що може спричинити закупорку трубопроводів та порушення в роботі обладнання.

Інкубаційна частина технології, де здійснюється дозрівання ікри, відловленої із басейну, також має відповідати вимогам, аналогічним тим, що застосовуються у заводських умовах. Бажано, щоб подача води до інкубаційного цеху відбувалася самопливом із водонапірних ставів. Обов'язковою умовою є наявність резервного джерела електропостачання, системи регулювання температури води, компресорного устаткування. Для інкубації використовуються апарати типу «Амур» (200 л) або модифіковані ІВЛ-2 такого ж об'єму, які забезпечують не лише ембріональний розвиток, а й витримування вільних ембріонів до моменту їх переведення у виростні ставки.

Щодо підготовки плідників, їх попереднє бонітування та розподіл за статтю проводиться за загальноприйнятою схемою, аналогічною тій, що застосовується в умовах заводського розведення. До моменту досягнення необхідних температур нересту плідників утримують у зимувальних ставках із щільністю посадки до 1000 екземплярів на гектар. У цих водоймах має забезпечуватися постійний водообмін і рівень розчиненого кисню не нижчий за 5 мг/л.

Після встановлення стабільної температури води у межах 18–20 °С розпочинається перевірка фізіологічної готовності плідників до нересту. Відбираються особини з чітко вираженими вторинними статевими ознаками. Готових до розмноження риб використовують у нерестових роботах, тоді як неготових повертають до ставу для подальшого дозрівання. Зазвичай нерестову кампанію починають з білого амура та білого товстолобика, і лише після них переходять до роботи зі строкатим товстолобиком.

Для оцінки якості гонадотропного препарату і біологічної готовності плідників до ін'єкцій зазвичай використовують пробні партії. Після впевненості у придатності риб до нересту формуються робочі групи для розміщення в

басейни. При діаметрі басейну 4 м до нього розміщують до 15 пар плідників, у резервуар 8 м — до 30 пар [2, 12, 24].

1.4 Висновки з огляду літератури

На підставі аналізу наукових джерел та узагальнення існуючих досліджень встановлено, що основні рослиноїдні види риб — білий товстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) і строкатий товстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*), а також білий амур (*Stenopharyngodon idella*) — мають високий біолого–господарський потенціал та є провідними об'єктами ставового рибиництва в Україні. Їхня інтродукція та успішна акліматизація з середини ХХ століття дали змогу істотно підвищити продуктивність водойм за рахунок ефективнішого використання природної кормової бази та зменшення рівня трофічної конкуренції між видами [6].

Характерною особливістю цих видів є їх трофічна спеціалізація, яка забезпечує трофічну комплементарність при багатовидовому вирощуванні: білий амур споживає макрофіти, білий товстолобик — фітопланктон, а строкатий товстолобик — зоопланктон. Це створює передумови для екологічно збалансованого управління гідробіоценозами та дозволяє зменшити антропогенне навантаження на екосистему водойми. Крім того, вказані види виконують важливу біомеліоративну функцію — сприяють зниженню евтрофікації, покращенню гідрохімічного режиму та стабілізації екологічного стану водойм.

У науковій літературі висвітлено два основні способи відтворення рослиноїдних риб — природний та штучний (індукований). Природний нерест у більшості випадків пов'язаний із течійними умовами та підвищенням температури води, проте в умовах ставових господарств він практично не реалізується. Тому пріоритетним методом одержання потомства в умовах контрольованого рибиництва є штучне розведення з використанням гонадотропних ін'єкцій, які стимулюють дозрівання статевих продуктів та

забезпечують синхронізацію нересту. Застосування стимуляторів, інкубаційних апаратів (типу «Вейса» або «Амура»), а також регламентованих технологічних прийомів дає змогу отримувати життєздатну личинку у великих обсягах, незалежно від кліматичних умов. Удосконалення методик штучного розмноження та оптимізація параметрів інкубації ікри є ключовими чинниками підвищення рибопродуктивності ставів і формування якісного рибопосадкового матеріалу.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Місце та об'єкт досліджень

Об'єктом дослідження виступає повносистемне ставове рибницьке господарство (рис. 2.1), яке функціонує на базі навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва Немішаївського фахового коледжу Національного університету біоресурсів і природокористування України. Спеціалізація господарства охоплює вирощування основних представників теплолюбних видів риб, що є традиційними об'єктами аквакультури в умовах помірного клімату.

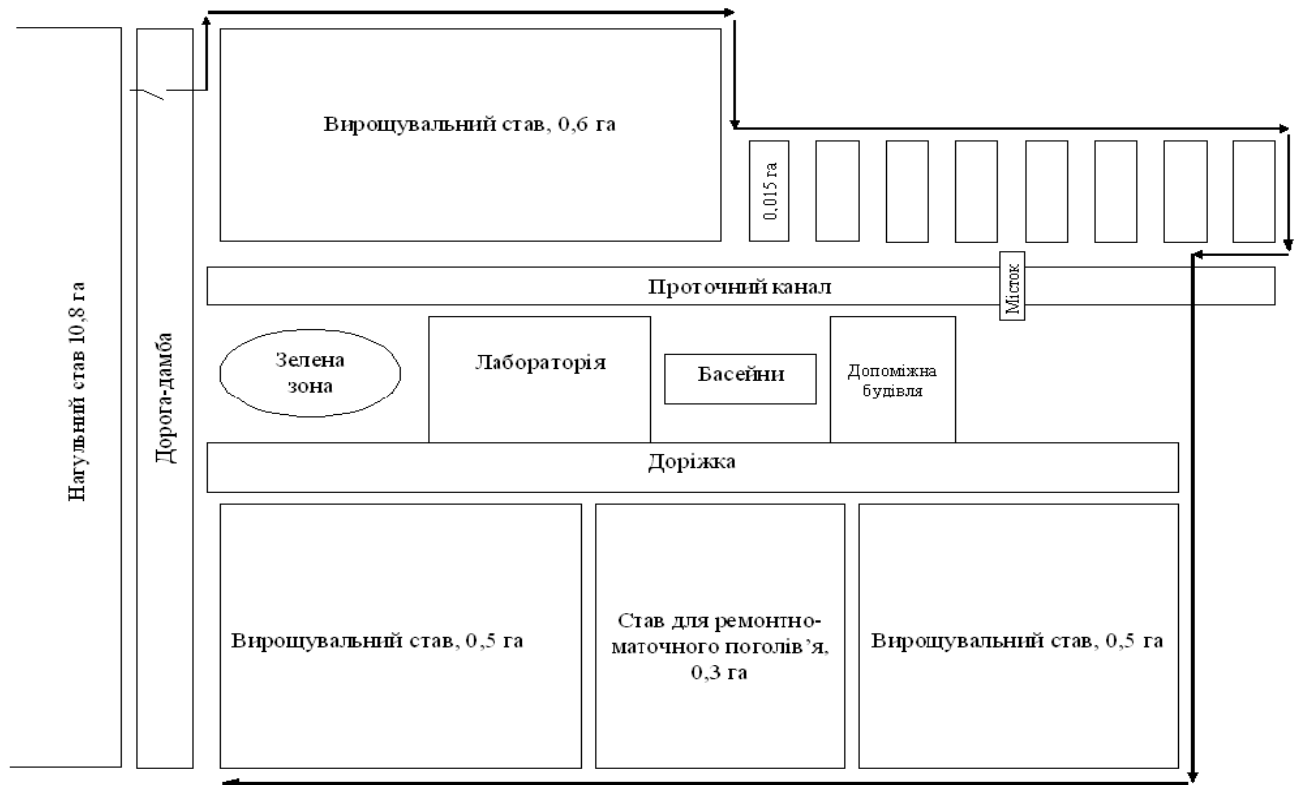


Рис. 2.1. Схема дослідного господарства

Рибогосподарський об'єкт розташований на території Київської області, в межах Поліської фізико-географічної зони, яка характеризується помірно-континентальним кліматом із яскраво вираженою сезонністю. Період із середньодобовими температурами понад $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ триває, як правило, 91–105 діб.

Літній період супроводжується високими температурами — до +35 °С, найчастіше в липні. Середньорічна температура повітря становить близько +7,1 °С. Узимку можливі сильні морози, із мінімальними значеннями до -35 °С у січні та лютому. Через тривалий льодостав існує ризик появи зимових заморів. Річна кількість опадів становить близько 650 мм, що зумовлює достатнє природне зволоження території протягом року [8].

Інфраструктура господарства включає інкубаційний підрозділ, установку замкненого водопостачання (УЗВ), а також систему ставів, кожен із яких має чітке функціональне призначення залежно від етапу вирощування. Характеристики ставового фонду подано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика ставового фонду господарства

Категорія ставу	Площа, га	Глибина, м	Ступінь заростання ВВР, %
Нагульний	10,8	1,7	5
Вирощувальний, №1	0,6	1,5	10
Вирощувальний, №2	0,5	1,5	10
Вирощувальний, №3	0,5	1,5	10
Став для ремонтно- маточного поголів'я	0,3	1,3	7
Нерестові №1-8	0,02*8	1,2	-
Усього	13		

Господарство забезпечене водними ресурсами за рахунок комбінації декількох джерел: поверхнева вода надходить із річки Ірпінь, а додаткове поповнення відбувається за рахунок атмосферних опадів та підземних вод. Глибина водойм варіюється від 0,5 до 1,7 м, тоді як площа — в межах від 0,02 до 10,8 га. Ґрунтові умови представлені переважно чорноземами, подекуди зустрічаються ділянки із піщаними структурами. Під час вегетаційного періоду температурні показники води залишаються в межах, сприятливих для активного росту і розвитку об'єктів культивування.

На базі господарства функціонує лабораторія, що дозволяє здійснювати оперативний моніторинг гідрохімічних показників та санітарно-біологічного стану водного середовища. Також наявне відповідне технологічне обладнання для проведення штучного відтворення рибопосадкового матеріалу.

2.2 Методика виконання роботи

Методичний підхід до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи базувався на комплексному аналізі технологічних процесів штучного відтворення рослиноїдних видів риб в умовах аквакультури. У процесі дослідження використовувались як загальнонаукові, так і спеціалізовані методи, що дозволили забезпечити достовірність отриманих результатів і обґрунтованість зроблених висновків [6, 7, 18].

Основними методами дослідження стали аналітичний, порівняльний, описовий та узагальнюючий. Аналітичний метод передбачав вивчення і систематизацію науково-технічної літератури, нормативно-правових актів, технологічних регламентів та рекомендацій щодо розведення й вирощування білого амура, білого та строкатого товстолобиків. Особливу увагу приділено джерелам, що висвітлюють сучасні методики гормональної стимуляції, проведення контрольного бонітування плідників, технології інкубації ікри, вирощування підрощеної молоді у ставових умовах.

Практичну основу дослідження становили матеріали, отримані в

результаті аналізу технологічних операцій у виробничих умовах суб'єкта аквакультури, де здійснювалось штучне відтворення рослиноїдних риб. Було опрацьовано схеми інкубації, режимні параметри водного середовища (температура, розчинений кисень, амоній, нітрити, рН), показники виживаності ембріонів та личинок, що дозволило оцінити ефективність впроваджених біотехнологій.

Порівняльний аналіз базувався на зіставленні різних технологічних рішень з погляду продуктивності, виживаності потомства, витрат ресурсів та економічної ефективності. Узагальнюючий метод застосовано для формулювання висновків, виявлення закономірностей і визначення ключових факторів успішного розведення об'єктів дослідження.

Уся отримана інформація була критично осмислена, згрупована за тематичними напрямками і адаптована до структури роботи відповідно до стандартів підготовки кваліфікаційних досліджень з рибництва.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Гідрохімічні показники джерела водопостачання дослідного господарства

Стабільність та ефективність функціонування рибогосподарських систем значною мірою залежить від якості водного середовища, яке слугує життєвим простором для гідробіонтів. Гідрохімічні показники води безпосередньо впливають на фізіологічний стан риб, активність їхнього метаболізму, розвиток природної кормової бази та загальну біопродуктивність ставу. Наявність у воді критичних концентрацій певних хімічних елементів може зумовити пригнічення імунної відповіді, зниження ростових показників, порушення процесів нересту або навіть масову загибель рибного поголів'я. Тому моніторинг гідрохімічного складу є ключовим елементом у системі сталого управління рибогосподарським виробництвом [21].

У ході проведення досліджень було здійснено комплексний аналіз гідрохімічного стану води нагульного ставу дослідного господарства у весняний період (табл. 3.1 та 3.2). Отримані дані порівнювались із нормами, наведеними у нормативному документі СОУ 05.01-37-385:2006 «Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми» (зі змінами №1, Київ, 2013).

Згідно з результатами, вміст розчиненого кисню становив 7,6 мг/дм³, що перевищує мінімально допустиму межу (5,0 мг/дм³) і є цілком достатнім для забезпечення нормальних процесів дихання та життєдіяльності риб. Реакція середовища (рН 7,75) свідчить про нейтральний або слаболужний характер води, що також відповідає нормативам (6,5–8,5) і є сприятливим для більшості прісноводних видів риб.

Таблиця 3.1

Гідрохімічний склад води нагульного ставу

Показник	Одиниця виміру	Норматив
Прозорість, м	0,95	0,75-1,0
Водневий показник рН води, одиниць рН	7,75	6,5-8,5
Розчинений кисень O ₂ , мг/дм ³	7,6	Не менше 5,0
Загальна мінералізація, мг/дм ³	399,03	1000
Гідрокарбонати, HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	176,9	300-400 (4,9-6,5)
Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	54,00	50-70 (1,04-1,46)
Хлориди, Cl ⁻ , мг/дм ³	55,03	50-70 (1,48-1,97)
Магній, Mg ²⁺ , мг/дм ³	9,60	30 (не більше 2,5)
Кальцій, Ca ²⁺ , мг/дм ³	64,00	50-70 (2,5-3,5)
Загальна твердість, мг-екв./дм ³	4,0	5-7
Σ K ⁺ , Na ⁺ , мг/дм ³	0,02	50
Загальне залізо, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , мг Fe/ мг/дм ³	0	(не більше 2,0)
Манган, Mn ²⁺ , мг/дм ³	5,00	1,0

Таблиця 3.2

**Концентрація біогенних елементів і сполук в весняний період у воді
нагульного ставу**

Показник	Нагульний став	Рибогосподарські нормативи
Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	0,017	2,0
Нітрити, NO ₂ , мг N/дм ³	0,0013	0,1
Нітрати, NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	1,734	≤ 2,0
Фосфати, PO ₄ ³⁻ мг P/дм ³	0,096	0,5

Значення прозорості становило 0,95 одиниць, що знаходиться в межах норми (0,75–1,0 м). Зниження прозорості води може бути зумовлене зростанням кількості завислих речовин, масового розвитку фітопланктону або накопиченням органічного детриту. У разі інтенсивного «цвітіння» води спостерігається погіршення кисневого режиму, особливо в нічний час, що підвищує ризик виникнення гіпоксії. Для поліпшення прозорості водного середовища доцільно застосовувати біомеліоративні заходи, зокрема контрольоване вселення фільтруючих гідробіонтів, таких як білий товстолобик, проведення профілактичного вапнування водойм, а також використання фітореMediaційних рослин уздовж берегової зони.

Водневий показник (рН) у досліджуваній водоймі становить 7,75, що свідчить про слаболужну реакцію водного середовища — типовий показник для водойм із добре збалансованою буферною системою на основі кальцію. Такий рівень кислотно-лужного балансу є сприятливим для більшості гідробіонтів, зокрема личинок і молоді коропових видів, та не спричиняє у них стресових реакцій. Однак важливо постійно відстежувати динаміку рН, оскільки упродовж сезону, особливо влітку, можливі відхилення у бік кислотності або

лужності, які можуть негативно впливати на осморегуляцію риб.

Концентрація розчиненого кисню у воді на рівні 7,6 мг/дм³ свідчить про високий ступінь оксигенації та створює оптимальні умови для життєдіяльності риб. Такий кисневий режим сприяє активному метаболізму, покращенню апетиту у риб і гальмуванню розвитку анаеробних процесів у донному субстраті. Для збереження стабільного кисневого балансу доцільно впроваджувати заходи з біологічного очищення (наприклад, біоплато), застосовувати аерацію в періоди підвищеного ризику дефіциту кисню та уникати надмірного органічного навантаження на водойму.

Загальна мінералізація (399,03 мг/дм³), гідрокарбонати (176,9 мг/дм³), сульфати (54,00 мг/дм³), хлориди (55,03 мг/дм³), кальцій (64,00 мг/дм³), магній (9,60 мг/дм³), а також сума натрію і калію (0,02 мг/дм³) знаходяться в межах нормативних значень. Проте загальна твердість води становила 4,0 мг–екв./дм³ при нормативі 5–7 мг–екв./дм³, що вказує на помірно м'яку воду. Це може негативно впливати на процеси формування скелета у молоді риб, тому рекомендується часткове збагачення води солями кальцію (наприклад, внесення вапна) у технологічно безпечних дозах.

Особливу увагу слід звернути на показники, які вийшли за межі допустимих концентрацій. Так, вміст мангану (Mn²⁺) становив 5,00 мг/дм³, що в 5 разів перевищує гранично допустиму норму (1,0 мг/дм³). Надмірна концентрація мангану є токсичною для гідробіонтів, спричиняючи пригнічення дихальних процесів, окислювальний стрес, порушення репродуктивної функції та навіть загибель молоді. Джерелом підвищеного мангану можуть бути ґрунтові води, прилеглі ділянки з інтенсивним сільськогосподарським використанням або специфічний мінералогічний склад донних відкладів. У разі підтвердження стабільного перевищення доцільно розглянути заходи із сорбційної фільтрації, аерації або створення буферних зон на вході води в став.

Водночас біогенні елементи у весняний період перебували у допустимих межах: амонійний азот — 0,017 мг N/дм³ (при нормі $\leq 2,0$), нітриди — 0,0013 мг N/дм³ (норма $\leq 0,1$), нітрати — 1,734 мг N/дм³ (норма $\leq 2,0$), фосфати — 0,096 мг

P/дм³ (норма $\leq 0,5$). Це свідчить про задовільний санітарний стан водойми та відсутність процесів надмірного органічного забруднення у весняний період.

Таким чином, більшість гідрохімічних показників водойми відповідають вимогам рибогосподарських нормативів, що створює сприятливі умови для життєдіяльності та розвитку риб. Водночас зафіксовані наднормові концентрації мангану і нітратів становлять потенційну загрозу для ефективності процесів відтворення і росту риб, що вимагає вжиття відповідних коригувальних заходів. Систематичний моніторинг водного середовища має бути інтегрованим елементом управління виробничим процесом у рибному господарстві.

3.2. Технологія та результати отримання потомства рослиноїдних риб в умовах дослідного господарства

Відтворення рослиноїдних риб у 2023 році в рамках практичного циклу, проведеного на базі навчально-науково-виробничої лабораторії рибництва Немішайвського фахового коледжу НУБіП України, здійснювалося із дотриманням чинних методичних рекомендацій щодо гормональної стимуляції плідників, техніки осіменіння та забезпечення максимальної виживаності гамет [2].

Основним об'єктом відтворювальних робіт були білий амур (*Stenopharyngodon idella*), білий товстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) і строкатий товстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*).

Перед початком репродуктивних заходів було проведено бонітування риб — оцінку їхньої біологічної кондиції, ступеня статевої зрілості та відповідності технологічним критеріям. Сортування проводилося за видовою належністю, статтю та станом статевих продуктів. У самців звертали увагу на наявність шлюбного вбрання — потовщення грудних плавців, поява шипиків або горбочків на шкірі. Додатково проводився тест на виділення сперми при легкому натисканні на черевце. Самці, які відповідали вимогам (тобто мали

активні спермії), були включені до основної групи плідників; решту залишали в резерві або скеровували на відгодівлю.

Самок поділяли на три категорії: повністю зрілі (з м'яким черевцем, припухлою клоакою та вираженим судинним малюнком), недостатньо дозрілі та непридатні до стимуляції. Останні залишали у маточниках для можливого використання в наступних сезонах. Зрілих самок разом з активними самцями одразу транспортували в інкубаційне приміщення для подальших маніпуляцій.

Оптимальною температурою для початку відтворення було визначено 20 °С, що утримувалася протягом трьох діб поспіль. Такий температурний режим забезпечував достатній рівень накопичення градусо-діб (від 2500 до 2800 для рослиноїдних риб), необхідних для нормального розвитку гонад та отримання життєздатних гамет.

Стимуляцію овуляції самок проводили шляхом двоетапного ін'єктування гонадотропною речовиною на основі гіпофіза коропа, використовуючи метод фракційного введення препарату. Попередня доза становила 1/10 від повної — 0,45 мг/кг для білого амура та 0,5 мг/кг живої маси для обох видів товстолоба — і вводилась за 12–14 годин до вирішальної. Основна (вирішальна) доза для самок білого амура становила 4,5 мг/кг, а для білого товстолобика — 5,0 мг/кг. Самцям вводили одноразову ін'єкцію в дозі 2,5 мг/кг для білого амура та 3,0 мг/кг товстолобів, при цьому поділяючи їх на дві групи: одна ін'єктувалась одночасно з попередньою дозою самок, інша — з вирішальною. Це забезпечувало наявність сперми в критичні моменти — до та після овуляції.

Особливу обережність дотримувались під час роботи з білим товстолобиком, який є дуже чутливим до зовнішніх подразників і часто гине внаслідок стресових впливів, зокрема при грубих ін'єкціях або різкій зміні умов. Контроль ступеня дозрівання самок здійснювався візуально та тактильно за 1–2 години до очікуваного часу овуляції. Першим сигналом була наявність ікри у басейнах де перетримувались плідники. Ознаками готовності були легке витікання ікри, її прозорість, відсутність зайвої оваріальної рідини. Перезріла ікра мала каламутний колір і надлишок секрету, що негативно впливало на її

запліднюваність.

Отримання статевих продуктів проводилося у захищених від прямих сонячних променів приміщеннях, що дозволило зберегти оптимальні умови для роботи з ікрою. Відціджування ікри здійснювалося методом ручного пресування в сухі посудини (тази та миски), причому особливу увагу приділяли тому, щоб ікра стікала повільно по стінках тари, а не падала сильним струменем. Це важливо для збереження цілісності ікринок. Від кожної самки ікру збирали в окрему ємність, що дозволяло вести облік та оцінювати якість ікри індивідуально. Статева продукція визначалася як зріла, якщо ікра вільно витікала з генітального отвору, мала незначну кількість оваріальної рідини та характерний блиск. При ознаках перезрівання (велику кількість рідини, каламутний відтінок) така ікра до роботи не допускалася.

Слід враховувати, що біологічне «вікно» для отримання якісної ікри після овуляції становить не більше 30 хвилин, тому затримки на цьому етапі могли критично вплинути на результат.

Сперма у самців рослиноїдних риб дозрівала порційно, що дозволяло повторно використовувати їх для осіменіння протягом однієї кампанії (до 2–3 разів). Перед відбором черевце риби ретельно висушували, щоб запобігти активації сперматозоїдів через контакт з водою. Ємності для збирання еякуляту мали бути абсолютно сухими, оскільки навіть незначна кількість вологи могла знизити життєздатність сперматозоїдів. Також суворо контролювали, щоб до еякуляту не потрапляли сторонні домішки — слиз, кров, фекалії або луска, що негативно впливає на якість сперми.

Наступним етапом була обробка ікри для знеклеювання. Хоча ікра рослиноїдних є пелагічною та не володіє клейкістю. До суміші додавали невелику кількість води, достатню для покриття ікри, і проводили обережне перемішування. Після цього воду зливали разом із виділеним слизом і додавали нову порцію. Цей цикл повторювали 3–4 рази з інтервалом 1–2 хвилини. Тривалість всієї процедури становила близько 20 хвилин. Внаслідок багаторазового промивання ікра очищала від зовнішнього клейкого шару та

набухала, що забезпечувало умови для рівномірної інкубації.

Після запліднення ікра була направлена до інкубаційних апаратів типу «Амур», які забезпечують стабільні умови перебігу ембріогенезу. Завантаження здійснювали у нормі 1,3 кг ікри на кожен апарат. Під час інкубаційного періоду постійно здійснювався моніторинг стану водного середовища та ембріонального матеріалу. Регулярно відбувалося видалення загиблої ікри з поверхні сифонами, що дозволяло запобігти розвитку гнильних процесів і вторинному мікробному забрудненню.

Тривалість ембріонального розвитку залежала від температури води і становила в середньому 24–30 годин за температури 24–27°C. В умовах стабільного водного режиму масовий викльов личинок розпочинався через 1–3 години після завершення розвитку зародків. Після виходу з оболонок личинки ще до 3 діб утримувалися у тих самих апаратах у стані ембріональної витримки, що дозволяло оцінити їхню життєздатність і підготувати до перенесення у відкриту систему. Детальні кількісні дані наведено у таблиці 3.3.

На завершальному етапі личинку було переміщено до нерестових ставів для подальшого підрощування в умовах контрольованого середовища. Це дало змогу не лише зберегти більшу частину потомства, а й забезпечити належні умови стартового росту, що є критичним у формуванні здорового рибопосадкового матеріалу.

Таблиця 3.3

Результати нерестової кампанії рослиноїдних риб у 2023 році

Вид риби	Тури інкубації	Інкуб. апарати	Самки		Самці		Витрати гіпофізу		Одержано личинок,	
			кількість, екз	середня маса, кг	кількість, екз	середня маса, кг	на самок, мг	на самців, мг	всього, млн. екз.	тис. екз від 1 самки
Білий амур	I	Амур	5	6	4	5	125	52	3,1	620
Гібрид товстолоба	II	Амур	6	7,5	5	5	239	80	3,7	616

Таким чином, проведене нами відтворення рослиноїдних риб у межах лабораторії підтвердило, що за дотримання технологічної дисципліни та належної організації процесу можливо досягти високих результатів у отриманні повноцінного потомства. Отримані ембріони відзначалися високою виживаністю, а методика “сухого” осіменіння та інкубація за заводського типу в апаратах типу «Амур» показали високу технологічну надійність у лабораторних умовах.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОТРИМАННЯ ПОТОМСТВА У ДОСЛІДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Поряд із біологічними результатами, надзвичайно важливим критерієм оцінки відтворювальних технологій у рибництві є їх економічна доцільність. У межах проведеної роботи було здійснено розрахунок показників економічної ефективності отримання потомства рослиноїдних риб у навчально-науково-виробничій лабораторії рибництва Немішаївського фахового коледжу НУБіП України у 2023 році. Результати подані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Показники економічної ефективності отримання потомства у дослідному господарстві

Показник	Значення
Витрати на гіпофіз коропа, грн	4 960
Витрати на заробітню плату працівникам, грн	15 500
Витрати на електроенергію, грн	242
Загальні витрати, грн	20 702
Валовий дохід від реалізації личинки, грн	247 200
Чистий прибуток, грн	226 498
Рівень рентабельності, %	1094,3

Загальна кількість отриманої личинки рослиноїдних риб у 2023 році, згідно таблиці 3.3, становила 1 236 000 екз. Ринкова ціна реалізації 10 тисяч екземпляр личинки складала 2000 гривень, що відповідає вартості однієї личинки на рівні 0,20 грн. Таким чином, валовий дохід за продаж личинки білого амура склав 124 000 грн за 620 тис. екз. та 123 200 грн за 616 тис. екз. за личинку гібрида товстолобиків. Сумарний дохід за результатами інкубаційних кампаній становив 247 200 грн.

У процесі стимуляції дозрівання плідників використовувалися гіпофізи коропа, загальна витрата яких становила 496 мг, тобто 0,496 г. За ринковою ціною 10 000 грн за грам, витрати на гонадотропний матеріал склали 4 960 грн. Ще однією статтею витрат була оплата праці персоналу. Протягом двотижневої інкубаційної кампанії до робіт залучалися один рибовод із місячною заробітною платою 15 000 грн та двоє рибалок із оплатою по 8 000 грн на місяць кожен. За півмісяця ці витрати склали відповідно 7 500 грн та 8 000 грн, а в сумі — 15 500 грн.

Витрати на електроенергію були мінімальними, оскільки освітлення в інкубаційному приміщенні здійснювалось виключно в темний час доби в червні. Середня тривалість нічного періоду становила близько 8 годин на добу, тобто за 14 діб роботи — 112 годин. З урахуванням середньої потужності освітлення 0,5 кВт і тарифу на електроенергію 4,32 грн/кВт·год, загальні витрати на освітлення склали орієнтовно 242 грн.

Таким чином, загальна сума витрат на отримання потомства склала 20 702 грн, з яких 4 960 грн — на гіпофізи, 15 500 грн — на заробітну плату працівників та 242 грн — на електроенергію. При загальному доході у 247 200 грн чистий прибуток склав 226 498 грн.

Ключовим показником оцінки ефективності є рівень рентабельності, який розраховується як відношення прибутку до витрат, виражене у відсотках. У нашому випадку рентабельність склала 1094,3 %, що свідчить про надзвичайно високу економічну ефективність застосованої технології отримання потомства за заводського методу в лабораторних умовах.

Таким чином, проведені виробничі заходи підтвердили не лише біологічну доцільність використання класичної схеми заводського методу отримання потомства рослиноїдних риб, але й високу прибутковість даного підходу в умовах навчально-дослідного господарства.

ВИСНОВКИ

1. Рослиноїдні види риб — білий амур, білий і строкатий товстолобики — відіграють надзвичайно важливу роль в сучасній аквакультурі, поєднуючи високу продуктивність, економічну доцільність та екологічну цінність. Завдяки особливостям живлення, ці види ефективно використовують природні корми, знижують рівень евтрофікації та виконують функції біомеліораторів, що є актуальним для збереження якості водного середовища.
2. Порівняння двох основних методів отримання потомства — природного і заводського — засвідчило, що саме заводський (штучний) метод є значно надійнішим та ефективнішим в умовах контрольованого господарства. Він дозволяє точно регулювати терміни, обсяг і якість отриманої ікри та личинок. Застосування гонадотропних ін'єкцій, контрольованих температурних і гідрохімічних параметрів, а також відповідне обладнання дозволяють досягти високої заплідненості і виживання потомства.
3. У ході дослідження було встановлено, що водопостачання господарства характеризується стабільними гідрохімічними показниками. Вміст кисню, жорсткість, температура та рН води відповідали нормативним межах, що є критично важливим для повноцінного ембріогенезу і нормального розвитку личинок. Проте, було виявлено надмірний вміст марганцю у воді, що становив $5,00 \text{ мг/дм}^3$ при допустимому рівні до $1,0 \text{ мг/дм}^3$ і потенційно може становити загрозу для життєдіяльності риб, особливо у зимовий період. Було запропоновано ряд заходів для покращення даної ситуації.
4. У 2023 році на базі навчально-дослідного господарства було успішно реалізовано повний цикл отримання потомства рослиноїдних риб. Загальна кількість отриманої життєздатної личинки склала 620 тис. шт. білого амура та 616 тис. шт. гібрида товстолобиків. Інкубація проводилась у апаратах типу «Амур», а отримані ембріони

витримувалися до стадії вільної личинки, після чого їх було переселено у нерестові ставки для подальшого підрощування. Дотримання технологічних режимів дозволило досягти високих результатів як за кількістю, так і якістю потомства.

5. Економічний аналіз засвідчив високу рентабельність технологічного процесу. При загальних витратах у розмірі 20 702 грн та загальному доході понад 247 тис. грн, рівень прибутковості перевищив 1090 %. Отримані дані свідчать про економічну доцільність запровадження та вдосконалення подібних схем штучного відтворення в малих і середніх рибогосподарських підприємствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Актуальні проблеми сучасної системи селекційно-плеємінної справи в аквакультури України / Грициняк І. І. та ін. // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : V Міжнар. наук.-практ. конф., 8-9 лист. 2023 р., Київ, Україна : матер. Київ, 2023. С. 149—152.
2. Андрющенко А. І., Алимов С. І. Ставове рибництво. Київ : Видавничий центр НАУ, 2008. С. 636.
3. Андрющенко А.І. Аквакультура штучних водойм. Частина І. Ставова аквакультура. Підручник. К. – «Мастер Принт». – 2015. – 648 с.
4. Базалій В.В. Генетика риб. / В.В. Базалій, В.В. Бех, В.Ю. Пилипенко, Лісний В.А. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2022. – 306 с.
5. Біологічні основи рибного господарства: навчальний посібник /Н.Є. Гриневич, А.М. Трофимчук, М.М. Світельський, А.О. Слюсаренко, О.А. Хом'як, Н.М. Присяжнюк, В.С. Жарчинська, Ю.В. Осадча, О.В. Ішук. Біла Церква, 2023. 151 с.
6. Біологія і промисел далекосхідних рослиноїдних риб великих водосховищ України : монографія / І. Ю. Бузевич, Г. О. Котовська, Н. Я. Рудик-Леуська, Д. С. Христенко. - К. : Фітосоціоцентр, 2012. - 125 с.
7. Боярин М. В. Основи гідроекології: теорія й практика [Текст] : навч. посіб. / М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2016. – 365 с.
8. В. М. Гудима, Л. В. Кабан, Т. В. Чапаєва, Н. В. Якименко. Київська область (http://esu.com.ua/search_articles.php?id=11238) Архівовано (https://web.archive.org/web/20160818094219/http://esu.com.ua/search_articles.php?id=11238) 18 Серпня 2016 у Wayback Machine. // Енциклопедія сучасної України : у 30 т. / ред. кол. І. М. Дзюба [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001–2020. — ISBN 944-02-3354-X.

9. Вдовенко Н.М. Економіка рибогосподарських підприємств: [підручник]. К.: Видавничий дім «Кондор», 2017. 212 с.
10. Гончарова О.В., Бех В.В., Гламузіна Б. Фізіолого-біохімічні аспекти організму коропових за умов підвищення їх життєздатності при зарибленні водойм. Тваринництво та технології харчових продуктів, Том 14, № 2, 2023., с. 28-43.
11. Енергетична цінність м'яса риб, вирощених у полікультурі / Й. Є. Янінович, Г. В. Качай, Т. М. Швець // Рибогосподарська наука України. - 2011. - № 2. - С. 122-126.
12. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. / [Р. В. Кононенко, П. Г. Шевченко, В. М. Кондратюк, І. С. Кононенко]. – К. : «Центр учбової літератури», 2016. – 410 с.
13. Іхтіопатологія : підручник / Вовк Н.І., Божик В.Й., Кононенко Р.В. – Київ: «ЦП КОМПРИНТ». 2023. 480 с.
14. Коваленко В.О. Аквакультура природних водойм: навчальний посібник / В.О. Коваленко, В.М. Шумова. – К., 2017. – 342 с.
15. Коробко С. О., Леуський М. В. Нерестова кампанія рослиноїдних видів риб на базі рибничого господарства ПрАТ «Хмельницькрибгосп» // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : VI Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 9-10 жовтня 2024 р. : збірник матеріалів. Київ : ПРО ФОРМАТ, 2024 р. – 157-159 с.
16. СОУ 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Зміна № 1. Київ : Міністерство аграрної політики та продовольства. України, 2013. 21 с.
17. Шевченко В.Ю. Аквакультура перспективних об'єктів: навчальний посібник / В.Ю. Шевченко – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. – 402 с.
18. Шевченко П. Г., Пилипенко Ю. В., Рудик-Леуська Н. Я., Халтурин М. Б., Макаренко А. А., Климковецький А. А. Методи досліджень в іхтіології: Навчальний посібник. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 666 с.

19. Шевченко П.Г., Пилипенко Ю.В., Рудик-Леуська Н.Я., Халтурин М.Б., Макаренко А.А., Климковецький А.А., Чередніченко І.С. Практикум з іхтіології (загальної і спеціальної). [навчальний посібник]. – Херсон : Олді-Плюс, 2022. – 583.
20. Шевченко П.Г., Пилипенко Ю.В., Рудик-Леуська Н.Я., Халтурин М.Б., Макаренко А.А., Климковецький А.А., Чередніченко І.С. Іхтіологія (загальна і спеціальна). У двох томах: Підручник. Т. II .Іхтіологія (спеціальна). – Херсон: Олді-Плюс, 2022. – 921 с.
21. Boyd CE, McNevin AA. Chemical in aquaculture. In: Aquaculture, Resource Use, and the Environment. 1st ed. John Wiley & Sons, Inc.; 2015 – 353 p.
22. Cohen K. E., Hernandez L. P. The complex trophic anatomy of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, highlighting a novel type of epibranchial organ. *Journal of Morphology*. 2018. Vol. 279, no. 11. P. 1615–1628. URL: <https://doi.org/10.1002/jmor.20891> (date of access: 03.03.2025).
23. *Ctenopharyngodon idellus*. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_grass_carp.htm (date of access: 01.03.2025).
24. FAO - *Hypophthalmichthys molitrix*. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_silver_carp.htm (date of access: 01.03.2025).
25. Improvement and application of genetic resources of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) / Y. Wang et al. *Reproduction and Breeding*. 2024. Vol. 4, no. 3. P. 126–133. URL: <https://doi.org/10.1016/j.repbre.2024.04.003> (date of access: 03.03.2025).
26. Jeney Z., Bekh V. 2020. Technical Manual on Broodstock Management of Common Carp and Chinese Herbivorous Fish. Fisheries and Aquaculture Circular No.1188. Ankara. FAO – 68 p.

27. Jones, L.A., Mandrak, N.E., and Cudmore, B. 2017. Updated (2003–2015) Biological Synopsis of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/102. iv + 63 p.
28. Kolar CS, Chapman DC, Courtenay WR Jr., Housel CM, Williams JD, Jennings DP. 2005. Asian Carps of the Genus *Hypophthalmichthys* (*Pisces, Cyprinidae*) – A Biological Synopsis and Environmental Risk Assessment. Report to U.S. Fish and Wildlife Service Agreement 94400-3-0128. 183 p.
29. Makarenko A. A., Shevchenko P. G., Kononenko I. S., Kondratyuk V. M., Khrystenko D. S., Grubinko V. V. Heavy Metals in Organs and Tissues of Silver X Bigheads Carp Hybrid as Indices of Anthropogenic Pressure in Areas with a High Level of Urbanization. *International Letters of Natural Sciences*. 2021. Vol. 83. P. 55–68.
30. Makarenko, A., Mushtruk, M., Rudyk-Leuska, N., Kononenko, I., Shevchenko, P., Khyzhniak, M., Martseniuk, N., Glebova, J., Bazaeva, A., & Khalturin, M.. The study of the variability of morphobiological indicators of different size and weight groups of hybrid silver carp (*Hypophthalmichthys spp.*) as a promising direction of development of the fish processing industry. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15. P. 181–191.
31. Makarenko, A., Mushtruk, M., Rudyk-Leuska, N., Kononenko R., Shevchenko, P., Khyzhniak, M., Martseniuk, V., Kotovska, G., Klymkovetskyi A., & Glebova, J. Investigation of internal organs and additive tissue of hybrid hypophthalmichthys (*Hypophthalmichthys spp.*) as a promising raw material for the production of dietary nutritional products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 411–430.
32. Yingming Zhao, Liang Zhang, Chunfang Wang, Congxin Xie, Biology and Ecology of Grass Carp in China: A Review and Synthesis, *North American Journal of Fisheries Management*, Volume 40, Issue 6, December 2020, Pages 1379–1399.