

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-156М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Інтенсивні технології в аквакультурі»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Водні біоресурси та аквакультура»
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
НП агроекології та землеустрою
Протокол № 10 від 21 січня 2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «**Інтенсивні технології в аквакультури**» здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси та аквакультура» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Кононцев С. В. – Рівне: НУВГП, 2025. – 28 с.

Укладач: Кононцев С. В. – доктор технічних наук, професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т. В., кандидат ветеринарних наук, доцентка, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси та аквакультура»

Петрук А. М.

© С. В. Кононцев, 2025

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2025

Зміст

Передмова	3
1. Технологія вирощування продукції аквакультури у садкових господарствах	4
2. Технологія вирощування продукції аквакультури у басейнових господарствах	6
3. Технології водопідготовки у басейнових господарствах	8
4. Методи очищення забрудненої у рибницьких басейнах води	10
5. Оцінювання ризиків інноваційної діяльності в аквакультурі	11
6. Інтенсивні технології вирощування лососевих	14
7. Інтенсивні технології вирощування осетрових	16
8. Інтенсивні технології вирощування сомових	18
9. Інтенсивні технології вирощування окунеподібних	20
10. Інтенсивні технології вирощування вищих ракоподібних	22
11. Інтенсивні технології вирощування об'єктів декоративної аквакультури та спа-послуг	24
12. Краш-тест інноваційного проекту в інтенсивній аквакультурі	26
Рекомендована література	28

Передмова

Навчальна дисципліна «Інтенсивні технології в аквакультурі» передбачає засвоєння студентами знань про технологічне оснащення сучасної індустріальної аквакультури та технології вирощування найбільш популярних в Україні видів промислових риб. Мета навчальної дисципліни «Інтенсивні технології в аквакультурі» – засвоєння студентами необхідного мінімуму знань про теоретичні основи культивування основних об'єктів аквакультури за інтенсивних технологій; принципи функціонування рибницьких господарств з оборотним водопостачанням; призначення та конструкції технологічного оснащення аквакультури.

Практична робота № 1.

Технологія вирощування продукції аквакультури у садкових господарствах.

Мета: отримати навички з проектування садкових ліній для вирощування об'єктів аквакультури.

Теоретична частина.

Садкова аквакультура є галуззю, що поширена в усьому світі та продовжує динамічно розвиватися й нарощувати обсяги виробництва. Садок являє собою відокремлений простір у водному середовищі, призначений для вирощування водних організмів. Водообмін відбувається завдяки наявній течії, хвилям на поверхні та руху руб у садку. Таким чином, вирощування продукції аквакультури відбувається у водному середовищі, що безпосередньо контактує з природою та залежить від більшості природних чинників. З цим пов'язані основні проблемні аспекти та недоліки садкової аквакультури. Проте, перевагами садкових господарств є можливість підтримувати належні параметри водного середовища за рахунок водообміну та відсутність потреби у очищенні води, від продуктів метаболізму риб.

Сучасні садки використовуються по всьому світу, будь то в морях, озерах чи великих річках. Цей метод вирощування риби використовується вже багато століть і на сьогоdnішній день є основним у таких країнах, як Китай, Канада, Чилі, Японія, Норвегія та Шотландія.

Садки мають різні конструкції та розміри, адаптовані до різних умов середовища. Головні відмінності полягають у їхній конструкції та стійкості до хвиль і течій. Існують різні підходи до їх проектування та класифікації, враховуючи різні умови середовища. За розташуванням садки поділяють на плаваючі та занурені (або підводні). Відповідно, за типом сітки, з якої складається садок – відкрита сітка або закритий сітчастий/гратчастий об'єм. Окрім того, що садок має забезпечити належні умови для вирощування об'єктів аквакультури, його конструкція має також забезпечувати

стійкість до природних чинників, пов'язаних з розташуванням на відкритому просторі (пориви вітру, хвилі, течії, сонячне світло і т.п.). Тому сучасні садки являють собою доволі складну конструкцію, які відповідає вимогам сучасних технологій аквакультури відкритих водойм. Найбільш складними конструкціями характеризуються занурені садки, які являють собою сферичні конструкції, та потребують застосування спеціалізованого устаткування для здійснення основних виробничих процесів.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з основними типами та конструкціями садків. Вивчають конструктивні відмінності залежно від розташування садків (теплові об'єкти, водосховища, акваторії морів, відкритий океан).
2. Вивчають призначення основних конструктивних елементів садків: елементи для забезпечення плавучості, засоби для закріплення садків, засоби для захисту від рибоїдних птахів.
3. Здійснюють розрахунок площі садкового господарства та підбір садків з наступним визначенням необхідної їх кількості. Розрахунок плавучих відкритих садків здійснюється виходячи з нормативної щільності посадки об'єктів аквакультури на одиницю площі садка. Залежно від вимог об'єктів аквакультури здійснюють підбір оптимального типу садків та визначають їх необхідну кількість виходячи з визначеної площі для вирощування. Підбір занурених садків для вирощування об'єктів марикультури здійснюється аналогічним чином, але виходячи з нормативної щільності посадки на одиницю об'єму даної споруди.
4. Здійснюють порівняння різних типів садків, призначених для розміщення у різних умовах та формулюють висновки щодо основних відмінностей у конструкціях таких садків.

Практична робота № 2.

Технологія вирощування продукції аквакультури у басейнових господарствах.

Мета: отримати навички з розрахунку басейнових господарств для вирощування об'єктів аквакультури.

Теоретична частина.

Сучасні басейнові господарства аквакультури класифікують за декількома ознаками, пов'язаними з схемою водозабезпечення (проточні, рециркуляційні, напівпроточні), температурним режимом (з регульованим або нерегульованим температурним режимом), формою (круглі, прямокутні, видовженої прямокутної форми, комбіновані). Широкий діапазон матеріалів, які використовуються для виготовлення рибницьких басейнів, пов'язаний із лінійними розмірами споруд, умовами їх розташування та економічними чинниками.

Більшість проточних басейнових господарств розташовуються на відкритому повітрі та не включають блок терморегуляції. Відповідно, такі басейни виготовляють з бетону, вкритого захисним покриттям, або з полімерних матеріалів (плівок), якими встеляють чашу басейну. Розташування на відкритому повітрі передбачає розміщення басейнів у котловані. Водночас, порівняно компактні басейни виготовлені з пластику, або басейни каркасного типу можуть розташовуватись на поверхні землі. Для басейнових господарств з регульованим температурним режимом з метою зниження тепловтрат більш доцільним є розміщення басейнів на підлозі утепленого приміщення, що, у свою чергу, зумовлює переважання басейнів круглої форми, виготовлених з пластику.

Розрахунок необхідного об'єму басейнів здійснюється на основі нормативної щільності посадки риб. Форма та розміри підбираються відповідно до рекомендованих для кожного окремого об'єкта аквакультури на кожному окремому етапі вирощування. Враховуючи суттєві відмінності у вимогах більшості видів риб на ранніх та пізніх етапах вирощування, басейнові господарства включають декілька груп басейнів кожна

з яких адаптована саме до окремих розмірно-вагових характеристик. Кожна група розташовується відокремлено та характеризується однаковими умовами водообміну для кожного басейну. Проточний режим басейнів забезпечується за рахунок примусового водообміну. Водообмін визначається виходячи з технологічних схем вирощування або на основі рекомендацій для кожної розмірно вагової групи окремо.

Хід роботи.

1. Досліджують відмінності організації виробничих процесів при розташуванні басейнів на відкритому повітрі та у приміщенні. Ознайомлюються із найбільш поширеними матеріалами для виготовлення басейнів та економічно обґрунтованими формами.
2. Вивчають порядок розрахунку необхідного об'єму басейнів для вирощування риб та принципи підбору басейнів для забезпечення оптимальних умов вирощування на кожному технологічному етапі.
3. Ознайомлюються із системами трубопроводів та лотків для забезпечення водообміну, особливостями їх розташування та способами забезпечення належного гідравлічного режиму.
4. Здійснюють порівняння басейнових господарств, розміщених на відкритому повітрі з комплексами у виробничих приміщеннях за наступними характеристиками: матеріали, форми та лінійні розміри басейнів; особливості водозабезпечення та температурного режиму; ефективність вирощування у різних кліматичних умовах; можливості щодо вирощування різних об'єктів декоративної аквакультури.

Для порівняльної характеристики обирають два типи басейнів – з поліпропілену та бетону. Проводять порівняльну характеристику двох груп басейнів за визначеними параметрами у формі представленої нижче таблиці. Для заповнення таблиці використовують п'ятибальну шкалу (від 1(найгірше) до 5 (найкраще)) або короткі тези («легко», «проблемно», «неможливо», «висока», «низька» та ін.)

Таблиця 1. Порівняльна характеристика басейнів з різних матеріалів

Показник	Бетонні басейни	Склопластикові басейни	Поліпропіленові басейни
Матеріалоемкість			
Довговічність			
Особливості встановлення			
Простота монтажу/демонтажу			
Сейсмостійкість			
Теплопровідні властивості			
Лінійні розміри та форми			
Гладкість стінок			
Під'єднання комунікації			
Специфічні особливості			

На основі порівняльної характеристики роблять висновки про особливості експлуатації та доцільність влаштування в різних умовах.

Практична робота № 3.

Технології водопідготовки у басейнових господарствах.

Мета: отримати навички з підбору споруд попереднього очищення води при використанні підземних та поверхневих джерел в інтенсивних рибницьких господарствах.

Теоретична частина.

На відміну від садкових господарств, при використанні басейнів для вирощування продукції аквакультури водообмін забезпечується примусово, шляхом подачі у кожен ємкість

визначеної витати води. В окремих випадках виникає необхідність корекції окремих показників підживлювальної води для створення найкращих умов культивування продукції аквакультури. Особливо актуальними ці процеси є для РАС, де основний обсяг води використовується повторно після процесів очищення.

Характерною особливістю підземних вод є відсутність в них розчиненого кисню. Досить часто вони містять надлишок сполук феруму, кальцію та магнію. Після проведення аналізу якості води за даними показниками та порівняння вимог об'єктів аквакультури щодо таких параметрів у господарстві проектують необхідні споруди з водопідготовки. Наприклад, у разі використання води для потреб аквакультури, надлишкові концентрації сполук заліза можна знизити шляхом використання методів спрощеної аерації, де одночасно забезпечується віддувка вуглекислоти та насичення води киснем. Пом'якшення води може бути забезпечене реагентним методом або шляхом використання мембранних технологій залежно від наявності інших домішок.

Процеси підготовки води з поверхневого джерела, як правило, включають знезараження, механічне очищення від завислих домішок. У зв'язку із значними сезонними коливаннями температури поверхневих вод актуальним для РАС виявляється також і забезпечення підігріву такої води у зимовий період.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з умовами відбору та характеристиками підживлювальної води з підземних та поверхневих джерел. Визначають показники, які становлять потенційну небезпеку для рибницького господарства, або ті, що потребують корекції.
2. Вивчають конструкції типових споруд водопідготовки, їх призначення та особливості процесів. Проводять аналіз змін у якості води, взаємного впливу окремих процесів водопідготовки та ознайомлюються з рекомендаціями щодо послідовності застосування різних методів.

3. Досліджують технічні характеристики типових споруд для знезалізнення, знезараження води, пом'якшення та дегазації. Ознайомлюються з рекомендаціями щодо підбору споруд залежно від обсягів водоспоживання та значень показників.
4. Розробляють схеми водопідготовки басейнового господарства із замкнутим циклом водозабезпечення при заборі води з поверхневого та підземного джерела водопостачання.
5. Здійснюють порівняльний аналіз ефективності та економічної доцільності при використанні альтернативних методів (реагентний та безреагентний, фізико-хімічний та механічний).

Практична робота № 4.

Методи очищення забрудненої у рибницьких басейнах води.

Мета: отримати навички з проектування споруд механічного та біологічного очищення оборотної води рибницьких господарств з оборотним водопостачанням.

Теоретична частина.

Перед повторним використанням вода рибницьких господарств, що працюють за принципом РАС, має бути очищена до параметрів, що відповідають вимогам об'єктів аквакультури. На практиці це означає, що відведена із басейнів воду, яка забруднена продуктами метаболізму риб та частково залишками кормів, необхідно очистити до тих кондицій якості, з якими вона була подана у басейн до того. Оскільки забезпечити повне видалення та трансформацію усіх забруднень є вкрай складно та дорого, частина забрудненої води виводиться за межі контуру у вигляді концентрованої забрудненої суміші, та поповнюється пропорційної кількістю свіжої води з природного джерела водопостачання.

Найбільшу увагу у рециркуляційній системі приділяють сполукам нітрогену (нітратам та аміаку), оскільки саме ці метаболіти гідробіонтів характеризуються гострою токсичністю. Також у процесі вирощування об'єктів аквакультури у воду надходять нерозчинені домішки, представлені переважно

фекаліями і слизом, що у процесі розкладу створюють додаткове органічне навантаження на замкнутий контур. Таким чином, за фазово-дисперсним станом розрізняють забруднення у розчиненому та нерозчиненому (завислому й крупнодисперсному) стані.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з найбільш поширеними методами механічного та біологічного очищення оборотної води рибницьких господарств. Досліджують особливості протікання процесів видалення або трансформації забруднень у спорудах механічного та біологічного очищення.
2. Розраховують потребу у підживлювальній воді та обсяги скиду залежно від номінальної ефективності очищення за тими чи іншими показниками. Порівняння здійснюють на основі таблиці з нормативними значеннями параметрів водного середовища для вирощування риб у басейнових господарствах.
3. Досліджують сучасні інноваційні технології очищення та визначають їх переваги у порівнянні з традиційними.

Практична робота № 5. Оцінювання ризиків інноваційної діяльності в аквакультурі.

Мета: отримати вміння оцінювати ризики та приймати раціональні рішення при здійсненні діяльності у галузі аквакультури.

Теоретична частина.

Основні критичні ризики в аквакультурі пов'язані із повними або частковими втратами продукції внаслідок хвороб, збоїв у роботі технологічного обладнання. Також існують економічні ризики, зумовлені змінами тарифів на енергоресурси, вартістю основної сировини – кормів. Інноваційний процес в аквакультурі супроводжується додатковими ризиками, пов'язаними з відсутністю відпрацьованих технологій

виращування для нових об'єктів, потенційними проблемами виведення нової продукції на ринок. Чітке передбачення можливих ризиків, їх потенційної загрози та пошук шляхів вирішення проблемних аспектів дозволяє суттєво збільшити шанси на успішну реалізацію інноваційного проекту. Перехід до інтенсивних методів аквакультури дозволяє звести до мінімуму ризику, пов'язані з природно-кліматичними чинниками та людським фактором, водночас з'являються ризику, зумовлені можливістю виходу з ладу технологічного оснащення, припинення подачі енергоносіїв. Залежно від форми господарювання, особливостей технології вирощування об'єкта аквакультури та специфіки інноваційного процесу, використовують різні підходи до оцінювання ризиків та шляхів їх мінімізації. Інтенсивні технології аквакультури за рахунок зростання рівня керованості основними процесами та параметрами водного середовища дозволяє суттєво знизити ризику, пов'язані з абіотичними та біотичними чинниками, тому більшу увагу приділяють економічним ризикам і тим, які пов'язані із запровадженням інноваційних технологій в аквакультури.

Хід роботи.

1. Розглядають найбільш критичні ризику для інноваційних проектів в аквакультури, що охоплюють розробку та впровадження новітнього технологічного оснащення, винайдення інноваційної рецептури кормів (за складниками або за технологією виробництва), культивування нового об'єкта аквакультури, впровадження інноваційних методів підготовки підживлювальної води РАС, очищення оборотної води та терморегуляції. Виявлені ризику необхідно розгрупувати відповідно до існуючої класифікації, визначити найбільш небезпечні та спрогнозувати їх імовірність. Розглядають чинники, що потенційно можуть збільшити ймовірність тої чи іншої негативної події та виділити песимістичні й оптимістичні сценарії.
2. Визначають очікуване значення результату, яке розраховується як середньозважене за імовірностями величин

усіх можливих результатів. Як результат звичайно використовують запланований прибуток (дохід) конкретного виду діяльності або можливі втрати.

Приклад. Рибовод аналізує результативність конкретної бізнес-операції за різних сценаріїв розвитку подій на ринку продукції аквакультури. Якщо ситуація на ринку залишиться незмінною, то очікуваний обсяг ринкового попиту на вирощену продукцію аквакультури становитиме 2 т. Якщо ситуація на ринку складеться як сприятлива, то попит складе 2,5 т., а якщо виявиться несприятливою – 1,5 т. Беззбитковість виробництва даної продукції на його підприємстві становить 1,9 т. ймовірності згаданих сценаріїв розвитку подій рибовод оцінив як 0,5; 0,2 і 0,3.

Визначаємо очікуване значення обсягу реалізації як суму добутків ймовірностей на обсяги продукції за різними сценаріями:

$2000 \cdot 0,5 + 2,5000 \cdot 0,2 + 1500 \cdot 0,3 = 1950$ кг, що в принципі достатньо для беззбиткової роботи.

Таблиця 2. Обсяги продукції за різних розвитку подій для варіантів продукції аквакультури

Вид продукції	Прогнозні значення / ймовірність події			Точка беззбитковості
	оптимістичний	песимістичний	незмінний ринок	
Австралійський рак	3,5 / 0,6	1,2 / 0,2	2,3 / 0,2	2,1
Екструдований комбікорм	160 / 0,4	120 / 0,3	143 / 0,3	130
Кларієвий сом	120 / 0,2	60 / 0,6	85 / 0,2	90
Короп	90 / 0,5	65 / 0,25	75 / 0,25	70
Мідії	4,7 / 0,8	2,2 / 0,1	3,4 / 0,1	3,0

Відповідно до отриманого варіанту з табл. 1 визначити очікувані значення обсягів продукції та прийняти рішення про економічну доцільність здійснення виробничої діяльності у запропонованому напрямку.

Практична робота № 6.

Інтенсивні технології вирощування лососевих

Мета: дослідити технології інтенсивного вирощування лососевих, ознайомитись з особливостями культивування та вимогами до параметрів середовища основних видів.

Теоретична частина.

Лососеві мають вагомe значення у світовому рибництві, а обсяги вирощування в аквакультурі лососів та форелі постійно зростають.

Вирощування цих об'єктів аквакультури у басейнах вимагає наявності достатньо потужного джерела якісної води. Більш розвинута садкова аквакультура, де основна частка продукції припадає на атлантичного лосося (*Salmo salar*). Даний вид можна культивувати як у морській, так і у прісній воді. Також вирощують кижуча (*Oncorhynchus kisutch*), чавичу (*Oncorhynchus tshawytscha*), - переважно у США, Канаді та Новій Зеландії; симу (*Oncorhynchus masou*), - в Японії та деяких інших країнах Азії. Лідери за обсягами вирощування лососевих у садках: Норвегія (країна забезпечує понад 50% світового ринку), Чилі (спеціалізується на вирощуванні атлантичного лосося і райдужної форелі), Шотландія (один із найбільших експортерів атлантичного лосося), Канада, Фарерські острови, Австралія та Нова Зеландія (чавича, яка вирощується у холодних водах біля узбережжя), Японія (вирощує симу і райдужну форель для місцевого ринку). На узбережжі застосовують порівняно компактні плавучі садки, перевага надається акваторіям, захищеним від потужних хвиль. Динамічно розвиваються технології вирощування лососевих у занурених садках сферичної форми, які мають порівняно великі розміри. Занурені садки набувають популярності у таких країнах, як Норвегія, Канада та Чилі. Вони особливо перспективні для регіонів із суворими кліматичними умовами та високими вимогами до екологічної стійкості.

Основну масову частку форелевництва складають струмкова та райдужна форель, форель Доналдсона а також

форель камлоопс. Високі темп росту та швидкість дозрівання, характерні для форелі камлоопс, роблять її найбільш привабливим об'єктом для індустріального рибництва. При застосуванні басейнової схеми використовують як круглі, так і видовжені прямокутні басейни глибиною до 1,5 м. При вирощуванні в РАС максимальна щільність посадки досягає 100 кг/м³, при цьому витрати корму зводяться до мінімуму. Також перевагою інтенсивних методів є значна економія земельних площ на вирощування рибницької продукції.

Хід роботи.

1. Досліджують особливості вирощування в аквакультури лососевих, ознайомлюються з рибоводно-біологічними нормативами для культивування технологіями садкової і басейнової аквакультури, РАС. Проводять порівняльний аналіз доцільності вирощування різних видів та породних груп форелі за різними технологіями аквакультури.
2. Вивчають вимоги найбільш популярних видів лососевих до фізико-хімічних параметрів води, гідравлічного режиму та якості кормів. Формують перелік необхідного обладнання для забезпечення таких вимог в садках, проточних басейнах та РАС.
3. Заповнюють таблицю для аналізу особливостей культивування різних видів лососевих в умовах інтенсивної аквакультури.

Порівняльна характеристика інтенсивних технологій вирощування осетрових

Об'єкти	Технологія вирощування	Тривалість виробничого циклу	Лідери за обсягами	Особливості вирощування

Практична робота № 7.

Інтенсивні технології вирощування осетрових.

Мета: дослідити технології інтенсивного вирощування осетрових, ознайомитись з особливостями культивування та вимогами до параметрів середовища основних видів.

Теоретична частина.

Обсяги вирощування осетрових у порівнянні з іншими об'єктами прісноводної аквакультури відносно невеликі. Проте, завдяки високій комерційній цінності м'яса та ікри, таке виробництво характеризується високою рентабельністю. Торгівля продукцією осетрових регулюється CITES (Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої флори і фауни, що перебувають під загрозою) та вимагає оформлення додаткових дозвільних документів.

Залежно від умов застосовують технології вирощування у садках, проточних басейнах а також РАС. Вирощування осетрових у садках є поширеною технологією, яка використовується для вирощування риби в природних або штучних водоймах. Цей метод особливо популярний у регіонах з доступом до чистої водойми, де є сприятливі умови для розвитку риб. Ефективність вирощування осетрових у проточних басейнових господарствах суттєво залежить від кліматичних умов та характеризується порівняно високими обсягами споживання води. Тому більш перспективними вважають РАС, де завдяки найвищому рівню керованості основних параметрів вирощування вдається отримувати максимальні темпи приросту з мінімальними втратами поголів'я. Серед світових лідерів за обсягами вирощування є наступна країни: Китай - найбільший виробник осетрової ікри у світі. Основні види: Бестер (гібрид білуги та стерляді), сибірський осетр, амурський осетр. Іран спеціалізується на високоякісній ікрі, яка експортується до Європи та Азії. Основні види: білуга, російський осетр, севрюга. США – м'ясо та ікра, орієнтовані на внутрішній ринок і експорт. Основні види: білий осетр, сибірський осетр. Європейські країни (Франція, Італія, Німеччина) в основному зосереджені на

осетровій ікрі преміум-класу. Основні види: сибірський осетр, білуга, стерлядь.

Зростання обсягів вирощування осетрових в аквакультурі суттєво обмежене додатковими законодавчими актами, пов'язаними з статусом осетрових. Також дещо більшими є терміни окупності порівняно з іншими об'єктами, оскільки товарну ікру можна отримувати не раніше, ніж через 10 років після запуску ферми.

Хід роботи.

1. Досліджують особливості вирощування в аквакультурі осетрових, ознайомлюються з рибоводно-біологічними нормативами для культивування технологіями садкової і басейнової аквакультури, РАС. Проводять порівняльний аналіз доцільності вирощування різних видів та гібридів осетрів за різними технологіями аквакультури.
2. Вивчають вимоги найбільш популярних видів осетрових до фізико-хімічних параметрів води, гідравлічного режиму та якості кормів. Формують перелік необхідного обладнання для забезпечення таких вимог в садках, проточних басейнах та РАС.
3. Обґрунтовують економічно доцільні технології вирощування сомових в Україні, провести аналіз найбільш перспективних видів.
4. Заповнюють таблицю для аналізу особливостей культивування різних видів осетрових в умовах інтенсивної аквакультури.

Порівняльна характеристика інтенсивних технологій вирощування осетрових

Об'єкти	Технологія вирощування	Тривалість виробничого циклу	Лідери за обсягами	Особливості вирощування

Практична робота № 8.

Інтенсивні технології вирощування сомових.

Мета: дослідити основні інтенсивні технології вирощування сомових, ознайомитись з особливостями культивування та вимогами до параметрів середовища основних видів.

Теоретична частина.

Основною перевагою окремих видів сомових, які вирощують інтенсивними методами у прісноводній аквакультурі, є рекордно швидкі темпи росту. Також для сомових характерні простота у розмноженні, стійкість до хвороб та дефіциту кисню у воді. Ефективно споживають корми як рослинного, так і тваринного походження. Порівняно невибагливі вони також і до основних фізико-хімічних параметрів водного середовища: витримують порівняно високі концентрації сполук нітрогену, добре почувають себе у каламутній, насиченій органічними сполуками воді. Водночас, більшість сомових проявляють достатньо високу чутливість до коливань температури води, тому ефективне вирощування можливе лише в умовах тепловодних господарств. Основними об'єктами є кларієвий або африканський сом (*Clarias gariepinus*), Пангасіус (*Pangasius spp.*), каналний сомик (*Ictalurus punctatus*).

Відповідно, у регіонах із тропічним кліматом для вирощування сомових використовують садкові господарства або відкриті басейнові комплекси. Такі технології поширені у країнах Африки та Південно-Східної Азії. Лідерами за обсягами є В'єтнам Китай США Індія Бангладеш Індонезія Нігерія.

У країнах Європейського Союзу основним об'єктом є кларієвий сом, якого вирощують в РАС. У країнах з субтропічним кліматом достатньо ефективним є комбінування РАС із відкритими басейнами для забезпечення останніх етапів вирощування. Для кліматичних умов України РАС є найбільш раціональною технологією вирощування кларієвого сома, яка дозволяє отримувати продукцію рівномірно протягом усього

року та завдяки високим щільностям посадки забезпечує найвищий показник виробничої потужності на одиницю задіяних виробничих площ.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з досвідом країн Світу по вирощуванню сомових, дослідити еколого-біологічні особливості сомів в аспекті перспективи застосування інтенсивних технологій.
2. Проводять аналіз застосування різних технологій вирощування у окремих регіонах Світу та визначити найбільш популярні для культивування види.
3. Обґрунтовують економічно доцільні технології вирощування сомових в Україні, проводять аналіз найбільш перспективних видів.
4. Заповнюють таблицю для аналізу особливостей культивування різних видів сомів в умовах інтенсивної аквакультури.

Порівняльна характеристика інтенсивних технологій вирощування осетрових

Об'єкти	Технологія вирощування	Тривалість виробничого циклу	Лідери за обсягами	Особливості вирощування

Практична робота № 9.

Інтенсивні технології вирощування окунеподібних.

Мета: дослідити основні інтенсивні технології вирощування окунеподібних, ознайомитись з особливостями культивування та вимогами до параметрів середовища теляпій.

Теоретична частина.

Одними із найбільш перспективних для культивування інтенсивними методами серед представників родини Цихлових є теляпії. Сьогодні теляпії культивують досить широко: у штучних водоймах практично усіх країн Африки, Південно-Східної та Центральної Азії, Латинської Америки та США. Поряд із товстолобиком, теляпії вирощують також у геотермальних водах та у садкових господарствах на базі водойм охолоджувачів. За окремими даними теляпії виходить на друге місце після коропа як об'єкт прісноводного риборозведення. Світовими лідерами з вирощування теляпій є Малазія, Бразилія та Китай. Переважна частина продукції вирощується у відкритих водоймах у садкових господарствах. Досить поширеною також є технологія басейнового вирощування на відкритому просторі та у замкнутих установках. Серед більш ніж 70-ти відомих видів у світовому рибництві культивують порівняно обмежену кількість представників трьох основних родів, які відрізняються поведінкою при розмноженні: родина *Tilapia* - ікра і личинки розвиваються на субстраті. Найбільш відомі із промислових видів: зіллі, марія і гвінейська теляпії: родина *Sarotherodon* - потомство виношують в роті самці (теляпії макроцефала); родина *Oreochromis* - інкубація ікри і виношування потомства відбуваються в роті у самок (теляпії мозамбіка, харнурум, роху, ауреа). Також в окремих регіонах поширені гібриди та селекційні форми, що краще адаптовані до місцевих умов та дозволяють покращувати економічні результати вирощування.

В Україні технології вирощування теляпії не набули широкого поширення, оскільки наразі вона виявляється менш економічно привабливим об'єктом, ніж інші види. Також на достатньо низькому рівні залишається культура споживання

даної продукції, що не дозволяє масштабувати виробництво та зменшувати собівартість. Одним з найбільш ефективних рішень є орієнтація на ринок країн Європи, де якісна продукція з порівняно невисокою собівартістю потенційно може зайняти свою нішу, витіснивши виробників з Південної Азії чи Африки.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з досвідом країн Африки, Південно-Східної Азії та Європи по вирощуванню тилипій, визначити основні відмінності вирощування у відкритих водоймах, садках та проточних басейнових господарствах.
2. Здійснюють аналіз основних складових собівартості тилипії при вирощування інтенсивними методами, виділяють критичні виробничі чинники та проблемні аспекти кожної технології.
3. Обґрунтовують економічно доцільні технології вирощування тилипій в Україні, проводять аналіз перспектив культивування окунеподібних у садковій аквакультури.
4. Заповнюють таблицю для аналізу особливостей культивування різних видів окунеподібних в умовах інтенсивної аквакультури.

Порівняльна характеристика інтенсивних технологій вирощування окунеподібних

Об'єкти	Технологія вирощування	Тривалість виробничого циклу	Лідери за обсягами	Особливості вирощування

Практична робота № 10.

Інтенсивні технології вирощування вищих ракоподібних.

Мета: дослідити технології культивування раків та креветок в інтенсивній аквакультурі, ознайомитись із особливостями та перспективами реалізації таких проектів в Україні.

Теоретична частина.

Найбільш близьким до реалізації стадії повноцінного виробничого процесу в Україні є інший об'єкт аквакультури – австралійський червонопалий рак (*Cherax quadricarinatus*). Основними технологічними перевагами даного виду перед поширеними у наших водоймах видами раків є значно швидші темпи росту та невибагливість до складу кормів. Водночас, проблемними аспектами культивування австралійського рака є необхідність підтримки температурного режиму у діапазоні 22-28°C та порівняно невеликі щільності посадки на основних етапах вирощування. Дані чинники зумовлюють додаткові витрати на утеплення ферми та опалення у холодну пору року а також призводять до необхідності задіяння під виробництво значних площ. Австралійський рак є цінним видом раків, що вирощується в багатьох країнах світу, включаючи Австралію, США, Ізраїль, Мексику та Аргентину, Китай та Таїланд. Цей вид має ряд переваг для промислового виробництва:

- швидке зростання: раки можуть досягати розміру дорослих особин за 12-18 місяців; простота розведення та відсутність личинкової стадії, характерної для креветок; висока продуктивність; високі попит та комерційна ціна.

Креветки являють собою сегмент продукції, що користується високим попитом у багатьох країнах світу, обсяг якого щороку зростає. При цьому зростання відбувається виключно за рахунок збільшення потужностей аквакультури, адже доля вилову має стійку тенденцію до зниження внаслідок виснаження запасів Світового океану. Найбільш технологічними та привабливими з економічної точки зору є прісноводний вид креветки Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii*) та морської

креветки ваннамей (*Litopenaeus vannamei*). Природно-кліматичні умови нашої держави дозволяють культивувати таку продукцію виключно в умовах РАС, де процес вирощування відбувається у контрольованих умовах неглибоких басейнів чи лотків. Креветка макробрахіум на личинковому етапі потребує утримання у солоній воді, тому дані культиватори мають бути відокремленими від загального прісного контуру РАС.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з досвідом країн Азії та Європи по вирощуванню креветок та раків, визначити основні відмінності вирощування у басейнах на відкритому повітрі та в умовах РАС. Виокремити окремі етапи, що характеризуються змінами у морфології чи щодо вимог до умов культивування.
2. Обґрунтовують економічно доцільні технології вирощування вищих ракоподібних в Україні, проводять аналіз потенційних загроз та ризиків.
3. Заповнюють таблицю для аналізу особливостей культивування різних видів вищих ракоподібних в умовах інтенсивної аквакультури.

Порівняльна характеристика інтенсивних технологій вирощування раків та креветок

Об'єкти	Технологія вирощування	Тривалість виробничого циклу	Лідери за обсягами	Особливості вирощування

Практична робота №11.

Інтенсивні технології вирощування об'єктів декоративної аквакультури та спа-послуг

Мета: дослідити технології культивування об'єктів декоративної аквакультури та спа-послуг, ознайомитись із особливостями та перспективами реалізації таких проектів в Україні.

Теоретична частина.

Популярність та розвиток декоративної аквакультури й спа-послуг напряму пов'язане із рівнем достатку у країні. Тому очевидно, що найбільш стрімко декоративна аквакультура розвивається у країнах ЄС, США та Японії. Водночас, для багатьох країн сфера декоративної аквакультури дозволяє отримувати значні надходження завдяки експорту такої продукції. Найбільш масовим об'єктом декоративних водойм є коропа кої та селекційні форми сріблястого карася, що стали об'єктами декоративної аквакультури Японії та Китаю вже кілька тисячоліть тому. Сьогодні таких риб вирощують інтенсивними методами у багатьох регіонах світу, адже традиції створення водних садів набувають популярності. Також зростає популярність спа-процедур з використанням риб, які здатні видаляти з тіла людини відмерлі ділянки шкіри. Очевидно, що у відповідь на зростаючий попит на таку продукцію з'явилися ферми, які спеціалізуються на вирощуванні декоративних риб та риб для спа-салонів. Попри схожість умов вирощування з промисловими об'єктами, вагомою відмінністю є те, що для декоративних риб вкрай важливими є зовнішні ознаки, характерні для певних селекційних груп. Тому для вирощування таких риб використовують спеціалізовані корми, частина відбраковується саме за ознаками екстер'єру, а не за розмірно-ваговими характеристиками. Доволі висока індивідуальна вартість кожної декоративної риби обґрунтовує доцільність

вирощування таких об'єктів в умовах РАС, де найвищі показники темпів росту та мінімальний відхід. Аналогічні аспекти притаманні вирощуванню гарра руфи, яка використовується у спа-процедурах. Особливістю таких господарств є те, що в якості товарної продукції вони реалізують рибу у більш широкому віковому діапазоні. Це дозволяє динамічно налаштовуватись на ринкову кон'юнктуру та оптимізувати економічні показники. Найбільш потужні ферми розведення декоративних коропів та карасів зосереджені у країнах Південної та Південно-Східної Азії. Проте, й у Європі, наприклад - у Чехії та Німеччині, існує багато ферм, що спеціалізуються на таких рибах. Характерними відмінностями таких господарств є відносно невеликі обсяги виробництва, пов'язані з обмеженим попитом, та доволі високий рівень рентабельності. В Україні існують передумови для стрімкого розвитку таких ферм, які б орієнтувались на європейський ринок.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з особливостями вирощування об'єктів декоративної аквакультури та спа-послуг в умовах рециркуляційних систем. Досліджують відмінності щодо параметрів водного середовища, особливостей раціону та умов вирощування.
2. Досліджують склад споруд з підтримки заданих параметрів води (очищення, терморегуляція, аерація, знезараження) та вивчають значення кожного блоку в аспекті вирощування об'єктів декоративної аквакультури.
3. Здійснюють порівняльні розрахунки собівартості промислових порід коропа та декоративного коропа кої. Визначають переваги вирощування декоративних риб порівняно з продукцією харчового призначення. Визначають критичні аспекти обох варіантів.

Практична робота №12.
«Краш-тест» інноваційного проекту в інтенсивній
аквакультурі
(ділова гра, 4 години).

Мета: отримати навички з розробки, представлення та захисту стартапу інноваційного проекту галузі аквакультури, а також навчитись знаходити раціональні рішення при виявленні слабких ділянок у розробленому бізнес-плані.

Теоретична частина.

«Краш-тест» являє собою специфічну форму колективного аналізу інноваційної розробки або стартапу, яка дозволяє у динамічній формі безпосереднього спілкування з автором ідеї потенційних інвесторів, фахівців у даній галузі а також відповідальних за фінансування проектів оцінити рівень підготовки бізнес-плану, глибину аналізу основних ризиків та спроможність автора інновації запропонувати альтернативні рішення/знайти способи виходу із потенційних проблемних ситуацій. Більшість інноваційних проектів у галузі аквакультури стосуються реалізації новітніх технологій вирощування, виробництва комбікормів або водоочищення/водопідготовки. Тому для успішної реалізації таких проектів необхідно ретельно проаналізувати їх потенційний ефект, рівень «життєздатності» та ризиків, які виникнуть на різних етапах впровадження.

У разі впровадження інноваційної технології аквакультури автор має обґрунтувати економічну доцільність, переваги такої розробки у порівнянні з традиційними. Також увагу необхідно приділити аналізу потреби у фінансуванні, дослідити усі ризики та передбачити шляхи їх мінімізації. Інноваційний продукт аквакультури також має бути проаналізований з точки зору конкурентоспроможності на ринку. Варто оцінити перспективи його вирощування за допомогою існуючих інтенсивних технологій, окреслити потенційні переваги та слабкі сторони.

Хід роботи.

Академічна група розділяється на рольові групи, що можуть складати 1-4 осіб, серед них формується «експертна група», група «здобувачів», група «інвесторів». Студент-здобувач розробляє інноваційний проект у галузі рибництва та готує його коротку презентацію. Проект заслуховується «експертною групою», яка складається з викладача дисципліни та студентів, що виявили бажання долучитися до групи «експертів». Після презентації «експерти» по чергово задають критичні запитання, намагаючись визначити слабкі сторони проекту, його дієздатність та перспективність. Викладачем оцінюється як рівень підготовки студентом-доповідачем розробленого проекту, так і влучність заданих питань з боку «експертної групи», креативність пропозицій щодо подолання виявлених проблемних аспектів проекту, зниження рівня найбільш критичних ризиків; раціональність рішень «інвесторів». У ході ділової гри доповідачі-здобувачі змінюються, причому серед них можуть бути також і представники «групи експертів» або «інвесторів». Обов'язковою умовою є лише неможливість голосування учасника групи експертів або інвесторів за власний проект під час остаточного підведення підсумків. Загальна оцінка рівня представлених інноваційних проектів та вибір кращого здійснюється шляхом голосування, відповідно до якого розподіляється кількість так званих «інвестиційних балів». Наприклад, для навчальної групи у 12 студентів передбачено 30 балів. З них по 2 бали нараховуються кожному учаснику «експертної групи», (окрім викладача), які задають критичні запитання та виявляють слабкі сторони розробки; 3 бали за презентацію власного інноваційного проекту, розроблену згідно вимог; по 0,2 -2 бали кожному «інвестору», якщо він уподобав для себе інвестицій проект, що посів I-III місце за результатами голосування; 5 бонусних балів автору за найкращий інноваційний проект (визначається колегіально); решта – по 0,2 – 1 балу за кваліфіковане питання або креативну відповідь/пропозицію відповідно по поданого на розгляд проекту. Не виключається можливість представлення інноваційного проекту не одним автором, а колективом

студентів, у такому разі розподіл зароблених балів здійснюється за домовленістю авторського колективу.

Для підвищення рівня зацікавленості студентів та реалістичності проекту, до ділової гри планується залучати представників з виробництва, які можуть виконувати роль «інвесторів» або «експертів». Також з боку потенційних роботодавців або представників виробничої сфери може бути сформульоване технічне завдання/поле для інвестиційних розробок. У такому разі студенти поодиночки або у складі авторської групи розробляють інвестиційну пропозицію під конкретно сформульованими виробничими умовами/завданнями, а рівень їх розробок оцінюється колегіально викладачем та запрошеною особою з відповідним розподілом балів між студентами-учасниками гри.

Рекомендована література.

1. 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.
2. Bregnballe J. A. Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems : FAO and EUROFISH, 2015. 97 p.
3. Шерман І. М., Рилов В. Г. Технологія виробництва продукції рибництва : підручник. Київ : «Вища освіта», 2005. 351 с.
4. Сучасна аквакультура: від теорії до практики : практичний посібник / Шарило Ю. Є. та ін. К. : «Простобук», 2016. 119 с.
5. Timmons M. B., Ebeling J. M., Wheaton F. W., Summerfelt S. T., Vinci B.J . Recirculating Aquaculture Systems. Ithaca, NY : Cayuga Aqua Ventures, 2001. 650 p.
6. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. John S. Lucas, Paul C. Southgate, Craig S. Tucker (Editors). 2019. Wiley-Blackwell. ISBN 978-1119230861.
7. Інтенсивне рибництво (Збірник інструктивно-технологічної документації). К. : Аграрна наука, 1995. 186 с.