

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та
землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-208М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних, практичних та
самостійних робіт
з навчальної дисципліни
«Культивування нерибних об'єктів»
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 ННІ
агроекології та землеустрою
Протокол № 10 від 21.01.2025 р.

Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Культивування нерибних об'єктів» 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. [Електронне видання] / Парфенюк І. О. – Рівне : НУВГП, 2025. – 38 с.

Укладач: Парфенюк І. О., асистент кафедри водних біоресурсів.

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

Керівник групи забезпечення спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
Петрук А. М.

Зміст

Вступ	3
Лабораторна робота №1 Оцінка середовища існування та екологічних умов для вирощування нерибних об'єктів	4
Лабораторна робота №2 Біологічні особливості та технології культивування ракоподібних	6
Лабораторна робота №3 Біологічні особливості та технології культивування молюсків	10
Лабораторна робота №4 Вивчення біологічних властивостей водоростей як об'єктів культивування	14
Лабораторна робота №5 Культивування живих кормів тваринного та рослинного походження	17
Практична робота №1 Вирощування нерибних об'єктів у системах аквакультури	20
Практична робота №2. Вплив технологій на продуктивність аквакультури	23
Практична робота №3 Моніторинг і регулювання умов у водних екосистемах	26
Практична робота №4 Економічний аналіз виробництва нерибних об'єктів	30
Практична робота №5. Оцінка екологічного впливу культивування нерибних об'єктів	32
Практична робота № 6 Культивування декоративних нерибних об'єктів.	34
Рекомендована література	38

© І. О. Парфенюк, 2025
© НУВГП, 2025

Вступ

Розвиток аквакультури в сучасному світі виходить за рамки традиційного рибництва та включає культивування різноманітних нерибних об'єктів, таких як молюски, ракоподібні, водорості та інші гідробіонти. Ці об'єкти мають значний екологічний, економічний і соціальний потенціал, що робить їх вирощування актуальним як для промислового, так і для рекреаційного використання. Культивування нерибних об'єктів стає важливою складовою сталого розвитку у контексті глобальних викликів, таких як зміна клімату, зменшення природних ресурсів і підвищення попиту на продовольство.

Дисципліна «Культивування нерибних об'єктів» спрямована на формування знань, умінь і навичок, необхідних для успішного застосування сучасних методів вирощування гідробіонтів. Особливу увагу приділяють біологічним характеристикам об'єктів культивування, вимогам до середовища їх існування, технологічним аспектам утримання та відтворення, а також економічній ефективності таких процесів.

Методичні вказівки створені з метою полегшення засвоєння навчального матеріалу, розвитку практичних навичок у здобувачів вищої освіти та сприяння розумінню комплексного підходу до культивування нерибних об'єктів. У них охоплюються ключові аспекти дисципліни, включаючи аналіз середовища існування, біологічні особливості гідробіонтів, сучасні технології вирощування та організацію продуктивних систем.

Ці методичні вказівки є інструментом, який сприятиме підготовці кваліфікованих фахівців, здатних працювати у різноманітних сферах аквакультури, впроваджуючи інноваційні підходи до вирощування нерибних об'єктів і забезпечуючи сталий розвиток галузі.

Лабораторна робота №1

Оцінка середовища існування та екологічних умов для вирощування нерибних об'єктів

Мета роботи: ознайомлення з методами оцінки фізико-хімічних та біологічних параметрів водного середовища, необхідних для ефективного вирощування нерибних об'єктів, таких як моллюски, ракоподібні чи водорості

Матеріали та обладнання: лабораторне обладнання для аналізу якості води (рН-метр, оксиметр, термометр), хімічні реактиви для визначення концентрації розчиненого кисню, амонію, нітратів, фосфатів, мікроскоп для аналізу планктону, проби води з природних або штучних водойм

Теоретична частина

Культивування нерибних об'єктів включає вирощування таких організмів, як моллюски, ракоподібні, водорості, губки та інші водні організми, які мають комерційне, харчове, екологічне або декоративне значення. Ефективне культивування вимагає глибокого розуміння фізико-хімічних, біологічних та екологічних умов середовища існування.

1. Фізико-хімічні умови середовища

Температура впливає на швидкість метаболізму, ріст, розмноження та стійкість організмів. Наприклад, оптимальна температура для вирощування креветок становить 26-30°C, а для моллюсків – 18-25°C.

рН води. Оптимальним діапазоном вважається 6.5-8.5. Відхилення від цих значень може впливати на фізіологічні процеси організмів.

Кисневий режим. Більшість нерибних об'єктів потребують високих концентрацій розчиненого кисню (понад 5 мг/л).

Солоність. Морські організми, як-от мідії та устриці, потребують стабільної солоності (близько 30‰). Прісноводні об'єкти, такі як раки, не витримують високих показників солоності.

2. Екологічні вимоги

Кормова база. Фітопланктон і зоопланктон є основним джерелом харчування для моллюсків і ракоподібних. Наприклад, устриці та мідії фільтрують до 20-30 літрів води на добу для вилучення органічних речовин.

Відсутність токсинів. Забруднення вод важкими металами, пестицидами чи іншими хімікатами може призводити до токсикації та зниження продуктивності.

3. Типи середовищ існування

Прісноводні системи. Використовуються для вирощування прісноводних раків (*Astacus astacus*), хлорели (*Chlorella sp.*) чи дафній.

Морські системи. Підходять для культивування мідій, устриць, ламінарії та інших морських видів.

Хід роботи

1. Відібрати зразки води з досліджуваних водойм для оцінки умов вирощування.
2. Виміряти температуру, рН, концентрацію кисню.
3. Провести хімічний аналіз на вміст аміаку, нітратів, нітритів, фосфатів.
4. Вивчити проби планктону під мікроскопом, визначити види кормових організмів.
5. Порівняти отримані дані з оптимальними параметрами для конкретних нерибних об'єктів.

Питання для самоконтролю

1. Які основні фізико-хімічні параметри води необхідно контролювати для культивування моллюсків?
2. Чому рівень кисню у воді є критичним для аквакультури?
3. Як наявність токсичних сполук впливає на нерибні об'єкти?
4. Які методи використовуються для визначення кормової бази у водоймі?
5. У чому різниця між умовами культивування у прісноводних та морських системах?
6. Як зміна температури впливає на метаболізм нерибних об'єктів?
7. Що таке біогенний елемент, і чому його концентрація важлива?
8. Як забруднення важкими металами може вплинути на аквакультуру?
9. Які основні відмінності між природними та штучними середовищами для вирощування нерибних організмів?
10. Наведіть приклад об'єкта, чутливого до змін солоності.

Лабораторна робота №2

Біологічні особливості та технології культивування ракоподібних

Мета роботи: ознайомити студентів з біологічними характеристиками ракоподібних та з технологіями їх вирощування в умовах аквакультури; визначення оптимальних умов для культивування цих організмів.

Матеріали та обладнання: проби води для визначення фізико-хімічних показників (рН, температура, вміст розчиненого кисню, солоність, аміак і нітрати), рН-метр, оксиметр, термометр, водоемності для вирощування ракоподібних, проби корму для ракоподібних, мікроскоп для аналізу кормових організмів, зразки ракоподібних для спостереження за ростом і розвитком

Теоретична частина

Ракоподібні (Crustacea) – це великий клас членистоногих, який включає різноманітні види, такі як прісноводні раки, креветки, омари та краби. Вони займають важливе місце в екосистемах водойм і використовуються як об'єкти аквакультури завдяки своїй високій харчовій та комерційній цінності.

Види, що культивуються.

Прісноводний рак (*Astacus astacus*): Це вид, що вирощується в прісних водоймах, зокрема в рибних господарствах. Вони є важливим об'єктом аквакультури в Європі, де їх вирощують на продаж для харчових потреб.

Креветки (наприклад, *Macrobrachium i Penaeus*). Вони широко вирощуються в морських та прісних водах для комерційних цілей. Природні умови для їх вирощування повинні бути оптимізовані через вміст солі у воді та температурний режим.

Ракоподібні є холоднокровними тваринами, тому їх метаболізм залежить від температури води. Для прісноводних раків оптимальна температура для росту та розвитку становить від 16°C до 22°C. Температура води понад 25°C може призвести до стресу і зниження життєздатності, а температура нижче 10°C уповільнює їх активність та зростання.

Ракоподібні, як і інші водні організми, потребують високого вмісту розчиненого кисню у воді. Для нормальної життєдіяльності рівень кисню має становити не менше 5 мг/л. Високий рівень кисню

необхідний для оптимального росту та розвитку ракоподібних, особливо під час стадії личинок.

У природних умовах ракоподібні розмножуються в літній період. Самка відкладає яйця під черевний щиток, де вони перебувають до стадії личинки. Ракоподібні проходять декілька фаз розвитку, зокрема личинку, ювенальну та дорослу стадію. Тривалість цього процесу залежить від умов навколишнього середовища, таких як температура та якість води.

Ракоподібні є всеїдними і харчуються широким спектром органічних матеріалів, включаючи водорості, детрит, дрібних безхребетних та рибу. В аквакультурі для їх харчування використовуються комбіновані корми, що включають рослинні компоненти (водорості, зернові) та тваринні (планктон, протеїнові добавки).

Технології культивування ракоподібних

Технології культивування ракоподібних охоплюють методи, які забезпечують вирощування цих водних організмів у контрольованих умовах з метою отримання високоякісної продукції. Залежно від виду ракоподібних, середовища існування та кінцевої мети культивування, використовуються різноманітні технології.

1. Екстенсивні технології. Застосовуються у великих природних чи напівприродних водоймах. Основний принцип – мінімальний вплив на середовище: використання природної кормової бази (планктон, детрит). Приклад: культивування прісноводних раків у ставках або озерах із природною аерацією.

2. Інтенсивні технології. Застосовуються в штучних умовах, таких як рециркуляційні системи аквакультури (RAS). Забезпечується повний контроль над умовами середовища (температура, вміст кисню, якість води). Використовується корм високої якості, збагачений протеїнами. Особливості: висока щільність посадки ракоподібних, використання автоматизованих систем для моніторингу та управління. Приклади: культивування креветок (*Penaeus vannamei*) в морських умовах, розведення раків у спеціалізованих акваріумах з регульованими параметрами.

3. Напівінтенсивні технології. Поєднують переваги екстенсивного та інтенсивного підходів. Вода збагачується киснем за допомогою насосів, а до природного корму додаються штучні суміші.

4. Системи поліаквакультури. Одночасне вирощування кількох видів організмів у одній системі (наприклад, риби та ракоподібні). Відходи одного виду використовуються як ресурс для іншого. Приклад: вирощування прісноводних раків та тилапії, де рак харчується органічними залишками.

5. Сезонне культивування

Застосовується для видів, що потребують певних сезонних умов для розмноження або росту. Наприклад, ракоподібні, які розмножуються навесні, можуть вирощуватись у природних ставках протягом теплого періоду, а взимку утримуються в закритих системах.

6. Технології для вирощування личинок

Личинки вирощуються у спеціалізованих інкубаторах з точним контролем температури, солоності та світлового режиму. Використовуються мікроорганізми або спеціальні кормові суміші.

Підготовка середовища. Оптимальні умови для культивування ракоподібних включають чисту воду з низьким рівнем забруднення, хорошою аерацією та стабільною температурою. Важливо також дотримуватись режиму зміни води для запобігання накопиченню токсичних речовин.

Вибір корму. Для вирощування ракоподібних необхідно забезпечити кормову базу, яка включає як природні організми (планктон, водорості), так і спеціалізовані корми з високим вмістом білка, жирів і вітамінів.

Утримання та розмноження. Для ефективного розмноження важливо мати відповідні умови для самців і самок. У спеціалізованих господарствах застосовуються інкубатори для личинок, що дозволяє забезпечити високий вихід молоді.

Захист від хвороб. Ракоподібні, як і інші водні організми, можуть піддаватися різним хворобам, таким як бактеріальні інфекції чи грибкові захворювання. Для боротьби з ними використовують санітарні заходи, антисептики та вакцини.

Використання ракоподібних у аквакультури. Культивування ракоподібних є важливою частиною аквакультури, особливо у регіонах з високим попитом на ці продукти. Прісноводні раки і креветки мають значну економічну цінність завдяки високому вмісту білка і відмінному смаковому якості. Культивування ракоподібних також сприяє розвитку рибного господарства, створенню робочих місць і розвитку місцевих економік.

Хід роботи

1. Провести вимірювання температури, рН, вмісту кисню та інших фізико-хімічних показників води.
2. Провести хімічний аналіз на концентрацію аміаку, нітратів, фосфатів.
3. Визначити наявність планктону та детриту у воді.
4. Оцінити кормові добавки для вирощування раків.
5. Спостерігати за динамікою росту ракоподібних, їх поведінкою в аквакультурних умовах.
6. Оцінити, чи відповідають умови води та кормова база вимогам для нормального розвитку ракоподібних.
7. Провести порівняння ефективності різних типів кормів для забезпечення оптимального росту.

Питання для самоконтролю

1. Які біологічні особливості ракоподібних важливі для їх культивування в аквакультурі?
2. Які види ракоподібних є основними об'єктами культивування в Україні та за кордоном?
3. Як температура води впливає на розвиток ракоподібних?
4. Які умови необхідні для забезпечення оптимального рівня кисню для ракоподібних у водоймах?
5. Які основні етапи розвитку проходять ракоподібні від яйця до дорослої особини?
6. Які кормові стратегії використовуються для вирощування ракоподібних у аквакультурі?
7. Які хвороби та шкідники можуть впливати на культивування ракоподібних, і які методи боротьби з ними існують?
8. Чому важливо забезпечити стабільність водного середовища для успішного культивування ракоподібних?
9. Які технології культивування ракоподібних застосовуються для підвищення продуктивності аквакультури?
10. Як екологічні умови впливають на економічну ефективність вирощування ракоподібних у аквакультурі?

Лабораторна робота №3

Біологічні особливості та технології культивування молюсків

Мета роботи: дослідження біологічних особливостей молюсків як об'єктів аквакультури та вивчення основних технологій їх культивування.

Матеріали та обладнання: зразки молюсків (двостулкові, черевоногі), лупи, мікроскопи, термометри, тест-системи для аналізу води, вода з різними параметрами для аналізу оптимальних умов вирощування, навчально-методичні матеріали, довідники з аквакультури

Теоретична частина

Молюски є важливими компонентами водних екосистем завдяки їхнім екологічним ролям.

Фільтрація води: двостулкові молюски, такі як мідії й устриці, здатні очищати воду, фільтруючи суспензії, бактерії та органічні речовини. Один молюск може профільтрувати до 2-5 літрів води за годину. **Субстрат для інших організмів:** раковини молюсків слугують середовищем для поселення водоростей, бактерій і мікроорганізмів. **Ланка харчового ланцюга:** молюски є джерелом їжі для багатьох хижаків, включаючи риб, птахів і морських ссавців.

Види молюсків у культивуванні. У культивуванні молюсків виділяють кілька видів, які мають як господарське, так і екологічне значення. Основні види, що культивуються, поділяються на такі групи:

1. Двостулкові молюски.

Мідії (*Mytilus edulis*). Найбільш популярними для культивування є мідії європейські та новозеландські. Легко адаптуються до різних умов середовища, мають високий попит у гастрономії.. Їх розводять на підводних фермах, де вони прикріплюються до канатів, у підвішених системах (longline), на платформах, у закріплених садках. Головні регіони культивування: Чилі, Нова Зеландія, Франція, Китай.

Устриці (*Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis*). Устриці вирощуються в морських водах через їхній високий попит у гастрономії. Цінуються за вишуканий смак і високий вміст поживних речовин. Устриці ростуть до розміру, придатного для споживання, за 18-30 місяців. Вони мають високу стійкість до коливань солоності, що робить їх зручними для вирощування. Методи культивування: вирощування на спеціальних

столах, колекторах або на пляжах у припливно-відпливній зоні. Регіони культивування: США, Японія, Австралія, країни Європи.

Гребінці (*Pecten maximus*, *Argopecten purpuratus*). Ці молоски вирощуються у відкритих аквакультурних фермах із використанням колекторів або підводних кліток, у садках або в лагунах. Високий попит через делікатесне м'ясо. Регіони культивування: Франція, Канада, Перу.

2. Черевоногі молоски.

Абалони (*Haliotis spp.*). Великі морські равлики, які є делікатесом із високою ринковою вартістю. Методи культивування: наземні ферми з використанням рециркуляційних систем або у природному середовищі. Регіони культивування: Південна Африка, Австралія, Китай, США.

3. Головногі молоски:

Каракатиці (*Sepia spp.*). Цінуються за високий вміст білків і мінералів. Методи культивування: експериментальні системи в морських аквафермах. Регіони культивування: Середземне море, Японія.

Кальмари (*Loligo spp.*, *Sepioteuthis spp.*). Особливості: Популярні у гастрономії, але їх культивування наразі обмежене через складнощі у створенні умов для розмноження.

Стадії розмноження та розвитку. Зовнішнє запліднення: яйцеклітини й сперматозоїди вивільняються у воду, де відбувається запліднення. Личинкова стадія: молоски розвиваються як планктон, вільно плаваючи у воді (трохофора, велігер). Осідання: личинки прикріплюються до субстрату й починають утворювати раковину. Ювенільна стадія: молоски переходять до осілого способу життя.

Технології культивування молосків

Наземні резервуари. Використовуються для личинок і ювенільних особин. Забезпечуються постійний обіг води, аерація й підгодівля фітопланктоном.

Платформи й колектори. Для вирощування двостулкових молосків у морських умовах використовують системи із тросами чи спеціальними колекторами, які занурюють у воду.

Система «Longline». Використовується для культивування мідій і устриць. Вона складається з горизонтального троса, до якого прикріплені вертикальні мотузки з молосками.

Культивування на морському дні. Розводять види, які можуть існувати без додаткового субстрату. Водойма очищається перед посадкою личинок.

Екологічні та економічні переваги культивування молюсків

Екологічні переваги.

Фільтрація води. Двостулкові молюски, такі як мідії, устриці та гребінці, природно фільтрують воду, видаляючи суспензії, мікроорганізми та органічні частки. Це сприяє очищенню води та зниженню рівня евтрофікації. Один молюск може фільтрувати до 5 літрів води на годину, що значно покращує прозорість і якість води.

Зниження евтрофікації. Культивування молюсків допомагає зменшити кількість азоту й фосфору в екосистемі, оскільки вони поглинаються під час фільтрації.

Підтримка біорізноманіття. Устриці й мідії створюють природні рифи, які служать місцем проживання для багатьох видів риб, ракоподібних і водоростей. Це сприяє збільшенню біорізноманіття в регіоні.

Відновлення природних популяцій. Розведення молюсків може допомогти компенсувати зниження чисельності диких популяцій через надмірний вилов або екологічне забруднення.

Вуглецевий слід. Молюски поглинають вуглець із води для утворення своїх раковин. Це сприяє скороченню вуглецевого сліду, що важливо для боротьби зі змінами клімату.

Економічні переваги.

Низька собівартість виробництва. Молюски не потребують дорогих кормів, оскільки харчуються природним фітопланктоном. Це робить їх вирощування економічно вигідним.

Високий попит на ринку. Устриці, мідії та гребінці користуються популярністю в гастрономії, особливо в ресторанах морепродуктів. Їхня ринкова вартість висока, що забезпечує значні прибутки виробникам.

Створення робочих місць. Галузь культивування молюсків сприяє розвитку місцевої економіки, створюючи робочі місця у фермерських господарствах, логістиці та сфері обслуговування.

Експортний потенціал. Країни з розвиненою аквакультурою молюсків, як-от Китай, Франція чи Чилі, активно експортують свою продукцію на міжнародний ринок, отримуючи значні доходи.

Підтримка туризму. Культивування молюсків може бути інтегроване з розвитком туризму через створення гастрономічних і екологічних маршрутів для туристів, які відвідують ферми.

Хід роботи

1. Дослідити анатомічну будову молюсків за допомогою лупи або мікроскопа.
2. Визначити тип харчування за морфологією органів.
3. Провести вимірювання температури, солоності, кисню у зразках води.
4. Проаналізувати вплив зміни параметрів води на активність молюсків.
5. Моделювати систему вирощування молюсків (на основі платформ, кошиків чи штучних резервуарів).
6. Визначити оптимальну щільність посадки для вибраного виду

Питання для самоконтролю

1. Які основні види молюсків культивують у сучасній аквакультурі, і чому саме вони мають господарське значення?
2. Як стадії життєвого циклу молюсків впливають на вибір методів культивування?
3. Які екологічні умови є критичними для успішного культивування молюсків?
4. Чим характеризується технологія вирощування молюсків у системі «longline»?
5. Як впливає якість води на фізіологічний стан і ріст молюсків?
6. Які переваги й недоліки має наземне вирощування молюсків порівняно з морським?
7. Опишіть принцип роботи платформ та колекторів у культивуванні двостулкових молюсків.
8. Як фільтраційна здатність молюсків сприяє зменшенню евтрофікації водойм?
9. Які економічні вигоди можна отримати від комерційного культивування устриць?
10. Яким чином молюски впливають на екологічну рівновагу у водних екосистемах?

Лабораторна робота №4

Вивчення біологічних властивостей водоростей як об'єктів культивування

Мета роботи: вивчити основні біологічні властивості водоростей, з'ясувати їхню роль у біотехнологічних процесах, а також дослідити умови культивування різних видів водоростей.

Матеріали та обладнання: мікроскоп, предметні і накривні скельця, пробірки з культурами водоростей (наприклад, *Chlorella*, *Spirulina*), поживні середовища для вирощування водоростей, термостат, лабораторний посуд (мензурки, піпетки, чашки Петрі тощо), лампа денного світла, таблиці та схеми з класифікацією водоростей, термометр та рН-метр.

Теоретична частина

Водорості – це різноманітна група фотосинтезуючих організмів, що живуть у водному середовищі або на вологих поверхнях. Вони відіграють важливу роль у природних екосистемах та біотехнології.

Основні властивості водоростей:

Фотосинтетична активність – водорості здатні використовувати сонячну енергію для синтезу органічних речовин, що робить їх важливими первинними продуцентами в екосистемах.

Морфологічна різноманітність – включають одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні форми з різними типами організації клітин і тканин.

Екологічна адаптація – водорості пристосовані до широкого спектра середовищ існування: прісна і морська вода, вологі ґрунти, каміння, корали.

Висока швидкість росту – забезпечує швидке накопичення біомаси, що є важливим для промислового культивування.

Багатий біохімічний склад – включає білки, полісахариди, жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини та пігменти, що мають високу цінність для харчової, фармацевтичної та інших галузей.

Здатність до біоаккумуляції – водорості можуть накопичувати мікроелементи та навіть токсичні речовини з навколишнього середовища, що робить їх ефективними індикаторами забруднення.

Роль у біотехнології – використовується для отримання біопалива, харчових добавок, кормів для тварин, косметики та

фармацевтичних препаратів.

Методи культивування водоростей.

Культивування у відкритих системах. Використання природних або штучних водойм (ставки, басейни). Ефективно для масштабного вирощування, але піддається впливу зовнішніх факторів (температура, забруднення).

Культивування у закритих системах. Фотобіореактори – спеціальні пристрої, що забезпечують контрольоване середовище. Забезпечують стерильність і оптимальні умови для росту водоростей.

Метод періодичної культури. Поживні речовини додаються одноразово на початку процесу. Підходить для короткочасного вирощування водоростей.

Метод безперервної культури. Постійне додавання поживних речовин і видалення продуктів життєдіяльності. Підтримує стабільний ріст культури протягом тривалого часу.

Гідропоніка. Використання поживних розчинів без ґрунту. Застосовується для вирощування водоростей з високою продуктивністю.

Ферментери. Застосовуються для культивування водоростей у закритих об'ємах з точним контролем температури, аерації та освітлення. Забезпечують рівномірний ріст культури і можливість масштабного виробництва біомаси.

Сухе культивування. Використовується для деяких видів водоростей, які здатні рости в умовах високої вологості, але без занурення у воду. Вимагає спеціального обладнання для підтримки вологості і стабільного середовища.

Культивування на твердих носіях. Водорості вирощуються на поверхні спеціальних матеріалів, занурених у поживні розчини. Цей метод використовується для отримання специфічних біопродуктів, таких як пігменти або жирні кислоти.

Водорості використовуються у харчовій, фармацевтичній, сільськогосподарській та енергетичній галузях. Вони є перспективними об'єктами для виробництва біопалива, харчових добавок та кормів.

Хід роботи

1. Підготувати мікроскоп, предметні скельця та зразки водоростей.

2. Налаштувати освітлення (лампа денного світла).
3. Розглянути культури водоростей під мікроскопом.
4. Замалювати основні морфологічні особливості (форма, структура клітин).
5. Дослідити вплив освітлення та температури на ріст водоростей.
6. Підготувати серію пробірок із різними параметрами середовища (світло/темрява, +20°C, +30°C, рН 6-8).
7. Протягом кількох діб спостерігати зміни в зростанні водоростей. Фіксувати результати у таблиці.
8. Порівняти вплив різних умов на ріст водоростей.
9. Зробити висновки щодо оптимальних умов культивування для кожного виду.

Питання для самоконтролю

1. Як різні фактори (температура, світло, рН) впливають на ріст водоростей?
2. Які практичні застосування водоростей відомі у харчовій промисловості?
3. Які види водоростей використовуються для виробництва біопалива?
4. Що таке фотобіореактор і які його переваги?
5. У чому полягає різниця між періодичним та безперервним методами культивування?
6. Які речовини у складі водоростей роблять їх перспективними для медицини?
7. Які види водоростей можуть рости в екстремальних умовах і які це умови?
8. Яка роль освітлення у культивуванні водоростей?
9. Як забруднення води впливає на масове вирощування водоростей?
10. Які основні продукти біотехнології отримують на основі водоростей?

Лабораторна робота №5

Культивування живих кормів тваринного та рослинного походження

Мета роботи: ознайомитися з методами культивування живих кормів тваринного (наприклад, дафній, артемій) та рослинного походження (наприклад, хлорели, спіруліни). Навчитися практичним методам вирощування та підтримки їх життєдіяльності в лабораторних умовах

Матеріали та обладнання: свіжа вода або морська вода (залежно від виду організму), ємності для культивування (акваріуми, фляги, посудини зі скла або пластику), живильні середовища (органічні або неорганічні добрива), освітлювальні пристрої (лампи денного світла або LED), аераційне обладнання (компресор, розпилювачі), мікроскоп, піпетки, шприци, скляні палички для маніпуляцій.

Теоретична частина

Живі корми використовуються для забезпечення харчування акваріумних риб, безхребетних і молоді багатьох видів водних тварин.

Основні види живих кормів.

Тваринного походження.

Дафнії (*Daphnia*): широко використовуються завдяки високій поживній цінності. Розмножуються у прісній воді, потребують аерації та джерел органічної речовини.

Артемії (*Artemia*): солоноводні організми, яйця яких зберігаються в сухому вигляді й легко активуються у воді.

Рослинного походження.

Хлорела (*Chlorella*): зелена водорість, яка є джерелом кисню та поживних речовин у системах із живими кормами.

Спіруліна (*Spirulina*): синьо-зелена водорість, багата на білки, амінокислоти й вітаміни.

Умови культивування.

Температура середовища. Для кожного виду необхідно підтримувати оптимальну температуру (20-28°C).

Освітлення. Живі корми рослинного походження потребують фотосинтезу, а тому забезпечуються тривалим освітленням (12-16 годин на добу).

Аерація. Забезпечує рівномірний розподіл кисню та поживних

речовин.

Поживні речовини. Необхідні для росту, додаються у вигляді добрив або органічних субстратів.

Для збору вирощеного живого корму (таких як артемія, дафнії, черви, тощо) використовуються різні методи в залежності від виду корму, умов його вирощування та мети збору.

Фільтрація. Сітки або сита. Це один із найпоширеніших методів збору. Використовуються сита або сітки з різними розмірами отворів, щоб вловлювати мікроорганізмів (дафній, артемій, інші види планктону). Корм зливається через сито або сітку, щоб відокремити живий корм від води. **Центрифугування.** Для більш швидкого та ефективного збору живих організмів можна використовувати центрифугу, яка дозволяє відокремлювати живий корм від рідкого середовища.

Збір вручну. Використання спеціальних відер або контейнерів. Якщо обсяг корму не надто великий, можна застосовувати прості контейнерні методи збору. Наприклад, збирати червів або інший корм вручну вранці, коли вони найбільш активні. **Лов сітками.** Для великого розміру організмів (наприклад, для личинок комах чи червів) використовуються різні сітки, які вручну витягуються з водойм.

Використання спеціалізованих збиральних систем. Пластикові або металеві контейнери з низьким рівнем води. Для деяких видів живого корму, таких як артемії, можуть використовуватися спеціально розроблені контейнери, що дозволяють акуратно збирати корм без втрат. Сучасні технології дозволяють використовувати **автоматичні системи збору** для великомасштабного вирощування живого корму. Це можуть бути автоматизовані фільтраційні установки, які дозволяють одночасно збирати корм і очищати воду.

Використання природних умов. В акваріумах і ставках, де корм вирощується у природних умовах, можна використовувати методи збору безпосередньо з водойм, наприклад, за допомогою сіток або спеціальних губок, що вловлюють корм. Для збору певних видів живих організмів можна використовувати **плавучі сітки або капсули**, які дозволяють зібрати корм, що піднімається на поверхню.

Регулювання умов вирощування. Для деяких видів живого корму можна налаштувати середовище так, щоб вони збиралися на поверхні води або в інших певних зонах, що спрощує процес збору.

Хід роботи

1. Ретельно промийте посудини дистильованою водою.
2. Наповніть їх свіжою або морською водою відповідно до виду організму.
3. Для хлорели: додайте добрива (нітрати, фосфати) у воду.
4. Для дафній: забезпечте органічний субстрат (наприклад, дріжджі).
5. Помістіть стартову культуру (яйця артемії, водорості чи особини дафній) у підготовлене середовище.
6. Занотуйте дату та початкову концентрацію.
7. Встановіть освітлення та аерацію.
8. Контролюйте температуру, вологість та інші параметри.
9. Щоденно фіксуйте зміни в рості та поведінці організмів.
10. За допомогою мікроскопа оцініть щільність культури.
11. Після досягнення максимальної щільності культури здійсніть збирання організмів.
12. Для дафній або артемії використовуйте сачок або фільтрацію. Для водоростей проведіть центрифугування або відстоювання.

Питання для самоконтролю

1. Які основні переваги використання живого корму для тварин?
2. Які види живого корму відносяться до кормів тваринного походження?
3. Які види живого корму відносяться до кормів рослинного походження?
4. Які фактори впливають на ефективність культивування живих кормів?
5. Які методи культивування артемії є найбільш популярними?
6. Які переваги використання дафній як живого корму для риб?
7. Як впливає освітлення на культивування водоростей як корму?
8. Які основні методи збору живого корму можна використовувати в домашніх умовах?
9. Які умови необхідні для культивування мотіля?
10. Як можна покращити ефективність вирощування живого корму в акваріумах?

Практична робота №1

Вирощування нерибних об'єктів у системах аквакультури

Мета роботи: ознайомлення з основними принципами та методами вирощування нерибних об'єктів у системах аквакультури, оцінка ефективності різних методів вирощування живих кормів та водоростей, а також вдосконалення практичних навичок у догляді за ними.

Матеріали та обладнання: системи аквакультури (акваріуми, резервуари, контейнери для вирощування), живі організми для культивування, термометр, рН-метр, ареометр, тест-системи для визначення рівня аміаку, нітритів та інших параметрів води, фільтри, компресори, насосні системи, освітлення для водоростей, готові комбіновані корми або органічні добавки

Теоретична частина

Аквакультура – це наука і практика вирощування водних організмів в контрольованих умовах, включаючи риб, ракоподібних, молюсків, водорості та інші види живих організмів.

Нерибні об'єкти аквакультури включають різні види безхребетних тварин, водоростей, мікроорганізмів, які використовуються як корм для риб або як самостійна продукція.

Аквакультура включає вирощування водних організмів для різних цілей: харчових, промислових, екологічних тощо. Нерибні об'єкти аквакультури займають важливе місце в аквакультурі через свою роль у забезпеченні екосистеми, виробництві корму, очищенні води та виробництві різних продуктів.

Огляд основних видів нерибних об'єктів аквакультури

Водорості. Водорості можуть бути одноклітинними (фітопланктон) або багатоклітинними (макроводорості). Одноклітинні водорості, такі як спіруліна та хлорела, є важливими джерелами білків і вітамінів. Макроводорості, як-от ламінарії, використовуються як корм для морських тварин і мають значення для очищення води. Водорості вирощуються в аквакультурі на спеціальних плантаціях або у відкритих водоймах, де підтримується оптимальна температура, рівень освітлення і концентрація CO₂. Вони можуть використовуватися як корм, для фільтрації води, або для виробництва біоенергетичних ресурсів.

Молюски. До молюсків, вирощуваних в аквакультурі, належать мідії, устриці, гребінці, а також черевоногі молюски (наприклад, кальмари). Молюски здебільшого вирощуються у морських або прісноводних умовах, на спеціальних установках або «культиваторах» на дні води. Вони є важливими фільтраторами води, оскільки очищують її від органічних забруднень і часток. Молюски використовуються в їжу, а також можуть служити як індикатори чистоти води.

Ракоподібні. В аквакультурі часто вирощуються креветки, краби, омари та інші ракоподібні. Вони є важливою частиною екосистеми і служать джерелом білка для людини. В аквакультурі креветок та інших ракоподібних вирощують у спеціальних басейнах або резервуарах з прісною або морською водою, з контролем температури, рН, рівня кисню. Ракоподібні використовуються в кулінарії, а також мають значення для розвитку біоекономіки, створюючи нові можливості для харчових і біотехнологічних індустрій.

Мікроорганізми. Це різноманітні бактерії, фітопланктон та інші мікроскопічні організми, які можуть служити як корми для водних фільтраторів або використовуватися для очищення води. Мікроорганізми вирощуються в біореакторах, де контролюється температура, рН та інші параметри для забезпечення оптимальних умов для їх розвитку. Використовуються для фільтрації води, біоремедіації забруднених вод, а також для виробництва біопродуктів, таких як ферменти та органічні кислоти.

Хід роботи

1. Підготовка резервуарів та аквакультурних систем. Перевіряється чистота резервуарів або акваріумів, де будуть вирощуватись об'єкти. Для вирощування водоростей та мікроорганізмів потрібно забезпечити належне освітлення. Якщо вирощуються молюски або ракоподібні, важливо забезпечити систему фільтрації та аерації води.

2. Підготовка середовища для вирощування. Для водоростей: підготовка розчину води з оптимальним рівнем рН (8-10), температури (20-30°C) і достатнім освітленням для фотосинтезу. Для молюсків та ракоподібних: підготовка води з належним рівнем солоності (як для морських видів), температури та концентрації кисню.

4. Внесення посадкового матеріалу. Важливо правильно

розрахувати кількість організмів для певного об'єму води.

5. Регулярний моніторинг основних параметрів води (регулярний контроль рівня рН, температури води, рівня кисню та солоності (для морських організмів), перевірка рівня аміаку, нітритів та нітратів у воді.

6. Годівля об'єктів культивування.

7. Збір водоростей проводиться через певний час після їх дозрівання, за допомогою спеціальних сіток або механічних пристроїв. Збір молюсків проводиться шляхом обережного витягування їх із резервуара або з використанням сіток. Для збору креветок та інших ракоподібних використовуються спеціальні сітки або підйомні механізми.

8. Аналіз результатів роботи, зібраних даних, порівняння отриманих результатів з теоретичними значеннями. Оцінка використаних методів вирощування та визначення можливих удосконалень для наступних циклів.

Питання для самоконтролю

1. Що таке аквакультура і які основні напрямки її застосування?
2. Які основні види нерибних об'єктів використовуються в аквакультурі?
3. Які умови необхідні для вирощування молюсків в аквакультурі?
4. Як можна вирощувати водорості в аквакультурі і для чого їх використовують?
5. Які типи ракоподібних вирощуються в аквакультурі, і як їх підтримувати?
6. Як мікроорганізми використовуються в аквакультурі та які умови для їх вирощування?
7. Як забезпечити оптимальні умови для вирощування нерибних об'єктів у системах аквакультури?
8. Які методи моніторингу умов води є важливими для вирощування молюсків та водоростей?
9. Які переваги має вирощування молюсків та водоростей для екосистеми аквакультури?
10. Як можна використовувати результати вирощування нерибних об'єктів у промисловості та біотехнологіях?

Практична робота №2

Вплив технологій на продуктивність аквакультури

Мета роботи: ознайомитися з основними технологіями, які використовуються в аквакультурі, вивчити вплив новітніх технологій на підвищення продуктивності аквакультури, проаналізувати ефективність різних технологічних підходів у вирощуванні водних організмів.

Матеріали та обладнання: теоретичні та практичні посібники з аквакультури, комп'ютери з підключенням до інтернету, водні організми, аквакультурні системи, системи моніторингу та автоматизації.

Теоретична частина

Аквакультура є однією з основних галузей, яка забезпечує людство морепродуктами, рибою та іншими водними організмами. Застосування сучасних технологій має вирішальне значення для підвищення продуктивності та сталості аквакультури. Технології дозволяють покращити умови для вирощування організмів, знизити витрати на ресурси, підвищити ефективність кормових систем, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Серед основних новітніх технологій аквакультури виділяються:

Рециркуляційні аквакультурні системи (RAS). Це замкнуті водні системи, де вода очищується і постійно циркулює через резервуари з рибами або іншими організмами. Вода проходить через фільтри, що дозволяє значно зменшити її споживання та забруднення навколишнього середовища.

Системи автоматизованого моніторингу. Використання сенсорів і систем для моніторингу параметрів води в режимі реального часу (температура, рН, концентрація кисню, нітрати, аміак тощо). Це дозволяє оптимізувати умови для організмів та знизити втрати.

Інтернет речей (IoT) в аквакультурі. Завдяки IoT технологіям аквакультурні ферми можуть бути оснащені датчиками та підключенням до інтернету для моніторингу параметрів води та інших важливих показників через віддалене керування.

Біотехнології. Використання генетичних технологій для покращення порід риб або інших організмів, підвищення їх стійкості до хвороб і стресових умов. Культивування мікроорганізмів або

водоростей у біореакторах для виробництва кормів для риб або очищення води.

Системи фільтрації та аерації. Важливим аспектом є застосування аераторів для забезпечення належної концентрації кисню в резервуарах, а також системи біологічної фільтрації для очищення води від токсичних сполук, таких як аміак та нітрити.

Хід роботи

1. Підготовка та налаштування технологічних систем аквакультури

1.1 Огляд аквакультурних систем. Перш за все, потрібно вибрати тип аквакультурної системи, яку буде використовуватися для дослідження (наприклад, рециркуляційні системи або відкриті водні резервуари).

1.2 Встановлення та налаштування системи фільтрації. Встановлюються фільтраційні пристрої, що будуть очищати воду від шкідливих сполук (аміаку, нітритів, нітратів). Важливо налаштувати рівень фільтрації відповідно до вимог конкретного виду організмів.

1.3 Підключення системи аерації. Для підтримки оптимального рівня кисню в системі необхідно встановити аератори або компресори, які збагачуватимуть воду киснем.

2. Встановлення автоматизованих систем моніторингу

2.1 Налаштування датчиків та систем моніторингу. Встановлюються сенсори для моніторингу важливих параметрів води (температура, рН, солоність, концентрація кисню). Ці сенсори з'єднуються з комп'ютерними системами для моніторингу в режимі реального часу.

2.2 Вибір програмного забезпечення для автоматизації. Програмне забезпечення надає можливість автоматично коригувати рівень рН, температуру або інші параметри води в залежності від показників сенсорів. Це дозволяє знижувати ризик помилок у ручному управлінні.

3. Підключення біореакторів та водоростей

3.1 Встановлення біореакторів. У разі вирощування водоростей або фітопланктону, встановлюються біореактори для культивування цих організмів. Біореактори забезпечують необхідне середовище для швидкого росту водоростей, а також дозволяють регулювати параметри води, такі як освітлення та температура.

3.2 Підключення до системи очищення води.

Водорості в біореакторах також можуть використовуватись для очищення води в аквакультурній системі.

4. Інтеграція IoT технологій

4.1 Налаштування IoT систем:

У аквакультури з використанням технології Інтернету речей встановлюються пристрої, що дозволяють моніторити всі важливі параметри через інтернет. Це дозволяє фермеру віддалено контролювати систему з будь-якого місця, оперативно коригувати параметри води та управління системами.

5. Аналіз продуктивності новітніх технологій

Проводиться порівняння результатів використання новітніх технологій з традиційними методами аквакультури. Оцінюються переваги в продуктивності, зменшенні витрат води, кормів і ресурсів, а також зниженні негативного впливу на екологію.

Питання для самоконтролю

Які технології використовуються для підвищення продуктивності аквакультури?

Як рециркуляційні системи сприяють зменшенню витрат води в аквакультурі?

Як впровадження IoT технологій може покращити управління аквакультурними фермами?

Які переваги та недоліки використання автоматизованих систем моніторингу в аквакультурі?

Як біотехнології допомагають покращити здоров'я та продуктивність організмів у аквакультурі?

Які фактори необхідно контролювати для забезпечення здорового середовища для вирощування водних організмів?

Як можна оцінити економічну ефективність впровадження новітніх технологій у аквакультури?

Як зменшити негативний вплив аквакультури на навколишнє середовище за допомогою технологій?

Як автоматизовані системи допомагають у контролі якості води в аквакультурі?

Які технології дозволяють знизити витрати на корм та зменшити екологічний слід аквакультури?

Практична робота №3

Моніторинг і регулювання умов у водних екосистемах

Мета роботи: ознайомитися з методами моніторингу та регулювання умов у водних екосистемах, вивчити вплив фізичних, хімічних та біологічних параметрів на стан водних організмів, навчитися користуватися обладнанням для контролю та аналізу параметрів водного середовища, застосувати отримані дані для прийняття рішень щодо підтримання оптимальних умов у водних екосистемах.

Матеріали та обладнання: сенсори для вимірювання температури, рН, кисню, солоності, вмісту аміаку, водяні шприци, пляшки для зразків, термометр, рН-метр, тест-системи для аналізу вмісту нітратів, нітритів, фосфатів, компресори, аератори, таблиці норм параметрів води для різних організмів, посібники з моніторингу, комп'ютер, графічні засоби.

Теоретична частина

Моніторинг фізико-хімічних параметрів води є основою для забезпечення здоров'я водних організмів. Відхилення від норм може призводити до стресу, зниження продуктивності або навіть масової загибелі біоти.

Основні параметри водного середовища та їхній вплив.

Температура. Впливає на метаболізм, ріст і розвиток організмів. Різкі зміни температури можуть спричинити стрес. **рН.** Оптимальні значення залежать від виду організмів. Занадто кисле або лужне середовище може бути токсичним. **Рівень кисню.** Недостатня концентрація кисню призводить до гіпоксії, що небезпечно для більшості водних видів. **Концентрація нітратів, нітритів та аміаку.** Високий рівень цих сполук є токсичним для водних організмів. **Солоність.** Важливий фактор для видів, які вирощуються у морській воді або в умовах змішаної солоності.

Технології для моніторингу та регулювання.

Використання сенсорів для постійного контролю параметрів. Застосування програмного забезпечення для збору даних у режимі реального часу. Автоматизація систем управління аерацією, температурою і подачею води. Використання біологічних тестів для оцінки стану водного середовища (наприклад, вирощування контрольних організмів).

Методи моніторингу умов у водних екосистемах.

Фізичні методи моніторингу

Вимірювання температури води. Температура вимірюється за допомогою термометрів (електронних або рідинних) чи сенсорів. Оптимальний температурний режим залежить від виду організмів і типу водного середовища.

Аналіз прозорості води. Використання прозоромірів або диска Секкі для визначення рівня прозорості води, який вказує на наявність завислих частинок або фітопланктону.

Хімічні методи моніторингу.

Вимірювання рН води. За допомогою рН-метрів визначається кислотність або лужність середовища. Норма рН для більшості аквакультурних видів – 6,5-8,5.

Аналіз вмісту кисню. Використовуються оксиметри для визначення рівня розчиненого кисню. Концентрація менше 4 мг/л може бути небезпечною для водних організмів.

Визначення вмісту нітратів, нітритів та аміаку:

Використання хімічних тест-систем або спектрофотометрів для оцінки рівня токсичних сполук.

Солоність. Проводиться за допомогою рефрактометрів чи електропровідних сенсорів, щоб визначити концентрацію солей у воді.

Біологічні методи моніторингу.

Спостереження за станом біоти. Аналіз здоров'я організмів, зокрема їхнього росту, поведінки та репродуктивних показників, допомагає виявляти зміни у середовищі.

Контроль популяцій мікроорганізмів. Вивчення складу планктону, наявності патогенів або токсичних водоростей.

Автоматизовані методи моніторингу.

Сенсорні системи IoT. Встановлення датчиків для постійного контролю параметрів води в режимі реального часу. Дані автоматично передаються до моніторингових систем.

Дрони та супутникові технології. Використовуються для моніторингу великих водних площ, аналізу цвітіння води або пошуку забруднень.

Методи регулювання умов у водних екосистемах.

Регулювання температури. Використання нагрівачів або

охолоджувальних систем для підтримки оптимального температурного режиму. Затінення або охолодження резервуарів для запобігання перегріву.

Контроль рН води. Для підвищення рН використовують добавки, такі як гашене вапно або бікарбонати. Для зниження рН додають кислоти (наприклад, фосфорну чи лимонну).

Підтримання рівня кисню. Використання аераторів чи компресорів для збагачення води киснем. Посадка водних рослин для природного виділення кисню під час фотосинтезу.

Зменшення концентрації токсичних речовин. Нітрати та нітрити: зниження за допомогою біофільтрів, що використовують нітрифікуючі бактерії. Амоній: використання хімічних фільтрів (цеоліту) або біологічних фільтраційних систем.

Фільтрація та очищення води. Механічні фільтри для видалення завислих частинок. Біофільтри для перетворення токсичних сполук у безпечні. Використання активованого вугілля для поглинання органічних забруднювачів.

Контроль солоності. Додавання прісної води для зниження солоності або додавання морської солі для її підвищення.

Управління біологічним балансом. Використання природних методів, наприклад, додавання рослин, які абсорбують надлишок поживних речовин (гідрофіти). Інтеграція багатовидової аквакультури, щоб різні види організмів підтримували баланс між собою (наприклад, вирощування риби разом з водоростями та молюсками).

Інтеграція моніторингу та регулювання.

Поеднання моніторингових даних із автоматизованими системами регулювання (ІоТ, програмне забезпечення) дозволяє підтримувати параметри середовища в межах норм без постійного втручання людини. Наприклад: сенсори виявляють зниження рівня кисню, і система автоматично вмикає аератори. Дані про підвищення температури запускають охолоджувальну систему або сигналізують про необхідність регулювання.

Хід роботи

1. Ознайомтеся з навчально-методичними матеріалами, таблицями норм для параметрів води та інструкцією з використання обладнання. Зберіть необхідне обладнання для вимірювань.

2. Використовуючи пробиратори або спеціальні пляшки, зберіть проби води з різних ділянок і глибин екосистеми.
3. Використовуйте сенсори або лабораторне обладнання для аналізу температури, рН, вмісту кисню, солоності, а також концентрації нітратів, нітритів та аміаку.
4. Запишіть усі отримані дані у зошит або внесіть їх у програмне забезпечення для моніторингу.
5. Порівняйте отримані результати з нормативними значеннями для даного виду водної екосистеми або організмів. Визначте можливі відхилення і з'ясуйте їхні причини.
6. Регулювання умов у водному середовищі. Корекція рівня кисню. У разі нестачі кисню увімкніть аераційні системи. Регулювання рН. Використовуйте нейтралізатори для підвищення чи зниження рівня кислотності. Очищення води. Застосуйте системи механічного або біологічного очищення для видалення забруднень.
7. Зробіть висновки про стан водної екосистеми на основі отриманих даних.
8. Розробіть рекомендації для підтримання або покращення умов у водному середовищі.
9. Оформіть звіт про виконання роботи.

Питання для самоконтролю

1. Які основні фізико-хімічні параметри води важливі для моніторингу?
2. Як відхилення температури впливають на водних організмів?
3. Чому рівень кисню у воді є критично важливим?
4. Які системи використовуються для автоматизації моніторингу параметрів?
5. Як можна знизити вміст нітратів та нітритів у воді?
6. Що таке RAS і як вона покращує умови у водних екосистемах?
7. Які методи використовуються для корекції рівня рН у воді?
8. Як можна оптимізувати рівень солоності для організмів?
9. Які програми або платформи використовуються для аналізу даних моніторингу?
10. Чому важливо проводити регулярний моніторинг водних екосистем?

Практична робота №4

Економічний аналіз виробництва нерибних об'єктів

Мета роботи: ознайомитися з основними підходами до економічного аналізу виробництва нерибних об'єктів аквакультури, розрахувати економічну ефективність виробництва, включаючи витрати, доходи та рентабельність, навчитися застосовувати економічні показники для оцінки доцільності вирощування нерибних об'єктів.

Матеріали та обладнання: таблиці зі стандартними витратами та доходами у виробництві нерибних об'єктів, нормативні документи щодо оцінки рентабельності аквакультури, зразки фінансових розрахунків, комп'ютер із встановленими програмами для аналізу даних (Microsoft Excel, Google Sheets тощо), табличний матеріал.

Теоретична частина

Економічний аналіз у виробництві нерибних об'єктів аквакультури є важливим інструментом для оцінки доцільності та ефективності діяльності.

Основні етапи аналізу включають:

1. **Визначення витрат.** Витрати поділяються на: постійні витрати: оренда приміщень, зарплата постійного персоналу, амортизація обладнання; змінні витрати: корми, електроенергія, вода, витрати на ліки чи добрива.

2. **Розрахунок доходів.** Доходи отримуються шляхом продажу вирощених об'єктів за ринковими цінами.

3. **Рентабельність.** Оцінюється співвідношенням чистого прибутку до загальних витрат:

$$\text{Рентабельність (\%)} = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Собівартість продукції}} \times 100\%$$

4. **Оцінка ризиків.** Аналіз можливих факторів, які можуть вплинути на ефективність виробництва, таких як зміна ринкових цін, хвороби об'єктів, природні катаклізми.

5. **Складання фінансового плану.** Використовується для визначення термінів окупності та прогнозу розвитку бізнесу.

Хід роботи

1. Ознайомтеся з умовами вирощування обраних нерибних об'єктів (наприклад, креветок, молюсків, водоростей).
2. Випишіть базові витрати на одиницю виробництва (1 кг продукції).

3. Визначте загальні витрати на основі доступних даних. Наприклад, якщо для вирощування 100 кг креветок потрібно... грн на корми, ... грн на енергію, і ... грн на оренду, загальні витрати складатимуть ... грн. Розділіть витрати на одиницю продукції.
4. Розрахуйте дохід, виходячи з ринкової ціни. Якщо ринкова ціна 1 кг креветок – ... грн, а виробництво складає 100 кг, дохід становитиме ... грн.
5. Розрахунок чистого прибутку:
6. Оцінка рентабельності. Використовуючи формулу, визначте рентабельність.
7. Запишіть усі результати у вигляді таблиці або діаграми.
8. Зробіть висновки про ефективність виробництва та можливі шляхи покращення..

Питання для самоконтролю

1. Що входить до постійних та змінних витрат у виробництві нерибних об'єктів?
2. Як обчислити рентабельність виробництва?
3. Чому важливо враховувати ризики при плануванні?
4. Які показники допомагають оцінити доцільність вирощування нерибних об'єктів?
5. Як зміна ринкових цін може вплинути на економічну ефективність виробництва?
6. Що таке термін окупності? Як він визначається?
7. Які витрати найбільш критичні у виробництві моллюсків, ракоподібних або водоростей?
8. Чому необхідно складати фінансовий план перед запуском виробництва?
9. Як можна знизити витрати у виробництві нерибних об'єктів?
10. Які економічні показники використовуються для аналізу ефективності аквакультури?

Практична робота №5

Оцінка екологічного впливу культивування нерибних об'єктів

Мета роботи: вивчити екологічні аспекти культивування нерибних об'єктів у системах аквакультури, навчитися визначати основні джерела негативного впливу на навколишнє середовище, розробити заходи мінімізації екологічних ризиків у процесі вирощування нерибних об'єктів.

Матеріали та обладнання: довідкові таблиці про вплив різних систем аквакультури на довкілля, звіти з оцінки впливу на довкілля (ОВД), комп'ютер із доступом до екологічних баз даних або програмного забезпечення для аналізу даних (наприклад, Excel), тести для оцінки якості води (вміст кисню, нітратів, аміаку), схеми біофільтрів, механічних фільтрів тощо, документація на системи замкнутого водопостачання (RAS), приклади успішних проєктів із низьким екологічним впливом

Теоретична частина

Культивування нерибних об'єктів, таких як молюски, ракоподібні чи водорості, має значний потенціал для аквакультури, однак воно також може впливати на довкілля.

Основні аспекти екологічного впливу включають.

Надлишкові корми та екскременти можуть спричинити евтрофікацію водойм. Збільшення рівнів нітратів і аміаку призводить до погіршення якості води.

Інтродукція нових видів може змінити екологічну рівновагу. Поширення хвороб і паразитів між дикими та культивованими організмами.

Надмірне споживання води для відкритих систем аквакультури. Забруднення ґрунту чи водойм поблизу виробничих об'єктів.

Засоби мінімізації впливу. Перехід до замкнутих систем водопостачання (RAS), які мінімізують викиди у довкілля. Використання біофільтрів для очищення води. Застосування органічних кормів та оптимізація їхньої кількості.

Хід роботи

1. Визначте тип системи, яка використовується для вирощування нерибних об'єктів (відкрита, напівзакрита, замкнута).
2. Зробіть опис основних технологічних процесів у цій системі.

3. Проведіть аналіз проб води для оцінки таких параметрів. Рівень кисню; вміст нітратів, фосфатів, аміаку; рН.
4. Визначте рівень забруднення води до і після застосування системи.
5. Проаналізуйте дані щодо утворення відходів у процесі культивування (рештки кормів, органічні відходи).
6. Визначте можливі ризики для біорізноманіття (інвазії, хвороби).
7. Використовуючи дані моніторингу, оцініть: евтрофікаційний потенціал системи; обсяги спожитої води на одиницю продукції; відсоток переробки відходів.
8. Запропонуйте заходи для мінімізації екологічного впливу, наприклад: використання сучасних систем фільтрації; зменшення кількості кормів без шкоди для продуктивності; створення буферних зон навколо водойм.
9. Узагальніть отримані результати та представте їх у вигляді таблиць, графіків або діаграм. Зробіть висновки щодо екологічного впливу та запропонованих заходів його мінімізації.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні джерела забруднення води під час культивування нерибних об'єктів?
2. Як надлишкові корми впливають на екосистему?
3. Чим відрізняється відкрита система культивування від замкнутої?
4. Які основні методи мінімізації забруднення водойм?
5. Як оцінюється рівень евтрофікації?
6. Чому біофільтри важливі для аквакультури?
7. Як впливає інтродукція нових видів на місцеву екосистему?
8. Які переваги мають замкнуті системи водопостачання?
9. Як визначити екологічну ефективність культивування нерибних об'єктів?
10. Що є основними критеріями для оцінки екологічного впливу аквакультури?

Практична робота №6

Культивування декоративних нерибних об'єктів

Мета роботи: вивчити основи культивування декоративних нерибних об'єктів у системах аквакультури, ознайомитися з технологіями утримання та догляду за декоративними видами, такими як моллюски, ракоподібні та інші безхребетні, навчитися проектувати системи для вирощування та підтримки життєздатності декоративних нерибних об'єктів.

Матеріали та обладнання: інструкції з утримання декоративних об'єктів (наприклад, креветок, акваріумних равликів), таблиці параметрів води для різних видів нерибних об'єктів (температура, рН, солоність), приклади акваріумних систем з живими декоративними об'єктами, акваріумні системи різного об'єму, системи аерації та фільтрації води, лампи для освітлення (LED або люмінесцентні, залежно від потреб об'єктів), пісок, субстрат, коралові структури для створення декоративних середовищ, тести для вимірювання параметрів води (вміст кисню, аміаку, нітратів, рН), корма для декоративних безхребетних (сухі, заморожені або живі), сачки, контейнери для транспортування, методичні рекомендації щодо профілактики хвороб у декоративних об'єктів

Теоретична частина

Культивування декоративних нерибних об'єктів є важливим напрямком аквакультури, який поєднує економічну вигоду та естетичне задоволення. У сучасній акваріумистиці нерибні об'єкти набувають все більшої популярності. Вони включають моллюсків, ракоподібних, членистоногих, водорості, та навіть окремі види коралів.

Таблиця 1 – Основні групи об'єктів і їх характеристика

Нерибні об'єкти	Розмір	Колір	Температура	Особливості
<i>Ракоподібні</i>				
<i>Neocaridina davidi</i>	2-3 см	яскраво-червоний, зустрічаються варіації кольорів	20-26°C	невибагливі, допомагають очищати акваріум, їдять водорості та залишки корму
<i>Caridina cantonensis</i>	до 2,5 см	біло-чорний або біло-	20-24°C	чутливі до параметрів

		червоний		води, вимагають нейтрального або слабкокислого рН
<i>Cherax destructor</i> (синій рак)	до 30 см	блакитний	18-25°C.	агресивний, може пошкоджувати рослини та дрібних сусідів
<i>Cambarellus patzcuarensis</i> (карликовий помаранчевий рак):	до 4 см	яскраво-оранжевий	20-26°C.	мирний, часто тримається в нижньому шарі акваріума.
<i>Geosesarma</i> sp. (краб вампір):	до 2,5 см	фіолетовий із яскравими очима	24-28°C	потребує частково водного, частково сухого середовища
Молюски				
<i>Pomacea bridgesii</i> (ампулярія)	5-7 см	жовтий, синій, коричневий	22-28°C	допомагає очищати акваріум від залишків корму, потребує кальцію для розвитку мушлі
<i>Neritina natalensis</i> (нерітин)	до 3 см	чорно-жовтий зі спіральними смугами	24-27°C	активно поїдає водорості, не шкодить рослинам, не розмножується в прісній воді
<i>Tridacna crocea</i> (гігантський молюск)	до 15 см	яскраво-синій, зелений	24-28°C	симбіоз із зооксантелами (потребує інтенсивного освітлення)

<i>Корали та актинії</i>				
Sarcophyton (м'які корали)	залежно від виду	коричневий, зелений, жовтий	24-27°C	менш вибагливі, часто використовуються в морських акваріумах для початківців
Асгорога (жорсткі корали)	можуть розростатися до десятків сантиметрів	блакитний, рожевий, фіолетовий	25-28°C	чутливі до параметрів води та освітлення, потребують хорошого потоку води
<i>Entacmaea quadricolor</i> (бульбашкова актинія)	30 см у діаметрі	зелений, червоний, рожевий	25-28°C	може співіснувати з рибами-клоунами, вимоглива до стабільних умов

Основні аспекти культивування.

Умови утримання. Параметри води залежать від виду: наприклад, креветки потребують чистої води з нейтральним або слабколужним рН (6.5–8.0) і температури 22–28°C. Важливий постійний контроль рівня аміаку та нітритів.

Особливості харчування. Декоративні об'єкти харчуються водоростями, дрібними частками кормів, а також спеціальними кормами для підтримки яскравого забарвлення.

Проектування середовища. Необхідно створити естетичний акваріум із декоративними елементами: корчами, камінням, живими рослинами. Для молюсків, таких як тридакни, потрібне додаткове освітлення для симбіотичних водоростей (зооксантел).

Розведення. Для багатьох декоративних об'єктів потрібні специфічні умови для нересту: наприклад, змінення солоності чи температури.

Ризики. Хвороби, пов'язані із забрудненням води чи інфекціями. Погана сумісність із іншими видами в акваріумі.

Хід роботи

1. Очистіть акваріум, встановіть систему фільтрації, налаштуйте аерацію. Додайте субстрат (пісок, гравій),

декоративні елементи (корчі, рослини, укриття).

2. Проведіть тести для визначення параметрів води (рН, жорсткість, аміак, нітрати). При необхідності скоригуйте параметри (додайте кондиціонери або змініть частину води).
3. Запуск системи. Дайте акваріуму встановити екосистемний баланс протягом 7–14 днів до заселення об'єктів.
4. Після транспортування адаптуйте об'єкти до нових умов, поступово вирівнюючи температуру та хімічний склад води. Обережно пересадіть об'єкти в акваріум.
5. Контроль параметрів. Регулярно перевіряйте якість води та поведінку об'єктів. Годуйте відповідно до виду та потреб (наприклад, раз на 1-2 дні).
6. Ведіть записи про стан об'єктів, їх зростання та поведінку.
7. За необхідності коригуйте умови утримання (освітлення, аерацію, фільтрацію).
8. Зафіксуйте результати спостережень у таблицях.
9. Опишіть проблеми, що виникли, і способи їх вирішення.

Питання для самоконтролю

1. Які параметри води є критичними для утримання декоративних нерибних об'єктів?
2. Як впливає освітлення на культивування моллюсків і креветок?
3. Які основні вимоги до середовища проживання декоративних равликів?
4. Що слід враховувати під час розведення декоративних ракоподібних?
5. Як часто необхідно проводити контроль якості води?
6. Які корми є оптимальними для декоративних об'єктів?
7. Чим можуть бути небезпечні відходи життєдіяльності нерибних об'єктів?
8. Як запобігти хворобам у декоративних об'єктів?
9. Які системи фільтрації використовуються в акваріумах із нерибними об'єктами?
10. Як оцінити сумісність різних видів декоративних об'єктів в одному акваріумі?

Рекомендована література

1. Коваленко Н. А. Теоретичні основи рециркуляційних систем в аквакультури. Львів : ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького, 2013. 200 с.
2. Культивування нерибних об'єктів: методичні вказівки для виконання практичних робіт для студентів екологічного факультету за кредитно-модульною системою організації навчального процесу / Ю. В. Куновський, О. А. Олешко, В. П. Олешко та ін. Біла Церква : БНАУ, 2021. 57 с. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/7311>
3. Сучасна аквакультура: від теорії до практики / за ред. О. В. Кравченко. Київ : Держрибагентство України, 2018. 90 с.
4. Федоненко О. В., Шарамок Т. С., Маренков О. М. Основи аквакультури: культивування мікроводоростей та безхребетних : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, 2014. 44 с.
5. Шек П. В., Бургаз М. І. Аквакультура прісноводних і морських риб, молюсків і безхребетних (відтворення і вирощування, світовий досвід) : навчальний посібник. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2022. 250 с.