

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та  
землеустрою  
Кафедра водних біоресурсів

**05-03-209М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних, практичних та  
самостійних робіт  
з навчальної дисципліни «Комбіноване рибництво»  
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.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Комбіноване рибництво» 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. – 29 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 біологічної продуктивності водойм для комбінованого рибництва	4
Лабораторна робота №2 Планування вирощування риби у полікультурі	7
Лабораторна робота №3 Вивчення кормової бази у комбінованих системах рибництва	9
Лабораторна робота №4 Комбіноване вирощування риб та нерибних об'єктів	11
Лабораторна робота №5 Вирощування риб з використанням систем аквапоніки	13
Практична робота №1 Оцінка екологічного стану водойм для комбінованого рибництва	16
Практична робота №2. Аналіз економічної ефективності комбінованого рибництва	18
Практична робота №3 Технологія вирощування риби у ставках із додатковим використанням ракоподібних	20
Практична робота №4 Вирощування моллюсків як біофільтрів у комбінованому рибництві	22
Практична робота №5. Аналіз використання рослин (наприклад, водоростей) у комбінованих аквакультурних системах	24
Практична робота № 6 Організація та технології ведення рибного господарства	27
Рекомендована література	29

© 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 біологічної продуктивності водойм для комбінованого рибиництва**

**Мета роботи:** визначити біологічну продуктивність водойми для її використання у комбінованому рибиництві, оцінити її потенціал для розведення різних видів риб та нерибних об'єктів.

**Матеріали та обладнання:** проби води з досліджуваної водойми, термометр, рН-метр, оксиметр, мікроскоп для аналізу планктону та бентосу, таблиці для розрахунку кормової бази, ілюстраційні матеріали, навчальні таблиці.

#### **Теоретична частина**

Біологічна продуктивність водойми – це здатність водного об'єкта підтримувати життя гідробіонтів, що залежить від екологічних факторів, зокрема температури, освітлення, наявності біогенних елементів і стану трофічної бази.

**Для оцінки біологічної продуктивності водойми аналізуються:**

Фізико-хімічні показники води: температура, рівень розчиненого кисню, кислотність (рН), концентрація азоту, фосфору, органічних речовин.

Склад та щільність кормової бази: фітопланктон, зоопланктон, бентос, макрофіти.

Тип трофності водойми: оліготрофна (низька продуктивність), мезотрофна (середня продуктивність), евтрофна (висока продуктивність).

Вплив антропогенного навантаження: рівень забруднення, евтрофікація.

Ефективне комбіноване рибиництво можливе у водоймах із розвинутою кормовою базою та стабільними екологічними параметрами, що дозволяють розводити рибу у поєднанні з іншими гідробіонтами, такими як моллюски та ракоподібні.

Розрахунок продуктивності водойми проводиться для оцінки її здатності забезпечувати необхідні умови для вирощування водних організмів. Основні методи розрахунку продуктивності включають аналіз біотичних і абіотичних факторів водойми, що визначають її трофічний стан. Нижче описано основні етапи та підходи:

**Оцінка біомаси первинної продукції (фітопланктону)**

Фітопланктон є основним джерелом енергії для екосистеми водойми. Його біомасу можна оцінити за допомогою таких методів.

#### **Метод хлорофілу-а.**

Вимірюється концентрація хлорофілу-а у воді (мг/м<sup>3</sup>).

Формула для оцінки продуктивності:

$$P = k \times Chl \times Z$$

де:

*P* – продуктивність (мг С/м<sup>2</sup>/добу),

*k* – коефіцієнт перетворення хлорофілу в біомасу,

*Chl* – концентрація хлорофілу-а,

*Z* – глибина фотосинтезу (м).

**Оцінка кисневого балансу.** Використовується зміна концентрації розчиненого кисню для розрахунку продуктивності через фотосинтез.

#### **Розрахунок вторинної продукції (зоопланктону).**

Продуктивність зоопланктону залежить від кількості та якості фітопланктону:

$$P_{\text{зоопл}} = V_{\text{зоопл}} \times G P_{\text{зоопл}} = V_{\text{зоопл}} \times G$$

де: *P*<sub>зоопл</sub> – продуктивність зоопланктону,

*V*<sub>зоопл</sub> – біомаса зоопланктону (мг/м<sup>3</sup>),

*G* – швидкість приросту (частка на день).

#### **Оцінка кормової бази для бентосних організмів**

Оцінюється на основі збору проб із дна водойми:

Визначається кількісний і якісний склад макрозообентосу.

Біомаса бентосу розраховується в одиницях ваги (г/м<sup>2</sup>) або енергії (кДж/м<sup>2</sup>).

#### **Оцінка загальної продуктивності водойми**

Загальна продуктивність водойми може бути розрахована як сума продуктивності окремих трофічних рівнів:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{фітопл}} + P_{\text{зоопл}} + P_{\text{бентос}}$$

де: *P*<sub>фітопл</sub> – продуктивність фітопланктону,

*P*<sub>зоопл</sub> – продуктивність зоопланктону,

*P*<sub>бентос</sub> – продуктивність бентосних організмів.

#### **Визначення трофічного стану водойми**

Трофічний стан водойми оцінюється за рівнем біогенних елементів (азот, фосфор): оліготрофна: низька продуктивність (< 100 г/м<sup>2</sup>/рік), мезотрофна: середня продуктивність (100–300 г/м<sup>2</sup>/рік), евтрофна: висока продуктивність (> 300 г/м<sup>2</sup>/рік).

Розрахована продуктивність водойми використовується для: вибору видів риб для розведення, оптимізації кількості посадкового матеріалу, планування комбінованого рибиництва (наприклад, риби, молюски, ракоподібні). Такі методи дозволяють забезпечити раціональне використання водойм для аквакультури без погіршення їх екологічного стану.

### **Хід роботи**

1. Відібрати проби з кількох ділянок водойми (мілководдя, глибоководна частина, зарослі ділянки).
2. Виміряти температуру, рН та рівень розчиненого кисню.
3. Визначити концентрацію основних біогенних елементів.
4. Провести аналіз планктону за допомогою мікроскопа.
5. Оцінити кількісний і якісний склад бентосу.
6. Розрахунок продуктивності водойми: використати формули для оцінки кількості кормових ресурсів, доступних для риб та інших гідробіонтів.
7. Зробити висновки щодо придатності водойми для комбінованого рибиництва.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке біологічна продуктивність водойми?
2. Які фізико-хімічні параметри впливають на продуктивність водойми?
3. Як оцінити кормову базу водойми?
4. Що таке оліготрофні, мезотрофні та евтрофні водойми?
5. Які нерибні об'єкти можуть культивуватися у комбінованому рибицтві?
6. Які методи використовуються для аналізу зоопланктону та фітопланктону?
7. Як антропогенне навантаження впливає на біологічну продуктивність?
8. Які види риб потребують високої продуктивності водойми?
9. Чому важливо підтримувати екологічну рівновагу в комбінованому рибицтві?
10. Як визначити придатність водойми для вирощування кількох видів гідробіонтів одночасно?

## Лабораторна робота №2

### Планування вирощування риби у полікультурі

**Мета роботи:** навчитися визначати оптимальний склад видів для полікультури, розробляти план вирощування рибних видів із врахуванням їх біологічних особливостей, кормової бази водойми, а також екологічних взаємодій.

**Матеріали та обладнання:** картографічні матеріали водойми, дані про біологічну продуктивність водойми, інформація про види риб для полікультури, комп'ютер із програмами для моделювання, таблиці кормових коефіцієнтів і швидкості росту риб.

### Теоретична частина

**Полікультура** – це методика вирощування кількох видів риб у спільному середовищі. Її основа полягає у раціональному використанні всіх трофічних рівнів водойми та зниженні конкуренції між видами за кормові ресурси.

#### **Основні принципи полікультури.**

**Вибір видів.** Успішна полікультура залежить від правильного підбору видів із різними екологічними нішами. Наприклад: рослиноїдні риби – для контролю водних рослин; всеїдні види – для споживання фітопланктону, зоопланктону, зообентосу, детриту; хижі риби– для регуляції популяції дрібних риб.

**Підрахунок щільності посадки.** Оптимальна щільність посадки забезпечує зростання риб без негативного впливу на їх здоров'я та на екосистему водойми. **Роль кормової бази.** Планування враховує наявність природної кормової бази та її доповнення комбікормами. **Контроль умов середовища.** Врахування якості води, температурного режиму, рівня кисню, біогенних елементів.

#### **Етапи планування полікультури:**

Оцінка параметрів водойми: площа, глибина, об'єм, температура води.

Біологічна продуктивність (фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос).

Вибір видового складу: види із різними трофічними потребами.

Урахування сезонних особливостей росту кожного виду.

**Розрахунок посадкового матеріалу:** визначення біомаси кожного виду, підрахунок початкової кількості мальків.

**Визначення режиму годівлі:** частота та вид кормів, розрахунок витрат корму для кожного виду.

**Моніторинг стану водойми:** вимірювання кисню, біогенів, температури води, контроль рівня хижих і небажаних видів риб.

### **Проблеми полікультури**

1. Ризик перенаселення: неправильний розрахунок щільності посадки може призвести до виснаження ресурсів водойми та загибелі риби.

2. Епізоотичні ризики: змішане утримання видів підвищує ймовірність поширення захворювань.

3. Сезонні обмеження: різні види мають різні температурні оптимуми для росту, що ускладнює підтримку збалансованої системи протягом року.

### **Хід роботи**

1. .Ознайомитися з характеристиками заданої водойми: Площа, глибина, хімічні показники води.
2. Вибрати види для полікультури: Наприклад, білий амур, товстолобик, карась, щука.
3. Розрахувати щільність посадки для кожного виду:
4. Використати дані про біологічну продуктивність водойми.
5. Скласти план годування:
6. Визначити кількість корму на день, враховуючи вагу риб.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке полікультура? Які її переваги порівняно з монокультурою?
2. Які види риб найчастіше використовуються у полікультурі?
3. Як обчислюється щільність посадки риб?
4. Як визначається кормовий коефіцієнт для риб?
5. Які показники водойми враховуються при плануванні полікультури?
6. Чому важливо враховувати трофічні рівні водойми?
7. Як здійснюється контроль за якістю води у водоймах для полікультури?
8. Як змінюються потреби у кормі в залежності від сезону?
9. Чим відрізняється полікультура із хижими видами від полікультури без них?
10. Які екологічні ризики можуть виникнути при неправильному плануванні полікультури?



## Лабораторна робота №3

### Вивчення кормової бази у комбінованих системах рибництва

**Мета роботи:** ознайомлення з основними компонентами кормової бази у комбінованих системах рибництва, визначення її продуктивності та оцінка якості кормів для різних видів риб.

**Матеріали та обладнання:** зразки води з досліджуваних Кормова база у комбінованих системах рибництва.

#### Теоретична частина

**Кормова база водойм** – це сукупність організмів, які слугують природним джерелом живлення для риб та інших водних мешканців. У системах комбінованого рибництва цей ресурс використовується максимально ефективно для підтримки продуктивності водойми та вирощування декількох видів риб одночасно.

#### Основні компоненти кормової бази.

**Фітопланктон.** Це мікроскопічні водорості, що складають основу харчового ланцюга у водоймах. Вони забезпечують первинну продуктивність водойми та є основним кормом для таких риб, як товстолобик білий і строкатий.

**Зоопланктон.** Група дрібних водяних тварин, які споживаються личинками та молоддю риб, а також дорослими особинами (наприклад, товстолобиком). Зоопланктон включає коловертка, дафній, копеподів тощо.

**Макрофіти.** Вищі водні рослини, що служать кормом для білого амура. Вони також виконують функцію природного фільтра, покращуючи якість води.

**Бентос.** Організми, які живуть на дні водойми, включаючи молюсків, червів, личинок комах тощо. Бентос є важливим кормом для коропа, лина та інших донних риб.

**Детрит.** Органічні залишки, які слугують додатковим кормом для багатьох видів донних організмів і риб.

#### Фактори, що впливають на продуктивність кормової бази.

Вміст біогенних речовин (азот, фосфор), що стимулюють ріст фітопланктону.

Температурний режим водойми.

Рівень освітлення та прозорості води.

Кисневий режим, необхідний для життєдіяльності організмів.

Рівень органічного забруднення водойми.

### **Продуктивність водойми.**

Первинна продуктивність. Вимірює кількість органічної речовини, створеної фітопланктоном, що є основою для всього харчового ланцюга.

Вторинна продуктивність. Відображає ріст зоопланктону та бентосу, які залежать від первинної продуктивності водойми.

### **Роль полікультури в комбінованих системах рибництва.**

Полікультура дозволяє ефективно використовувати всі рівні кормової бази. Наприклад: товстолобик використовує фітопланктон, зменшуючи його надмірний розвиток. Білий амур споживає макрофіти, зменшуючи заростання водойми. Короп споживає бентос і детрит, регулюючи донне середовище.

Завдяки такій системі мінімізується конкуренція між видами та зберігається екологічний баланс водойми.

### **Методи оцінки кормової бази.**

Гідробіологічні методи. Включають відбір проб води, аналіз планктону та бентосу під мікроскопом, визначення їх біомаси та чисельності.

Хімічний аналіз. Оцінка вмісту біогенів (азоту, фосфору) та розчиненого кисню.

Кількісні розрахунки. Використовуються для визначення потенціальної продуктивності водойми.

Комбіноване рибництво сприяє сталому природокористуванню та економічній вигоді завдяки раціональному використанню природних ресурсів водойм. Такі системи є екологічно стійкими та дозволяють вирощувати декілька видів риб без шкоди для навколишнього середовища.

### **Хід роботи**

1. Зібрати зразки води для аналізу фітопланктону та зоопланктону за допомогою планктонної сітки.
2. Зібрати зразки бентосу з дна водойми (за допомогою драг або сачків).
3. Вивчення складу кормової бази. Розглянути зразки під мікроскопом. Визначити основні види планктону та бентосу за допомогою таблиць.
4. Записати видовий склад та підрахувати кількість

організмів у певному об'ємі води.

5. Визначити концентрацію азоту, фосфору та кисню в зразках води.
6. Зробити висновок про рівень трофності водойми.
7. Обчислити біомасу фітопланктону, зоопланктону та бентосу за стандартними методиками.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Що включає кормова база у комбінованому рибництві?
2. Як фітопланктон впливає на якість води у водоймі?
3. Які основні види риб використовують зоопланктон як корм?
4. Які організми належать до бентосу, і які риби їх споживають?
5. Які фактори впливають на продуктивність кормової бази?
6. Що таке первинна продуктивність водойми?
7. Як визначити біомасу фітопланктону у водоймі?
8. Чому полікультура вважається екологічно вигідною для водойми?
9. Як рівень азоту та фосфору впливає на розвиток фітопланктону?
10. Які методи використовуються для збору та аналізу зоопланктону?

#### **Лабораторна робота №4**

##### **Комбіноване вирощування риб та нерибних об'єктів**

**Мета роботи:** ознайомитися з принципами комбінованого вирощування риб та нерибних об'єктів у замкнених і відкритих аквакультурних системах. Навчитися оцінювати їх продуктивність, економічну ефективність і вплив на екосистему.

**Матеріали та обладнання:** гідробіологічні проби води, таблиці для оцінки чисельності нерибних об'єктів (раків, молюсків тощо), інструменти для відбору проб (грабарки, сітки, драги), мікроскоп, лабораторне скло, реактиви для аналізу води, довідкові матеріали про біологію риб і нерибних об'єктів.

##### **Теоретична частина**

Комбіноване вирощування риб та нерибних об'єктів – це технологія, яка передбачає одночасне культивування декількох видів, що взаємодіють у спільній екосистемі. Вона дозволяє ефективно використовувати ресурси водойми, знижувати конкуренцію за корм і

забезпечувати екологічну стійкість.

### **Основні принципи комбінованого вирощування.**

**Вибір видів.** Для успішного комбінування слід обирати види, які займають різні екологічні ніші, наприклад: риби (короп, товстолобик) споживають фітопланктон, зоопланктон та донні організми. Ракоподібні (річковий рак, креветки) використовують органічний детрит та дрібних бентосних організмів. Молюски (устриці, перлівниці) фільтрують воду, очищаючи її від суспензій та органічних частинок.

**Екологічний баланс.** Культивування декількох видів дозволяє підтримувати біологічну рівновагу, запобігаючи евтрофікації водойми.

**Раціональне використання кормової бази.** Завдяки взаємодоповненню між видами зменшується конкуренція за кормові ресурси, що підвищує продуктивність системи.

Комбіноване вирощування реалізується у відкритих водоймах (ставки, озера) або в системах замкненого водопостачання (рециркуляційні системи). Вибір залежить від умов і потреб конкретного господарства.

Приклади комбінованих систем:

Риба + молюски. Устриці чи перлівниці фільтрують воду, що покращує умови для риб.

Риба + ракоподібні. Раки та креветки утилізують залишки корму, запобігаючи органічному забрудненню.

Риба + водорості. Водорості поглинають азот і фосфор, зменшуючи їх концентрацію у воді, що корисно для риб.

### **Хід роботи**

1. Вивчіть біологічні особливості видів, які планується вирощувати у комбінованій системі.
2. Проведіть відбір проб води для оцінки її якості (температура, кисень, біогенні елементи).
3. Здійсніть оцінку кормової бази водойми: визначте кількість і склад планктону, бентосу та макрофітів.
4. Розробіть модель комбінованої системи з урахуванням доступних ресурсів:
5. Визначте чисельність риб та нерибних об'єктів на одиницю площі.
6. Складіть розрахунок продуктивності системи.
7. Здійсніть економічний розрахунок (оцінка витрат і прогноз

доходів від вирощування).

### **Питання для самоконтролю**

1. Які основні принципи комбінованого вирощування риб та нерибних об'єктів?
2. Які види риб та нерибних об'єктів доцільно поєднувати у комбінованих системах?
3. Які переваги мають комбіновані системи порівняно з монокультурою?
4. Як оцінити якість води для комбінованого вирощування?
5. Як розрахувати продуктивність комбінованої системи?
6. Чому важливо враховувати екологічну стійкість у комбінованих системах рибництва?
7. Як впливають моллюски на якість води у комбінованих системах?
8. Які методи використовуються для аналізу кормової бази водойм?
9. Як ракоподібні сприяють утилізації органічних залишків у водоймі?
10. Які економічні фактори впливають на ефективність комбінованого вирощування?

### **Лабораторна робота №5**

#### **Вирощування риб з використанням систем аквапоніки**

**Мета роботи:** ознайомитися з принципами функціонування систем аквапоніки, оцінити їх ефективність для вирощування риб і рослин, а також навчитися планувати вирощування риб у таких системах.

**Матеріали та обладнання:** макет або модель аквапонічної системи; обладнання для контролю якості води (тестери для рН, аміаку, нітратів, нітритів); насіння рослин та стартова популяція риб (наприклад, тилапія, кларієвий сом), лабораторне скло, реактиви для аналізу води, навчально-методичні матеріали.

#### **Теоретична частина**

Аквапоніка – це інтегрована система, яка поєднує аквакультуру (вирощування риб) і гідропоніку (вирощування рослин

без ґрунту). У цій системі продукти життєдіяльності риб використовуються як добриво для рослин, які, у свою чергу, очищують воду для риб.

### **Основні компоненти аквапонічної системи.**

Резервуар для риб. Риба є джерелом поживних речовин для рослин. Найчастіше використовуються швидкоростучі види, такі як тилапія, сом, короп.

Гідропонна система. Рослини вирощуються на плаваючих платформах, у субстратах або у вертикальних фермах.

Фільтрувальні системи. Механічний фільтр: для видалення твердих відходів. Біофільтр: для перетворення аміаку та нітритів на нітрати, які рослини можуть засвоювати.

Насосна система. Забезпечує циркуляцію води між акваріумом і гідропонним відсіком.

Переваги аквапоніки:

1. Екологічність: мінімальне використання добрив і пестицидів.
2. Раціональне використання води: вода циркулює у замкненому циклі.
3. Додатковий дохід: одночасне вирощування риб та рослин.

### **Основні види систем аквапоніки.**

Система з плаваючими платформами: рослини висаджуються у отвори на пінопластових платформах, які плавають на поверхні води.

Система з субстратом: корені рослин закріплюються у гравії, гідротоні або інших матеріалах.

Вертикальні системи: рослини висаджуються у вертикальних модулях, що економить простір і дозволяє вирощувати більше культур.

**Особливості вирощування риб у системах аквапоніки.** Рівень аміаку, нітритів та нітратів повинен бути в межах допустимих норм. Риби повинні отримувати збалансоване харчування, що не забруднює воду. Підтримання оптимальних параметрів води (температура, кисень, рН).

### **Хід роботи**

1. Ознайомтеся з моделлю аквапонічної системи.
2. Виміряйте початкові параметри води (рН, температура, рівень аміаку, нітритів, нітратів).
3. Підберіть вид риб та рослин для вирощування у системі.
4. Заповніть резервуар водою і заселіть систему рибами та

рослинами.

5. Спостерігайте за змінами у якості води протягом кількох днів.
6. Розробіть план оптимізації системи: регулювання щільності риб, додавання добрив (за потреби), поліпшення фільтрації води.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке аквапоніка?
2. Які компоненти входять до аквапонічної системи?
3. Які види риб найчастіше використовуються в аквапоніці?
4. Як рослини впливають на якість води у системі?
5. Які переваги має аквапоніка порівняно з традиційними методами вирощування?
6. Як регулюється концентрація аміаку, нітритів та нітратів у воді?
7. Які типи аквапонічних систем існують?
8. Які параметри води є критичними для успішного вирощування риб?
9. Які економічні аспекти враховуються при плануванні аквапонічної ферми?
10. Чим відрізняється система з субстратом від системи з плаваючими платформами?

## Практична робота №1

### Оцінка екологічного стану водойм для комбінованого рибництва

**Мета роботи:** оцінка екологічного стану водойм для визначення можливості їх використання для комбінованого рибництва, а також вивчення факторів, які можуть вплинути на ефективність такого рибництва. Оцінка має включати в себе аналіз водних та екологічних параметрів водойм, що дозволяють забезпечити здоров'я риб та інші об'єкти аквакультури.

**Матеріали та обладнання:** водні проби для аналізу (рН, температура, вміст кисню, аміаку, нітратів, нітритів), тестери для визначення якості води (рН, концентрація кисню, мікроелементи), лабораторне обладнання для вимірювання екологічних показників (наприклад, спектрофотометри), інструкції щодо збору та зберігання водних проб, карта або схема водойми для проведення дослідження, засоби для визначення біологічних показників стану водойм (флора, фауна).

#### Теоретична частина

Комбіноване рибництво, яке включає одночасне вирощування риб і нерибних об'єктів (молюсків, ракоподібних, водних рослин тощо), вимагає ретельного оцінювання екологічного стану водойм. Екологічний стан води є визначальним для здоров'я всіх видів, що мешкають у водоймі.

Основні екологічні параметри для оцінки стану водойм:

Температура води. Вона визначає рівень метаболічних процесів у водних організмах. Для більшості риб температурний діапазон оптимальний між 18-24°C. Для інших водних організмів цей діапазон може відрізнятись.

рН води. Важливий для балансування кислотно-лужного середовища. Для рибного господарства зазвичай оптимальним рН є 6.5-8.5. Вимірювання рН дозволяє визначити, чи водне середовище є здатним підтримувати здоров'я організмів.

Концентрація кисню. Високий рівень кисню необхідний для риб і інших водних організмів. Порушення балансу кисню в воді може спричинити кисневі голодування, що впливає на зростання і виживаність популяцій.

Вміст аміаку, нітритів та нітратів. Аміак та нітрити – це



токсичні речовини, що утворюються внаслідок життєдіяльності риб і органічних відходів. Їх концентрація в воді не повинна перевищувати певних норм. Для нітратів ідеальним рівнем є близько 10-20 мг/л.

Біологічні показники. Біологічна продуктивність водойм – це здатність підтримувати певні популяції водних організмів. Враховуються види водоростей, фітопланктону, зоопланктону, а також мікрофауни, що є індикаторами екологічної ситуації.

Ключові фактори для оцінки екологічного стану.

Мікробіологічне забруднення. Наявність шкідливих мікроорганізмів у воді може негативно впливати на здоров'я риб.

Рівень забруднення води: Водойми можуть бути забруднені важкими металами, хімікатами, пестицидами, що суттєво впливає на екосистему.

Фізико-хімічні властивості води. Низький рівень розчинених речовин або забруднення води може вплинути на ефективність вирощування риби та інших об'єктів.

#### **Хід роботи**

1. Вибір водойми для дослідження, підготовка та організація місць для збору водних проб (поверхневі та глибинні проби).
2. Вимірювання основних параметрів води: рН, температура, вміст кисню, аміаку, нітратів, нітритів.
3. Оцінка біологічних показників за допомогою мікроскопії фітопланктону та зоопланктону.
4. Порівняння отриманих показників з оптимальними значеннями для комбінованого рибництва.
5. Аналіз впливу екологічних умов на потенціал водойми для комбінованого рибництва.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Які основні параметри води впливають на ефективність комбінованого рибництва?
2. Як визначити рівень забруднення водойм і його вплив на популяції риб та нерибних об'єктів?
3. Яким чином впливає температура води на метаболічні процеси риб?
4. Які токсичні речовини в воді можуть бути шкідливими для

- організмів у системах комбінованого рибиництва?
5. Як визначити оптимальний рН для різних видів риб?
  6. Чому важливо контролювати рівень кисню в водоймі?
  7. Яким чином забруднення води може вплинути на біологічну продуктивність водойми?
  8. Як оцінити біологічний стан водойми для визначення її здатності підтримувати здорові популяції риб?

## **Практична робота №2**

### **Аналіз економічної ефективності комбінованого рибиництва**

**Мета роботи:** вивчення методів оцінки економічної ефективності комбінованого рибиництва, розрахунок витрат і доходів, а також оцінка можливих прибутків від використання комбінованих аквакультурних систем (наприклад, вирощування риб і нерибних об'єктів одночасно). Робота передбачає також аналіз витрат на інфраструктуру та ресурси, необхідні для успішного ведення комбінованого рибиництва.

**Матеріали та обладнання:** дані щодо витрат на інфраструктуру аквакультури, техніко-економічні показники для різних типів комбінованого рибиництва, програмне забезпечення для економічного моделювання (наприклад, Excel або спеціалізовані програми для розрахунку економічної ефективності), методичні рекомендації щодо оцінки економічної ефективності комбінованих аквакультур.

### **Теоретична частина**

Комбіноване рибиництво включає вирощування різних видів риб, а також нерибних об'єктів, таких як молюски, ракоподібні, водорості та інші організми, що забезпечують більшу біологічну продуктивність водойм. У зв'язку з таким поєднанням різних видів аквакультури виникають специфічні економічні питання, пов'язані з оптимізацією витрат і доходів.

**Основними факторами, що визначають економічну ефективність комбінованого рибиництва, є:**

Витрати на створення інфраструктури. Для комбінованих аквакультурних систем важливими є витрати на спорудження та утримання інфраструктури, зокрема створення ємностей для

вирощування риби та нерибних організмів, насосних станцій, фільтраційних установок та систем живлення.

**Продуктивність.** Продуктивність комбінованих систем визначається не тільки кількістю вирощуваних риб, але й іншими об'єктами, такими як водорості або молюски, що можуть бути використані як джерело доходів або забезпечення кормової бази для риб.

Постійні та змінні витрати. Потрібно розрахувати витрати на кожен етап аквакультурного процесу, включаючи витрати на корм, обслуговування, управління та маркетинг. Одночасно враховується заробіток від різних видів продукції.

**Маркетинг і збут.** Економічна ефективність також залежить від можливостей збуту продукції, попиту на різні види риб і нерибних об'єктів. Маркетингова стратегія, ціни на продукцію та наявність каналів збуту можуть суттєво впливати на прибутковість бізнесу.

**Ризики та екологічні фактори.** Оцінка економічної ефективності включає також аналіз екологічних ризиків, таких як забруднення води або хвороби серед риб, що можуть знизити ефективність виробництва.

Для оцінки економічної ефективності використовуються різні методи, зокрема:

Аналіз витрат і доходів.

Розрахунок чистого прибутку (NPV).

Оцінка терміну окупності (payback period).

Аналіз рентабельності.

### **Хід роботи**

1. Збір даних щодо витрат на створення комбінованих аквакультурних систем, включаючи вартість обладнання, кормів і робочої сили.

2. Оцінка доходів від вирощування різних видів риб та нерибних об'єктів, аналіз маркетингових каналів збуту.

3. Виконання розрахунків для визначення економічної ефективності комбінованого рибництва з використанням методів фінансового аналізу.

4. Аналіз отриманих результатів, складання звіту та пропозиції щодо підвищення ефективності комбінованого рибництва.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які основні фактори впливають на економічну ефективність комбінованого рибництва?
2. Як оцінити витрати на інфраструктуру комбінованої аквакультури?
3. Які основні витрати і доходи слід враховувати при аналізі економічної ефективності комбінованого рибництва?
4. Як розрахувати рентабельність комбінованих систем рибництва?
5. Які методи використовуються для аналізу окупності інвестицій у комбіновані рибні господарства?
6. Як можна мінімізувати екологічні ризики в комбінованих системах рибництва для підвищення їх економічної ефективності?

### **Практична робота №3**

#### **Технологія вирощування риби у ставках із додатковим використанням ракоподібних**

**Мета роботи:** вивчення технології вирощування риби в ставках з додатковим використанням ракоподібних (наприклад, креветок або раків). Студенти повинні ознайомитись з принципами комбінованого вирощування риби і ракоподібних у водоймах, їх взаємодією, а також з екологічними та економічними аспектами такого виду аквакультури.

**Матеріали та обладнання:** система ставків для риб і ракоподібних, витратні матеріали для забезпечення гідрохімічного контролю, корм для риб і ракоподібних, вимірювальні прилади для контролю рівня кисню, температури води, рН, аміаку, нітратів, комп'ютерне програмне забезпечення для обчислення економічної ефективності комбінованих аквакультурних систем.

#### **Теоретична частина**

Комбіноване вирощування риби та ракоподібних в ставках є прикладом полікультури, де різні види організмів вирощуються в одному середовищі, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів та зменшити витрати. У таких системах риба та ракоподібні

можуть взаємодіяти, що сприяє підвищенню продуктивності.

Риба здебільшого використовується як основний об'єкт вирощування, а ракоподібні виконують функцію біологічного очищення води, поїдаючи органічні залишки і мікроорганізми, що допомагає підтримувати екологічну рівновагу в ставках.

Водночас ракоподібні служать додатковим джерелом доходу, оскільки їх можна продавати для харчової промисловості або інших цілей.

Важливо забезпечити оптимальні умови для зростання обох видів: риби та ракоподібних. Це передбачає контроль температури води, рівня кисню, кислотності, а також правильний вибір видів для вирощування.

### **Технологічні аспекти вирощування.**

Вибір видів риб і ракоподібних. Для комбінованого вирощування в ставках вибираються види риб і ракоподібних, що мають схожі вимоги до умов середовища. Наприклад, різні види риб можуть вирощуватися разом з прісноводними ракоподібними (креветки або раки), які відзначаються високою стійкістю до змін у воді та здатністю витримувати різні температури.

Умови для вирощування. Рівень кисню в воді, температура, рН та інші фактори повинні підтримуватися на оптимальних рівнях. Наприклад, деякі види риб, такі як коропа, можуть витримувати відносно високі температури, а ракоподібні зазвичай потребують стабільних умов для нормального росту та розвитку.

Кормова база. У комбінованих ставках корм для риби та ракоподібних може бути спільним або спеціально розробленим для кожного виду. Важливо врахувати, що корм для риб може бути використаний також і ракоподібними, що зменшує витрати на корм.

### **Екологічні аспекти.**

Комбіноване вирощування в ставках дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, оскільки ракоподібні допомагають очистити воду, знижуючи рівень органічних відходів і токсинів. Це дозволяє зменшити необхідність у хімічних фільтраціях та пестицидах, що покращує екологічний стан водойми..

### **Хід роботи**

1. Оцінка умов водойми для комбінованого вирощування риби і ракоподібних (температура, рівень кисню, рН

води).

2. Визначення оптимальних видів риби і ракоподібних для комбінованого вирощування.
3. Розрахунок кількості корму, необхідного для обох видів.
4. Проведення моніторингу якості води протягом вирощування риби та ракоподібних.
5. Порівняння результатів комбінованого вирощування з традиційними методами аквакультури.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Як комбіноване вирощування риби та ракоподібних впливає на екологічну ситуацію в ставках?
2. Які види риби і ракоподібних найбільш підходять для комбінованого вирощування?
3. Які основні фактори потрібно контролювати при вирощуванні риби і ракоподібних у ставках?
4. Як ракоподібні впливають на якість води та на продуктивність рибництва?
5. Які економічні переваги комбінованого вирощування порівняно з традиційними методами рибництва?

#### **Практична робота №4**

##### **Вирощування молюсків як біофільтрів у комбінованому рибництві**

**Мета роботи:** вивчення ролі молюсків як біофільтрів у комбінованих системах рибництва. Студенти повинні ознайомитись з технологією вирощування молюсків, їх біологічними властивостями та роллю у зниженні забруднення води у рибницьких ставках. Це дозволить зрозуміти, як молюски можуть допомогти в очищенні води, поліпшуючи умови для росту риби і зменшуючи необхідність у хімічних засобах очищення.

**Матеріали та обладнання:** витратні матеріали для вимірювання параметрів води (температура, рН, рівень кисню, аміак, нітрати), системи для моніторингу стану молюсків (параметри зростання, здоров'я), проби води та молюсків для аналізу, корм для

моллюсків (якщо необхідно), вимірювальні прилади для моніторингу біологічних показників.

### **Теоретична частина**

Моллюски (особливо двостулкові моллюски, такі як мідії, устриці та рапани) є природними біофільтрами, які очищають воду, поглинаючи велику кількість планктону, органічних часток, бактерій та інших дрібних організмів. Вони можуть значно зменшити рівень органічних забруднювачів у воді, що покращує умови для риб і інших водних організмів. Це робить їх важливими елементами в комбінованих системах рибництва.

#### **Принципи роботи біофільтрації.**

Фільтрація води: моллюски фільтрують воду, перехоплюючи органічні частки, що містяться в ній. Це допомагає знизити концентрацію органічних забруднень і зменшити необхідність у використанні хімічних засобів очищення води.

Метаболізм моллюсків: у процесі фільтрації моллюски поглинають органічні речовини і використовують їх для свого метаболізму. Це дозволяє їм підтримувати здоров'я та зростання, водночас очищаючи воду.

Біологічний баланс: моллюски сприяють підтримці екологічної рівноваги в ставках, оскільки вони знижують рівень аміаку, що може бути токсичним для риб, і підтримують стабільність гідрохімічних параметрів води.

#### **Вибір видів моллюсків для вирощування.**

Для вирощування в комбінованих системах рибництва зазвичай вибирають такі види моллюсків, які здатні ефективно фільтрувати воду, мають високу продуктивність та можуть витримувати зміни параметрів середовища.

Мідії (наприклад, *Mytilus edulis*) є популярними завдяки своїй здатності очищати великі обсяги води. Вони живляться планктоном та детритом і можуть активно функціонувати як біофільтри.

Устриці (*Crassostrea gigas*) також використовуються в таких системах через свою здатність очищати воду та підвищувати її якість.

Рапани (*Rapana venosa*) можуть бути використані в комбінації з рибами для зниження кількості водоростей та органічних залишків.

Вирощування моллюсків у системах комбінованого рибництва

дозволяє досягти кількох переваг:

Покращення якості води завдяки фільтрації.

Зниження забруднення води, що позитивно впливає на здоров'я риб.

Збільшення біорізноманіття у водоймі, що сприяє екологічній стабільності.

Створення додаткових джерел доходу від продажу молюсків.

#### **Хід роботи**

1. Виміряти основні параметри води у водоймі (температура, рН, рівень кисню, аміак, нітрати) для визначення оптимальних умов для вирощування молюсків.
2. Визначити, який вид молюсків найкраще підходить для використання в даній системі рибництва.
3. Протягом декількох днів провести моніторинг змін у якості води після введення молюсків у систему.
4. Зібрати дані про зміни в якості води та ефективність фільтрації молюсками.
5. Проаналізувати витрати на вирощування молюсків та їх вплив на продуктивність рибництва.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Яка роль молюсків у фільтрації води в комбінованих системах рибництва?
2. Які види молюсків найефективніші для очищення води і чому?
3. Які параметри води найважливіші для вирощування молюсків?
4. Як впливає використання молюсків на здоров'я риб у комбінованих системах?
5. Які економічні переваги має вирощування молюсків як біофільтрів?

### **Практична робота №5**

#### **Аналіз використання рослин (наприклад, водоростей) у комбінованих аквакультурних системах**

**Мета роботи:** вивчення ролі рослин, зокрема водоростей, у комбінованих аквакультурних системах. Студенти повинні ознайомитися з технологіями використання водоростей для покращення



екологічного стану водойм, забезпечення харчування водних організмів та їх взаємодії з іншими компонентами аквакультури (риби, молюски, ракоподібні).

**Матеріали та обладнання:** водорості різних видів (наприклад, спіруліна), прилади для вимірювання параметрів води (рН, температура, рівень кисню, концентрація аміаку, нітратів), підготовлені аквакультурні установки (ставки або контейнери для вирощування водоростей), технічні засоби для контролю росту водоростей (система освітлення, системи поливу, тощо), корм для водоростей і риб, а також додаткові добавки.

### **Теоретична частина**

Водорості є важливими компонентами екосистеми аквакультури, оскільки вони виконують кілька функцій, включаючи фільтрацію води, поглинання надлишкових поживних речовин (амоніаку, нітратів, фосфатів) та виділення кисню через процес фотосинтезу. Вони також використовуються як корм для водних організмів (наприклад, риб і молюсків), а деякі види водоростей можуть бути додатково використані для виготовлення харчових добавок або навіть як біоенергетичний ресурс.

#### **Роль водоростей у комбінованих аквакультурних системах.**

**Фільтрація води.** Водорості активно поглинають надлишок мінеральних та органічних речовин, що може покращити якість води в аквакультурній системі. Це також сприяє зменшенню забруднення води та допомагає підтримувати оптимальні умови для риб і молюсків.

**Поглинання поживних речовин.** Водорості можуть поглинати нітрати і фосфати, що знижує ймовірність утворення шкідливих водоростевих цвітінь або дефіциту кисню.

**Забезпечення кормом.** Рослини (особливо водорості) використовуються як джерело харчування для деяких видів водних організмів, таких як риби та молюски, а також можуть слугувати добавками до основного раціону риб.

**Природний біофільтр.** Завдяки своїм властивостям водорості є ефективними біофільтрами, які знижують рівень органічного забруднення у водоймі.

Основні типи водоростей для аквакультури.

**Спіруліна (*Spirulina*).** Відомі своїми високими харчовими властивостями. Спіруліна є багатим джерелом білків, вітамінів,

мінералів та амінокислот. Вона активно використовується як додаткове джерело корму для риб.

Хлорела (*Chlorella*). Це одноклітинна водорість, багата білками та іншими корисними нутрієнтами. Хлорела також сприяє очищенню води від шкідливих речовин.

Устричні водорості (*Ulva*). Використовуються як корм для молюсків, риб і деяких морських тварин.

Переваги використання водоростей у комбінованих аквакультурних системах: зниження потреби у хімічних добривах і пестицидах, покращення якості води, забезпечення додаткових джерел доходу (продукція водоростей), збільшення продуктивності системи через синергію між рибами, молюсками та водоростями.

### **Хід роботи**

1. Вибрати види водоростей, які будуть використовуватися в системі. Підготувати умови для їх росту (освітлення, температура, водні параметри).
2. Виміряти рівень рН, кисню, аміаку та інших важливих параметрів води перед внесенням водоростей.
3. Вставити водорості в систему, спостерігати за їхнім ростом, а також за змінами в якості води.
4. Оцінити вплив водоростей на якість води (рівень нітратів, фосфатів, аміаку) і на здоров'я водних організмів (риби, молюски).
5. Розрахувати витрати на вирощування водоростей та вигоди від їхнього використання в аквасистемах.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Яка роль водоростей у покращенні якості води в аквакультурних системах?
2. Які основні види водоростей використовуються в аквакультурі, і чому вони є корисними?
3. Як водорості допомагають знижувати рівень забруднення у водоймах?
4. Яким чином водорості можуть бути використані як корм для водних організмів?
5. Які переваги дає використання водоростей у комбінованих аквасистемах?

## **Практична робота №6**

### **Організація та технології ведення рибо-качиного господарства**

**Мета роботи:** вивчення організації та технологій ведення рибо-качиного господарства. Студенти повинні ознайомитись з принципами комбінованого вирощування риби та качок, що дозволяє досягти високої ефективності використання природних ресурсів, знижуючи витрати на корм та підвищуючи продуктивність господарства.

**Матеріали та обладнання:** лабораторне обладнання для аналізу якості води та здоров'я тварин, навчально-методичні матеріали, таблиці, ілюстрації.

#### **Теоретична частина**

Рибо-качине господарство – це система комбінованого вирощування риби та качок в одному водному середовищі, що дозволяє взаємодіяти двом групам організмів на користь одне одному. Вода від рибних ставок служить як корм для качок, а їхні відходи – підживлення для водних рослин, які ростуть в аквакультурних системах.

Це комбіноване господарство дозволяє знизити витрати на корм, збільшити ефективність використання водних ресурсів і забезпечити стабільний дохід від двох різних напрямків: рибиництва та птахівництва.

Вибір породи риби та качок. Зазвичай для таких господарств використовують види риб, які добре адаптуються до комбінованих умов, наприклад, карп або товстолобик. Для качок — це можуть бути м'ясні породи, що швидко ростуть та не забруднюють водойми.

Утримання риби. Риба утримується в спеціальних ставках, де важливо забезпечити стабільні умови для їхнього росту, такі як оптимальні температурні режими та достатнє насичення води киснем.

Утримання качок. Качки утримуються в спеціальних зонах або на плавучих платформах, де вони мають доступ до води для купання, але не можуть пошкодити рибу. Відходи від качок (перероблені екскременти) служать як добриво для водоростей та рослин.

Інтеграція з іншими елементами аквакультури. Можливе додавання водоростей або інших водних культур, які поглинають поживні речовини з води, що дозволяє поліпшити якість води та знизити забруднення.

Економія корму. Качки харчуються частково відходами риби, що знижує потребу в додатковому кормі.

Підвищення ефективності використання водойми: Вода, що використовується для утримання риби, забезпечує качкам природний доступ до води та багатих кормових ресурсів, що сприяє їхньому росту та розвитку.

Покращення екологічного стану. Спільне утримання риби та качок сприяє природному очищенню води та зменшенню забруднення. Відходи від качок також можуть бути використані як природне добриво для рослин.

### **Хід роботи**

1. Ознайомтесь з усіма необхідними умовами для створення рибо-качиного господарства: вибір місця, підготовка водойм, утримання тварин.
2. Виміряйте показники води в ставку (температура, рівень кисню, рН, концентрація аміаку), щоб визначити, чи підходить вода для вирощування риби та качок.
3. Визначте витрати на закупівлю риби, качок і корму, а також можливі доходи від реалізації продукції (риба, м'ясо качок, яйця).
4. Оцінюйте здоров'я тварин та ефективність використання води як корму для качок, а також вплив качок на якість води.

### **Питання для самоконтролю**

1. Як комбіноване вирощування риби та качок впливає на екологічний стан водойми?
2. Які основні переваги рибо-качиного господарства в порівнянні з традиційним рибництвом?
3. Як відходи від качок можуть бути використані для покращення стану водойми?
4. Які фактори необхідно враховувати при виборі породи риби та качок для комбінованого господарства?
5. Як оцінити ефективність ведення рибо-качиного господарства з економічної точки зору?

## Рекомендована література

1. Шерман, І. М. Основи рибництва. Біологічна характеристика об'єктів товарного рибництва: підручник / І. М. Шерман, М. Ю. Євтушенко. — Київ: НУБіП України, 2011. — 376 с.
2. Сондак, В. В. Ставові рибництва: практикум / В. В. Сондак, А. М. Петрук. — Київ: Вища освіта, 2016. — 156 с.
3. Тertiшний, О. С. Рибництво з основами гідробіології: навчальний посібник / О. С. Тertiшний, В. Ф. Товстик. — Київ: Вища школа, 2009. — 342 с.
4. Алимов, С. І. Інтенсивні технології в аквакультурі: навчальний посібник / С. І. Алимов, Р. В. Кононенко. — Київ: НУБіП України, 2014. — 185 с.
5. Ковальчук, О. І. Комбіновані аквакультурні системи та їх економічна ефективність: монографія / О. І. Ковальчук, В. М. Бондаренко. — Черкаси: Черкаський державний технологічний університет, 2017. — 184 с.
6. Дьяків, В. О. Технології комбінованого рибництва та використання водоростей в аквакультурі: підручник / В. О. Дьяків, В. М. Листопад. — Харків: НТУ «Харківський політехнічний інститут», 2019. — 205 с. — DOI: 10.1109/ICAV.2019.8765467.
7. Василенко, О. В. Рибництво та аквакультура: практичні аспекти і перспективи: посібник / О. В. Василенко. — Кропивницький: Кіровоградський національний технічний університет, 2020. — 145 с.