

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-225М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в
аквакультурі» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Водні біоресурси та аквакультура» спеціальності
207 «Водні біоресурси та аквакультура»
денної та заочної форм навчання
(частина 2)

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол № 12 від 04.02.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в аквакультурі» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси та аквакультура» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання (частина 2). [Електронне видання] / Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. – Рівне : НУВГП, 2025. – 37 с.

Укладачі: Гроховська Юлія Романівна, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри водних біоресурсів; Кононцев Сергій Вікторович, доктор технічних наук, професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальна за випуск: Полтавченко Т. В., к.вет.н., доцент, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Петрук А. М

Зміст

1. Культивування промислово цінних морських рослин	3
2. Методи культивування водоростей. Культивування зелених хлорококових водоростей	5
3. Культивування вищих водних рослин	14
4. Культивування інфузорій на різних середовищах	19
5. Методи культивування коловерток	24
6. Культивування малощетинкових червів	25
7. Культивування зяброногих ракоподібних	28
8. Культивування гіллястовусих ракоподібних	31
Питання для самоконтролю і обговорення	35
Інформаційні ресурси	36

© Ю. Р. Гроховська,
С. В. Кононцев, 2025
© НУВГП, 2025

1. КУЛЬТИВУВАННЯ ПРОМИСЛОВО ЦІННИХ МОРСЬКИХ РОСЛИН

Мета заняття. Ознайомитися з економічними та технологічними передумовами культивування морських трав і макроскопічних водоростей.

Завдання

1. Використовуючи електронні джерела (Інтернет) встановити систематичне положення камки морської (зостери), філоспадиксу, ламінарій, фукусу, анфельції складчастої. Розглянути зображення цих рослин.

2. Заповнити таблицю

Органічна речовина	Сировина (рослина) з якої добувають	Значення, використання
Альгінова кислота		
Ламінарин		
Агар		
Агароїд		
Карагінан		

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

- 1) Який відсоток жиророзчинних органічних речовин у складі морських трав?
 - 0,6-10,2%
 - 6,5-13,8%
 - 12-18%
 - 19-25%
- 2) Які сполуки мають здатність затримувати всмоктування радіоактивного стронцію (^{90}Sr) у кишечнику людини, попереджуючи накопичення цього радіонукліду в організмі?
 - Зостерин
 - Метилпентозани
 - Альгінати
 - Сульфатовані галактоглікани

- 3) Яка речовина з перелічених здійснює інгібуючу дію на ріст і розвиток вірусів?
- Зостерин
 - Ламінарин
 - Агар
 - Карагінан
 - Ксантофіл
- 4) Що входить до складу агару?
- фікоеритрин
 - агароза
 - агаропектин
 - альгінат натрію
 - агароїд
- 5) Яку рослину називають «водним хлібом»?
- Зостера
 - Ламінарія
 - Порфіра
 - Анфельція
 - Філофора
- 6) Вкажіть бурий пігмент у складі водоростей
- хлорофіл
 - каротин
 - ксантофіл
 - фікоеритрин
 - фукоксантин
- 7) Вкажіть яка речовина з перелічених складає енергетичний резерв бурих водоростей.
- Зостерин
 - Ламінарин
 - Агар
 - Карагінан
 - Ксантофіл
- 8) З якої рослини отримують агароїд – полісахарид, який використовується в харчовій промисловості?
- Зостера

- Ламінарія
- Хондрус
- Анфельція
- Філофора

9) З якої рослини отримують карагінан – полісахарид, який широко використовується у промисловості, особливо у медицині, завдяки його противірусній і антикоагуляційній дії?

- Зостера
- Ламінарія
- Хондрус
- Анфельція
- Філофора

2. МЕТОДИ КУЛЬТИВУВАННЯ ВОДОРОСТЕЙ. КУЛЬТИВУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ХЛОРОКОКОВИХ ВОДОРОСТЕЙ

Мета заняття. Ознайомитися з методами отримання чистих культур водоростей і сучасними технологіями культивування мікрowodоростей на рідких поживних середовищах у різних умовах освітлення.

Обладнання: мікроскоп, предметні і покривні скельця, препарувальні голки, мірні циліндри (100 мл, 1 л), пронумеровані колби (1-6), вага електронна, вата, піпетки, голки, реактиви для приготування поживного середовища Кнопа.

Теоретична частина. Основою харчових ланцюгів у природних і штучних водних екосистемах є водорості і вищі водні рослини. Фітомаса зелених мікрowodоростей – хороший корм для зоопланктону і рослиноїдних риб.

Методи отримання чистих культур водоростей. Зібраний у природі матеріал є джерелом отримання змішаних і чистих лабораторних культур водоростей. Вихідний матеріал поміщують в колби на північне вікно лабораторії. По мірі підсихання воду додають з вихідного місцезнаходження, або водопровідну воду (рН як в природному середовищі).

Змішані культури можуть бути джерелом живого матеріалу. Але оскільки це суміш різних видів і з часом вони можуть витіснити один одного, потрібно виділити *чисту культуру* водорості.

Альгологічно чисті культури. Для виділення монадних форм і стадій використовують їх позитивний фототаксис, завдяки якому рухливі організми скупчуються на освітленому боці посудини або краплі, де їх можна збирати за допомогою піпетки.

Водорості, які мають газові вакуолі, відділяють від інших водоростей центрифугуванням, у процесі якого вони скупчуються у верхніх шарах рідини.

Чисту культуру можна отримати з клітин у стані спокою (зигот, спор, цист, акінет), піддаючи вихідний матеріал дії екстремальних факторів (висушуючи, заморожуючи, нагріваючи в термостаті).

Ці процедури руйнують організми, які не мають періоду спокою. Для виділення окремих організмів використовують *піпетковий метод* – відловлювання одиничних клітин, колоній або ниток з допомогою стерильної піпетки Пастера з тонко відтягнутим довгим кінчиком під лупою, або на малому збільшенні мікроскопа.

Відловлені водорості послідовно переносять з однієї краплі стерильного поживного середовища в іншу, поки в краплі не залишиться потрібна водорість без домішок. Потім її переносять в пробірку з стерильним поживним середовищем і виставляють на розсіяне світло, штучне або розсіяне.

Більш зручний *метод агарових пластинок*. З цією метою використовують агаризовані поживні середовища, які містять 0,5-2% агар-агару. На поверхню пластинки в чашці Петрі діаметром 9 см рівномірно наносять 0,1 мл суспензії водоростей з середньою густиною 1 клітина в 1 мм³. На 1 добу чашки Петрі поміщають під розсіяне денне світло (вікно з північного боку), а потім переносять на освітлену установку з люмінесцентними лампами. Окремі колонії, які виростили на поверхні агарової пластинки, знімають (бажано з шматочками агарового середовища) стерильним інструментом (піпеткою,

препарувальною голкою, пінцетом) і вносять в пробірки з рідким поживним середовищем. Дворазове повторення цієї процедури дозволяє не лише позбутися від сторонніх видів водоростей, але і отримати клонові культури. Альгологічно чисті культури більше близькі до природних умов життя водоростей.

Для проведення різних фізіолого-біохімічних досліджень виникає необхідність очистки водоростей від супутніх бактерій.

Це *аксенічні культури*. Їх отримують за допомогою антибіотиків, ультрафіолетовим опроміненням або шляхом багаторазового проведення через стерильні агаризовані поживні середовища з домішкою органічних речовини, які сприяють проявленню бактеріального забруднення.

Антибіотики і ультрафіолетове опромінення можуть викликати незворотні *генетичні зміни* досліджуваної культури, оскільки мають мутагенну дію.

Водорості культивують на рідких поживних середовищах (поживні розчини) і твердих (агаризованих).

Більшість водоростей добре розвиваються на мінеральних середовищах, які потребують додавання органічних речовин, які є джерелом елементів живлення, вітамінів і ін. фізіологічно активних речовин. Поживні середовища містять основні біогенні елементи (N, P, S, Mg, K, Ca) і мікроелементи (Fe, Mn, Cu, Mo, Zn і ін.) Джерелом вуглецю є розчинений у воді CO₂, запаси якого постійно по-повнюються з повітря, а також за рахунок дихання водоростей або внесення в середовище карбонатів і бікарбонатів. Для того, щоб залізо і інші мікроелементи не випадали у осад, в середовище додають хела-туючі сполуки – органічні речовини, які утворюють з іонами металів стійкі комплексні сполуки у формі, доступній для живлення рослин, наприклад етилендіамінтетраоцтову кислоту (ЕДТА) або її солі.

У якості джерела органічних речовин іноді додають ґрунтову витяжку. Існує багато методів її виготовлення. Наприклад Ф. Гіндак рекомендує 1 частину ґрунту і 1 частину води кип'ятити протягом 1 год., охолодити, відфільтрувати і фільтрат простерилізувати в автоклаві. Згідно рекомендацій Є. Штіної, 1 вагову частину повітряно-сухого просіяного ґрунту

протягом 5 хв. збовтують з 4 частинами води, фільтрують і стерилізують в автоклаві.

Крім ґрунтової витяжки у якості джерела органічних сполук додають пептон, глюкозу, сахарозу, амінокислоти, вітаміни і ін. сполуки.

Для виготовлення розчинів використовують дистильовану воду, або простерилізовану водопровідну воду, а також хімічні реактиви з досить високим ступенем очистки.

Щоб уникнути утворення осаду в поживному середовищі, його компоненти краще готувати окремо в невеликих об'ємах води. Отримані розчини після стерилізації і охолодження поступово змішують у необхідному об'ємі оди, додаючи їх у тій послідовності, в якій вони записані у рецепті, зберігаючи при цьому умови стерильності. У першу чергу це стосується розчинів мікроелементів, фосфатів, бікарбонатів, квасців.

Середовище Кнопа (г/л, застосовується у розведеннях $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$ для зелених водоростей).

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 0,25

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,06

KH_2PO_4 – 0,06

KCl – 0,08

Fe_2Cl_6 – одна крапля 1%-ного розчину

Середовище Громова (мг/л, універсальне середовище, застосовується у різних розведеннях).

KNO_3 – 100 (NH₄) – 1

$\cdot\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

K_2HPO_4 – 66,7 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 9,3

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 33,3 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 1,2

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,022 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 0,02

$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 1,81 ЕДТА – 10

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,079 Агар-агар – 1,5%

$\text{Na}_3\text{BO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 2,63

Середовище Гіндака (г/л, застосовується у розведеннях $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ для інтенсивного культивування водоростей).

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – 3,0 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,025

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,3 $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,006

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 5,0 $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,005

$\text{KН}_2\text{PО}_4$	– 2,5	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	– 0,008
$\text{H}_3\text{BО}_3$	– 0,06	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	– 0,002
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	– 0,04	ЕДТА	– 0,35
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	– 0,04		

Завдання

- розглянути і замалювати хлорелу і хлорокок;
- вивчити склад різних поживних середовищ;
- законспектувати склад поживних середовищ і методику їх приготування (хід роботи).

Хід роботи¹

- Виготовляють окремо розчини: до 100 мл води додають речовини (табл. 1)

№ розчину	Речовина	Маса, г
1	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0,25 г
2	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,06 г
3	$\text{KН}_2\text{PО}_4$	0,06 г
4	KCl	0,08 г

- Кип'ятять окремо отримані розчини, охолоджують; змішують у наведеній послідовності і додають одну краплю 1%-ного розчину Fe_2Cl_6 . Доводять отриманий розчин дистильованою водою до об'єму 1 л.

- З отриманого розчину відбирають визначену кількість у пронумеровані стерильні колби і додають дистильованої води до 200 мл (табл. 2).

№ п/п	Середовище Кнопа, мл	Розведення
1	18	1:10
2	22	1:8
3	29	1:6
4	40	1:4
5	67	1:2
6	100	1:1

- Розділяють отримані розчини на 2 пронумеровані колби по 100 мл (готують 2 серії дослідів).

¹ Виконується в лабораторії. В умовах дистанційного навчання законспектувати.

5. У кожен колбу поміщують декілька клітин хлорококових водоростей (хлорокок, хлорелу), накривають колбу корком з вати і залишають під штучним освітленням (1 серія досліду) та на вікні лабораторії (2 серія досліду).

6. Протягом кількох тижнів спостерігають за швидкістю наростання фітомаси за інтенсивністю забарвлення води у колбах. Визначають оптимальні умови культивування.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

1) Ці культури водоростей отримують за допомогою антибіотиків, ультрафіолетовим опроміненням або шляхом багаторазового проведення через стерильні агаризовані поживні середовища з домішкою органічних речовини.

- Монадні культури
- Аксенічні культури.
- Альгологічні чисті
- Змішані культури
- Міксотрофічні

2) Який метод використовують для виділення водоростей, які мають газові вакуолі?

- піпетковий метод
- позитивний фототаксис
- центрифугування
- висушування
- заморожування
- нагрівання в термостаті

3) Бактеріально чисті культури водоростей

- Монадні культури
- Аксенічні культури
- Альгологічні чисті
- Змішані культури
- Міксотрофічні

4) Яке середовище використовують для культивування зелених водоростей; воно застосовується у розведеннях $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$?

- Середовище Ліннея
- Середовище Чаргаффа

- Середовище Кнопа
 - Середовище Громова
 - Середовище Гіндака
- 5) Який метод використовують для виділення монадних форм і стадій водоростей?
- піпетковий метод
 - позитивний фототаксис
 - центрифугування
 - висушування
 - заморожування
 - нагрівання в термостаті
- 6) Коли були створені перші експериментальні установки для вирощування мікроводоростей під відкритим небом?
- в кінці 20-х – початку 30-х років XX ст.
 - в кінці 30-х – початку 40-х років XX ст.
 - в кінці 40-х – початку 50-х років XX ст.
 - в кінці 50-х – початку 60-х років XX ст.
 - в кінці 60-х – початку 70-х років XX ст.
- 7) Яку частку світової продукції аквакультури складає біомаса водоростей?
- 1-5%
 - 5-10%
 - 10-15%
 - 15-20%
 - понад 20%
- 8) Не належить до культивованих родів мікроводоростей
- *Porphyra Ag.*
 - *Chlorella Beijer.*
 - *Chlamydomonas*
 - *Dunaliella*
 - *Spirulina sp.*
- 8) Ціанея (синьо-зелена водорість), яка містить великий набір вітамінів, особливо групи В, та макро- і мікроелементів Са, Р, Fe, Na, Cl, Mg, К, Mn, Zn, Se.
- *Chlorella sp.*

- *Scenedesmus sp.*
 - *Chlamydomonas sp.*
 - *Dunaliella sp.*
 - *Spirulina sp.*
 - *Porphyra sp.*
- 9) Фотобіореактори, що дозволяють отримувати чисту біомасу заданого альгологічного і біохімічного складу.
- відкритого типу
 - закритого типу
 - напіввідкритого типу
 - змішаного
 - ставового типу
- 10) Який ККД використання світла у фотосинтезі у зелених водоростей (хлорела, сценедесмус)?
- близько 1%
 - близько 2 %
 - близько 4%
 - близько 2 – 4%
 - близько 20%
- 11) У якому стані підтримують меншу частину колекцій водоростей?
- Монадні культури
 - Аксенічні культури.
 - Альгологічні чисті
 - Змішані культури
 - Міксотрофічні
- 12) Який метод використовують для виділення окремих організмів – відловлювання одиничних клітин, колоній або ниток під лупою або на малому збільшенні мікроскопа?
- піпетковий метод
 - позитивний фототаксис
 - центрифугування
 - висушування
 - заморожування
 - нагрівання в термостаті

13) Який метод використовують для виділення водоростей, які мають газові вакуолі?

- піпетковий метод
- позитивний фототаксис
- центрифугування
- висушування
- заморожування
- нагрівання в термостаті

14) Ці культури водоростей отримують за допомогою антибіотиків, ультрафіолетовим опроміненням або шляхом багаторазового проведення через стерильні агаризовані поживні середовища з домішкою органічних речовини.

- Монадні культури
- Аксенічні культури
- Альгологічні чисті
- Змішані культури
- Міксотрофічні

15) Яка це водорість?



- *Chlorella sp.*
- *Scenedesmus sp.*
- *Chlamydomonas sp.*
- *Dunaliella sp.*
- *Spirulina sp.*
- *Porphyra sp.*

16) Яке універсальне середовище використовують для культивування водоростей; воно застосовується у різних розведеннях?

- Середовище Ліннея
- Середовище Чаргаффа
- Середовище Кнопа
- Середовище Громова
- Середовище Гіндака

3. КУЛЬТИВУВАННЯ ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН

Мета заняття. Ознайомитися з перспективами культивування представників підродини ряскових, з технологіями їх культивування і методами математичної оцінки даних культивування.

Матеріали та обладнання: скляний лабораторний посуд, пластикові ємності об'ємом 0,5 л (пластикові склянки), чашки Петрі, мікроскопи, предметні і покривні скла, маточна культура ряскових, вологий мул.

Завдання

1. У 0,5 л ємності помістити вологий мул у різному обсязі.
2. Додати очищену водопровідну воду (методом зворотного осмосу) і збовтати.
3. Помістити у ємності різні види ряскових.
4. До кожної ємності прикріпити етикетку з відомостями про дату початку досліду, обсяг внесеного мулу та число екземплярів рослин (початкову кількість рослин).
5. У журналі досліду для порівняння результатів і побудови графіків встановити абсолютну кількість рослин у ємностях (через 3-7 діб), яку ділять на початкову кількість, фіксуючи зміну чисельності.

Математична обробка даних культивування ряскових.

Для оцінки реалізації репродуктивного потенціалу ряскових в різних умовах використовують підхід методу біотестування – коефіцієнти, які застосовують для оцінки токсичності води та водних витяжок з ґрунту. Це час подвоєння чисельності ($t_{\text{подв}}$),

який розраховується за допомогою коефіцієнту миттєвого зростання популяції (r), зміна якого відображає вплив середовища, тобто характеризує суму всіх лімітуючих чинників середовища, які перешкоджають реалізації репродуктивного потенціалу (r_{\max}).

Коефіцієнт миттєвого зростання популяції (r) розраховують за формулою 1:

$$r = \frac{\ln(N_t) - \ln(N_0)}{t}, \quad (1)$$

де N_0 – початкова чисельність пластинок (фронд); N_t – кінцева чисельність пластинок; t – час експозиції (доба).

Далі за кожним видом розраховували час подвоєння чисельності ($t_{\text{подв.}}$):

$$t_{\text{подв.}} = \frac{\ln 2}{r} = \frac{0,6931}{r}, \quad (2)$$

Приклад виконання задачі

1. Встановити коефіцієнт миттєвого зростання популяції (r) і час подвоєння чисельності спіродели у ході досліді ($t_{\text{подв.}}$) якщо відомо, що на початку досліді було 15 сформованих фронд, а в кінці досліді – 60. Тривалість культивування – 7 діб.

Розв'язок

$$r = \frac{\ln(N_t) - \ln(N_0)}{t} = \frac{\ln(60) - \ln(15)}{7} = \frac{4,094 - 2,708}{7} = \frac{1,386}{7} = 0,198;$$

$$t_{\text{подв.}} = \frac{\ln 2}{r} = \frac{0,693}{0,198} = 3,5$$

Відповідь: коефіцієнт миттєвого зростання популяції (r) спіродели становить 0,198; час подвоєння чисельності спіродели у ході досліді ($t_{\text{подв.}}$) - 3,5 діб.

Задачі

1) Встановити коефіцієнт миттєвого зростання популяції (r) і час подвоєння чисельності вольфії у ході досліді (t_n) якщо відомо, що на початку досліді було 3 сформованих фронди, а в кінці досліді – 40. Тривалість культивування – 7 діб.

2) Встановити коефіцієнт миттєвого зростання популяції (r) і час подвоєння чисельності спіродели у ході досліді (t_n)

якщо відомо, що на початку досліду було 3 сформованих фронди, а в кінці досліду – 60. Тривалість культивування – 7 діб.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

1) Встановіть вид за його описом. Це гідрофіт вільноплаваючий на поверхні води. Має відносно великі пластинки довжиною до 10 мм і шириною до 8 мм, від 1 до 16 коренів завдовжки до 25 мм.

- Ряска мала
- Ряска триборозенчаста
- Спіродела багатокоренева
- Ряска горбата
- Вольфія безкоренева

2) Встановіть вид за його описом. Це гідрофіт вільноплаваючий у товщі води.

- *Lemna minor*
- *Lemna trisulca*
- *Spirodela polyrrhiza*
- *Lemna gibba*
- *Wolffia arrhiza*

3) У біомасі якої ряски встановлено найбільший вміст білків – 30% сухої речовини?

- *Lemna minor*
- *Lemna trisulca*
- *Spirodela polyrrhiza*
- *Lemna gibba*
- *Wolffia arrhiza*

4) У біомасі якої ряски встановлено найбільший вміст жиру – 4,65% сухої речовини?

- *Lemna minor*
- *Lemna trisulca*
- *Spirodela polyrrhiza*
- *Lemna gibba*
- *Wolffia arrhiza*

5) Вкажіть представника вищих рослин у списку харчових і кормових організмів.

- *Chlorella sp.*

- *Paramecium caudatum*.
 - *Porphyra sp.*
 - *Wolffia arrhiza*
 - *Dunaliella salina*
- 6) Найменша за розмірами рослина
- *Lemna minor*
 - *Lemna trisulca*
 - *Spirodela polyrrhiza*
 - *Lemna gibba*
 - *Wolffia arrhiza*
- 7) Скільки дочірніх особин здатна дати одна материнська особина ряски за науковими даними?
- До 4
 - До 5
 - До 10
 - До 15
 - До 20
- 8) Яка рекомендована періодичність збору біомаси ряски?
- кожен день
 - кожні 2-4 дні
 - кожні 5 днів
 - кожні 5-10 днів
 - кожні 15-30 днів
- 9) Скільки ряски можна зібрати за літо максимально при регулярному зборі з 1 га за науковими даними?
- до 5 т сирої маси
 - до 10 т сирої маси
 - до 15 т сирої маси
 - до 10-15 т сирої маси
 - до 100-150 т сирої маси
- 10) У скільки разів більше білків можна отримати з 1 га зайнятої ряскою водойми, ніж з такого ж розміру поля з бобовими культурами (за науковими даними)?
- у два рази
 - у три рази

- у чотири рази
- у п'ять разів
- у шість разів

11) Який це вид?



- *Lemna minor*
- *Lemna trisulca*
- *Spirodela polyrrhiza*
- *Lemna gibba*
- *Wolffia arrhiza*

12) Який це вид?



- *Lemna minor*
- *Lemna trisulca*
- *Spirodela polyrrhiza*
- *Lemna gibba*
- *Wolffia arrhiza*.

13) Вкажіть оптимальну температуру для культивування вольфії.

- 20...25 °C
- 25...28 °C
- 30...35 °C
- 26...29 °C
- 35...36 °C.

4. КУЛЬТИВУВАННЯ ІНФУЗОРІЙ НА РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Мета заняття. Ознайомитися з сучасними технологіями культивування найпростіших на прикладі парамеції (*Paramecium caudatum*).

Матеріали та обладнання: скляні колби місткістю 0,5 і 1 л, компоненти поживних середовищ (вода, сіно, рисова і вівсяна крупи по 50 г, незбиране молоко), електроплитка, марля, фольга, скляні піпетки, чашки Петрі, мікроскопи, предметні і покривні скла, маточна культура інфузорії.

Завдання

- 1) розглянути під мікроскопом і замалювати зовнішній вигляд парамецій;
- 2) вивчити і законспектувати методику приготування різних поживних середовищ для культивування інфузорій;
- 3) приготувати різні поживні середовища та культивувати інфузорію;
- 4) порівняти продуктивність інфузорій при вирощуванні на різних середовищах.

Вихідний матеріал для культури парамецій отримують з природних водойм β -мезосапробного класу. Для масового вирощування культури у відібрану воду з інфузоріями занурюють пучок сухого сіна. Через 2-3 дні виливають воду в чашку Петрі і спостерігають під мікроскопом.

Готують культуральне середовище, розчиняючи 3-5 г сухих дріжджів в 1 дм³ водопровідної дехлорованої води, підігрітої до 20-25°C.

1. У горло колби з парамеціями поміщають ватний тампон, зверху доливають свіжої відстояної водопровідної води. Через деякий час парамеції зберуться у верхній частині

колби. За допомогою мікропіпетки відловлюють парамецій, стежачи за чистотою відбору.

2. Відібраний матеріал вміщують у хімічні стакани з культуральним середовищем.
3. Культуру зберігають у термостаті при $\approx 23^{\circ}\text{C}$, стакани накривають чашкою Петрі. Культуру пересівають 1-2 рази на 7-10 діб: половину культурального середовища з дослідним матеріалом відливають, додаючи такий же об'єм стабілізованого за температурою середовища.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

- 1) Вкажіть представника Найпростіших (Protozoa) у списку харчових і кормових організмів.
 - *Chlorella sp.*
 - *Zoothamnium sp.*
 - *Spirulina sp.*
 - *Porphyra sp.*
 - *Lemna gibba*
 - *Wolffia arrhiza*
- 2) Вкажіть представника Найпростіших (Protozoa) у списку харчових і кормових організмів.
 - *Chlorella sp.*
 - *Dunaliella sp.*
 - *Spirulina sp.*
 - *Porphyra sp.*
 - *Lemna gibba*
 - *Wolffia arrhiza*
- 3) Встановіть організм за його описом. Це дрібні одноклітинні організми, які відносяться до групи зелених джгутикових. Пересуваються за допомогою єдиного джгутика на передньому кінці тіла. Біля основи джгутика розташоване вічко з яскраво-червоним пігментом, так звана стигма. Зовні клітина вкрита оболонкою, всередині видно зелені хроматофори і безбарвні включення – продукти асиміляції.
 - *Spirostomum ambiguum*
 - *Euglena viridis*
 - *Dunaliella salina*

- *Tetrahymena thermophila*
 - *Paramecium caudatum*
- 4) Встановіть організм за його описом. Це досить великі організми, розміри яких зазвичай коливаються від 0,1 до 0,3 мм. Їх можна побачити неозброєним оком, в воді являє собою білу точку, яка хаотично рухається.
- *Spirostomum ambiguum*
 - *Euglena viridis*
 - *Dunaliella salina*
 - *Tetrahymena thermophila*
 - *Paramecium caudatum*
- 5) Скільки разів ділиться парамеція при культивуванні за температури 29 °С?
- 1 раз на добу
 - 2 рази на добу
 - 3 рази на добу
 - 4 рази на добу
 - 5 разів на добу
- 6) Вкажіть оптимальну температуру для культивування парамецій.
- 20...25 °С
 - 26...29 °С
 - 30...35 °С
 - 26...29 °С
 - 35...36 °С
- 7) Вкажіть температуру при якій розмноження парамецій повністю припиняється.
- 20...25 °С
 - 26...29 °С
 - 30...35 °С
 - 26...29 °С
 - 35...36 °С
- 8) Встановіть НЕПРАВИЛЬНЕ твердження про парамецію *Paramecium caudatum*.
- Серед найпростіших інфузорії – досить великі організми, розміри яких зазвичай коливаються від 0,1 до 0,3 мм.

- Парамецію можна побачити неозброєним оком. В морській воді вона в воді являє собою білу точку, яка хаотично рухається.
- За рахунок коливання війок вона рухається і може навіть прикріплюватися до предметів. Ця властивість інфузорії було використано в останніх технологіях по її вирощуванню.
- Крім війчастого покриву другою головною особливістю будови *Paramecium caudatum* є ядерний дуалізм.
- Для *Paramecium caudatum* властиве статеве і нестатеве розмноження.

9) Який організм є в числі кращого корму для парамеції?

- *Spirostomum ambiguum*
- *Euglena viridis*
- *Dunaliella salina*
- *Tetrahymena thermophila*
- *Bacillus subtilis*

10) Яке співвідношення сіна і води при приготуванні сінного настою для лабораторного культивування інфузорій?

- 1 г сіна і 1 л води
- 2 г сіна і 1 л води
- 20 г сіна і 1 л води
- 40 г сіна і 1 л води
- 100 г сіна і 1 л води

11) Яке співвідношення сіна і води при приготуванні сінного настою для масового культивування інфузорій?

- 1-2 г сіна і 1 л води
- 10 г сіна і 1 л води
- 20 г сіна і 1 л води
- 40 г сіна і 1 л води
- 100 г сіна і 1 л води

12) Скільки гідролізних дріжджів вносять для культивування інфузорій?

- 1 г на 100 л.
- 5 г на 100 л.
- 10 г на 100 л.

- 20 г на 100 л.
 - 100 г на 100 л.
- 13) Скільки молока на 1 л води вносять для культивування інфузорій?
- 1,5-2 мл.
 - 5-10 мл.
 - 10-20 мл.
 - 15-20 мл.
 - 20-25 мл.
- 14) Вкажіть ознаки періодичної культури інфузорій.
- У культиватор безперервно подається середовище з кормом.
 - Концентрація парамецій у самому культиваторі і відведеному середовищі однакова.
 - Проточність не дозволяє довести біомасу культури до максимально можливих величин і тим самим гальмує промислове отримання живого корму.
 - Як правило, в середовище не подають повітря за винятком невеликих ємностей.
 - Вирощують парамецій в спеціальному пристрої – реакторі, або культиваторі.
- 15) Встановіть НЕПРАВИЛЬНЕ твердження про парамецію *Paramecium caudatum*.
- У практиці розведення парамецій використовують як корм дріжджі, сухе молоко, хлорелу, сінний настій, спеціально вирощених бактерій.
 - Корм впливає на темп поділу парамецій. Важливий не тільки вид корму, а також його кількість і якість.
 - При використанні сухого молока, дріжджів утворюється маса різних бактерій, якими живляться інфузорії.
 - Чим менше різноманіття бактерій у середовищі культивування, тим менше вони впливають на парамецій.
 - Встановлено, що оптимальна концентрація бактерій в середовищі 0,2-0,8 млрд. / мл.

5. МЕТОДИ КУЛЬТИВУВАННЯ КОЛОВЕРТОК

Мета заняття. Ознайомитися з сучасними технологіями культивування коловерток.

Матеріали та обладнання: скляний лабораторний посуд, пластикові ємності об'ємом 0,5 л (пластикові склянки), таблиці, пластикові ємності об'ємом 0,5 л, чашки Петрі, мікроскопи, предметні і покривні скла, маточна культура коловерток.

Завдання

- 1) розглянути і замалювати коловертку;
- 2) вивчити способи культивування коловерток;
- 3) користуючись рекомендованими джерелами, законспектувати склад поживних середовищ для культивування коловерток і методику їх приготування.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

1) Ці цінні кормові організми були вперше описані Джоном Харрісом в 1696 році, а інші форми описані Антоні ван Левенгуком в 1703 році.

- Найпростіші
- Ціанеї
- Інфузорії
- Коловертки
- Олігохети

2) Самці цих тварин не мають травної системи і живуть всього 1-2 дні для забезпечення статевого розмноження.

- Найпростіші
- Ціанеї
- Інфузорії
- Коловертки
- Олігохети

3) За якої солоності води травоїдні коловертки можуть розмножуватися?

- 5-6 проміле
- до 8 проміле
- до 6 проміле.
- до 5 проміле.
- до 2-х проміле

4) Який мінімальний вміст кисню для культивування видів *Brachionus*?

- до 1 мг/л
- до 2 мг/л
- до 3 мг/л
- до 5 мг/л
- до 7 мг/л

5) Яка оптимальна температура для культивування *Brachionus calyciflorus*?

- 18-23 °С
- 10-20 °С
- 15-20 °С
- 25-30 °С
- 28-33 °С

6) Який оптимальний вміст кисню для культивування видів *Brachionus*?

- до 1 мг/л
- до 2 мг/л
- до 3 мг/л
- до 4-6 мг/л
- понад 4-6 мг/л

7) Представники яких родів коловерток вважають найперспективнішими для масового культивування?

- *Paramecium*
- *Brachionus*
- *Keratella*
- *Aulophorus*
- *Tubifex*

6. КУЛЬТИВУВАННЯ МАЛОЩЕТИНКОВИХ ЧЕРВІВ

Мета заняття. Ознайомитися з перспективами і технологіями культивування малощетинкових червів.

Матеріали та обладнання: скляний лабораторний посуд, таблиці, пластикові ємності об'ємом 0,5 л, чашки Петрі,

мікроскопи, предметні і покривні скла, вологий мул з маточною культурою трубочника.

Завдання

- 1) розглянути і замалювати аулофоруса і трубочника;



Aulophorus furcatus



Tubifex tubifex



- 2) вивчити класифікацію об'єктів і способи культивування олігохет.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

1) Ці організми мають велику цінність в харчуванні багатьох видів риб. Вони мешкають на дні водойми або в товщі мулових відкладень, заселяючи їх на глибину до 5-7 см.

- Найпростіші
- Ціанеї
- Інфузорії
- Коловертки
- Олігохети

2) Цей цінний кормовий організм широко розповсюджений і зустрічається в водоймах різного типу. Передня частина тіла зазвичай занурена в мулові відкладення, кінцева ж знаходиться у воді, здійснюючи коливальні рухи.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Dero furcata*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*

3) Цей цінний кормовий організм має довжину 15-20 мм, товщину 0.2-0.3 мм. Такі розміри роблять його придатним для згодовування личинкам риб майже з перших днів життя.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

4) Це теплолюбні організми, подвоєння їх біомаси залежить від температури води, що необхідно враховувати при організації промислового їх вирощування. Так, подвоєння біомаси при температурі 26°C відбувається через 4 доби.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

5) Розмноження цього кормового організму в основному нестатеве, шляхом поділу на 3-5 частин, що вигідно відрізняє його від інших.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

6) Оптимальна температура для культивування цього організму знаходиться в межах 26...30 °C.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

7) Цей цінний кормовий організм широко розповсюджений і зустрічається в водоймах різного типу. Особливо у великих кількостях він населяє водойми, які забруднені органічними речовинами.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Dero furcata*
- *Aulophorus furcatus*

8) Цей вид живе в замулених водоймах, при нестачі кисню піднімається до поверхні, рухаючись коливанням тіла.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

9) Цей вид отримав назву Водяна змійка.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

10) Цей вид - високопродуктивні організми, здатні швидко накопичувати біомасу. Спеціальні дослідження показали, що оптимальна температура для них знаходиться в межах 26 ... 30 °С.

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Aulophorus furcatus*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

7. КУЛЬТИВУВАННЯ ЗЯБРОНОГИХ РАКОПОДІБНИХ

Мета заняття. Ознайомитися з сучасними технологіями культивування зяброногих ракоподібних. Вивчити біотехніку отримання наупліусів артемії (*Artemia salina*).

Завдання

1. Використовуючи рекомендовану літературу вивчити біологічну характеристику артемії і стрептоцефала.
2. Розглянути і замалювати артемію і стрептоцефала.

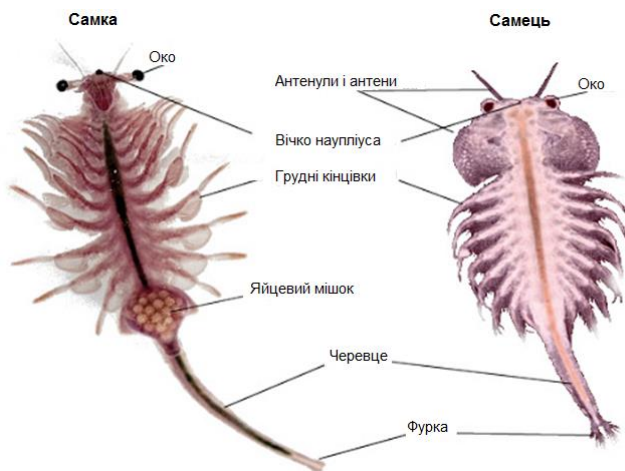


Рис. 7.1. Артемія (*Artemia salina*) під мікроскопом

3. Вивчити і законспектувати, користуючись методичними рекомендаціями, основні етапи біотехніки отримання наупліусів артемії.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

1) Яка оптимальна температура інкубації яєць стрептоцефалів?

- 10°C
- 15°C
- 20°C
- 25°C
- 30°C

2) При якій температурі води починається викльов перших наупліусів артемії?

- 4-6 °C
- 7-9 °C
- 7-10 °C
- 8-10 °C
- 10-14 °C

3) Який сезон є найкращим часом для збору яєць артемії?

- Весна
- Літо

- Осінь
 - Зима
- 4) Встановіть НЕПРАВИЛЬНЕ твердження про зберігання яєць артемії.
- Велику кількість яєць доцільно зберігати в сухому вигляді.
 - Вологість висушених яєць не повинна перевищувати 5%.
 - Висушені яйця зберігають в мішках з щільної тканини
 - Висушені яйця зберігають в сухому приміщенні
 - Висушені яйця зберігають при кімнатній або вищій температурі.
- 5) Встановіть НЕПРАВИЛЬНЕ твердження про стрептоцефалів (*Streptocephalus*)?
- Викльов стрептоцефалів проходить поступово, причому безпосередньо в ємностях з мальками.
 - Являючись фільтраторами, підрощені науплії стрептоцефалів дуже ефективно очищають воду від бактеріальної мути.
 - Для інкубації беруть або зібрані в природних водоймах, або висушені для зберігання яйця.
 - Науплії стрептоцефалів розвиваються у солоній воді.
 - Розвиток сухих яєць починається з моменту внесення їх у воду.
- 6) Вкажіть представників зяброногих ракоподібних, які визнані найперспективнішими для масового культивування?
- *Brachionus*
 - *Keratella*
 - *Artemia sp.*
 - *Streptocephalus sp.*
 - *Porphyra sp.*
- 7) Вкажіть на ознаки доброго стану культури стрептоцефалів.

- У молоді рачків колір тіла блідо-рожевий,
 - У статевозрілих рачків колір тіла оранжево-коричневий або зелено-коричневий.
 - Рачки стають майже білими, інколи з чорними цятками на грудних ніжках.
 - Рачки тримаються в товщі води.
 - Рачки спускаються на дно і каламутять ніжками мул.
- 8) Який розмір стрептоцефалів на 25-й день життя при хорошому харчуванні?
- 2-5 мм
 - 5-8 мм
 - 8-9 мм
 - 10-14 мм
 - 15-16 мм.

8. КУЛЬТИВУВАННЯ ГІЛЛЯСТОВУСИХ РАКОПОДІБНИХ

Мета заняття. Ознайомитися з особливостями життєвого циклу і сучасними технологіями культивування гіллястовусих ракоподібних – дафній і моїн.

Матеріали та обладнання: скляний лабораторний посуд, пластикові ємності об'ємом 0,5 л (пластикові склянки), таблиці, чашки Петрі, мікроскопи, предметні і покривні скла, маточна культура дафній і моїн.

Завдання

1. Використовуючи електронні джерела (Інтернет) і рекомендовану літературу встановити систематичне положення гіллястовусих ракоподібних – дафній і моїн, вивчити і замалювати життєвий їх цикл.
2. Розглянути під мікроскопом і замалювати гіллястовусих ракоподібних.
3. Вивчити і законспектувати два напрямки культивування дафній: перший - спільне вирощування дафній та об'єктів їх живлення (бактеріо- та фітопланктону); другий - роздільне вирощування дафній та організмів, що є їх їжею, який

базується на створенні умов, характерних для природних водойм.

4. Опишіть принцип використання системи ставів, в якій верхня частина ставу служить для розведення дафнії, а нижня - для молоді риб.

Тести. Оберіть одну або декілька правильних відповідей.

1) Яка оптимальна температура для розвитку *Daphnia pulex* та *D. longispina*?

- 8-12 °C
- 15-20 °C
- 18-22 °C
- 25-30 °C
- 28-32 °C

2) Для якого виду встановлено, що змінна температура в межах невеликих коливань (31,3 %) від середньої константної величини сприятливо впливає на ріст масової культури?

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Daphnia magna*
- *Brachyonus rubens*
- *Keratella cochlearis*

3) Яке коливання температури (у % від середньої константної величини) сприятливо впливає на ріст масової культури дафній?

- 11,3 %
- 21,3 %
- 31,3 %
- 41,3 %
- 51,3 %

4) Скільки можуть прожити партеногенетичні самки *D. magna* за сприятливих умов існування?

- 4-5 днів
- 4-5 тижнів
- 4-5 місяців
- 5-10 місяців
- понад 10 місяців

5) Вкажіть НЕПРАВИЛЬНЕ твердження щодо дафнієвих

- Незважаючи на високу чутливість до зміни концентрації азоту і фосфору у воді, дафнієві досить добре розвиваються в середовищі з високим рівнем забруднення органічними компонентами.
- Хороша переносимість високих концентрацій органічних речовин у водоймах багато в чому обумовлена фізіологічними особливостями кровотворної системи гафнієвих.
- Кровотворна система дафнієвих забезпечує досить швидке утворення гемоглобіну у відповідь на коливання розчиненого у воді кисню.
- З підвищенням температури води і зниженням у ній рівня кисню рачки стають рожево-жовтими.
- Дафнії мають здатність добре пристосовуватися до зниження концентрації кисню у воді, але падіння її нижче 3 мг/л приводить до значного зменшення продуктивності.

6) Вкажіть НЕПРАВИЛЬНЕ твердження щодо дафнієвих

- Газовий склад середовища існування ракоподібних грає важливу роль у регуляції чисельності популяцій.
- Встановлено, що збільшення вмісту кисню в середовищі існування обумовлює появу самців і перехід від партеногенетичного до статевого способу розмноження.
- При партеногенезі яйцеклітини формуються і дозрівають без запліднення самок.
- У партеногенетичних яйцях відбувається нормальний ембріональний розвиток, а одержуване таким способом потомство швидко розвивається, даючи нові потомства рачків.
- Партеногенетичний спосіб розмноження найбільш продуктивний і відбувається в ракоподібних у сприятливих умовах середовища існування і при забезпеченості харчуванням.

7) Найбільша продуктивність яких гіллястовусих рачків відзначається за культивування при температурі води 26-28 °С і 4-разовій годівлі?

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Daphnia magna*
- *Moina macrocopa*
- *Moina brachiata*
- *Keratella cochlearis*

8) Ареал яких гіллястовусих рачків розташований у досить низьких (5-18°C) температурних умовах?

- *Tubifex tubifex*
- *Brachionus calyciflorus*
- *Daphnia magna*
- *Moina macrocopa*
- *Moina brachiata*
- *Keratella cochlearis*

9) На який приблизно день сінні і гнійні настої дають спалах чисельності бактерій, які є кормом для дафній?

- Перший
- Третій
- П'ятий
- Восьмий
- Десятий

10) Який метод включає цілорічне культивування монокультури дафній в садках або інших ємностях на теплих водах водойм охолоджувачів електростанцій?

- Традиційний спосіб
- Екологічний спосіб
- Спільного вирощування
- Комплексного вирощування
- Термального регулювання

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ І ОБГОВОРЕННЯ

1. Який хімічний склад морських трав?
2. Які речовини зі складу морських трав і водоростей використовують у якості стабілізаторів, згущувачів і желеподібних добавок при виготовленні харчових продуктів?
3. Які речовини зі складу водоростей використовують у медицині?
4. Які штами хлорели використовуються для масового культивування?
5. Які оптимальні температура і рН для вирощування хлорели?
6. Як проводиться корекція рН середовища при культивуванні мікроводоростей?
7. Перерахуйте основні поживні середовища для культивування мікроводоростей.
8. Які переваги і недоліки відкритих і закритих культиваторів?
9. З якою метою використовується хлорела?
10. Відношення інфузорій до факторів середовища.
11. Які пристрої застосовують для культивування інфузорій?
12. Які поживні середовища використовуються для вирощування інфузорій?
13. Як готується сінний настій в лабораторних і промислових умовах?
14. Як правильно приготувати молочний і сінний настої?
15. Чим живиться інфузорія?
16. Біологічна характеристика *Artemia salina* та *Streptocephalus lorvicomis*.
17. Способи визначення якості зібраних яєць *Artemia salina*.
18. Основні етапи отримання наупліусів *Artemia salina*.
19. Заготівля і очищення яєць *Artemia salina*.
20. З якою метою проводять активацію яєць *Artemia salina*?
21. Яка оптимальна температура для культивування дафній?
22. Що є кормом для дафній?
23. Як готують сінний настій для культивування дафній?
24. Як вирощують дафніид на водоростях?

25. За яким принципом і на які типи поділяють системи культивування дафній?
26. Які садки використовують для культивування дафній?

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Рекомендована література

1. Біотехнологія : підручник / В. Г. Герасименко, М. О. Герасименко, М. І. Цвіліховський та ін. К. : «ІНКОС», 2006. 647 с.
2. Костенко С. О. Біотехнологічні методи розведення риб. Тваринництво, кормовиробництво, збереження та переробка. *Таврійський науковий вісник*, 2018. № 102. С. 116–123.
3. Костенко С. О. Історія, створення та використання трансгенних риб. *Водні біоресурси та аквакультура*, 2020. С. 149–170. DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.14>
4. Лобова О. В., Левішко А. С., Гуменюк І. І. Біотехнології : навч. посібник. К. : Видавництво НУБіП України, 2021. 548 с.
5. Мотроненко В. В., Луценко Т. М., Дронько Л. М. Біотехнологія та біоінженерія. Частина 1. *Основи біотехнології рекомендації до виконання лабораторних робіт* : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 82 с.
6. Петренко С., Кірович Н., Ясько В. та ін. Біотехнологія вирощування та переробки ейхорнії. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*. 2021, Issue 99. С. 111–115. DOI: <https://doi.org/10.37000/abbsl.2021.99.18>
7. Романенко В. Д., Крот Ю. Г. Біотехнологічний напрямок досліджень в Інституті гідробіології НАН України. *Гідробіологічний журнал*. 2015. Т. 51, № 2. С. 23–33. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/122813>.
8. Шерман І.М., Рилов В.Г. Технологія виробництва продукції рибництва: Підручник. К.: Вища школа, 2005. 351 с.
9. Юлевич О. І., Ковтун С. І., Гиль М. І. Біотехнологія : навчальний посібник / за ред. М. І. Гиль. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476 с.

10. Omole I.A. Biotechnology as an Important Tool for Improving Fish Productivity. *American Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2017. Vol. 5. No. 1. P. 17–22. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.bio.20170501.14>

Електронні ресурси

11. Державне агентство рибного господарства України. URL: <http://darg.gov.ua>.
12. Сайт журналу «Гідробіологічний журнал», рубрика «Рибне господарство та аквакультура». URL: <http://hydrobiolog.com.ua/>.
13. Науковий журнал «Біотехнологія». URL: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/handle/123456789/225>.
14. Інститут рибного господарства НААНУ. URL: <http://if.org.ua/index.php/uk/>.
15. Сайт журналу «Рибогосподарська наука України. URL: <http://fsu.ua/index.php/uk/arkhiv-zhurnal> .
16. Сайт FAO. Biotechnologies in Fisheries and Aquaculture in Developing Countries. URL: <https://www.fao.org/biotech/sectoral-overviews/fisheries/en/>
17. Сайт FAO. Fisheries and Aquaculture. URL: <https://www.fao.org/fishery/en>.

Методичне забезпечення

18. Лінк теми на MOODLE (конспект лекцій та завдання до самостійної роботи). URL: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=880>
19. 05-03-218. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в аквакультурі» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної і заочної форм навчання (частина 1) / Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Рівне : НУВГП, 2025. Рівне: НУВГП, 2025. 34 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/33048/>.