

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та  
землеустрою

Кафедра водних біоресурсів

**05-03-177М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для виконання лабораторних та самостійних робіт  
з навчальної дисципліни

**«Основи марикультури»**

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 № 6 від 26.11.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Основи марікультури» 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] / Полтавченко Т. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 28 с.

Укладач: Полтавченко Т. В. – кандидат ветеринарних наук, доцент 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.

Попередня версія методичних вказівок 05-03-74

### **Зміст**

Вступ	3
Лабораторна робота № 1 Розведення та вирощування креветок на прикладі гіганської прісноводної креветки <i>Macrobrachium rosenbergi</i>	4
Лабораторна робота № 2 Методи та технічні засоби культивування мідій	12
Лабораторна робота № 3 Вирощування товарних устриць	17
Лабораторна робота № 4 Культивування зелених водоростей	21
Лабораторна робота № 5 Культивування бурих водоростей	24
Список використаної літератури	28

© Т. В. Полтавченко, 2024

© НУВГП, 2024

## ВСТУП

**Марикультура** – це галузь, яка займається промисловим розведенням та вирощуванням морських водних ресурсів (риби, безхребетні, водорості та інші організми) у спеціалізованих господарствах. Вона проводиться на відкритих ділянках океану, у прибережних зонах, а також у резервуарах, ставках і водогонах, наповнених морською водою.

**Об'єктом вивчення дисципліни** є застосування різних методів активного впливу людини на середовище існування гідробіонтів та на самих організмів у контрольованих умовах. Це включає систему заходів для регулювання природних процесів відтворення та керування ними, таких як:

- переселення й акліматизація риб та інших організмів у сприятливих для їх розвитку місцях;
- створення підводних морських ферм для вирощування промислових ресурсів і збору їх врожаю.

Мета вивчення дисципліни «Основи марикультури» полягає в одержанні теоретичних і практичних знань з розведення та вирощування водоростей, молюсків, ракоподібних, риб у розплідниках, на морських фермах для підтримання природних біоценозів і вирощування цінної харчової продукції.

Міждисциплінарні зв'язки: основ марикультури є складовою частиною циклу дисциплін вільного вибору при підготовці бакалаврів зі спеціальності. Дисципліни, що передують вивченню основ марикультури: зоологія (безхребетних і хордових), гідроботаніка, анатомія і фізіологія риб, генетика, гідрохімія водойм та біофізика, годівля риб, інтенсивні технології в аквакультурі.

**Лабораторна робота №1**  
**РОЗВЕДЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ КРЕВЕТОК НА**  
**ПРИКЛАДІ ГІГАНСЬКОЇ ПРІСНОВОДНОЇ КРЕВЕТКИ**  
**Macrobrachium rosenbergi**

**Мета роботи:** ознайомитися з технологією розведення та товарного вирощування *Macrobrachium rosenbergi*.

**Обладнання та матеріали:** плакати, роздатковий матеріал, мультимедійний проектор, акваріум кафедри, лабораторія кафедри.

**Завдання :** 1. Ознайомитися з біологічними особливостями гігантської прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergi*. 2. Розглянути основні методи вирощування гігантських прісноводних креветок *Macrobrachium rosenbergi*. 3. Дослідити технічні засоби та процеси культивування.

**Теоретична частина:**

**Біологічні особливості гігантської прісноводної креветки.** Гігантська прісноводна креветка (*Macrobrachium rosenbergii*) є одним із перспективних об'єктів аквакультури, що широко вирощується у різних частинах світу, завдяки своїм високим товарним якостям і адаптаційним можливостям. За систематичними ознаками гігантська прісноводна креветка належить до типу – членистоногі (*Arthropoda*); підтип – ракоподібні (*Crustacea*); клас – вищі ракоподібні (*Malacostraca*); ряд – десятиногі (*Decapoda*); родина – креветові (*Palaemonidae*); рід – Макробранхіум (*Macrobrachium*); вид – гігантська прісноводна креветка (*Macrobrachium rosenbergii*).

Дослідники поділяють цей вид на два підвиди, які відрізняються ареалом поширення та біологічними характеристиками. Західний підвид мешкає на східному узбережжі Індії та в країнах Південно-Східної Азії: Таїланд, Малайзія, Індонезія, Суматра, Ява та Калімантан. Тоді як східний – в Океанії: Філіппіни, Сулавесі, Іріан-Джая, Папуа Нова Гвінея та у північній Австралії. Розрізняють ці підвиди за рядом ознак: темпи росту, особливості личинкового розвитку, стійкість молоді до абіотичних факторів.

Незважаючи на наявні відмінності, гігантська прісноводна креветка вільно схрещується, надаючи життєстійке потомство.

Морфологічна будова тіла складна і розділяється на 21 сегмент. Складається з трьох головних частин: головогруди, абдомена і тельсону. Кожна частина має вирости та кінцівки, що мають різне призначення. Всі сегменти тіла вкриті хітиновим панциром. До відділу головогруди включають 13 сегментів тіла, які покриті як зверху, так і з боків несегментованим панциром – карапаксом.

Передня частина панцира плавно переходить у довгий, гострий і вигнутий вгору роstrум. На верхній стороні якого розташовано 11–14 шипів, а на нижній – від 8 до 10 зубців, за кількістю яких можна визначити вид. З боків основи роstrума розташовані стеблисті очі, які є складними за будовою. В кожній очній стеблині містяться органи внутрішньої секреції. Гормони, які вони виділяють у кров, регулюють процес линьки та обмін речовин.

Очі креветок мають складну будову. Вони складаються з великої кількості фасеток, що забезпечує «мозаїчний зір». Кількість фасеток збільшується з віком. У креветок є дві пари вусів. Довгі вусики, або антени, вкриті чутливими щетинками, які легко вловлюють коливання води та виконують сенсорні функції, а саме функцію дотику. Під ними знаходяться короткі вусики, або антенули, які відповідають за сприйняття запахів.

Гігантська прісноводна креветка має п'ять пар кінцівок. Особливо виділяється одна пара, значно довші за інші. Вона закінчується потужними клешнями, які креветка використовує для захоплення та утримання здобичі. Абдомен, або черевце у креветок складається з семи сегментів і модифікованого тельсона. На черевних сегментах розташовані плавальні ніжки – плеоподи, які представлені п'ятьма парами. Останній черевний сегмент містить парні уроподи, які разом з тельсоном формують хвостове віяло.

Головна функція плеоподів – плавання. Крім того, вони беруть участь у процесі розмноження. У самців друга пара плеоподів частково перетворена в орган для сукупного розмноження, тоді як самки використовують їх для відкладання ікри. Забарвлення у гігантської прісноводної креветки різноманітне. Найчастіше переважають сіро-зелені

або блакитні відтінки. Важливою характеристикою є її здатність змінювати колір залежно від оточуючого середовища.

Внутрішня будова креветок є типовою для десятиногих раків і включає систему травлення, кровообігу, газообміну, органи виділення та розмноження, м'язову систему та залози внутрішньої секреції.

Травна система складається із шлунково-кишкового тракту, який містять такі відділи: передній, зі стравоходом і шлунком, середній та задній, а також травну залозу – гепатопанкреас – орган, що об'єднує функції печінки та підшлункової залози. Процес травлення у гігантської прісноводної креветки розпочинається, коли їжа потрапляє в ротовий отвір. Після подрібнення в ротовій порожнині, їжа проходить через стравохід і потрапляє до шлунка. Потім просовується через первинну частину шлунку до середньої кишки. Частина їжі, яку не вдається подрібнити, виштовхується у зворотному напрямку через рот. У середній кишці, за участі травних залоз, відбуваються процеси перетравлення та всмоктування поживних речовин. Неперетравлені залишки викидаються назовні через анальний отвір рухами м'язів задньої кишки.

Органи дихання у гігантської прісноводної креветки представлені зябрами, розташованими в зябрових порожнинах під карапаксом. Вода потрапляє в зяброву порожнину через щілину між головним відділом і грудьми, а потім виштовхується з протилежного кінця. Напрямок руху води може періодично змінюватись. Зябра забезпечують обмін газів і насичення крові киснем.

Кровоносна система креветки належить до відкритого типу. Серце розташоване у навколосерцевій сумці під карапаксом, в задньому відділі головогрудей. Серце представляє собою м'язистий мішок багатогранної форми, а сама кров має майже прозорий вигляд.

Нервова система складається з парного головного мозку, навколо глоточних конектів і пари черевних нервових стовбурів із гангліями у кожному сегменті, які представлені послідовними потовщеннями, утворюючи ланцюжок. Органом

рівноваги у гігантської прісноводної креветки служать статоцисти, які знаходяться біля основи перших антен і відкриваються ззовні. Їхніми статолітами є піщинки, які оновлюються під час линьки тварин.

У гігантських прісноводних креветок виділення здійснюється антенальними залозами у дорослих особин та максиллярними – на личинкових стадіях. Їх функції подібні до нирок у хребетних тварин. Гігантська прісноводна креветка є роздільностатевим гідробіонтом. Самці, на відміну від самок, зазвичай мають менші розміри тіла. Головогрудки та абдомен самок рівніший і тонший, ніж у самців. Важливою особливістю самців є наявність розвинених клешней, які використовуються для утримання самки в процесі парування.

Репродуктивна система самок представлена парою яєчників, які складаються з двох симетрично розташованих порожнин і короткого яйцевода, що знаходяться в головогрудному відділі, дорсально відносно шлунку та травної залози. Гонопори, або статеві отвори, у самок розташовані між переоподами третьої пари. Статеві органи самців складаються з сім'яників (парних утворень), розташованих аналогічно яєчникам самки, насінневих протоків і гонопор, які знаходяться на коксопідиті п'ятої пари переопод. Процес парування відбувається між статевозрілими особинами після завершення линьки у самок. Самець повинен мати твердий хітиновий покрив. Запліднення відбувається зовнішньо. Плодючість цього виду залежить від маси самки, і з її збільшенням кількість ікринок може зростати від 20 до 150 тис. шт. Раціон гігантської прісноводної креветки різноманітний і включає як зоопланктон, так і органічні залишки. Ця всеїдність характерна як для личинок, так і для дорослих особин. Їхній раціон складають бентосні організми, водорості, водні рослини, молюски, олігохети, водні комахи, інші ракоподібні. В умовах нестачі їжі або під час линьки спостерігається канібалізм.

### **Отримання посадкового матеріалу креветок в інкубаторії розпліднику**

Отримання посадкового матеріалу гігантської прісноводної креветки є найбільш складним і дороговартісним етапом. У

дослідженнях розплідник розташовувався в закритому приміщенні, що опалюється і мав кімнатну температуру повітря. У ньому розміщувалися три установки замкнутого циклу водопостачання (УЗВ). Перша – для утримання маточного стада, друга – для вирощування личинок і третя – для підрощування посадкового матеріалу креветки.

Перша і третя установки були з прісною водою, друга, де вирощувалися личинки, з солоноватою водою (12 грамів солі в одному кілограмі води). Третя установка в осінньо-зимовий період використовувалася для дорощування креветок, що не досягли товарної маси за сезон ставкового вирощування в літній період. Третя установка в розпліднику повинна мати найбільшу вирощувальну площу, і, як правило, складатися з декількох, незалежно працюючих модулів.

Кожна установка мала системи аерації, терморегуляції і очищення води. Особливо високий ступінь очищення води потрібний при вирощуванні личинок. Для цього застосовувалися механічні і біологічні фільтри, а також системи додаткового очищення - адсорбції, іонообміну і дезінфекції.

Штучну морську воду рекомендується виготовляти з наявної у продажу морської солі (для морських акваріумів), розводячи її на одну третину природною океанічною.

Однією з основних умов отримання якісного посадкового матеріалу є правильний вибір плідників: особини в найкращому фізичному стані, що не мають видимих ознак захворювань, з непошкодженими кінцівками і антенами, що активно пересуваються і харчуються. Самки повинні мати масу не менше 40 г. В цьому випадку їх плодючість досягає 36 тис. ікринок.

Можна використовувати і крупніших самок, плодючість з віком креветки зростає і може досягати 150 тис. ікринок і більше. Самців-плідників краще відбирати з групи особин, що відносяться до морфотипу "крупні самці з синіми клішнями", яким характерна найбільша сексуальна активність.

Плідників утримують із щільністю посадки не більше 5 екз./м<sup>2</sup>, за співвідношення один на три – чотири самки. Кожну



таку "сім'ю" бажано розмістити окремо. Перед розмноженням плідників годують в надлишковому режимі з використанням живих кормів, а також інших із вмістом протеїну не менше 30%, або високоякісними кормами, призначеними для вирощування осетрових і лососевих риб.

Для синхронізації нересту самок впродовж трьох тижнів витримують в лотках із зниженою температурою – 21-22°C, потім за 2-3 днів її піднімають до 28-29°C. Спаровування, ікрометання і початкові стадії інкубації ікри відбуваються в лотках першої установки розплідника, де постійно утримуються плідники.

Інкубація ікри на плейоподах самок в дослідах продовжувалася 16-19 діб (у подальшому самок з ікрою утримують у лотках УЗВ-2). Весь цей час самки доглядали ікру: відбирали мертві яйця, вентилювали кладки рухами плавальних ніжок. Кожну особину при цьому необхідно утримувати в окремії сітчастій саджалці. Через добу після початку виходу личинок, самок знову переводять в лотки першої установки з прісною водою, де міститься маточне стадо. За цей час встигає вийти близько 70-80% найбільш повноцінних личинок.

Вирощування личинок гігантської прісноводної креветки – найбільш складна частина біотехніки штучного розведення цього виду: саме на цей період доводиться їх найбільша смертність. Тому в період їх розвитку і вирощування необхідно особливо уважно підтримувати всі параметри середовища на оптимальному для личинок рівні:  $t^{\circ}$  - 27-29°C, вміст розчиненого у воді кисню не менше 5 мг/л, солоність 12, рН 8,0 - 8,2, вміст (нітриту не більше 0,1 мг/л, інших сполук азоту - не більше 0,001 мг/л, освітленості 4000 лк, тривалості світлового дня 12 годин, темного часу доби 12 годин, концентрація харчових часток не нижче 5-10 шт./мл, щільність посадки личинок не вище 30 екз./л. У вирощувальну ємність поміщають один виводок – потомство однієї самки (це близько 15-20 тис. личинок).

Щільність посадки личинок у вирощувальній ємності (лотки, басейни) не повинна перевищувати 30-50 тис. шт./куб.

м. Таких вирощувальних ємкостей в другій установці розплідника може бути декілька залежно від потужності розплідника. Перший день після вилуплення з ікри личинки креветки корм не споживають – існують за рахунок ендогенного живлення, тому годувати їх розпочинають з другого дня життя.

Стартовим кормом служать науплії артемії не старше одного дня. Добовий раціон годівлі личинок в перші дні складає приблизно 8-10 науплій на одну личинку. Годують 5 разів на добу: о 8 годині, 11, 14, 17 і 20 годинах.

Починаючи з п'ятого дня в раціон необхідно вводити і неживі корми: подрібнений жовток вареного курячого яйця, дрібно-рубаний рибний фарш. По мірі росту личинок, їх раціон збільшується і в останні дні перед метаморфозом складає по 50 науплій артемії і по 10-11 мг неживого корму на личинку за добу. Весь період вирощування рівень годівлі повинен значно перевищувати їх потреби, складаючи не менше 200% від їх маси на добу. Масовий метаморфоз личинок в личинок поста відбувається на 32-35 добу їх вирощування.

При цьому схема годівлі змінюється у бік збільшення частки неживого корму. Зазвичай вищий темп росту властивий передличинкам, які раніше за інших пройшли метаморфоз, їх і відбирають для подальшого вирощування. Для відокремлення особин, що не пройшли метаморфоз, верхню частину ємкості освітлюють. При цьому личинки, яким притаманний позитивний фототаксис, збираються на світло, звідки відбираються в спеціальну посудину і разом з водою переливаються в іншу вирощувальну ємність, де і продовжують свій розвиток. Личинок поста, які вже ведуть, на відміну від личинок, донний спосіб життя, пересаджують в басейн з пониженою солоністю (6‰) води для поступової адаптації до прісної води. Через 2-3 дні їх перекладають у вирощувальні ємності третьої УЗВ розплідника в прісну воду. На кожних 30 тисяч личинок поста потрібен об'єм води не менше 30 м<sup>3</sup>. По мірі росту памолоді, щільність посадки поступово знижується і до третього місяця вирощування і

досягнення ними маси в 1,5-3,0 грамів складає до 300-500 екз./м<sup>2</sup>.

Добовий раціон годівлі личинок поста в перші два тижні після метаморфозу складає 100% від маси креветок, до місячного віку знижується до 80% і до двох місяців знижується до 50%. З неживих кормів можна використовувати крупно порубаний рибний фарш, подрібнений жовток курячого яйця, з віком частку цих компонентів поступово зменшують, включаючи в раціон сирі і варені овочі, варені крупи. Живі корми в перші два тижні продовжують давати науплії артемії (4-5-денного віку), а також олігохет (енхітреїд) і личинок хірономід. За такої годівлі через 2,5-3 місяці памолодь креветки досягає маси 1,5-3 грами і надалі служить посадковим матеріалом для товарного вирощування.

### **Практична частина**

1. Порівняти переваги та недоліки кожного методу вирощування.
2. Оцінити вплив умов навколишнього середовища на ріст креветок.
3. Записати в зошит.

### **Контрольні запитання**

1. Які біологічні особливості характерні для гігантської прісноводної креветки?
2. Який природний ареал проживання *Macrobrachium rosenbergii*?
3. Чим гігантська прісноводна креветка відрізняється від інших видів креветок?
4. Які основні гідрохімічні параметри води потрібні для культивування *M. rosenbergii*?
5. Яка температура води є оптимальною для росту та розмноження цього виду креветок?
6. Чи можливо вирощувати *M. rosenbergii* у закритих системах (акваріумах) або тільки в ставках?

## Лабораторна робота №2

### МЕТОДИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ КУЛЬТИВУВАННЯ МІДІЙ

**Мета роботи:** Мета роботи: ознайомитися з відтворенням або збором молоді мідій на різні субстрати, їх підрощуванням та вирощуванням товарної мідії, перед реалізаційною обробкою, визначенням індексів кондиції мідій.

**Обладнання та матеріали:** плакати, роздатковий матеріал, мультимедійний проектор.

**Завдання:** 1. Ознайомитися з біологічними особливостями мідій. 2. Розглянути основні методи вирощування мідій. 3. Дослідити технічні засоби та процеси культивування.

#### Теоретична частина:

(Mytilidae) — типові представники класу двостулкових моллюсків, що характеризуються широким ареалом проживання, через що чіткі межі їх поширення визначити складно. Основним об'єктом світової марікультури є **їстівна мідія (Mytilus edulis)**, яка зустрічається у прибережних водах Іспанії, Данії, Нідерландів, Норвегії, Росії (північні та далекосхідні моря), Японії, Китаю та багатьох інших країн.

На другому місці за масштабами культивування знаходиться **середземноморська мідія (Mytilus galloprovincialis)**. Її ареал охоплює Атлантичне узбережжя Європи (на північ від Біскайської затоки), акваторії Середземного моря, Азово-Чорноморського басейну, Японського моря та окремі регіони Тихого океану.

Мідії мешкають у морських і солонуватих водах, часто формуючи щільні прибережні пояси на твердих субстратах, таких як каміння, скелі або рифи. Вони можуть жити на різних типах ґрунтів, однак перевагу надають піщаним і мулистопіщаним ділянкам, багатим на залишки черепашок. Максимальна глибина їх поширення становить 150–200 метрів.

У прибережних районах відкритих акваторій мідії зазвичай поширені на глибинах до 100 м, а в затоках, лиманах і лагунах – до 50–60 м. Вони живуть у водах із солоністю від 4 до 40‰, але оптимальною вважається солоність у межах 17–34‰. Різке зниження солоності негативно впливає на життєдіяльність

молосків, особливо на їх здатність до розмноження. Мінімальна солоність, при якій мідії можуть розмножуватися, становить 5–8‰.

Мідії добре адаптуються до зниженого вмісту кисню у воді і можуть тривалий час перебувати в умовах анаеробного середовища. Вони здатні жити в температурному діапазоні від 2 до 30°C, причому оптимальною температурою для середземноморської мідії є 14–20°C.

Мідії є роздільностатевими організмами, хоча серед дорослих особин часто зустрічаються гермафродити. Статевозрілість у більшості видів настає в ранньому віці. Наприклад, середземноморська мідія в Чорному морі біля берегів Криму досягає статевої зрілості у віці 6–7 місяців при довжині ступки 2,0–2,5 см. У деяких випадках дозрівання може затримуватися, як, наприклад, у мідії Гріючи, яка досягає зрілості у водах Каліфорнії лише на шостому році життя.

Плодючість мідій дуже висока і може досягати 20–25 млн яєць розміром 50–70 мкм. Репродуктивний цикл включає кілька стадій: переднерестову, нерестову, післянерестову, зростання і дозрівання.

Мідії розмножуються порційним нерестом, терміни якого залежать від виду, району поширення та умов середовища. Наприклад, у Чорному морі біля Криму середземноморська мідія нереститься у грудні–січні, тоді як у північно-західній частині Чорного моря цей процес відбувається у лютому–березні.

Запліднення в мідій зовнішнє. Статеві продукти виводяться з мантийної порожнини разом із водяним струмом, де й відбувається запліднення.

Розвиток личинок мідій проходить кілька стадій: трохопера, велігер (парусник), веліконхи (планктонні форми) та спат – стадія, на якій личинка прикріплюється до субстрату. Планктонний етап триває близько 1,5–2 місяців, після чого личинка осідає на субстрат і переходить на стадію спата, де починає вести осілий спосіб життя. До 4-місячного віку доживає лише близько 10–12% личинок, які прикріпилися.

У середземноморської мідії в Чорному морі найбільш інтенсивний ріст спостерігається протягом перших трьох місяців життя спата, коли середній приріст довжини стулок становить 7,6 мм щомісяця. Взимку темпи росту знижуються, а навесні та влітку – знову зростають. Через 14 місяців вирощування мідії досягають середньої довжини 48,7 мм і маси 9,3 г.

Темпи росту мідій залежать від їх репродуктивної активності, температури води та інтенсивності фільтрації, тобто харчування. Наприклад, при температурі води 10°C інтенсивність фільтрації втричі вища, ніж при 20°C. Зниження солоності та кисню у воді також стимулює посилення фільтрації.

Мідії живляться переважно детритом, діатомовими та перидінієвими водоростями. У їх раціон входять також одноклітинні організми та дрібні безхребетні (планктон). Спектр харчування залежить від виду мідії, умов середовища, сезону, кормової бази та фізіологічного стану моллюсків. Мідії, вирощувані у товщі води, мають вищу швидкість фізіологічних процесів порівняно з тими, що мешкають на ґрунті, завдяки кращому водообміну та рівномірному розподілу на колекторах.

Як і інші двостулкові моллюски, мідії схильні до різноманітних захворювань. Найбільш поширені інфекційні та інвазійні хвороби, а також патологічні стани, що виникають через пошкодження раковини.

Мідії є важливим джерелом живлення для багатьох гідробіонтів. Основними хижаками, які завдають шкоди популяціям мідій, є риби-бентофаги, морські зірки, червононогі моллюски, морські їжаки, краби, водні ссавці та птахи. У деяких регіонах хижацтво настільки інтенсивне, що популяції мідій опиняються на межі знищення. Тому в умовах штучного вирощування однією з головних задач є захист плантацій мідій від хижаків.

Мідії вирощуються у промислових масштабах у багатьох країнах світу, а загальний обсяг продукції перевищує 1 мільйон тонн на рік. Провідні позиції в марикультурі мідій займають такі країни, як Іспанія, Нідерланди, Китай, США, Франція,

Італія, Данія та інші держави Європи, Америки, Азії та Африки.

У промислових господарствах культивування мідій звичай відбувається в напівциклічному режимі. Молодь мідій (спат), зібрану у природних умовах, підрощують у штучних або природних акваторіях. Основні етапи біотехніки штучного вирощування включають:

- **Отримання посадкового матеріалу:** збір личинок на штучних субстратах (колекторах);
- **Підрощування:** вирощування спата або молоді на спеціальних пристроях (саджалках, лотках, сітках тощо) до товарних розмірів;
- **Доведення до товарного стану:** підготовка мідій, очищення і реалізація продукції.

Важливим аспектом промислового вирощування є правильний вибір виду молюска. Перспективні види мають характеризуватися високими темпами росту, низькою смертністю на різних етапах розвитку і високою продуктивністю. Близько 80% мідій у світовій марікультурі припадає на **M. edulis** і близький до нього вид **M. galloprovincialis**. У деяких країнах вирощують локальні види мідій, які мають високий попит.

Рівно важливим є вибір водойми або частини акваторії для організації мідієвого господарства. Успішність культивування залежить від умов середовища, які забезпечують оптимальний ріст і розвиток молюсків.

Ділянка для вирощування мідій повинна мати сприятливі гідрологічні та гідрохімічні умови для вибраного виду. Необхідно забезпечити достатню кількість кормових організмів (живильних речовин) для успішного культивування, а також розташувати її поблизу природних біотопів мідій для полегшення збору шпату. Ділянка має відповідати санітарно-гігієнічним і токсикологічним стандартам, а в її межах не повинно бути скидів господарсько-побутових або промислових стоків.

У світовій практиці культивування мідій використовують три основні методи: донний, «Бушо» і підвісний.

**Підвісний метод** передбачає вирощування мідій на штучних субстратах (колекторах), які розміщуються у товщі води або на дні. Колектори можуть мати різні форми: жердини, кілки, стулки молюсків, капронові канати з пінопластовими вставками, черепаця, пластикові каркаси тощо. Для розташування колекторів використовують різні носії: плоти, рами, ярусні конструкції, які можуть бути як плавучими, так і стаціонарними. Цей метод широко застосовується в Іспанії, Італії, США, Китаї, Кореї, Україні, Росії, Данії та багатьох інших країнах. У підвісному методі мідії залишаються у товщі води від моменту осідання шпату до досягнення товарного розміру.

**Донний метод** полягає у збиранні молоді мідій у природних умовах із подальшим перенесенням на заздалегідь підготовлені ділянки дна. Ці ділянки мають відповідати біологічним потребам молюсків і дозволяти механічну обробку, захист від хижаків та зручний збір урожаю. Товарну мідію збирають за допомогою драг і витримують у приливній зоні для очищення від мулу, тину та піску перед подальшою переробкою. Цей метод популярний у Нідерландах, Англії, Франції, Японії, Таїланді та інших країнах.

**Метод «Бушо»**, традиційно використовуваний у Франції, передбачає забивання дерев'яних колів або стовпів у дно приливної зони, на які осідає шпат. Умови з добрим водообміном забезпечують оптимальне живлення, завдяки чому молодь швидко зростає. На колах утворюються друзи товарних мідій, що дозволяє отримувати високий урожай за низьких витрат. Однак значна частина молюсків при цьому обпадає або стає здобиччю хижаків.

Сучасна модифікація методу «Бушо» передбачає використання сітчастих мішків, у які поміщають зібраний у природі шпат. Мішки навішують на коли завдовжки 4–6 метрів, які розташовуються рядами (по 100–150 м на відстані 25 м) у літоральній зоні. По мірі росту молюсків мішки розтягуються, що запобігає їх обпаданню і зменшує втрати від хижаків. За 10 місяців вирощування мідії досягають товарного розміру, а врожай з 1 га становить 6–7 тонн і більше.



Окрім середземноморської (**M. galloprovincialis**) і їстівної (**M. edulis**) мідій, у різних країнах вирощують й інші види. Наприклад, у КНДР культивують корейську мідію (**M. coruscus**), а на Далекому Сході – тихоокеанську (**M. trossulus**) і далекосхідну гігантську мідію (**Grenomytilus grayanus**).

#### **Практична частина**

4. Порівняти переваги та недоліки кожного методу вирощування.
5. Оцінити вплив умов навколишнього середовища на ріст мідій.
6. Записати в зошит.

#### **Контрольні запитання**

1. Які основні методи культивування мідій?
2. Які параметри води є критичними для вирощування мідій?
3. Які технічні засоби використовуються для наплавного методу?
4. Які переваги має метод підводних стійок?

### **Лабораторна робота №3 ВИРОЩУВАННЯ ТОВАРНИХ УСТРИЦЬ**

**Мета роботи:** Вивчення основних методів вирощування товарних устриць, ознайомлення з їх біологічними особливостями, умовами культивування та технічними засобами, які забезпечують отримання високоякісної продукції.

**Обладнання та матеріали:** плакати, роздатковий матеріал, мультимедійний проектор.

**Завдання :** 1. Ознайомитися з біологічними особливостями устриць. 2. Розглянути основні методи вирощування товарних устриць. 3. Дослідити технічні засоби та процеси культивування.

#### **Теоретична частина:**

Устриці – найбільш масові культивовані молюски. В основному їх промисел ведеться в басейні Атлантичного океану і морях північної частини Тихого океану. У середині минулого століття завдяки несприятливим екологічним умовам

і інтенсивному промислу запаси устриць в природних популяціях, на устричних банках, були сильно підірвані. Сьогодні до 95% товарної устриці вирощують в контрольованих умовах, а доля промислу постійно зменшується.

Найбільше поширення набуло культивування гігантської устриці *Crassostrea gigas*. Цей вид поширений в морях Тихоокеанського басейну. Як об'єкт культивування завезений на західне узбережжя США, в Середземноморській і Азово-Чорноморській басейн, на Атлантичне узбережжя Європи, в Північну Африку та інші регіони.

Устриці зазвичай поширені до глибин 100 м, проте найбільша їхня концентрація спостерігається на глибинах 10–30 м, де дно добре прогрівається. Такі місця називають устричними банками, які зазвичай розташовані у затоках, лагунах і бухтах, захищених від штормів. Будучи теплолюбними молюсками, устриці обмежені у своєму поширенні низькими температурами, що впливають на їх здатність до розмноження. Водночас вони витримують температурні коливання від 0 до 40°C, хоча їхній ріст припиняється при 8–15°C. Оптимальні температури для тропічних видів устриць становлять 20–34°C, а для європейських і далекосхідних – 16–24°C.

Солоність води для устриць надродини *Ostreoidae* має бути в межах 15–36‰. Значне відхилення цього показника негативно впливає на їхній ріст, розвиток і процеси розмноження. Устриці здатні виживати в анаеробних умовах, а їх стійкість до пересихання досягає 7–8 діб, а при низьких температурах – до 10 діб.

Ці молюски є роздільностатевими, проте серед них поширений гермафродитизм. Протягом життя може відбуватися зміна статі: спочатку устриця функціонує як самка, а згодом – як самець. Статевої зрілості устриці досягають у ранньому віці, зазвичай на першому році життя.

Різні роди устриць мають особливості розмноження. У *Crassostrea* відбувається зовнішнє запліднення, а їхня плодючість може досягати 200 млн яєць. У родині *Ostrea*

спостерігається внутрішнє запліднення з плодючістю до 900 тис. личинок. Репродуктивний цикл включає кілька стадій: переднерестову, нерестову, післянерестову, зростання та дозрівання. Терміни нересту залежать від зовнішніх умов і ареалу, а у гермафродитів нерест є порційним.

Інкубаційний період триває залежно від температури води та виду моллюска. Наприклад, у *O. edulis* з прибережних вод Великобританії розвиток личинок у мантії порожнині триває 6–8 діб при 23°C, а при 13–14°C – до 18 діб. У Чорному морі цей період триває 8–10 діб при температурі 16–19°C.

Личинки проходять кілька стадій розвитку: трохофора, велігер (вітрильник), веліконхи і спат (стадія прикріплення). У поверхневих шарах води (0–45 см) зосереджено понад 90% велігерів і до 25% веліконхів. Личинки веліконхи (близько 300 мкм) переходять до донного способу життя. Під час прикріплення до субстрату личинки надають перевагу світлим і горизонтально розташованим ділянкам, зернистим поверхням або стулкам інших устриць.

Устриці найінтенсивніше ростуть у перші місяці після осідання. На поверхні їхніх стулок утворюються лінії наростання, які вказують на зони росту. У перші три роки ці зони добре помітні і використовуються для визначення віку, але з часом стають менш вираженими. Швидкість росту залежить від умов середовища та фізіологічного стану моллюска: висока температура сприяє росту, а низька – уповільнює його. У природних акваторіях із температурою понад 15°C ріст може тривати протягом усього року.

**Промислове вирощування устриць** проводиться в напівциклічних і повноциклічних господарствах.

- **Напівциклічні господарства** зосереджуються на зборі молоді в природних умовах (поблизу устричних банок) і подальшому підрощуванні до товарного розміру в природних або штучних умовах.

- **Повноциклічні господарства** повністю контролюють процес, включаючи отримання личинок у результаті штучного розмноження, і здійснюють вирощування в контрольованому середовищі.

На сьогодні напівциклічний тип господарств є домінуючим, однак кількість повноциклічних розплідників постійно зростає. Устриць вирощують за однорічним або дворічним циклом.

### **Основні етапи вирощування устриць у напівциклічних господарствах:**

1. Збір личинок на штучних субстратах (колекторах) у морі.
2. Підрощування молоді в природних або штучних умовах до товарних розмірів.
3. Збір товарних молюсків.
4. Доведення устриць до кондиційного стану.
5. Очищення та реалізація продукції.

### **Методи вирощування:**

- **На ґрунті (устричні парки):** менш ефективний спосіб через обмежену кормову базу, накопичення піску, мулу і підвищений ризик хижаків та паразитів. Продуктивність — близько 10 т/га.

- **У товщі води:** ефективніший спосіб. Постійна циркуляція води забезпечує кращі умови, знижує ризик хижаків і паразитів, підвищує якість і швидкість росту молюсків.

**Обладнання для вирощування устриць: Колектори для збору спату:** Гірлянди з нанизаними стулками устриць, гребінців, бамбуковими або дерев'яними жердинами. У сучасних умовах використовують черепичні пластини, пластикові субстрати зі спеціальним покриттям, керамічні плитки.

**Способи розташування устриць: 1. Плотовий метод:** плоти з бамбука, дерева або металевих каркасів, що плавають за допомогою поплавців. Популярний в Азії.

- **Ярусний метод:** система поплавців із прикріпленими колекторами (стулки молюсків, керамічні пластини).

- **Стелажний метод:** стелажі з дерев'яних або металевих конструкцій для розміщення колекторів.

- **Контейнерний метод:** контейнери з молоддю устриць, що встановлюються на дно.

### **Штучне розведення устриць**

Для забезпечення стабільності виробництва використовуються повноциклічні господарства. Молодь устриць отримують у спеціалізованих розплідниках шляхом стимуляції нересту або штучного запліднення.

#### **Методи стимуляції нересту:**

- Екологічні (зміна температури води).
- Фізичні (електрична або механічна стимуляція).
- Хімічні (зміна рН або використання спеціальних препаратів).
- Біологічні (додавання суспензії гонад).

Найпоширенішим є метод температурної стимуляції, де статеве дозрівання контролюється зміною температури води (підвищення до 18–21°C або зниження до 5°C).

**Вирощування личинок:** Личинок вирощують у бетонних або пластикових басейнах, де їх годують мікрододоростями на ранніх етапах розвитку.

#### **Практична частина**

1. Порівняти переваги та недоліки кожного методу вирощування.
2. Оцінити вплив умов навколишнього середовища на ріст устриць.
3. Записати в зошит.

#### **Контрольні запитання**

1. Які види устриць найчастіше вирощують у марикультури?
2. Які гідрохімічні параметри необхідні для вирощування устриць?
3. Чим лотковий метод відрізняється від донного методу?
4. Які переваги має використання плавучих конструкцій для культивування устриць?
5. Які основні фактори впливають на ріст і розвиток устриць?

#### **Лабораторна робота №4**

#### **КУЛЬТИВУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ**

**Мета роботи:** Ознайомитися з методами культивування зелених водоростей, вивчити оптимальні умови для їх росту та розвитку, а також дізнатися про їхнє практичне застосування в різних галузях.

**Обладнання та матеріали:** плакати, роздатковий матеріал, мультимедійний проектор.

**Завдання**

1. Дослідити основні фактори, що впливають на ріст зелених водоростей.
2. Вивчити техніки культивування у лабораторних умовах.
3. Провести аналіз впливу умов середовища на інтенсивність росту водоростей.

**Теоретична частина:**

**Зелені водорості (*Chlorophyta*)** – це велика і різноманітна група низькорослих рослин, яка включає одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні форми. Серед них представлені як планктонні, так і бентосні види. Крім ризоподібальних одноклітинних і великих багатоклітинних форм зі складною будовою, у зелених водоростей зустрічаються всі відомі типи слані, характерні для цієї групи. Багато нитчастих видів спочатку прикріплюються до субстрату, але згодом переходять до вільного існування, утворюючи мати або кулі.

Характерним для зелених водоростей є яскраво-зелене забарвлення, завдяки якому вони часто покривають канали, ставки або прибережні камені. Їхні хлоропласти містять хлорофіл *a* та *b*, а також додаткові пігменти, такі як ксантофіли (лютеїн, зеаксантин, віолаксантин тощо), які не маскують хлорофіл. Основним запасним полісахаридом є крохмаль, що утворюється у вигляді гранул навколо піреноїда або розсіяний у стромі хлоропласта. Хлоропласти мають подвійну мембрану, а тілакоїди згруповані по 2–6 у вигляді пластин, подібно до вищих рослин.



Клітини зелених водоростей з джгутиками (*ізоконтами*) зазвичай мають два джгутики, але їх кількість може варіюватися. Життєві цикли зелених водоростей різноманітні, включаючи всі можливі типи розмноження: вегетативне, безстатеве та статеве.

Зелені водорості поширені у всіх океанах і морях, від прибережної супраліторальної зони до глибин 20–30 м. Їхній розмір варіюється від кількох сантиметрів до понад метра, а біомаса може становити від сотень грамів до кількох кілограмів на квадратний метр. Вони найбільш активно ростуть навесні, коли каміння на літоралі часто вкрито суцільним шаром нитчастих водоростей, таких як *Ulothrix* і *Urospora*.

На мілинах і у заливах влітку часто зустрічається *Cladophora*, яка може набувати вигляду зеленої слизистої маси. У Чорному морі поширені *Ulva lactuca* (морський салат) і *Enteromorpha* із трубчастою сланню.

#### **Практичне використання**

Зелені водорості вирощують переважно у країнах Південно-Східної Азії. Їх використовують у їжу (вміст білка до 26%), як добрива, а також для очищення стічних вод, зокрема від важких металів.

#### **Основні об'єкти культивування:**

- *Monostroma*
- *Ulva*
- *Enteromorpha*
- *Caulerpa*

- *Cladophora*

Для вирощування зелених водоростей використовують спеціальні мережі, які встановлюють у літоральній зоні та на мілководдях (естуарії, гирла річок). Водорості можуть вирощувати як самостійно, так і спільно з порфірою. З однієї мережі розміром 18 × 2 м можна отримати до трьох врожаїв на рік, що становить близько 26 кг сирової маси.

### Контрольні запитання

1. Які фактори впливають на ріст зелених водоростей?
2. Як змінюється ріст водоростей залежно від інтенсивності світла?
3. Які практичні застосування зелених водоростей у промисловості?
4. Чому важливо підтримувати стабільний рН у середовищі?

### Лабораторна робота № 5

#### КУЛЬТИВУВАННЯ БУРИХ ВОДРОСТЕЙ

**Мета роботи** Ознайомитися з методами культивування бурих водоростей, визначити оптимальні умови для їхнього росту і розвитку, а також дослідити їхнє практичне значення

**Матеріали та обладнання:** конспекти, плакати, визначники, роздатковий матеріал, мультимедійний проєктор.

#### Завдання

1. Вивчити біологічні особливості бурих водоростей.
2. Освоїти методи культивування бурих водоростей у лабораторних умовах.
3. Проаналізувати фактори, які впливають на ріст і продуктивність бурих водоростей.

#### Теоретична частина:

**1. Бурі водорості (*Phaeophyceae*)** – це велика група багатоклітинних морських водоростей, поширених у холодних і помірних морях. Вони відіграють важливу роль в екосистемах, є джерелом їжі, кормів, добрив та біологічно активних речовин. Найбільш відомі представники: *Laminaria* (ламінарія), *Fucus* (фукус), *Sargassum* (саргас).



У марикультурі серед макрофітів найбільшу частку за обсягом займають бурі водорості, основними об'єктами культивування яких є види, що належать до порядку *Laminariales*. Найпоширенішою є **Laminaria japonica**.

В Китаї культивування ламінарії відбувається в наймасштабніших обсягах – на плантаціях загальною площею 18 тис. га щорічно вирощується близько 275 тис. тонн (сухої маси). В Японії цей показник становить 38 тис. тонн. Значні обсяги вирощування також спостерігаються в Південній Кореї та КНДР.

В Японії важливе місце займає вирощування іншого представника ламінарієвих – **Undaria pinnatifida**. Щорічний обсяг її культивування перевищує 100 тис. тонн (сирої маси), що у 7–8 разів більше, ніж збір цього виду з природних заростей. Загальний обсяг ундарії, який використовується у промисловості, перевищує 300 тис. тонн.

Основна частина вирощених ламінарієвих водоростей спрямовується на виробництво харчової продукції. Все більше уваги культивуванню ламінарієвих приділяють у США, Канаді, Франції, Китаї, Німеччині, Бельгії та інших країнах, де активно проводяться наукові дослідження, організовуються експериментальні ферми і плантації.

Одним із перспективних видів для масового культивування вважається **Macrocystis pyrifera**, що переважно використовується як сировина для отримання альгінатів. Також вивчається можливість застосування цього виду як енергетичної сировини для отримання метану шляхом ферментативної обробки таломів.

В Бельгії ведуться дослідження культивування **Laminaria hyperborea**, яку в значних масштабах збирають у Норвегії для виробництва альгінатів. У Британській Колумбії та Канаді розробляють технології вирощування таких видів, як *L. saccharina*, *L. grenlandica* та *Cymathoere triplicata*.

В США і Японії досліджують можливості промислового культивування видів родини **Sargassaceae**, які перспективні для виробництва альгінатів, а також як енергетична сировина

для отримання метану і природні біофільтри для очищення морської води.

Новим об'єктом культивування серед бурих водоростей є **Cladosiphon** (порядок *Chordariales*, родина *Chordariaceae*). У 1980 році в Японії було вирощено 3 тис. тонн цієї водорості, а нині обсяги виробництва зросли майже в 4 рази.

**Вирощування ламінарієвих водоростей** складається з кількох основних етапів:

**1. Вибір місця для ферми:**

○ Місце повинно мати сприятливі гідрологічні та хімічні умови, включаючи хороший водообмін (швидкість течії  $\geq 0,7$  м/с), прозору воду з високою солоністю, захист від штормів і відсутність забруднювачів.

○ Бажані глибини моря – 10–50 м, ґрунт – піщаний з мінімумом каміння.

**2. Установка конструкцій:**

○ Каркас складається з горизонтального несучого каната (50–120 м довжиною, 60 мм у діаметрі), закріпленого бетонними якорями масою 1,5–2 т.

○ Канат підтримується поплавцями діаметром 240–360 мм, їх кількість залежить від ваги водоростей і швидкості течії.

○ Конструкції кріпляться на глибині 0,5–4 м.

**3. Підготовка вирощувальних субстратів:**

○ Для субстратів використовують мотузки (5 м завдовжки, 5–12 мм у діаметрі) або смуги з транспортерних стрічок, шлангів тощо.

○ Перед використанням субстрати вимочують у морській воді (10–14 діб) для нейтралізації шкідливих речовин, висушують і обробляють для знищення личинок і спор інших організмів.

**Заготівля маткових слосвищ:**

○ Матеріал збирають наприкінці літа – восени з природних чагарників або спеціальних плантацій.

○ Відбирають здорові рослини з великими спороносними плямами.

### **Стимулювання спороношення:**

- Слоєвища підсушують на повітрі (6–18°C, 6–18 годин) або зберігають у темряві при 7–15°C.
- Спори отримують шляхом занурення слоєвищ у морську воду з подальшим фільтруванням отриманої суспензії.

### **4. Посів спор на субстрати:**

- Субстрати занурюють у суспензію спор, створюючи їхню концентрацію 5–10 шт. у полі зору мікроскопа.
- Через 1,5 доби субстрати зі спорами переміщують у море.

### **Вирощування:**

- Спорофіти доглядають, видаляють обростання, регулюють глибину конструкцій.
- Рослини довжиною 30–70 см пересаджують на нові субстрати, розміщуючи по 3–4 рослини через кожні 10 см.

### **Збір урожаю:**

- Максимальної маси водорості досягають у середині літа. Після збору їх сушать, консервують або заморожують.

### **Основні вимоги до вирощування:**

- Постійний контроль стану конструкцій, чистота води, достатня освітленість.
- При слабкій течії слід запобігати позеленінню листя шляхом очищення від мулу.

### **Використання продукції:**

Ламінарії використовуються для харчових потреб, добрив, виробництва альгінатів, біопалива, а також як біофільтри.

### **Контрольні запитання**

1. Які основні екологічні вимоги для вирощування бурих водоростей?
2. Як впливають освітлення та температура на ріст бурих водоростей?
3. Які промислові продукти отримують із бурих водоростей?
4. Які технічні засоби використовують для культивування бурих водоростей?
5. Чим бурі водорості відрізняються від зелених за складом і сферою застосування?

### Список рекомендованої літератури:

1. Шекк П. В. Шевченко В. Ю., Орленко А. М. Марикультура. Херсон : Олді-Плюс, 2014. 328 с.
2. Основи марикультури / Грициняк І. І., Толоконніков Ю. О., Ізергін Л. В., Кражан С. А. Київ : ДІА, 2013. 172 с.
3. Інтенсивні технології в аквакультурі : навч. посіб. / Р. В. Кононенко, П. Г. Шевченко, В. М. Кондратюк, І. С. Кононенко. К. : «Центр учбової літератури», 2016. 410 с.
4. Mariculture of crustaceans / James P. McVey. SN138.C73, 1993. URL: [https://books.google.com.ua/books?id=JdZAwgEACAAJ&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=JdZAwgEACAAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
5. Основи марикультури: методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» / А. М. Трофимчук, Н. Є. Гриневич, Н. М. Присяжнюк, О. А. Хом'як, А. О. Слюсаренко, О. Р. Михальський, В. С. Жарчинська. Біла Церква, 2021. 80 с.
6. Практичні рекомендації щодо виробництва гігантської прісноводної креветки при організації бізнес-процесів в ланцюгах створення доданої вартості продукції з безвідходною переробкою сировини. Рекомендації. К. : НУБіП України. 2024. 47 с. URL: [https://darg.gov.ua/files/29/11\\_20\\_krevetka.pdf](https://darg.gov.ua/files/29/11_20_krevetka.pdf)