

Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара  
Кафедра загальної біології та водних біоресурсів  
Науково-дослідна лабораторія гідробіології, іхтіології та радіобіології  
науково-дослідного інституту біології  
Навчально-науковий комплекс «Акваріум»

Маренков О.М., Нестеренко О.С., Курченко В.О.,  
Боровик І.І., Єрух М.М.

## КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ

### Навчальний посібник

для студентів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів  
вищої освіти

спеціальності 091 «Біологія та біохімія»

ОПП «СИСТЕМНА БІОЛОГІЯ ТА ГІДРОБІОРЕСУРСИ»



Дніпро  
2025

**УДК 639.3.043(075.8)**  
**К90**

*Рекомендовано*

*Вченою Радою Біолого-екологічного факультету Дніпровського  
національного університету імені Олеся Гончара Протокол № 8 від  
20.01.2025 р.*

**Рецензенти:**

Завідувач відділом вивчення біоресурсів водосховищ Інституту рибного господарства НААН України,  
д-р біол. наук, с.н.с. Бузевич І.Ю.  
Завідувач кафедри фізіології та інтродукції рослин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара,  
д-р біол. наук, проф. Лихолат Ю.В.

**Укладачі:**

кандидат біологічних наук, доцент Маренков О.М.,  
доктор філософії Нестеренко О.С.,  
доктор філософії Курченко В.О.,  
доктор філософії Боровик І.І.,  
директор ННК «Акваріум» Єрух М.М.

**К90** Культивування живих кормів: навчальний посібник / Маренков О.М., Нестеренко О.С., Курченко В.О., Боровик І.І., Єрух М.М. ПЦ «Формат», Дніпро, 2025. 57 с.

У навчальному посібнику представлено необхідний базовий матеріал щодо культивування живих кормів: лаконічно викладено теоретичні й практичні аспекти усіх етапів культивування. Посібник призначений для студентів-біологів. Матеріал розрахований для студентів біологічних та педагогічних спеціальностей денної та заочної форм навчання. Навчальний посібник ілюстрований рисунками та схемами. Рекомендується для студентів спеціальності 091 «Біологія та біохімія» ООП «Системна біологія та гідробіоресурси», 207 «Водні біоресурси та аквакультура».

© Маренков О.М., Нестеренко О.С., Курченко В.О., Боровик І.І., Єрух М.М., 2025  
© Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, 2025

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ТЕМА 1 КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ.....	5
ТЕМА 2 КУЛЬТИВУВАННЯ РЯСКИ.....	9
ТЕМА 3 КУЛЬТИВУВАННЯ НАЙПРОСТІШИХ.....	13
ТЕМА 4 КУЛЬТИВУВАННЯ КОЛОВЕРТОК.....	16
ТЕМА 5 КУЛЬТИВУВАННЯ ГІЛЛЯСТОВУСИХ РАКОПОДІБНИХ.....	18
ТЕМА 6 КУЛЬТИВУВАННЯ ЗЯБРОНОГИХ РАКОПОДІБНИХ.....	26
ТЕМА 7 КУЛЬТИВУВАННЯ КАЛІФОРНІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОГО ЧЕРВ'ЯКА.....	33
ТЕМА 8 КУЛЬТИВУВАННЯ НЕМАТОД.....	36
ТЕМА 9 КУЛЬТИВУВАННЯ ІНШИХ ЧЕРВІВ.....	40
ТЕМА 10 КУЛЬТИВУВАННЯ ЛИЧИНОК КОМАХ.....	44
ТЕМА 11. КУЛЬТИВУВАННЯ КОМАХ .....	50
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	55

## ВСТУП

Личинки риб та амфібій надзвичайно чутливі до якості корму. У перші тижні життя молодь гідробіонтів максимально задовольняє харчові потреби живими кормами – мікроскопічними водоростями, найпростішими, коловертками, ракоподібними. Вони характеризуються високою харчовою якістю, високим вмістом білка, жиру, незамінних амінокислот, вітамінів, ферментів та інших компонентів. Створити такі повноцінні корми штучно практично неможливо. Живий корм корисний і для дорослих риб, раків та амфібій у вигляді домішок до штучного корму. У якості корму для дорослих гідробіонтів культивують ряску, личинок комах і червів.

Порівняно обмежені можливості самовідтворення водних біоресурсів змушують шукати нові підходи, які забезпечували б сталий розвиток аквакультури. Масовий вилов представників живого корму в природних водоймах не дозволяє забезпечити його стабільне отримання. Основний шлях масового гарантованого отримання кормових організмів – це штучне розведення з використанням методів інкубації та культивування. Для цього необхідно знати їх біологічні та фізіологічні особливості, що у свою чергу дасть можливість створити оптимальні умови для їх розведення та отримання максимальної продукції.

Одним із важливих завдань сучасної аквакультури є одержання планової кількості посадкового матеріалу об'єктів культивування високої якості. Успіх вирощування повноцінної молоді пов'язаний з рядом умов і, в першу чергу, з раціональною годівлею, тобто пошуком якісного та вигідного корму. Саме такими є живі корми, які являють собою сукупність рослинних та тваринних гідробіонтів.

Об'єктами культивування в основному є ті організми, що складають природну кормову базу промислових гідробіонтів у природних водоймах. З великої кількості кормових організмів обирають види, які мають високі показники плодючості, швидкий темп росту, високу харчову цінність, є невибагливими до чинників середовища та здатні існувати при високій щільності.

## ТЕМА 1 КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

Культивування водоростей є одним із перспективних напрямів сучасної науки, який привертає дедалі більшу увагу завдяки своєму потенціалу для вирішення глобальних екологічних, енергетичних і продовольчих викликів.

Мікрowodорості є природними біофільтрами, які можуть ефективно очищувати воду від надлишку органічних речовин, таких як азот і фосфор, запобігаючи явищу евтрофікації. Їх культивування дозволяє створювати біотехнологічні системи для очищення стічних вод і відновлення екосистем. Крім того, водорості поглинають значні обсяги вуглекислого газу, що робить їх важливим інструментом у боротьбі зі зміною клімату.

Водорості є перспективною сировиною для виробництва біопалива. Зокрема, мікрowodорості багаті на ліпіди, використовуються для отримання біодизелю, біогазу та етанолу. Цей вид енергоресурсів має високий потенціал у переході до відновлюваних джерел енергії.

Водорості багаті на білки, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни та мікроелементи. Це робить їх цінним компонентом у раціоні людини та кормом для сільськогосподарських тварин і об'єктів аквакультури. Культивування водоростей допомагає зменшити залежність від традиційного сільського господарства, використовуючи менше земельних ресурсів і води.

Водорості знаходять широке застосування у фармацевтиці, косметології та харчовій промисловості. Наприклад, сполуки, отримані з водоростей, використовуються для створення біологічно активних добавок, антиоксидантів та інших продуктів із високою доданою вартістю.

Культивування водоростей сприяє створенню стабільних екосистем у деградованих водоймах. Це особливо актуально в умовах України, де багато водних об'єктів зазнали деградації через антропогенний вплив і кліматичні зміни.

Отже, культивування водоростей – це інноваційний напрямок, що об'єднує екологічні, економічні та соціальні аспекти. Він відкриває нові можливості для забезпечення сталого розвитку, збереження природних ресурсів і розв'язання нагальних глобальних проблем. Інвестиції в дослідження та розвиток цієї галузі є ключем до створення екологічно безпечного майбутнього.

На базі сонячної енергії у південних районах України просто неба можна вирощувати водорості впродовж 7–9 місяців (рис. 1). При використанні залишків виробництва, тваринницьких і птахівницьких ферм, а також побутових та промислових стічних вод можна знизити собівартість водоростевої продукції на 60–80 %. В останні роки відокремлено ряд перспективних штамів, що дають високі біомаси, які добре ростуть на мінеральних середовищах із додаванням витяжки з гною і комунально-побутових стоків: *Chlorella vulgaris* УА–1–2б, *Scenedesmus obliquus* УА–1–6б, *Scenedesmus obliquus* УА–2–7а. Їх продуктивність у відкритих установах становить 8–28 г/м<sup>2</sup> сухої маси за добу. Ці штами мають досить велику стійкість проти несприятливих умов середовища, вони можуть бути використані в інших кліматичних умовах.



Рисунок 1 Відкриті культиватори для вирощування водоростей

У відкритих установках отримані також культури *Chlorella sp.*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella obliquus* УА–2–6. За 5–6 діб товщина суспензії досягає 10–15 см, густина – 40–60 млн кл./мл. При використанні природних джерел із сірководневою, субтермальною, сульфатно-хлоридною натрієво-кальцієвою водою на шосту–восьму добу густина культури досягає 90 млн кл./мл.

На базі викидних газів газових котелень, які використовуються як джерело тепла, так і вуглекислоти, вирощують водорості *Chlorella vulgaris*–157 і *Scenedesmus obliquus* УА–2–6. Початкова густина клітин становить 1,5–2 млн кл./мл, температура газів, що надходять – 20–30 °С, концентрація CO<sub>2</sub> у викидних газах – 7,5–10 %. За неперервної роботи установки врожай суспензії становить 12–22 г/м<sup>2</sup> при товщині шару 12–15 см. За рік з 10 га таким шляхом можна отримати 40–50 т сухої біомаси мікрводоростей.

Використовуються також відходи з птахофабрик (курячий послід концентрацією 5–10 мг/л) для культивування *Ch. vulgaris*, *Sc. obliquus*. При збагаченні їх вуглекислотою та перемішуванні водорості краще ростуть. В установках просто неба з додаванням стічних вод птахофабрики можна отримати 13–17 г сухої речовини на 1 м<sup>2</sup> за добу, поряд з цим відбувається інтенсивне очищення води.

Культивування протококових водоростей на стоках тваринницьких комплексів проводять з початковою щільністю клітин 3–6 млн кл./мл за умов перемішування і підгодовування CO<sub>2</sub> з додаванням стічної води після розведення 1:1 чи без неї. За цих умов у способі з розведенням за 8 діб отримують 450 млн кл./мл (1,3 г/л сухої речовини), без розведення – 38 млн кл./мл (1,0 г/л сухої речовини).

У культиваторах закритого типу з додаванням до середовища стічних вод тваринницьких комплексів можна отримати культуру хлорели щільністю 100 млн кл./мл (у культиваторі з об'ємом 1,5 м<sup>3</sup>) (рис. 2).

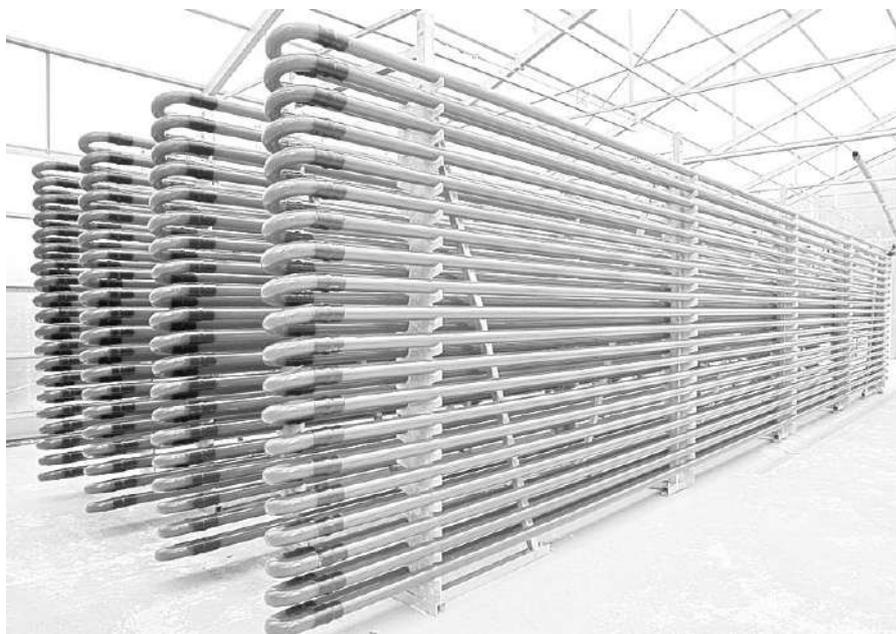


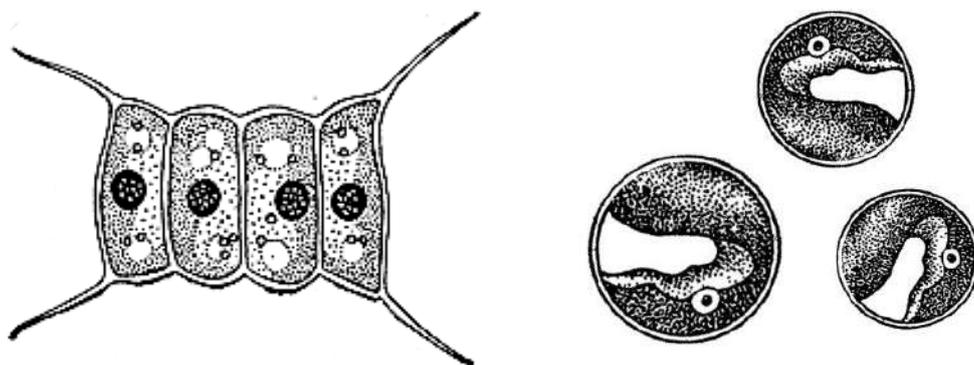
Рисунок 2 Культиватор закритого типу

При культивуванні спіруліни з додаванням курячого посліду продуктивність її збільшується на 15–18 %. У якості субстрату для її культивування можна використовувати як неорганічні ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), так і органічні форми азоту (сечовина). *Spirulina* витримує азотне голодування до 54 діб, після чого при переміщенні її в нормальне середовище хід процесів синтезу повністю відновлюється.

#### **Приготування середовища для культивування мікроводоростей.**

У сучасній аквакультурі вирощують різні види водоростей. Найбільш вдалимими об'єктами для культивування виступають представники відділів зелених і синьо-зелених водоростей, культури яких вирощені в лабораторних умовах.

Для культивування зелених водоростей (*Chlorella*, *Scenedesmus*) (рис. 3) можна використовувати **розчин Кнопа**, який готують таким чином: до 1 л дистильованої води додають наступні речовини:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 0,25 г,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,06 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,06 г,  $\text{KCl}$  – 0,08 г,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$  – одна крапля 1 %-го розчину (можна замінити розчином хелатного заліза). Також на середовищі Кнопа можна вирощувати ряску.

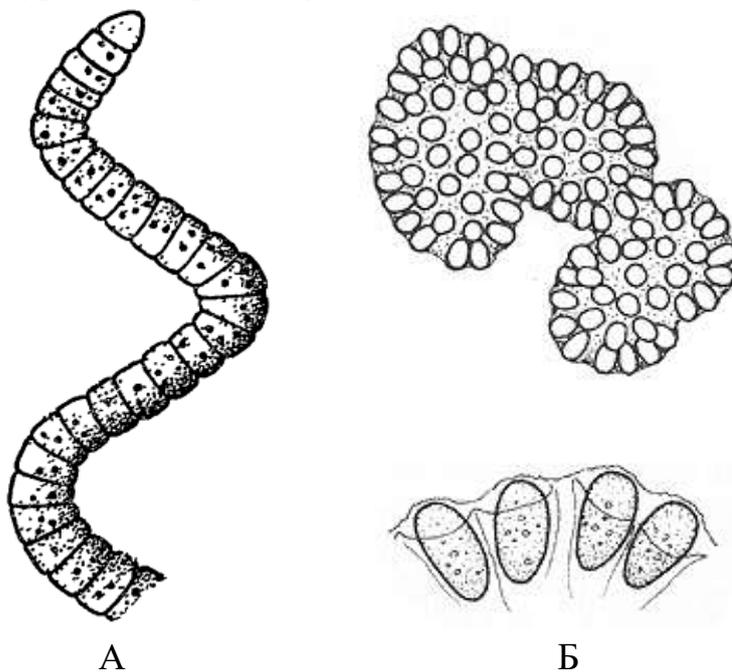


А

Б

Рисунок 3 Зелені водорості: А – *Chlorella*, Б – *Scenedesmus*

Для вирощування синьо-зелених водоростей (*Spirulina*, *Botryococcus*) (рис. 4) рекомендується використовувати **розчин Чу-10**: до 1 л дистильованої води додають такі речовини:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 0,04 г,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,025 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,01 г,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 0,02 г,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  – 0,025 г,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 0,0008 г (також можна замінити хелатом заліза). Тривало витримувати водорості без пересіву не рекомендується, оскільки вони можуть припинити своє зростання в результаті самоотруєння продуктами життєдіяльності. Ознаками такого пригнічення можуть служити пожовтіння культури, поява білястого відтінку на середовищі та помутніння культурального розчину.



А

Б

Рисунок 4 Синьо-зелені водорості: А – *Spirulina*, Б – *Botryococcus*

Зберегти колекцію водоростей можна на твердих поживних середовищах, де зростання культури уповільнене, тому часті пересівання не потрібні (раз на місяць, а якщо зберігати при слабкому розсіяному світлі при температурі 10–15 °С, то й раз на два місяці). Склад **середовища Прата** (г/літр розчину):  $\text{KNO}_3$  –

0,10 г,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  – 0,01 г,  $K_2HPO_4$  – 0,01 г,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  – 0,001 г, агар-агар – 12 г. Поживне середовище необхідно попередньо простерилізувати.

### Питання для самоконтролю та самопідготовки

1. З якою метою культивують мікроскопічні водорості?
2. Представників яких відділів водоростей найчастіше використовують для культивування?
3. Принцип роботи відкритих культиваторів.
4. Принцип роботи закритих культиваторів.
5. Що таке штами водоростей, чим вони відрізняються від «диких» представників?

## ТЕМА 2 КУЛЬТИВУВАННЯ РЯСКИ

**Ряска** (*Lemna sp.*) – швидкозростаюча водна рослина, яка є перспективною для використання у різних галузях завдяки високій продуктивності та здатності адаптуватися до різних умов існування. Найпоширеніші представники підродини Lemnoideae зустрічаються усюди, крім пустель і областей вічної мерзлоти. Вони розповсюджені в помірній, тропічній та перехідних зонах і витримують температурні максимуми та мінімуми. На сусідні водойми ряска переноситься птахами.

Ряска швидко розмножується вегетативно в літній час в прісних стоячих водоймах, покриваючи їх поверхню суцільним зеленим килимом та за 6 діб подвоює масу. За хімічним складом ряска в незначній мірі відрізняється від хімічного складу одноклітинних зелених водоростей.

В останнє десятиріччя ряска розглядається як цінний об'єкт для лабораторних досліджень багатьох фізіологічних процесів завдяки малим розмірам, швидкому росту, відносно простій будові, переважно вегетативному розмноженню, невибагливості до середовища та, пов'язаною з цим, легкістю вирощування в стерильних та водних культурах.

З водних рослин найбільш придатною для культивування визнано ряску малу *Lemna minor* – багаторічну рослину підродини рясок (але можливе культивування й інших видів ряски) (рис. 5). Усі представники мають дрібні квітки й насіння, але ініціатори цвітіння невідомі. Їх вегетативна частина включає тільки листоподібний відросток й крихітне коріння.

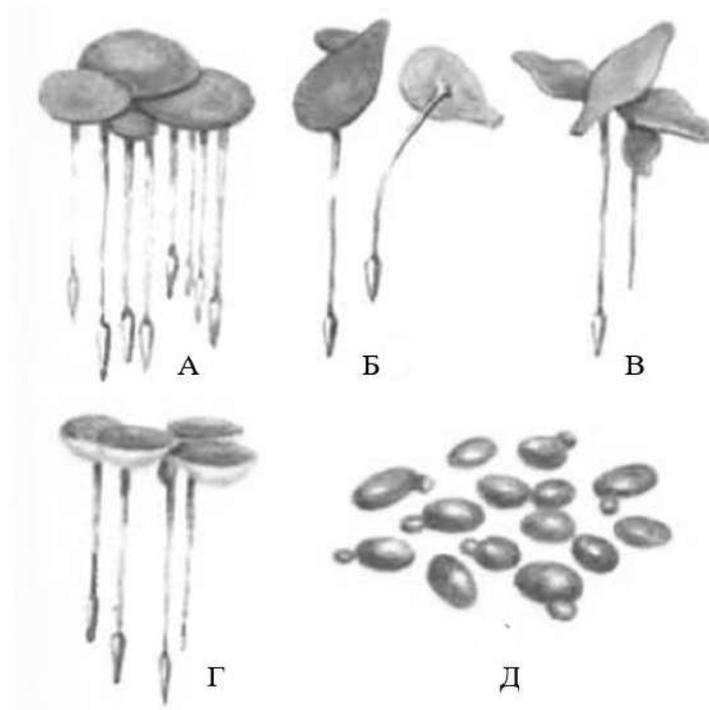


Рисунок 5 Види ряски: А – ряска багатокоренева, Б – ряска мала, В – триборозенчаста, Г – горбата, Д – вольфія безкоренева.

Відсутність листя та стебла позбавляє від необхідності мати опорні волокна в своїй структурі (ряска має лише 5 % волокон). Тому вся вегетативна частина метаболічно активна та може використовуватись як корм для риб. Ця особливість значно відрізняє ряску від наземних культур, наприклад, сої, рису та пшениці. Значна частина біомаси наземних культур не використовується під час приготування корму.

Дана рослина не продукує отруйних алкалоїдів. Експерименти з годуванням продемонстрували, що ряска є придатною для годівлі тварин. При згодовуванні тваринам (свиням, сільськогосподарським птахам) вона стимулює продуктивність, здатність до відтворення, підвищує імунітет.

Для зростання рясці потрібні мілководні ставки. Її товстий килим знижує випаровування з поверхні води і пригнічує розвиток небажаних водоростей.

Різні види підродини ряски (ряска мала, ряска триборозенчаста, ряска багатокоренева, вольфія безкоренева та ін.) можна виростити на мінеральних поживних середовищах з переважним вмістом вапняку. Стерильні культури добре ростуть на чисто мінеральних сумішах, проте додавання сахарози значно прискорює їх ріст. Важливою складовою успішного культивування водних рослин є правильний підбір сольового складу середовища. Найчастіше використовують наступні середовища (табл. 1).

Таблиця 1 – Поживні середовища для вирощування ряски

<u>Середовище Гапоненко-Стражецького:</u> $\text{KNO}_3$ – 0,4 г/л, $\text{KH}_2\text{PO}_4$ – 0,2 г/л, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,3 г/л, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,6 г/л, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,3 мг/л, $\text{H}_3\text{BO}_3$ – 0,5 мг/л, Цитрат заліза – 5 мг/л.	<u>Середовище Бенекє:</u> $\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 0,2 г/л, $\text{CaCl}_2$ – 0,1 г/л, $\text{K}_2\text{HPO}_4$ – 0,1 г/л, $\text{MgSO}_4$ – 0,1 г/л, $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ – 1 капля 1% розчину.
<u>Середовище Бейєрінка:</u> $\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 0,05 г/л, $\text{CaCl}_2$ – 0,1 г/л, $\text{K}_2\text{HPO}_4$ – 0,2 г/л, $\text{MgSO}_4$ – 0,2 /л, $\text{FeCl}_3$ – 1 капля 1 %-го р-ну.	<u>Середовище Кнопа:</u> $\text{CaNO}_3$ – 0,25 г/л, $\text{KH}_2\text{PO}_4$ – 0,06 г/л, $\text{MgSO}_4$ – 0,06 г/л, $\text{KCl}$ – 0,08 г/л, $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ – 1 капля 1 %-го р-ну.

Для вирощування ряски у весняно-літній сезон встановлюють кювети виготовлені з водонепроникного матеріалу (але не залізні). Розмір кювет може бути різний: довжина від 5 м до 15 м, ширина – від 1 м до 4 м, глибина – 0,12–0,15 м. Кількість кювет або рядів кювет має бути кратним 7. У кювети заливають поживне середовище, що містить макро- (нітроген, кальцій, калій, магній) і мікроелементи (ферум, бор, цинк, купрум, марганець, кобальт, йод). Кількість має бути такою, щоб поверхня його була на 1–2 см нижче верхнього краю кювету. На поживне середовище висаджують ряску в кількості 0,5 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Оптимальна температура вирощування складає +22–37 °С, мінімальна +4–18 °С. Залежно від виду оптимальний ріст спостерігається при температурі +25–31 °С. Однак, при збільшенні температури активність культури знижується. Толерантною до температури є ряска багатокоренева (може витримувати навіть температуру +50 °С протягом доби та +4 °С протягом двох тижнів). В умовах низьких температур ряска утворює туріони, неактивні зимуючі бруньки, які випадають на дно водойми. Культура дуже чутлива до вітру і тому не підходить для регіонів з сильними вітрами. Повітряні маси зсувають ряску до берегів водойми, де вона накопичується і гине. Течія при вирощуванні ряски також небажаний чинник. Оптимальний рН для розвитку ряски становить 4,5–7,5. У природних водоймах ряска краще росте при рН 6,9–7,2, однак, культивування в лабораторних умовах з цього рівня рН призводить до розвитку синьо-зелених водоростей. Оптимальний інтервал освітлення – 7–14 тис. лк.

Для забезпечення щоденного, рівномірного, безперервного виробництва ряски здійснюють її конвеєрний збір. У перший день тижня половину ряски знімають з першої кювети і використовують за призначенням, а другу половину залишають для подальшого відтворення, розподіливши її рівномірно по поверхні поживного середовища. На другий день тижня проводять збір з другої кювети і т.д. Коли ряска буде зібрана з сьомої кювети, у першій вона подвоїть масу, і

процес збору повторюють у тій же послідовності, починаючи з першої кювети. Це дає можливість щодня забезпечувати виробництво ряски у рівномірній кількості та вирощувати її цілий рік: з квітня-травня по вересень-жовтень при природних температурах і тривалості світлового дня, а з жовтня по квітень – у приміщенні при штучному температурному і світловому режимах.

При вирощуванні в приміщенні кювети розміщують на стелажах в кілька ярусів. Розміри кювет такі ж, як і при вирощуванні ряски в весняно-літній сезон на майданчиках. При такому розміщенні кювет кожен ярус обладнують електролампами накаливання або денного світла, що забезпечує необхідне освітлення і довжину світлового дня 17–18 годин.

Збір ряски проводять вилоподібними або лопатоподібними пристроями з сітчастим кінцем. Після відстоювання зібраної ряски або відразу ж після збору її використовують для кормових або відтворювальних цілей, також її можна зберігати в посуді з кришкою при температурі від +4°C до +10°C без псування терміном до одного місяця.

Зберігають ряску способом висушування до повітряно-сухого стану при тій же температурі, при якій проводили вирощування. Для цього її розстеляють у затінку тонким шаром (до 5 см) на поліетиленовій плівці або брезенті. Для прискорення висихання її перемішують 1–2 рази на добу.

Також ряску можна вирощувати на агаризованому поживному середовищі. Для приготування твердого середовища використовують 1,5 %-й агар, який готують на мінеральному середовищі – концентрація агару становить 1/20 від повного об'єму. Автоклавують протягом 30 хвилин при 1 атм. Ряску висаджують звичайним способом за допомогою мікробіологічної петлі. Підтримка культури ряски на агаризованому середовищі не викликає складнощів, оскільки пересаджують її раз в 2–3 місяці. Культури добре зберігаються при кімнатній температурі на розсіяному світлі. Метод вирощування ряски на агаризованому середовищі можна використовувати для отримання безбактеріальної культури, оскільки регулярні пересадки (через 2–3 тижні) сприяють звільненню ряски від супутніх бактерій і водоростей. Вирощування ряскових на твердому середовищі дозволяє зберігати зібрані зразки протягом довгого терміну.

При використанні дикої ряски як посадкового матеріалу необхідно мати на увазі, що в її скупченнях можуть мешкати водорості, личинки комах та інші гідробіонти, які можуть нашкодити під час вирощування. Посадковий матеріал, зібраний в природних умовах, підлягає стерилізації з метою отримання чистих культур, вільних від мікроорганізмів і шкідників. Стерилізацію проводять шляхом занурення рослин в 0,1 %-ий розчин сулеми і 50 %-ий розчин етилового спирту протягом 30–60 секунд, або в розчині 0,05 % NaOCl протягом 60 секунд. Потім рослини промивають дистильованою водою і переносять в ємності зі стерильним поживним середовищем із додаванням 1 % сахарози і 0,01 % аспарагіну. Такі процедури виконують в асептичних умовах, у спеціальних камерах. Через кілька днів вирощування в термостаті (освітлення – 1200 лк, температура +28°C) з гинучих материнських рослин регенерують нові – дочірні

рослини, які дають початок стерильній культурі. Нові отримані рослини можна пересадити на свіже поживне середовище вже без додаткової стерилізації і безпосередньо використовувати в дослідженнях.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки**

1. Оцініть ринок ряски в Україні? Які є пропозиції та попит на продукцію?
2. В яких галузях в Україні широко застосовується ряска?
3. Яким чином отримати чисту (стерильну) культуру ряски для подальших робіт?
4. Яка роль ряски в біотехнології?
5. Які ще поживні середовища можна використовувати при вирощуванні ряски?

## **ТЕМА 3 КУЛЬТИВУВАННЯ НАЙПРОСТІШИХ**

Культивування найпростіших є важливим напрямом у біологічних дослідженнях і прикладних науках. Ці мікроорганізми, які включають амеб, інфузорій тощо, відіграють ключову роль у багатьох екологічних, медичних і біотехнологічних процесах.

Найпростіші є важливими компонентами харчових ланцюгів у водних і ґрунтових екосистемах. Вони слугують джерелом їжі для багатьох безхребетних і риб, беруть участь у розкладанні органічних речовин, підтримують кругообіг поживних речовин і стабільність екосистем. Їх культивування дозволяє детально досліджувати ці процеси й удосконалювати біомеліоративні технології.

Найпростіші, такі як інфузорії, широко використовуються для отримання високобілкової біомаси. Ця біомаса є цінною кормовою добавкою в аквакультурі, наприклад, для вирощування личинок риб, молюсків і креветок. Завдяки здатності до активного споживання бактерій і органічних залишків найпростіші застосовуються у біофільтрах для очищення води.

Найпростіші, зокрема представники *Tetrahymena* та *Paramecium*, використовуються як моделі для вивчення клітинних процесів, таких як реплікація ДНК, поділ клітин і експресія генів.

Найпростіші часто використовуються для оцінки токсичності хімічних речовин та фармацевтичних препаратів. Культивування найпростіших має значення для біоінженерії водних систем. Їх впровадження у водойми дозволяє відновлювати баланс біоценозів після евтрофікації або антропогенного впливу.

Культивування найпростіших є надзвичайно актуальним для сучасної науки і промисловості. Вони мають широкий спектр застосувань – від очищення води та виробництва кормів до фундаментальних досліджень у біології, екології та медицині. Подальший розвиток технологій культивування цих організмів сприятиме вирішенню глобальних екологічних і соціальних викликів, та відкриє нові можливості для біотехнологій.

З найпростіших у штучних умовах масово культивують поширених і високопродуктивних інфузорій, переважно *Paramecium caudatum* (рис. 6), іноді інші види (*P. bursaria*, *P. aurelia*, *Colpoda steinii*, *Stylonychia pustulata*). Інфузорії живляться бактеріями, водоростями, грибами та розчиненими органічними речовинами (РОР). Добовий раціон складає 500 % від маси їх тіла. Розмноження інфузорій відбувається шляхом поділу клітини або статевим шляхом (кон'югація).

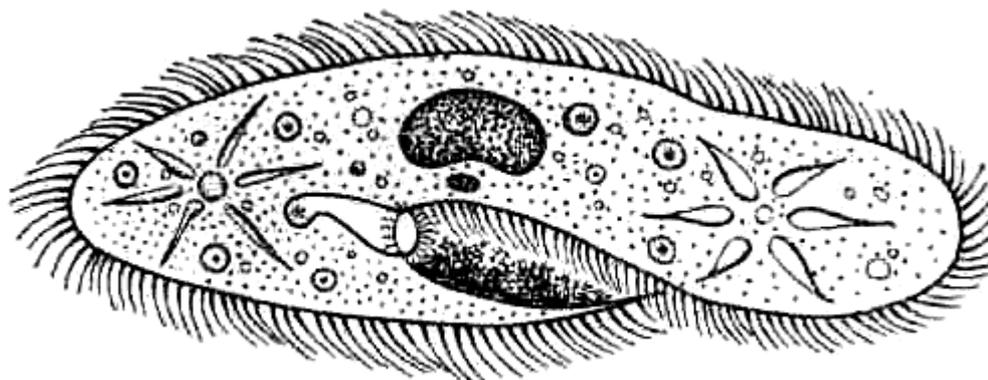


Рисунок 6 Інфузорія – *Paramecium caudatum*

Розводити інфузорій необхідно для вигодовування молоді риб (мальків і личинок) у перші дні після того, як вона вилупиться з ікри. Інфузорій поїдають і мальки живонароджених риб. Більше того, культури інфузорій можна використовувати для культивування коловерток та дрібних ракоподібних.

#### **Методи культивування інфузорій.**

**Метод Г.С. Корнієнко.** Розводять інфузорій у період нерестової кампанії, використовуючи для цього різноманітні чани, баки, ванни, поліетиленові сажалки, невеликі бетонні басейни тощо. Глибина заливки ємностей фільтрованою водою становить 40–50 см. Як поживне середовище для одержання бактеріального корму для інфузорій використовують сінний відвар, який готують шляхом заливки кип'ятком сіна з розрахунку 20 г на 1 л води (доводять до кипіння; кип'ятять 5–10 хвилин). За 6–12 годин відвар фільтрують і через 1–2 доби настоювання використовують, розводячи його профільтрованою ставовою водою у 10 разів. На 100–200 л води достатньо 2–3 л сінного відвару з наступним внесенням свіжого сіна з розрахунку 500 г на 100 л води.

Попередньо маточну культуру інфузорій вирощують у невеликих ємностях (0,2–3 л). Для цього використовують воду та ґрунт з місцевого ставу. Воду фільтрують через складений удвічі газ № 72–76 з прошарком із вати. У стакан об'ємом 200 мл вносять невелику кількість ґрунту, заливають профільтрованою ставовою водою і додають 1–1,5 мл сінного настою. Інтенсивне розмноження інфузорій спостерігається за 3–4 добу.

Найпростіших культивують за температури води не менше +15 °С, оптимальні її показники становлять +20–22 °С, водневий показник води (рН) має становити 7,2–7,6, окислюваність – 22 млО/л і вище, вміст розчиненого у воді кисню (вранці) – не менше 2 мг/л. Культура дозріває на четверту добу (за 20–22 °С) чи на 9–10 добу (за 18–20 °С). У цей період необхідно відібрати половину

культури для завантаження інших ємностей або годівлі риб. В ємності з інфузоріями, що залишилися, додають поживне середовище та воду. Таке культивування інфузорій на сталому режимі можливо продовжувати тривалий час. Можливо отримувати культуру на спадаючому режимі, коли поживне середовище вносять один раз на початку культивування.

Поживним середовищем для культивування інфузорій можуть бути і кормові дріжджі (100 г/м<sup>3</sup> або 1 г на 10 л води), але розвиток культури буде гіршим.

Годувати культуру інфузорій можна також використовуючи сирий яєчний жовток. Для цього необхідно обережно відібрати зі свіжих курячих яєць жовток, розвести його у відповідності 1 мл жовтка на 20 мл чистої дистильованої води. Отриманим розчином можна годувати культуру інфузорій об'ємом близько 75 л.

При досягненні експоненційного максимуму розвитку культури інфузорій з метою її збереження необхідно періодично зливати половину культурального розчину та доливати чистої води. Через довготривале культивування в розчині накопичуються продукти метаболізму інфузорій, що призводить до зниження інтенсивності ділення клітин, зменшення розмірів клітин або навіть до загибелі культури.

При вирощуванні інфузорій на бананових шкірках необхідно до ємності для вирощування налити води, додати сушені бананові шкірки. Ємність розташувати на 2–3 доби в темне, захищене від прямих сонячних променів приміщення. Температура розчину повинна складати +23–25 °С. Вода повинна помутніти, а на її поверхні з'явиться бактеріальна плівка. До отриманого розчину необхідно перенести культуру інфузорій. Через 5–7 діб при температурі води +25–27 °С кількість інфузорій стає достатньою, щоб ними розпочинати годувати личинок риб.

Культура може мати неприємний запах, оскільки інфузорії харчуються бактеріями, що розмножуються в процесі гниття. Замість бананової шкірки можуть застосовуватися листя салату, шматочки моркви або ріпи. Їх краще помістити в марлеві мішечки.

Щоб максимально концентрувати інфузорій в одному місці, необхідно поблизу ємності з культурою розташувати джерело світла, інфузорії характеризуються позитивним фототаксисом, тому вони направляються в сторону світла. Інфузорії можуть бути помітні неозброєним оком. Відбір інфузорій можна проводити за допомогою піпеток, фільтрувального паперу, спеціальних сачків із газу.

Дозрілу культуру разом з водою вичерпують з верхніх шарів і переносять у нерестові, вирощувальні стави або баки, басейни, сажалки, де підрошуються личинки риб.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки**

1. Для чого культивують найпростіших?

2. Охарактеризуйте метод культивування інфузорій з використанням сінного настою.
3. Як отримати маточну культуру інфузорій?
4. Як вирощувати інфузорій з використанням яєчного жовтка?
5. Яким чином вирощують інфузорій з використанням бананових шкірок?

#### ТЕМА 4. КУЛЬТИВУВАННЯ КОЛОВЕРТОК

Коловертки (Rotatoria) є групою мікроскопічних водних тварин, які відіграють ключову роль в екосистемах та мають широкий спектр застосувань у біології, аквакультурі та екологічних технологіях. Їх культивування стає дедалі актуальнішим завдяки їх екологічним функціям, поживній цінності та значенню для наукових досліджень.

Коловертки є важливою частиною харчових ланцюгів у прісноводних і морських екосистемах. Вони живляться фітопланктоном, бактеріями та органічними частинками, виступаючи посередниками у передачі енергії до вищих рівнів трофічної піраміди. Завдяки своїй чисельності та високій репродуктивній здатності, вони забезпечують стабільність екосистем та сприяють очищенню водою.

Коловертки, зокрема види *Brachionus plicatilis* та *B. rotundiformis*, є основним живим кормом для личинок риб, молюсків і креветок завдяки своїй високій поживній цінності. Вони багаті на білок, жирні кислоти та інші поживні речовини.

Коловертки легко адаптуються до різних умов середовища і можуть бути вирощені у великих кількостях, що робить їх ідеальним ресурсом для підтримання стабільності аквакультури.

Також коловертки є біоіндикаторами стану водних екосистем. Вони чутливі до змін якості води, таких як рівень кисню, температура чи наявність забруднювачів. Культивування коловерток дозволяє створювати лабораторні моделі для дослідження: токсичності води та хімічних сполук, взаємодії між різними групами організмів, впливу кліматичних змін на водні екосистеми.

Культивування коловерток має важливе екологічне, економічне та наукове значення. Ці організми забезпечують сталість водних екосистем, підтримують розвиток аквакультури, слугують цінним інструментом для досліджень та біотехнологій. Інвестиції у розвиток технологій культивування та дослідження коловерток відкривають нові перспективи для сталого використання водних біоресурсів і підтримання екологічної рівноваги.

Завдяки своїм невеликим розмірам (від 0,04 мм до 2 мм), коловертки відносяться до категорії стартових живих кормів для молоді риб. Життєвий цикл триває 5–24 доби. Для розмноження коловерток характерна гетерогонія. У сталих сприятливих умовах розмножуються партеногенетично. За несприятливих умов переходять на статеве розмноження, з'являються гаплоїдні самці (не мають травної системи, живуть 1–2 дні), які запліднюють самок, у

результаті чого утворюються «зимові» яйця з товстою захисною оболонкою. Із «зимових» яєць за сприятливих умов виходять партеногенетичні самки.

Основний об'єкт культивування – брахіонус (*Brachionus calyciflorus*) (рис. 7), масове розведення якого рекомендується проводити шляхом роздільного вирощування, тобто культивувати окремо коловерток та корм для них (планктонні водорості) (Метод В.В. Овіннікової).

Планктонні водорості, бажано протококові (*Chlorella sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Spirulina sp.*), слід вирощувати в культиваторах відкритого типу місткістю 450 л і більше на збалансованому середовищі, розбавленому в 50 разів. Склад середовища наступний: сечовина 0,3 г/л,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 1,5 г/л,  $\text{MgSO}_4$  – 0,75 г/л,  $\text{FeSO}_4$  – 0,01 г/л.

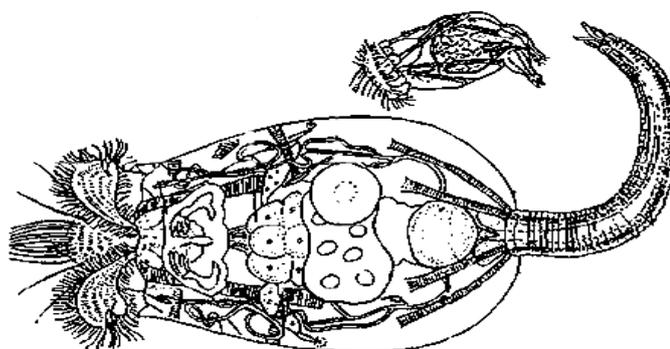


Рисунок 7 Брахіонус – *Brachionus calyciflorus*

Культиватор, в якому проводиться вирощування водоростей, слід встановлювати безпосередньо у водоймі для створення більш сприятливих та стабільних температурних умов. При неперервному культивуванні водоростей культиватор заливають водою з водойми, додаючи відповідну кількість зазначеного середовища, і вносять маточну культуру водоростей. Вода та середовище додаються щоденно пропорційно виліву частини культури для годівлі брахіонусів. Культуру водоростей слід декілька разів на добу перемішувати. Культура вважається за нормальну, якщо її прозорість за диском Секкі становить близько 5 см.

Поліетиленові садки та інші ємності для культивування брахіонусів також встановлюють у водоймі і заливають водою крізь сачок зі складеного вчетверо капронового сита з розміром вічка № 74. Це необхідно робити, щоб уникнути забруднення культури циклопами, наупліуси яких вільно проходять крізь сито № 70–74. Далі в ємності додають водорості з культиватора з таким розрахунком, щоб концентрація їх у середовищі складала 3–5 млн клітин у 1 мл. Після цього у садки вносять маточну культуру коловерток.

При самостійному отриманні культури *B. calyciflorus* із проб води, відібраної зі ставу, під бінокулярним піпеткою відбирають здебільшого самок з партеногенетичними яйцями, їх розсаджують у декілька склянок по 100 мл і підгодовують протококовими водоростями. Через 6 діб культуру переносять у

більші місткості та проводять подальше її вирощування. Отримання маточної культури займає 20 діб.

Підгодівлю культури брахіонуса водоростями проводять щоденно. При цьому, щоб зберегти попередній рівень рідини у садку, на сачок з газу № 74, що складений вчетверо, виливають декілька відер середовища із садка з коловертками. Коловертки змивають назад у садок. Потім додають відповідну кількість водоростей з культиватора з таким розрахунком, щоб їх концентрація в садках становила не менше 3–5 млн кл./мл.

Додавання водоростей у садки слід проводити перед тим, як до культиватора вноситься нова порція мінеральних солей. Необхідно щоденно підраховувати кількість коловерток у садках. За початкової їх концентрації при заряджанні культиватора 2 екз./мл, при температурі +25–26°C та інтенсивній годівлі водоростями культура дозріває на 5–6 добу. За вказаних умов максимальною є чисельність коловерток 120–140 екз./мл. При досягненні такої щільності слід розпочинати зняття продукції. За більш низьких температур (+12–19 °C) розвиток популяції відбувається значно повільніше. Культура досягає на 8–9 добу. Максимальна щільність за таких температур становить 70–80 екз./мл, після чого слід розпочинати відлов коловерток. Через складений вчетверо газ (№ 74) проціджують половину всієї культури, що знаходиться у садку, а потім додають до нього свіжу воду та культуру водоростей, як було вказано раніше. При дотриманні умов культивування можна щоденно отримувати до 100–200 г/м<sup>3</sup> коловерток при температурі +25–27 °C, та до 40–50 г/м<sup>3</sup> при температурі +12–17 °C.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки**

1. Для чого культивують коловерток?
2. Розкрийте біотехнологічний цикл культивування коловерток.
3. Яким чином проводять годівлю коловерток?
4. Як отримати маточну культуру коловерток?
5. Охарактеризуйте особливості розмноження коловерток.

## **ТЕМА 5 КУЛЬТИВУВАННЯ ГІЛЛЯСТОВУСИХ РАКОПОДІБНИХ**

Гіллястовусі ракоподібні (Cladocera), зокрема представники родів *Daphnia* і *Moina*, є важливою групою планктонних організмів, які відіграють значну роль у водних екосистемах. Їх культивування має широкий спектр застосувань у науці, аквакультурі, екології та біотехнологіях. Завдяки високій поживній цінності, здатності до швидкого розмноження та екологічній значущості, гіллястовусі ракоподібні стають незамінним ресурсом у різних галузях.

Гіллястовусі ракоподібні є ключовими фільтраторами у прісноводних водоймах. Вони харчуються фітопланктоном, бактеріями та органічними частинками, сприяючи очищенню води та підтриманню балансу екосистем. Як

проміжна ланка харчових ланцюгів, вони забезпечують живлення для риб та інших гідробіонтів.

Завдяки високому вмісту білків, жирних кислот і каротиноїдів, гіллястовусі ракоподібні є ідеальним живим кормом для личинок риб, креветок і моллюсків. Наприклад, *Daphnia magna* і *Moina macroscopa* широко використовуються у рибництві.

Гіллястовусі ракоподібні чутливі до змін якості води, таких як концентрація забруднювачів, рівень кисню чи рН. Їх культивування дозволяє використовувати їх у тестах для оцінки стану водойм. Через простоту розмноження та короткий життєвий цикл, ці організми застосовуються для вивчення впливу токсичних речовин, змін клімату та взаємодії в харчових ланцюгах.

Гіллястовусі ракоподібні легко культивуються у великих обсягах, що робить їх доступним і економічно вигідним ресурсом для підтримки виробничих циклів аквакультури. Особливе значення для масового культивування мають представники родини *Daphniidae*, які займають одне з перших місць за масштабами використання їх в якості живих кормів для риб. У практиці культивування широко використовують декілька видів. До них відносять дафній (*Daphnia sp.*) (рис. 8) – представників гіллястовусих ракоподібних, 2–6 мм завдовжки, масою до 10 мг. Розмножується статевим способом, який чергується з партеногенетичним. Плодючість складає 20–100 яєць. Тривалість життя до 3 місяців. За цей час линяє 20–25 разів.

#### **Відловлювання ракоподібних у природних умовах.**

З метою отримання вихідної культури дафній для культивування їх відловлюють навесні у природних водоймах. Промисел гіллястовусих ракоподібних в озерах і ставках орієнтований на використання популяцій найбільш поширеного роду *Daphnia sp.* (в основному, види *Daphnia magna*, *D. cucullata*, *D. longispina*, *D. pulex*).

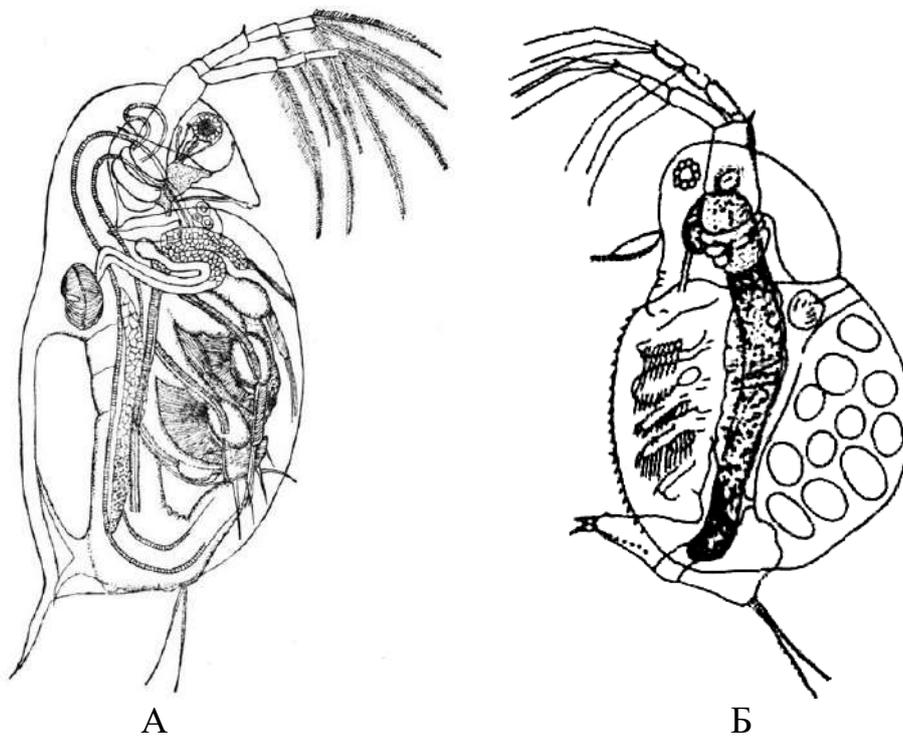


Рисунок 8 Гіллястовусі ракоподібні: А – *Daphnia magna*, Б – *Moina sp.*

Різні види планктонних ракоподібних часто мешкають спільно, максимальні їх біомаси досягають у водоймах, в яких ослаблений або практично відсутній прес риб-планктофагів. Саме в таких водоймах можливий промисел цих ракоподібних. Для лову ракоподібних використовують сачок. Він повинен бути легким, нержавіючим, придатним для ловлі рачків у різних умовах. Найбільш зручний сачок діаметром 25–30 см (довжина конуса 60–70 см), виготовлений із нержавіючого дроту товщиною 3–5 мм і забезпечений гвинтовою різьбою для з'єднання з ручками. Рукоятка може бути складена з 4–6 колін, що загвинчуються (50 см кожне), виготовлених з нержавіючих трубок діаметром 25–30 мм. З'єднуючи коліна, можна використовувати сачок для лову рачків на різній глибині та відстані від берега. Сачком ловлять рачків, перебуваючи на березі або у човні.

Тканина мішка повинна легко пропускати воду і в той же час затримувати рачків. Для цієї мети підходить млиновий газ або капронова тканина. Кращим матеріалом для конуса сачка є капронова тканина для сит.

У промислових масштабах облов рачків ведеться траловим або помповим способами. Перший заснований на використанні планктонних конусних мереж різної конструкції (номери газу 19–64), що буксують за човном зі швидкістю 0,5 км/год (8 м/хв). Буксирування здійснюється за допомогою моторних плавзасобів або встановленої на березі лебідки. При другому способі використовуються потокоутворювачі, що направляють воду разом із ракоподібними в зону забору, де встановлені спеціальні пастки або фільтри. Розподіл ракоподібних у товщі води найчастіше нерівномірний, тому для їх концентрування в природних умовах (на додаток до описаних способів лову) використовуються світлопастки або додаткові джерела світла.

До місця розведення дафній переносять у різних місткостях за щільності до 100 г/л.

Вихідну культуру дафній отримують із ефіпальних яєць. Збирають їх пізно восени у природних водоймах. Яйця у чистому вигляді з мулом висушують на повітрі та зберігають у сухому приміщенні при температурі +1–5 °С. За 10–12 діб до початку культивування дафній яйця поміщають у воду і витримують при температурі +18–22 °С. Через 4–7 діб з них вилуплюються рачки, які стають вихідним матеріалом для розведення.

#### **Методи культивування.**

У господарствах, де дафній розводили раніше, їх невелику кількість утримують у приміщенні або просто неба (у районах з теплою зимою). У районах з холодною зимою маточну культуру рачків утримують у водоймах глибиною не менше 1,5 м, у яких постійно зберігається ділянка, що не замерзає. Для підвищення життєдіяльності фітопланктону у ставок періодично вносять невеликі дози суперфосфату та аміачної селітри.

Для культивування зручні басейни і стави площею 50–70 м<sup>2</sup> глибиною не більше 1 м. Їх заливають водою з будь-якої прісної природної водойми. Водопровідну воду використовують у крайньому випадку, попередньо відстояну протягом 1–2 діб.

При культивуванні *D. magna* та *D. pulex* у південних районах басейни та стави на 1/3 загальної поверхні закривають настилами з дощок або трави. Шкідливий вплив яскравого освітлення зменшують шляхом додавання у воду сухого кінського чи коров'ячого гною – 0,5 кг/м<sup>3</sup> (навесні) та 1 кг/м<sup>3</sup> (влітку) для забарвлення води у бурий колір та підживлення. Оптимальними показниками для культивування є: температура – +15–25 °С, водневий показник води (рН) – 6,8–7,8, концентрація кисню у воді не менше 3–6 мг/л, окислюваність – 5–26 мгО/л.

Початкова біомаса рачків становить зазвичай 10–150 г/м<sup>3</sup>. Для постійного інтенсивного росту культури необхідне систематичне зниження її чисельності шляхом видалення рачків. Розрідження популяції розпочинають за біомаси дафній від 300 г/м<sup>3</sup> і більше. Така біомаса з'являється на 20–25 добу вирощування за вихідної її щільності 10 г/м<sup>3</sup>. Строки дозрівання культури можна знизити до 3–16 діб шляхом збільшення початкової кількості рачків у 10–20 разів.

При систематичному видаленні частини біомаси тривалість інтенсивного росту культури підвищується, але існує межа при якій подальше утримання її недоцільне. Строки утримання культури – від 6 тижнів до 9 місяців.

#### **Розведення дафній.**

Серед багатьох запропонованих методів культивування дафній виділяють два напрями: 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. Існують наступні способи:

1. За першого способу вирощування широко використовуються органічні, мінеральні добрива та біологічно-активні речовини. Вирощування дафній проводять у добре підготовлених невеликих ставах, ямах, рівчаках,

відгороджених мілководних ділянках ставів, басейнах, чанах, ваннах, поліетиленових чи капронових сажалках, бочках тощо. Після заливки місткостей профільтрованою ставовою водою, до них вносять свіжий кінський, коров'ячий або свинячий гній із розрахунку  $1,5 \text{ кг/м}^3$ . Дуже добре використовувати пташиний послід з розрахунку  $0,5 \text{ кг/м}^3$  води. У водойми чи ємності з внесеним гноєм у той самий чи наступний день вносять маточну культуру дафній з розрахунку  $5\text{--}10 \text{ г/м}^3$ . Через  $5\text{--}7$  діб вносять половинну дозу гною ( $0,75 \text{ кг/м}^3$ ) чи пташиного посліду ( $0,25 \text{ кг/м}^3$ ). Залежно від температури води ( $+20\text{--}26 \text{ }^\circ\text{C}$ ) культура дафнії дозріває на  $14\text{--}21$  добу і досягає біомаси  $0,5\text{--}1,0 \text{ кг/м}^3$ . Якщо дафнії вирощуються понад  $14\text{--}20$  діб, то кожні  $8\text{--}10$  діб необхідне повторне внесення гною чи пташиного посліду, але в половинній дозі ( $0,75 \text{ кг/м}^3$  та  $0,25 \text{ кг/м}^3$  відповідно). Культуру не слід підтримувати понад  $45$  діб.

2. Один зі способів культивування дафній пов'язаний із використанням місткостей, заповнених ставовою водою, в які висаджують культуру дафній у кількості  $30\text{--}40 \text{ г/м}^3$ , після чого туди вносять пасту хлорели ( $1,0\text{--}1,5$  млн кл./мл) і кожні  $3$  доби – по  $0,2$  мл/л крові теплокровних тварин. За  $10$  діб біомаса рачків досягає понад  $1200 \text{ г/м}^3$ .

3. Рекомендується як спосіб використовувати гнійні та сінні настої, а також настої із жорсткої рослинності або кормових дріжджів. Настій виготовляють з розрахунку  $18 \text{ г}$  свіжого гною та  $85 \text{ г}$  просіяної землі. Суміш витримують протягом трьох діб за температури  $+15\text{--}20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Потім настої проціджують і розбавляють свіжою ставовою водою ( $1$  л настою на  $4$  л ставової води). Через  $1$  годину в це середовище поміщають маточну культуру дафній, розвиток яких продовжується максимум три тижні.

На третій день такі настої дають спалах чисельності бактерій, які є кормом для дафній. Такий же спалах дають і настої із сіна ( $2 \text{ кг}$  сіна на  $100$  л води), які також витримують три доби, а потім виливають у водойму один раз у сім діб із розрахунку  $4 \text{ л/м}^3$ . Дозрівання культури триває  $10\text{--}16$  діб.

4. Використовують культуру на гідролізних дріжджах. Дріжджі вносять у воду з розрахунку  $15\text{--}20 \text{ г}$  сухої маси на  $1 \text{ м}^3$  води з протоковими водоростями, культуру дафній – через одну-дві доби, коли розвиток бактерій та фітопланктону досягає максимуму. Частково дріжджі є кормом і для дафній. Тому їх вносять як підгодівлю через кожні п'ять днів у кількості  $8\text{--}10 \text{ г/м}^3$ .

5. Розроблено також комплексний спосіб виготовлення настоїв на сінні із жорсткої рослинності – очереті, кукурудзі, листі дерев тощо, які висушують на сонці, потім розкладають на горизонтальному дерев'яному настилі тонкими шарами, між якими розміщують опале листя, осоку та іншу водяну рослинність. Вихід бактерій у водойму відбувається за щоденного промивання водою настилу із сухою рослинністю перед додаванням добрив (поживне середовище, що виготовлене з м'ясо-пептон-агара або м'ясо-пептон-бульйону, чи рибного борошна або перемеленої свіжої риби). Після промивання суху рослинність поливають кормовою сумішшю так, щоб заповнити всі проміжки з листям. Поживні розчини виготовляють за добу до внесення та зберігають в окремій посудині.

6. При масовому вирощуванні дафній у цементних басейнах використовують мінеральні добрива. У басейни чи стави вносять аміачну селітру або сечовину (13 мгN/л) і суперфосфат (2 мгP/л) двома порціями протягом перших семи діб. Водночас з добривом також вносять вихідну культуру дафній із розрахунку 20–40 г/м<sup>3</sup>. Термін дозрівання культури 12 діб, термін використання 15 діб. Максимальна біомаса до початку збору продукції становить близько 300 г/м<sup>3</sup>.

7. Розводять дафній також шляхом внесення мінеральних добрив разом із гідролізними дріжджами. Спочатку вносять до водойми 37 г аміачної селітри та 20 г дріжджів на 1 м<sup>3</sup> води. Вихідна біомаса рачків становить 50–150 г/м<sup>3</sup>. Далі кожні 5 діб на 1 м<sup>3</sup> води вносять по 19 г аміачної селітри і 10 г дріжджів. Термін дозрівання культури становить 5–7 діб, використовується культура влітку 20–25 діб.

8. Роздільний спосіб вирощування зводиться до розведення водоростей (*Chlorella*, *Scenedesmus* тощо), бактерій, що культивуються у спеціальних ставах, та наступного культивування на них дафній.

Більш ефективним способом підвищення продуктивності культури дафнії, порівняно з відомими, є вирощування її в культуральному середовищі, до якого періодично вносять комбікорми або кормові дріжджі, а потім витримують ракоподібних у середовищі з декамевітом з розрахунку 5 г/м<sup>3</sup>.

9. Традиційний спосіб розведення зоопланктону в мілководних ставках з наступною інтродукцією маточної культури до нагульних або вирощувальних ставів малоефективний за високої щільності посадки риби. Тому використовується система ставів, у якій верхня частина ставу служить для розведення дафнії, а нижня – для молоді риби. З током води дафнія переноситься з передньої частини ставу в зливну, де споживається рибою. Для запобігання потрапляння риби у передню частину ставу встановлюють рибозагороджувачі, тим самим виключаючи повне поїдання дафній рибою. Нижчі організми розводяться окремо в басейні, потім вносяться у стави для подальшого культивування дафній, останні током води переносяться у стави для вирощування молоді риби.

Розроблена система складається з двох ставків: один із них зарибляється, другий – кормовий (без риби). Розведення дафній проводять у кормовому ставку на базі первинної продукції, що синтезується у зарибленому ставку, де завдяки накопиченню органічних речовин, як правило, спостерігається масовий розвиток фітопланктону та бактерій. Оскільки величина первинної продукції залежить від площі освітленої сонцем поверхні, розміри зарибленого ставу мають бути значно більшими (наприклад, у 4 рази), ніж кормового. Корм звідси самопливом або за допомогою насосів надходить до зарибленого ставка. Дефіцит води поповнюється з другого ставу шляхом її перекачування. Недоліком цього способу є те, що не вся акваторія використовується для нагулу риби.

10. Для скорочення акваторій, що зайняті під розведення живих кормів, доцільно проводити їх культивування у садках, встановлених у рибоводних водоймах. Для інтродукції *D. magna* у зариблені стави використовують сітні

садки (100 см x 60 см x 60 см). Вічко сітки підбирають з таким розрахунком, щоб молодь дафнії могла вільно виходити із садка, а її плідники були захищені від поїдання рибою.

11. Екологічний метод включає цілорічне культивування монокультури рачка у садках або інших ємкостях на теплих водах водойм-охолоджувачів електростанцій. Культивування проводять на централізованих пунктах при садкових рибних господарствах на теплих водах.

За три тижні до залиття вирощувальних ставків маточну культуру (зарядку) дафній у поліетиленових пакетах із киснем перевозять у рибні господарства та вносять у ставки разом із кормом для рачків – кормовими дріжджами. Замість дріжджів можна використовувати також гній та інші органічні добрива. Після того, як культура дафній досягне та досягне біомаси 200 – 500 г/м<sup>3</sup>, її відновлюють і вносять до вирощувальних ставків. У ставках-розплідниках сумарна біомаса дафній становить сотні кілограмів, що дає змогу забезпечити зарядкою цих рачків більші виробничі площі. За розробленими нормами на 100 га ставкової площі потрібно 30–50 кг дафній. Став площею 0,1 га може забезпечити зарядкою більше 1000 га ставкової площі.

#### **Розведення моїни.**

Маточну культуру моїн розпочинають готувати приблизно за 2 місяці до початку підрощування молоді риб. Для цього ефіпіуми (зимові яйця) моїни, заготовлені в минулому сезоні у ставках-розплідниках, поміщають у скляні банки об'ємом 1–2 л та заливають водою. Температуру води підтримують у межах +20–25 °С. Через декілька діб у ємностях з'являється молодь моїни. Для харчування рачків у ємності вносять у невеликій кількості культури водоростей, суспензію дріжджів (до слабого помутніння води). При відсутності раніше заготовлених ефіпіумів можна взяти ґрунт з прибережної зони ставків, де в інші сезони зустрічались моїни. Там, як правило, будуть знаходитися зимові яйця.

Культура моїни, що отримана із заготовлених ефіпіумів, або особливо із ефіпіумів з ґрунту, нерідко забруднюється іншими видами гіллястовусих рачків, циклопами та іншими гідробіонтами. Для отримання чистої культури самок моїни відсаджують за допомогою піпетки або скляної трубочки в іншу посудину, де ці рачки вже в чистому вигляді продовжують розвиватися та накопичуватися.

У міру збільшення щільності культури моїн їх пересаджують у 200 л ємності (інкубаційні апарати), що використовуються для інкубації ікри коропових риб, обладнані компресорами для аерації води, підігрівачами та регуляторами температури. Для отримання необхідної кількості моїни достатньо, звичайно, 1–2 таких ємностей, їх встановлюють у приміщенні, що опалюється. У процесі вирощування в ємностях підтримують температуру +24–26 °С та постійну аерацію, в якості корму використовують дріжджі та настій гною.

На початку квітня культуру рачків із апаратів висаджують у став-теплицю. Температура повітря в цю пору року невелика, спостерігаються її значні добові коливання, тому для оптимізації температурного режиму над ставом споруджують каркас із поліетиленовим покриттям. Це дозволяє

підтримувати температуру води в межах +22–26 °С. Площа ставка-теплиці невелика (40–60 м<sup>2</sup>); середня глибина води – 40 см.

Залиття ставка водою проводять через установлений на водоподачі рукав з капронового сита № 40. Це зберігає став від потрапляння до нього інших гідробіонтів. Одночасно вносять свіжий гній із розрахунку 2,5 т/га. Відразу ж після заповнення водойми вносять культуру моїни в кількості 0,3–0,4 г/м<sup>3</sup>. Регулярно, через кожні 2 доби, до ставка вносять розведені у воді дріжджі (50–80 г); в окремих випадках позитивний ефект щодо стимулювання розмноження моїни дає внесення по урізу води підв'яленої рослинності. Для забезпечення необхідного кисневого режиму у ставах за допомогою компресора проводять аерацію води.

Ставок-теплиця служить резервуаром чистої маточної культури впродовж усього періоду підрощування риби. Періодично в ньому замінюють частину води, вносять органічні добрива, контролюють стан популяції моїни. За нормальних умов у культурі можна спостерігати крупних самок, що мають рожевий колір. Виводкові камери їх заповнені партеногенетичними яйцями або молоддю, що розвивається. У культурі також зустрічається велика кількість молоді різного розміру. У разі погіршення умов утримання рачків з'являється багато самок з ефіпіумами та активізується розвиток самців.

Через 10–12 діб біомаса рачків досягає 100 мг/л, частину їх виловлюють і переносять у стави-розплідники, де проводять культивування моїни в кількості, яка необхідна для забезпечення підрощування личинок риб. Обов'язковою умовою розвитку моїни є періодичне знімання продукції, інакше спостерігається різке зниження її чисельності. Періодичність знімання залежить від багатьох чинників, але перш за все – від температури води. За один раз відловлюють 50–60 % від загальної біомаси рачків.

У якості розплідників використовують зимувальні стави площею 0,3–0,5 га. Їх підготовку та заселення культурою моїни проводять із таким розрахунком, щоб отримання максимальної продукції рачків співпало з моментом заповнення ставків для підрощування риби.

На ложе таких ставків завозять 3–5 т гною, а також на момент їх заповнення водою – 2–3 т. Культуру моїни вносять або в період заповнення, або відразу після нього з розрахунку 1,0–1,5 кг рачків на ставок. Через 10–15 діб, залежно від температури води, чисельність популяції моїни зростає до 7000–8000 екз./л, після чого проводять її відлов сачками, виготовленими із сита № 32. Особливо ефективний відлов моїни у ранкові або вечірні години, коли вона збирається вздовж берега.

На невеликій відстані (200–300 м) рачків переносять у флягах або відрах з водою. На великій відстані її транспортують у поліетиленових пакетах, які використовуються для перевезення риби. Щільність посадки культури моїни у такі пакети становить 15 г/л.

У ставах-розплідниках популяція моїни має високу чисельність і зберігається у відносній чистоті за обов'язкового щоденного зйому продукції впродовж 20–25 діб.

Для того, щоб весь період підрощування молоді риби був забезпечений достатньою кількістю живого корму, проводять послідовне внесення культури моїни у декілька ставків-розплідників з інтервалом у 8–12 діб.

Розведення моїни можливе в будь-яких ємностях, заповнених ставковою водою до 50 см, куди висаджують її культуру із розрахунку 40 г/м<sup>3</sup>. На початку культивування (1–2-га доба) вносять залишкові пивні дріжджі з розрахунку 40 г/м<sup>3</sup>, у подальшому протягом 6 діб кожен день вносять по 25 г/м<sup>3</sup>. На 7-му добу проводять перше збирання культури, середньодобова продукція якої досягає 80 г/м<sup>3</sup>.

Таким чином, культивування гіллястовусих ракоподібних є актуальним напрямом, що поєднує екологічні, економічні та наукові перспективи. Ці організми є ключовим компонентом аквакультури, екологічного моніторингу та біотехнологій. Розвиток біотехнологій вирощування гіллястовусих ракоподібних сприятиме сталому використанню водних біоресурсів, підтриманню біорізноманіття та забезпеченню продовольчої безпеки.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки**

1. З якою метою культивують гіллястовусих ракоподібних?
2. Яким чином проводять лов гіллястовусих ракоподібних з водойм?
3. Надайте характеристику процесу розмноження дафній.
4. Які методи культивування дафній Вам відомі?
5. Яким чином відбувається вирощування моїн?

## **ТЕМА 6 КУЛЬТИВУВАННЯ ЗЯБРОНОГИХ РАКОПОДІБНИХ**

Групи рачків, що відносяться до ряду голих зяброногів Anostraca, є перспективними для масового культивування. Зяброногі ракоподібні (Branchiopoda), такі як артемії (*Artemia salina*) та щитні (*Triops sp.*), є важливими компонентами водних екосистем із широким спектром практичних застосувань у науці, аквакультурі та екологічних дослідженнях. Їх культивування має велике значення завдяки унікальним біологічним особливостям, високій поживній цінності та здатності адаптуватися до екстремальних умов.

Життя в тимчасових водоймах, які періодично висихають або промерзають, визначило специфічні особливості біології цих рачків, корисних для штучного розведення. Важливими біологічними особливостями є висока плодючість і здатність переносити несприятливі фактори середовища. Короткий життєвий цикл, розвиток популяції в умовах високої щільності, високі репродуктивні можливості дозволяють вести інтенсивну культуру зяброногих, як у приміщеннях, так і на відкритому повітрі.

Зяброногі ракоподібні відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах, виступаючи посередниками між фітопланктоном і хижими організмами, такими як риби та птахи. Вони сприяють очищенню водойм, переробляючи органічні частинки та підтримуючи баланс екосистем.

**Артемія саліна** *Artemia salina* представлена на рисунку 9. Личинки артемії є стандартним живим кормом для личинок риб, молюсків і креветок. Завдяки високому вмісту білків, поліненасичених жирних кислот і каротиноїдів, вони забезпечують оптимальний розвиток молоді аквакультури.

У природних водоймах артемія представлена декількома географічними расами. Серед існуючих популяцій артемії одні розмножуються статевим шляхом, інші – партеногенетично. У природних і лабораторних умовах у деяких самок розвиток яєць може повністю протікати в яйцевому мішку, після чого з'являється молодь на стадії науплії. Живородіння спостерігається як при статевому, так і при партеногенетичних способах розмноження. При зміні умов середовища існування самки припиняють живородіння і відкладають яйця, які забезпечені щільною коричневою оболонкою. Чергування живонародження та яйценосіння може протікати неодноразово протягом життя однієї і тієї ж самки. У артемії розрізняють два типи яєць:

- літні, або тонкошкаралупові, що розвиваються без запліднення;
- товстошкаралупові, що потребують запліднення.

Останні можуть формуватися як улітку (при помітній зміні факторів середовища), так і «взимку» (наприкінці літа й восени). Одна самка може давати до 170 яєць або наупліусів за одну кладку і близько 30 кладок протягом свого життя (тобто більше 5000 яєць).

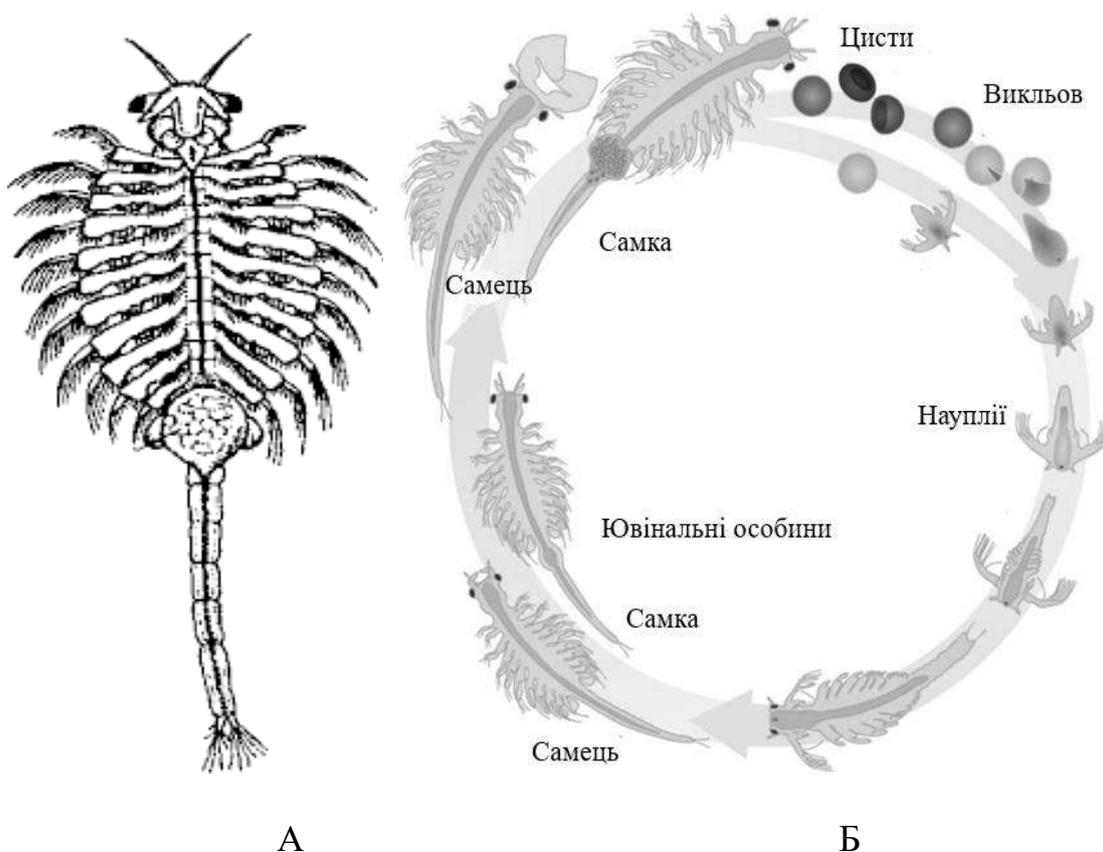


Рисунок 9 Артемія саліна *Artemia salina*. А – загальний вигляд, Б – цикл розвитку

Зростання артемії супроводжується линьками. Всього від яйця до статевозрілого стану рачки проходять 15 стадій, відповідно, стільки разів і линяють. Найбільш інтенсивно рачки ростуть при температурі +20–27 °С. При +10 °С ріст сповільнюється і припиняється вже на 11-й день життя. Інтенсивність росту артемії також сповільнюється з підвищенням солоності води. Темп росту визначається і умовами харчування. За способом живлення вони є фільтраторами.

Артемія вирощується в умовах підвищеної солоності, що дозволяє використовувати її в спеціалізованих фермах, де звичайні організми не виживають. Масове культивування артемії забезпечує великий обсяг високопоживної біомаси, яка використовується в аквакультури та інших галузях.

#### **Методи культивування.**

При вирощуванні артемії головну увагу приділяють розвитку яєць і викльову наупліїв. Це пов'язано з тим, що наупліуси використовуються для годівлі личинок риб в якості стартового корму. Інтерес до артемії обумовлений деякими особливостями її біології, насамперед – виключно швидким зростанням: за два тижні за сприятливих умов життя рачки збільшують довжину в 20, а масу в 500 разів. Велике значення має прискорене статеве дозрівання і висока плодючість: через 20–30 діб рачки готові до відтворення наупліусів або яєць через кожні 3–7 днів. Артемія може мешкати у екологічних умовах, непридатних для життя інших тварин.

**Підготовка яєць артемії.** Вихідна культура артемії може бути виведена з яєць, що покояться. Яйця збирають після літнього висихання водойми, коли внаслідок підвищення солоності води вони спливають до поверхні. Яйця скупчуються у величезних кількостях біля берегів з підвітряного боку, утворюючи широкі смуги товщиною 20 см. Зібрані яйця очищують від сміття, водоростей і мулу послідовним промиванням зборів через систему сит.

Для **визначення якості збору** застосовують три способи:

1. Яйця розчавлюють між предметними стеклами і розглядають в лупу (збільшення в 10–15 разів) їх вміст. Наявність жирних плям вказує, що яйця живі.

2. Частину яєць опускають у прозорий посуд (пробірка, склянка) з прісною водою. Порожня шкаралупа спливає до поверхні, а доброякісні яйця опускаються на дно. Недоліком способу є те, що заповнені мулом шкаралупки також опускаються на дно посудини і при значній кількості можуть внести відповідну помилку в результати аналізу.

3. Невелику кількість яєць затискають між подушечками двох пальців, потім роблять кілька перетираючих рухів. Яйця переглядають безпосередньо на пальці через лупу. Якщо матеріал скочується у веретенця або розсипається на лусочки – збір недоброякісний, якщо ж він залишився у вигляді окремих яєць – доброякісний.

**Зберігання та активація яєць.** Яйця, зібрані влітку і восени, дають без спеціальної обробки тільки 3–5 % викльову, незважаючи на високий вміст у них живих ембріонів. Здатність яєць давати високий відсоток викльову при інкубації залежить від умов зберігання. Зберігання великої кількості яєць доцільно

проводити в сухому вигляді. У цьому випадку відсоток живих ембріонів протягом півтора року не знижується. Висушування очищених яєць артемії проводиться в приміщенні з активною вентиляцією. Сушку виробляють або в барабанних сушарках, або розклавши яйця тонким шаром (1–1,5 см) на стелажах. Температура повітря не повинна перевищувати +40 °С. У процесі сушіння необхідно ворухити яйця для забезпечення рівномірного їх висихання. Процес сушіння на стелажах триває, як правило, 1–2 дні. Вологість яєць не повинна перевищувати 5 %. При нетривалому зберіганні допустимо збільшення вологості до 10 %. Висушені яйця зсипають у мішки з щільної матерії і в такому вигляді зберігають у сухому приміщенні при кімнатній або більш низькій температурі.

Існують різні методи **активації яєць артемії**. Найбільш поширеним є метод підвищення викльову шляхом декапсулювання їх у розчині гіпохлориту натрію та з використанням перекису водню (33 %).

Яйця артемії гідратують протягом 1 години в прісній або солоній воді, після чого поміщають на 7–10 хвилин у 2,12 % розчин гіпохлориту. Після цього яйця промивають прісною або солоною водою для видалення слідів гіпохлориту. Оброблені таким чином яйця надалі інкубують у солоній або прісній воді.

Для одержання наупліїв артемії її яйця можна інкубувати у модифікованих апаратах Вейса об'ємом 50–100 літрів (рис. 10), які встановлюють у загальну ємність з водою чи окремо у підставку, а також у лотках, ваннах, тощо.

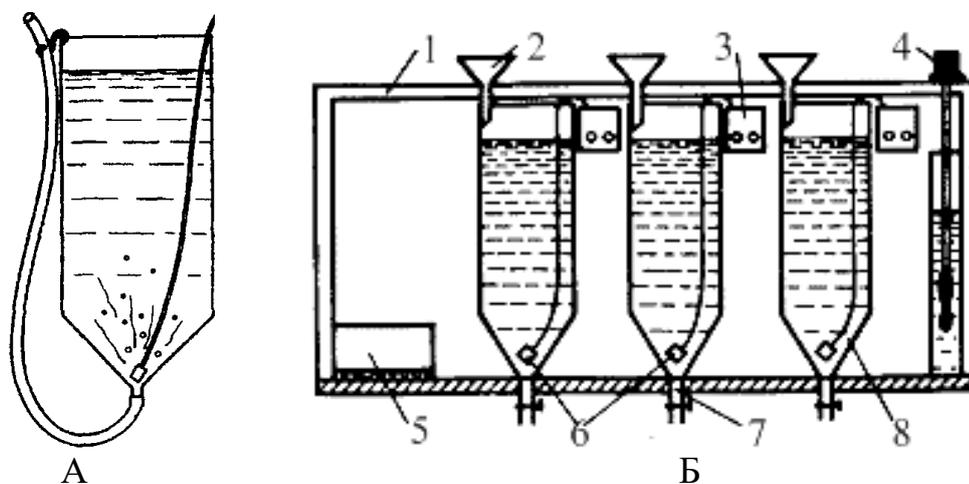


Рисунок 10 Схема інкубатора (А) та інкубаційного блоку (Б) для одержання наупліїв артемії: 1 – ізотермічний ящик, 2 – воронка, 3 – мікрокомпресор, 4 – контактний термометр, 5 – нагрівач, 6 – розприскувач, 7 – зливна трубка, 8 – інкубаційна ємність

У будь-якому разі температура води в ємностях має становити +27–29 °С, що можливо здійснити за допомогою підігріву води або використання теплої води енергетичних об'єктів. Інкубують яйця у 3–5 %-му розчині повареної солі за вмісту кисню не нижче 6–7 мг/л. На 1 л сольового розчину вносять від 8 г до 15 г яєць, а також 0,1–0,3 мл розчину перекису водню (33 %).

Будь-які ємності мають бути обладнані аераційними пристроями (компресорами), які шляхом барботажу не дозволяють яйцям опускатися на дно та служать для насичення розчину киснем. Відділення наупліїв від шкаралупи проводять у тих самих ємностях, вимкнувши подачу повітря, де вони концентруються окремим шаром. За допомогою сифону їх вилучають і згодовують личинкам риби чи ракоподібним.

Робочий розчин використовують до 3–5 разів. З одного столітровоого апарата при інкубації яєць артемії зі схожістю 80 % можна одержати від 500 г до 1000 г живих наупліїв.

**Стрептоцефал** *Streptocephalus torvicornis* (рис. 11). Науплії стрептоцефалів відрізняються від наупліїв артемії тим, що вони можуть існувати і розвиватися в прісній воді. Їх викльов проходить поступово, причому безпосередньо у ємностях із молоддю риби. Як фільтратори підрощені науплії стрептоцефалів дуже ефективно очищають воду від бактеріальної каламуті.

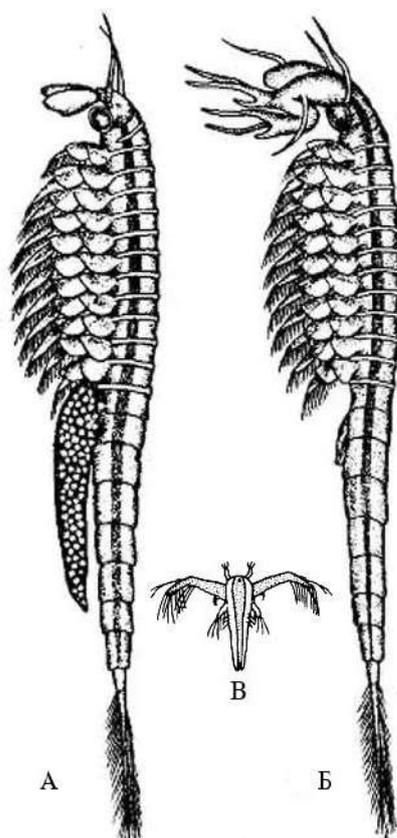


Рисунок 11 Стрептоцефал *Streptocephalus torvicornis*: А – самець, Б – самка, В – науплій.

**Методи культивування.** Вихідну культуру стрептоцефала отримують з природних водойм у літньо-осінній період. Вилов статевозрілих рачків і збір яєць слід проводити в тимчасових водоймах. Для інкубації беруть або зібрані у природних водоймах, або висушені для зберігання яйця. Розвиток сухих яєць розпочинається з моменту внесення їх у воду. У лабораторних умовах стрептоцефалів вирощують у скляних кристалізаторах чи акваріумах. У виробничих умовах для розведення стрептоцефалів використовують різні

басейни, які заповнюють річковою, озерною або ставовою водою за умови невисокої мінералізації. Доцільно використовувати снігову воду, або зібрану після дощу. Водопровідну воду слід витримати для видалення вільного хлору. Товщина води не повинна перевищувати 30–40 см.

Оптимальна температура інкубації стрептоцефала становить +20 °С. Середовище має бути близьким до нейтрального. Викльов науплій із яєць триває 1,5–2 тижні: одні з'являються на 1–2 добу з часу початку інкубації, інші – на 10–15 добу.

На ранніх стадіях розвитку стрептоцефал живиться здебільшого бактеріальними клітинами. Цей вид корму добре підходить і для рачків старших вікових груп, але краще їх годувати сумішшю клітин дріжджів і водоростей у концентрації 25–30 мл сирої біомаси корму на 1 л води. Стрептоцефали дуже чутливі до нестачі корму, навіть нетривале голодування викликає їх загибель.

Оптимальна щільність посадки дорослих рачків становить 4–6 екз./л; на дві самки стрептоцефала достатньо одного самця. За більшої щільності (100–200 екз./л) ріст і дозрівання його дуже уповільнені.

Про задовільний стан культури можна дізнатися з ряду ознак. Рачки, що інтенсивно живляться, на п'ятий день життя мають довжину тіла близько 2 мм, на 15 день – 8–9 мм, на 25 день – 15–16 мм. У молоді рачків колір блідо-рожевий, у статевозрілих – помаранчево-коричневий або зелено-коричневий. Рачки, що голодують, стають майже білими, інколи з чорними цятками на грудних ніжках. За достатньої кількості їжі рачки тримаються у товщі води, за її нестачі вони опускаються на дно та каламутять ніжками мул.

Збирання яєць проводиться з дна ємності сифоном. Для полегшення процесу збирання середовище приводиться в коловий рух, за яких екскременти і яйця, що осіли на дно, збираються у центральній частині ємності. Збирання яєць дещо спрощується, якщо рачків утримувати в ємностях із конічним дном, що має кран або зажим. Яйця від екскрементів відділяють збовтуванням або центрифугуванням.

При культивуванні стрептоцефалів у басейнах великої площі, рачків–плідників утримують до часу їх загибелі (близько 2 місяців). За цей час на дні басейну накопичується велика кількість яєць, метанаупліуси з яких починають викльовуватися тільки після зникнення дорослих рачків. Басейн потрібно частково спустити так, щоб не були збовтані та зміті з водою накопичені на дні яйця. За сприятливих температурних умов басейни заливають свіжою водою, після надходження якої відразу ж розпочинається розвиток яєць. Строки появи наупліїв залежать від температури води.

Висушені у чистому вигляді яйця використовуються протягом 4–5 місяців. Для довгострокового зберігання їх висушують у мулі або у дрібному піску.

**Щитні** (*Triops*) – представники зяброногих ракоподібних, які відомі своєю здатністю виживати у тимчасових водоймах і екстремальних умовах (рис. 12). Їх культивування може проводитися для досліджень, аквакультури або екологічних цілей. Основні методи культивування включають кілька етапів і

підходів, спрямованих на створення оптимальних умов для їх росту та розмноження. Часто використовуються в декоративній акваріумістиці. Є шкідниками в рибогосподарських водоймах. Щитні очищують водойми, харчуючись органічними залишками та водоростями. Личинки щитнів поїдають яйця та личинки комарів. Щитні є модельними організмами для вивчення адаптації до екстремальних умов і життєвих циклів.

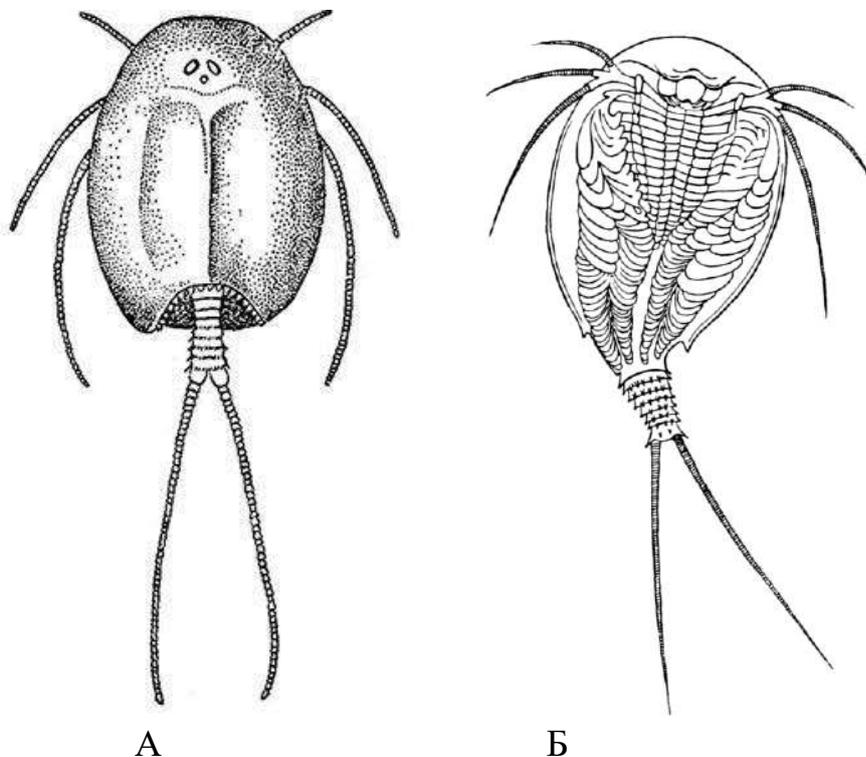


Рисунок 12 Щитень: А – вид зверху, Б – вид знизу.

Для вирощування щитні потребують певних умов середовища існування, які максимально наближені до природних. Для їх вирощування використовують невеликі ємності (акваріуми, басейни) з площею дна достатньою для повзання та годування. На дно ємності вносять шар піску або дрібного мулу, оскільки молоді щитні харчуються, фільтруючи частинки ґрунту. Вода повинна бути чистою, але не дистильованою. Оптимальна температура для вирощування щитнів – +20–30 °С. Водневий показник 6.5–8.5. Для вирощування щитнів потрібно помірне освітлення (8–12 годин на добу), яке сприяє розвитку водоростей – основного джерела їжі.

Цисти щитнів можуть тривалий час перебувати у стані діапаузи. Для культивування використовують спеціальні методи їх активації. Зібрані або куплені цисти промивають у дистильованій воді. Занурюють у воду з температурою +20–30°C та забезпечують аерацію для насичення води киснем. Для інкубації цисти витримують у світлому місці, забезпечуючи стабільну температуру і вологість. Личинки з'являються через 24–48 годин.

Щитні є всеїдними та невибагливими у харчуванні. Молодь годують мікроводоростями (*Chlorella*, *Spirulina*), дріжджами або дрібним зоопланктоном. Дорослі особини споживають подрібнені рослинні корми, детрит і органічні

залишки, живий корм, наприклад, дрібних дафній або артемій. Частота годування: 1–2 рази на добу, залежно від чисельності популяції.

Для вирощування щитнів важливі аерація та очищення від зайвої органіки. Необхідно забезпечувати постійне перемішування води за допомогою системи аерації, щоб уникнути застою органічних залишків. Також регулярно очищують дно від залишків їжі та метаболітів, змінюючи до 30 % води кожні 3–4 дні.

Щитні мають високу репродуктивну здатність і можуть розмножуватися статевим або партеногенетичним шляхом. Після завершення життєвого циклу (6–8 тижнів) ракоподібні відкладають цисти на дно. Цисти збирають, сушать і зберігають у сухому місці до повторного культивування.

Для масового вирощування щитнів використовують великі ємності (басейни, штучні водойми) з контролем параметрів водного середовища. Температура води підтримується на рівні +25–28 °С. Також забезпечується регулярне годування та видалення залишків корму. Рекомендується вирощувати щитнів разом із рослинними кормовими культурами, наприклад, водоростями та найпростішими.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки**

1. Які біологічні особливості розмноження артемій Вам відомі?
2. Яким чином проводять заготовку яєць артемії?
3. Як зберігають та активують яйця артемії?
4. Охарактеризуйте технологічний процес вирощування артемії.
5. Яким чином культивують стрептоцефала?
6. Для чого вирощують щитнів?

## **ТЕМА 7 КУЛЬТИВУВАННЯ КАЛІФОРНІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОГО ЧЕРВ'ЯКА**

Культивування каліфорнійського червоного черв'яка є актуальним напрямком у сільському господарстві, екології та біотехнологіях завдяки його численним перевагам у переробці органічних відходів, виробництві біогумусу та відновленні екосистем. Цей вид черв'яків є ефективним біоагентом для переробки органічної маси, сприяє підвищенню родючості ґрунтів і зменшенню впливу антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Каліфорнійські червоні черв'яки здатні переробляти органічні відходи, такі як харчові залишки, гній, папір і рослинні залишки, перетворюючи їх на високоякісний біогумус.

Культивування черв'яків часто використовується для просвітницьких цілей, демонструючи принципи сталого управління біоресурсами, переробки органіки та збереження довкілля. Це популяризує ідеї «зеленої економіки» серед громадськості.

**Каліфорнійський червоний черв'як** – *Eisenia andrei* (рис. 13). Інтерес до дощового черв'яка, як до об'єкту культивування виник у зв'язку із

можливістю використання його як джерело повноцінного білка для тваринництва, птахівництва та рибництва. Особливо він став зростати у зв'язку зі зменшенням уловів риби в морях та різким подорожчанням м'ясо-кісткового та рибного борошна. Суха речовина в тілі дощового черв'яка складає 13–20 %, яка містить 61–72 % білка. У черв'яків, що мешкають у природних умовах, є здатність меліорувати та структурувати ґрунт, виробляти біогумус. Отриманий у процесі культивування біогумус є органічним добривом, багатим на поживні речовини, гумінові кислоти та мікроорганізми, які сприяють здоровому росту рослин. Додавання цього біогумусу до ґрунту значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

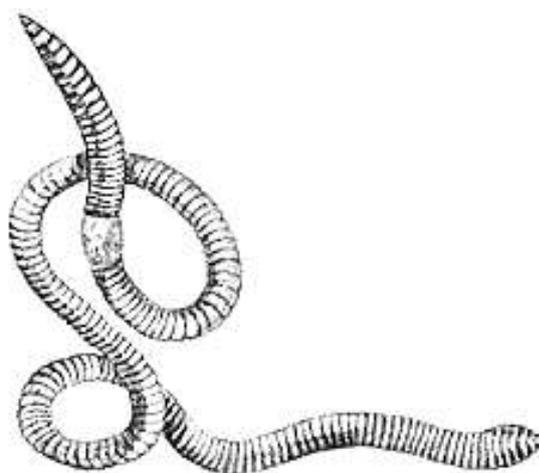


Рисунок 13 Каліфорнійський червоний черв'як – *Eisenia andrei*

За кордоном для культивування використовують червоного каліфорнійського черв'яка, який представляє собою продукт тривалої селекції звичайного гнійного черв'яка та за своєю продуктивністю в сотні разів випереджає своїх «диких родичів».

Культивування каліфорнійського черв'яка не потребує значних початкових інвестицій і дороговартісного обладнання. Має високу плодючість, що забезпечує швидкий приріст популяції. Черв'яків можна використовувати як живий корм для птахів, риб і рептилій, у якості додаткового джерела тваринного білку.

#### **Методи культивування.**

Розведення каліфорнійського черв'яка проводять як у зачинених приміщеннях (на бетонній підлозі з улаштуванням ложа або в дерев'яних, металевих, пластмасових ящиках, на стелажах, розташовуючи їх поверхами, у ваннах та інших пристроях з вертикальним нагромадженням харчового субстрату), так і у відкритому ґрунті в невеликих ємностях, чи на ложі. У зачинених приміщеннях 1 м<sup>2</sup> площі дає вдвічі більшу товарну масу черв'яків, ніж у відкритому ґрунті.

Ложе розташовують у напрямку за вітром та з таким розрахунком, щоб зайва вода витікала з нього. Рекомендується ложе робити завширшки 1–2 м, завдовжки 50 см, висотою 25–30 см, залишати відстань між ложами 90 см.

Кормом для черв'яків можуть бути різні органічні рештки та гній різних типів, які готують для споживання. Органічні рештки повинні містити 20-25 % целюлози (солом'яна січка тощо). Для цього їх необхідно піддати бродінню чи ферментації у компостних буртах завширшки 1,5–2 м, висотою не більше 1,5 м. Для саморозігрівання чи ферментації масу необхідно ретельно перемішувати до отримання однорідної суміші та зволожувати до 70–80 % від повного змочування і дати вистояти 10–15 діб. Перед зволоженням на поверхню наносять подрібнене вапно, крейду з розрахунку 5–10 кг/т.

Для підгодовування черв'яків використовують корм, де міститься кролячий гній – 10 %, кінський – 15 %, коров'ячий – 35 %, овечий – 10 %, свинячий – 30 %. Кількість протеїну в будь-якому кормі не повинна перевищувати 40 %. Не можна використовувати тваринний гній (за винятком кролячого), який не пройшов ферментацію протягом 6 місяців, чи пролежав більш як два роки після завершення ферментації.

Базовий субстрат укладають товщиною до 25 см, підгодівлю – до 10 см. Поверхню рівномірно заселяють черв'яками від 1,5 до 2,5 тис. особин маточного розплоду на 1 м<sup>2</sup> після заходу сонця (черв'яки погано переносять сонячну радіацію і гинуть). Після закладання культури поверхню субстрату накривають соломою чи мішковиною. За 3–5 діб субстрат зволожують на 50–60 %, а потім доводять зволоження до оптимуму (75±10 %). Температура має бути – +22±5 °С, рН середовища 6,8–7,2. Черв'яки всмоктують ротом напіврідку їжу, розмір частинок якої досягає 1 мм, у кількості, яка відповідає його масі. За спожитої їжі 40 % засвоюється, 60 % – виділяється у вигляді копролітів. З однієї тонни використаної черв'яками їжі одержують 500–600 кг біогумусу та 100 кг біомаси черв'яків.

Культивування каліфорнійського червоного черв'яка є перспективним напрямком для вирішення низки екологічних, сільськогосподарських і соціально-економічних проблем. Розвиток вермикультури сприяє сталому розвитку, екологізації економіки та покращенню якості довкілля.

#### **Питання для самоконтролю та самопідготовки.**

1. З якою метою культивують каліфорнійського черв'яка?
2. У яких приміщеннях та ємностях вирощують каліфорнійського черв'яка?
3. Які субстрати використовують для культивування червів?
4. Які оптимальні умови необхідні для культивування каліфорнійського черв'яка?

## ТЕМА 8 КУЛЬТИВУВАННЯ НЕМАТОД

Культивування нематод є важливим напрямом у сільському господарстві, екології, медицині та біотехнологіях. Ці дрібні черв'яки відіграють ключову роль у природних екосистемах і мають широкий спектр практичних застосувань, зокрема як біоконтроль шкідників, корм для аквакультури та моделі для наукових досліджень.

Нематоди, наприклад *Panagrellus redivivus*, є ідеальним кормом для молоді риб, раків, креветок і молюсків. Вони багаті білками та жирними кислотами, що сприяє швидкому росту аквакультури. Вид *Caenorhabditis elegans* широко використовується в молекулярній біології, генетиці та нейробиології. Ця нематода стала важливим інструментом для вивчення клітинних процесів, старіння, генетичних захворювань і впливу токсичних речовин.

На даний час із нематод в культуру введений *P. redivivus* Goodej. Це – вільноживуча форма, широко розповсюджена в природі. Крім того, в невеликих кількостях вирощують оцтових нематод (*Turbatrig aceti*), нематод з роду *Rhabditus* і волосатиків *Gordius aquaticus*. Останні в природі зустрічаються разом з мотилем у вигляді білих, довжиною до 30 мм, згорнутих в клубок, черв'яків.

Тіло нематод містить близько 76 % води та 24 % сухої речовини, яка складається з 40 % білка та 19,5 % жиру. У порівнянні з іншими безхребетними вміст жиру в тілі нематод є дуже високим. Нематоди використовуються як цінні кормові об'єкти для вирощування молоді риб.

*P. redivivus* надзвичайно легко піддаються розведенню. Висока репродуктивна здатність, короткий життєвий цикл і стійкість до зміни умов середовища існування визначають постійні та завжди значні результати культивування цього виду.

У практиці рибництва користуються двома способами вирощування нематод. Перший походить на метод культивування білого енхітрея (тема 9) і здійснюється в дерев'яних ящиках, заповнених садовою землею. У ґрунт вносять поживне середовище і вихідну культуру. Для полегшення збору нематод поживне середовище наносять на поверхню ґрунту і покривають склом, на яке виповзають нематоди.

Другий спосіб, найбільш зручний, полягає у вирощуванні нематод безпосередньо в поживному середовищі, без субстрату. Середовище для культивування *P. redivivus* готується з вівсяної або ячмінної крупи, завареної у вигляді каші, або з розварених овочів. В обох випадках рекомендується додавати трохи молока, однак і без нього культура виходить цілком сильною.

Харчовий субстрат готується досить густим. У цьому випадку його поверхня швидко заселяється нематодами, що пригнічують розвиток супутньої мікрофлори. Рідке поживне середовище вже наприкінці першої доби покривається бактеріальною плівкою, зростання культури черв'яків затримується. У деяких випадках положення виправляється легким підсушуванням середовища.

Поживний субстрат потрібної консистенції виходить при заварюванні в 1 л кропу одного з наступних продуктів: вівсяна крупа – 150 г, вівсяне борошно – 200 г, фуражний овес – 300 г, ячмінне борошно – 250 г. Усі ці продукти досить проварити 7–10 хвилин, за винятком фуражного вівса, який варять протягом 40–50 хвилин. Поживне середовище використовується в охолодженому та ретельно перемішаному вигляді. Можна використовувати варені овочі з додаванням невеликої кількості молока, соєвого пептону, казеїну, печінкового екстракту, вітамінів.

Посів ведеться в чисту суху кювету шаром 1–1,5 см. На готовий субстрат поміщають черв'яків з початковою щільністю 300 екз./см<sup>2</sup>.

Нематоди заселяють в основному верхній 5-міліметровий шар субстрату, але в період активного росту популяції він скорочується до 2–3 мм. Установлено, що для успішного вирощування нематод цілком достатнім є шар середовища в 10–15 мм. При меншому шарі відбувається швидке висихання субстрату і потрібно частіше пересівати культури.

Ємностями для розведення *P. redivivus* слугують різні кювети, виготовлені з будь-якого матеріалу (дерев'яні, скляні, емальовані, пластмасові тощо). При масовому розведенні *P. redivivus* використовуються емальовані кювети розміром 30x40 см із висотою стінок 4 см. Зверху кювети накривають склом, до внутрішньої сторони якої прикріплена волога губка. Скло захищає культуру від висихання, а мокра губка створює певну вологість. Кювети розміщують на стелажах (рис. 14).

#### **Процес культивування.**

Середовище для культивування розподіляється в чистих і сухих ємностях рівним шаром товщиною 10–15 мм. На кожен кювет зазначеного вище розміру потрібно 1,5–2 л приготованого середовища. На поверхню субстрату рівномірно наносять порцію старого середовища, що містить нематод, або невелику кількість чистої культури черв'яків. Кювету накривають склом і переносять у приміщення для вирощування.

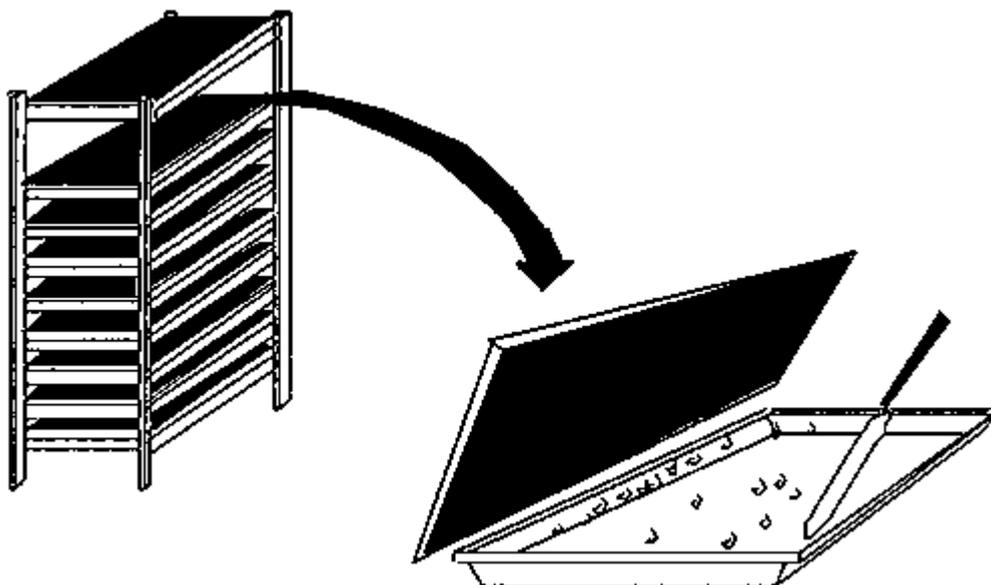


Рисунок 14 Схема культиватора для нематод

Швидкість дозрівання і загальний стан культури значною мірою залежить від початкової кількості нематод. Гарні результати дає вихідна щільність черв'яків, не нижче 300 екз./см<sup>3</sup>, або 400 тис. особин на одну кювету, що відповідає 350–400 мг чистої культури на кювету. Якщо вихідна кількість черв'яків невелика, значна частина харчового субстрату швидко заселяється різними групами мікроорганізмів, які розріджують і зброджують його.

Культивування здійснюють при звичайній кімнатній температурі +20–25 °С (мінімум +2 °С, максимум +29 °С), однак високі результати отримують при більш низьких температурах, у межах +7–10 °С. В останньому випадку приріст біомаси йде дещо повільніше, але культура довше залишається у задовільному стані.

рН середовища має бути в межах 3,5–4,5 (максимум до 7,5). Час дозрівання культури легко встановлюється при появі скупчень нематод на стінках посудини і склі, що її накриває.

Швидкість росту і термін існування культури залежить від температури. При +18–20 °С наростання чисельності нематод йде швидко і на 10–11 добу щільність досягає максимальної величини. У цьому випадку зростання нематод супроводжується бурхливим розвитком мікроорганізмів, у результаті чого вже на 15-й день спостерігається сильне розрідження субстрату, який набуває сірого кольору та кислого запаху.

#### **Культивування оцтової нематоди.**

Оцтові нематоди *Turbatrix aceti* зазвичай з'являється у не пастеризованому оцті. Розмір дорослого черв'яка 1–2 мм (рис. 15). Вони різностатеві, живородні. У середині самки добре видно скручені у спіраль молоді особини. У самки яйця розвиваються близько 8 днів. З організму самки маленькі черв'ячки виходять вже повністю сформованими. Вони мають здатність швидко розмножуватися в умовах оцтового бродіння.

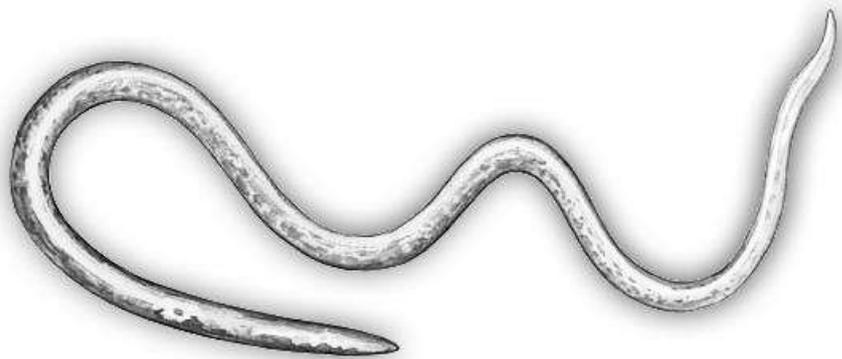


Рисунок 15 Оцтова нематода *Turbatrix aceti*

Розведення оцтових нематод досить просте. Культивуються вони на кашоподібному толокні, геркулесі, білому хлібі, змоченому у воді або молоці тощо.

Для розведення нематод зазвичай використовують емальовані, скляні або пластикові кювети з кришкою, які перед початком культивування слід добре вимити. На внутрішню поверхню кришки приклеюють шматок полотна, який

змочують у воді, створюючи, таким чином, вологе середовище у кюветі. Її встановлюють у похилому положенні, підклавши під один із кутів дощечку. У нижню половину кювети поміщають сметаноподібну масу толокна. Толокно попередньо замішують окропом, остиджують, додають до цієї суміші відпарену окропом і дрібно натерту моркву.

На поверхню цієї кашоподібної суміші наноситься культура оцтових нематод. Через 2–4 дні при температурі +20–22 °С відбувається розвиток черв'яків. Вони виповзають на вологі ділянки стінок і вільну частину дна кювети, звідки їх знімають пензликом і переносять у стакан з водою для відмивання від субстрату. Нематоди осідають на дно, звідки їх відбирають піпеткою і згодовують личинкам риб. Тривалість життя нематод у воді – кілька діб.

При розмноженні черв'яків (приблизно через 1–3 місяці) сметаноподібна маса стає рідкою, що вказує на необхідність перезарядки культури.

Нематод можна розводити також на густо звареній вівсянці, на кашці, що складається з хліба та молока, або на білому хлібі. Харчовий субстрат розміщують у кюветі, а на нього вносять культуру нематод. Все це накривають склом. При цьому способі оцтові нематоди розмножуються не гірше, ніж на толокні.

При використанні будь-якого рецепту необхідно дотримуватися стерильності, оскільки при появі цвілевих грибів культура нематод гине.

Можна розводити нематод і на вівсяному борошні, зволоженому з пульверизатора. Такий спосіб дуже продуктивний, але недовговічний, оскільки культура потребує постійного зволоження. Добре культивуються черв'яки на тертій моркві. Для цього її обробляють окропом, натирають на дрібній тертці, віджимають від соку і поміщають до кювети. На цих субстратах нематоди розмножуються дуже швидко. Недоліком цього методу є швидке заростання культури цвілевими грибами.

Великою популярністю користується спосіб розведення черв'яків на кефірі. У цьому випадку черв'яків розводять у звичайному посуді, наповненому сумішшю з чорнозему (50 %), піску (30 %), торфу і моху. Попередньо всі ці компоненти кип'ятять окремо протягом 10 хвилин, а потім перемішують. Зверху на суміш поміщають культуру нематод, заливають її тонким шаром кефіру та накривають склом. Черв'яків підгодовують кефіром кілька разів на тиждень, коли вони виповзають на стінки посудини їх збирають мокрим пензликом.

Годування мальків риб нематодами слід чергувати з використанням інших кормів. Оцтова нематода витримує солоність до 40 ‰ протягом 8 годин, що дозволяє використовувати її для годівлі молоді морських риб.

Нематоди ще не знайшли широкого застосування у виробництві, проте при подальшому вдосконаленні технології культивування їх можна широко використовувати як стартовий живий корм для личинок риб.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки**

1. З якою метою в аквакультурі використовують нематод?
2. Які методи культивування нематод Вам відомі?

3. Охарактеризуйте схему культивування нематод.
4. Яким чином культивують оцтову нематоду?
5. Що використовують у якості поживного субстрату при вирощуванні нематод?

## ТЕМА 9. КУЛЬТИВУВАННЯ ІНШИХ ЧЕРВІВ

**Білий енхітрей** *Enchytraeus albidus* (рис. 16). Білий енхітрей є невеликим кільчастим черв'яком, який має важливе значення у сільському господарстві, аквакультурі та біотехнологіях. Завдяки своїй високій поживній цінності, легкості вирощування та широкому спектру застосувань, культивування білого енхітрею стає дедалі популярнішим у різних галузях.

Енхітреї – представники родини малощетинкових черв'яків. Білого енхітрея називають горщиковим, бо його часто зустрічають у горщиках з кімнатними рослинами. Зустрічається він не тільки в ґрунті, а і в прісних та солонуватих водоймах, на літоралі морів, де мешкає в детриті серед каменів, а також у водоростях, викинутих на берег. Білого енхітрея культивують для використання в якості живого корму, оскільки він є важливим джерелом білків і жирних кислот для раків, риб, амфібій і рептилій. Він стимулює ріст і репродуктивну активність у риби, таких як гуппі, неони та цихліди.

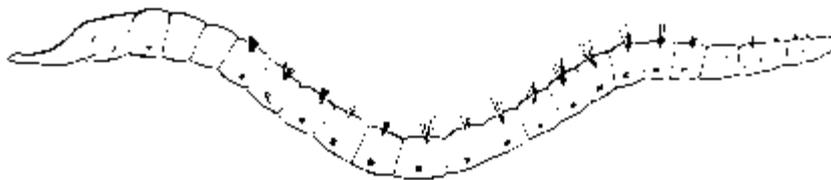


Рисунок 16 Білий енхітрей – *Enchytraeus albidus*

### **Методи культивування.**

Білого енхітрея культивують, як правило, у ґрунті, хоча існують методи розведення на інших субстратах: білій цеглі, шлаку і гальці, поміж листками фільтрованого паперу, а також між полотнищами тканини. Описано метод культивування декількох видів олігохет у чашках Петрі на 1,5 %-му агарі, що містить ґрунтовий екстракт (22 %). Поверхню агару накривають невеликим шаром ґрунту, в якому жили черв'яки, живлячись мікрофлорою, що розвинулась на агарі. Для підтримки нормальних умов вологості використовують камери з високою вологістю повітря або спеціальні пристрої, що регулярно зволожують субстрат.

Сучасні методи масового культивування енхітрея ґрунтуються на вмісті культури у ґрунті. Як уже зазначалось раніше найбільш придатні ґрунти з м'якою структурою, що мають високу скважність і вологомісткість. Такий ґрунт беруть у парниках, садах, городах, а також використовують ріллю. Оскільки культивування черв'яків відбувається в різних місцях, можуть бути рекомендовані стандартні методи покращення ґрунту, що споживається. Тому доцільно дотримуватись агротехнічних прийомів. Підготовлений ґрунт

просіюють крізь сито з розміром вічок 3–4 мм, очищують від сторонніх домішок, зволожують. Найбільш сприятливі для розведення черв'яків такі умови: температура +17–18 °С (можливі коливання +10–22 °С); вологість ґрунту необхідної структури 23–25 % (можливі межі 22–23 %); реакція середовища нейтральна або слабкокисла (лужна реакція недопустима).

Розводять енхітрея в ящиках, виготовлених з простих нефарбованих дощок, висотою 10–15 см, площею 0,2–0,3 м<sup>2</sup>. На дно насипають шар торфу, а потім садову землю на 2–4 см нижче верхнього краю. Черв'яків вносять у ґрунт на глибину 3–4 см, сюди ж кладуть корм. Поверхню ґрунту вирівнюють і ящик закривають скляною або дерев'яною кришкою. Підготовлений таким чином ящик встановлюють у спеціально обладнаних приміщеннях-олігохетниках. Стелажі розміщують у 8–10 ярусів. Проходи між стелажимають становити 1–1,5 м.

Для олігохетника бажано мати допоміжні приміщення: кухню – для виготовлення корму, комірчину – для зберігання продуктів, а також кімнату для вибирання черв'яків з ґрунту.

Початкову маточну культуру до ящиків вносять з розрахунку 200–250 г/м<sup>2</sup> (40–50 г на ящик розміром 50x40x12 см). Після цього в ґрунті роблять 2–3 рівчачки глибиною 5 см, у них закладають порції корму і ретельно засипають землею. У якості корму використовують продукти, що не сприяють масовому розвитку інших ґрунтових мешканців (колембол, кліщів, личинок мух тощо). Здебільшого це різні крупи, борошно і висівки, овочі та коренеплоди, зелені трав'янисті рослини, ягоди, плоди, дріжджі. Перед внесенням у ґрунт корм заварюють і подрібнюють. При заварюванні окремих продуктів дотримуються таких пропорцій: на 100 г висівок – 0,4 л води; на 100 г борошна – 0,5 л води; на 100 г картоплі для приготування пюре додається 0,7 л води; на 100 г кормових дріжджів – 6,3 л води.

Для підтримки структури ґрунту корисне чергування структурних і безструктурних кормів. Корм задається один раз на тиждень у кількості, яка розрахована на приріст біомаси черв'яків з урахуванням кормового коефіцієнта. Для одержання 1 г приросту біомаси олігохет необхідно використати 6 г картоплі або 1 г дріжджів.

Максимальні порції кормів, які вносять у ящик площею 0,2 м<sup>2</sup>, на один тиждень становлять: борошно або крупа – 180 г (суха маса); коренеплоди, овочі – 600 г (сира маса); трав'янисті рослини – 750 г (сира маса); гідролізатні дріжджі – 50–60 г (суха маса).

Догляд за культурою черв'яків зводиться до систематичного контролю за станом ґрунту, щільністю популяції та наявністю шкідливих тварин. У міру зростання біомаси культури проводять її систематичне розрідження шляхом видалення деякої кількості черв'яків (разом з ґрунтом або без нього). Для отримання максимальної продукції енхітрея розподіл культури доцільно проводити, коли біомаса їх у ящику (0,2 м<sup>2</sup>) не перевищує 200–300 г.

З огляду на те, що методи боротьби зі шкідливими тваринами (кліщами, личинками мух, колемболами тощо) розроблені недостатньо, культуру

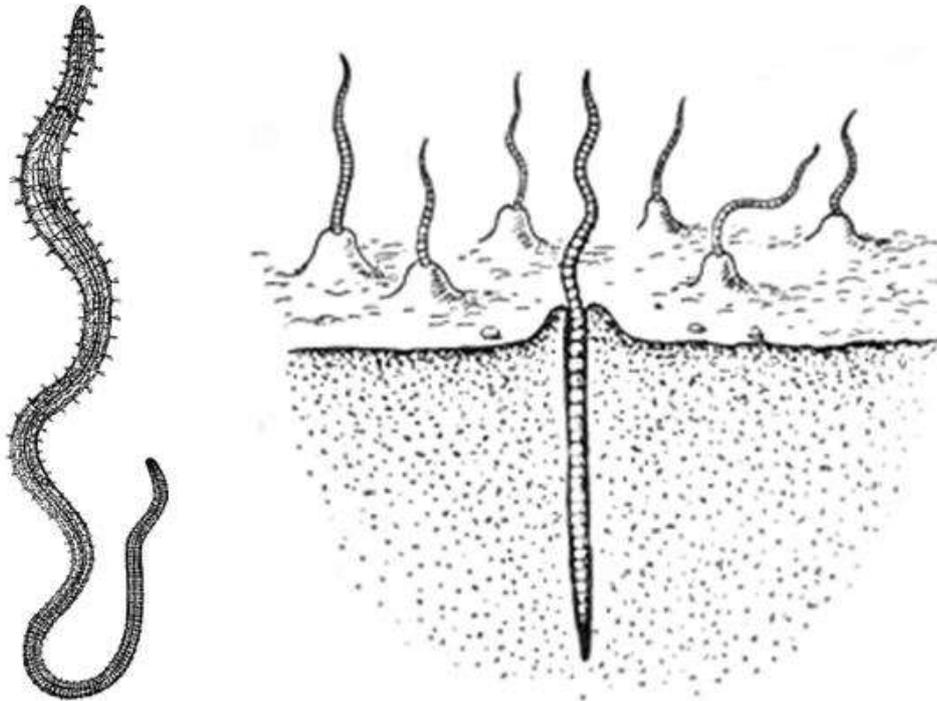
необхідно всіляко охороняти від їх появи. Поверхні ящиків мають бути закриті чистими кришками, корм присипаний землею, закислі та плісняві частинки корму слід негайно видаляти. При появі мух зовнішні поверхні кришок, вікна та двері приміщення сприскують розчином гексахлорану.

У культурі, що добре розвивається, черв'яки концентруються у товщі ґрунту біля кормових згустків. Масовий вихід їх на поверхню ґрунту або накопичення біля щілин свідчить про несприятливі умови розвитку.

Використання культури черв'яків слід розпочинати в період максимального приросту їх біомаси, тобто через 40–50 діб з моменту початку розведення. Вибирають енхітреїв із ґрунту щоденно по 35–420 г/м<sup>2</sup> (70–80 г з ящика площею 0,2 м<sup>2</sup>). Для цього в теплу пору року використовують сонячне світло, а у холодну - електричні лампи, що встановлюють над кюветами. Інколи використовують спеціальні електрообігрівачі, які створюють температуру у верхніх шарах ґрунту +28–30 °С. Черв'яки, уникаючи світла і тепла, концентруються в більш глибоких шарах ґрунту. Далі знімають ґрунт шар за шаром, добираючись до дна, де збираються черв'яки. Після видалення останніх грудочок землі їх складають у тази і доставляють у цехи, де вирощують молодь риби. Землю, що залишилася і яка містить велику кількість коконів з яйцями, висипають у ящик і продовжують процес вирощування. Для відділення черв'яків від субстрату розроблено лоток з перфорованою огорожею, який виготовлено у вигляді стрічкового конвеєра, над яким влаштовано джерело світла.

Вирощених енхітреїв, не згодованих одразу ж риbam, зберігають у приміщеннях при температурі 0°С в ящиках із ґрунтом зі щільністю до 1 г/мл. У таких умовах вони можуть зберігатися до 100 діб за невисокого відходу та деякої втрати у масі.

**Трубочник** *Tubifex tubifex* (рис. 17). Трубочник – мешканець мілководних річок, канав та водойм зі стоячою водою. Найбільші скупчення його бувають у місцях скиду води із тваринницьких ферм, пивоварних заводів та інших харчових підприємств. Трубочники – типові донні тварини, можуть жити не тільки у мулистому, але і у піщаному ґрунті. Живляться вони здебільшого органічними залишками ґрунтів водойм, пропускаючи крізь себе за добу кількість ґрунту, що перевищує його власну масу в декілька разів. Ґрунт при цьому мінералізується і звільняється від залишків органічного походження. Таким чином відбувається біологічне самоочищення забруднених водойм.



А

Б

Рисунок 17 Трубочник: А – загальний вигляд, Б – трубочник на мулистому дні

Розмножується трубочник тільки статевим шляхом, здебільшого в літні місяці. У коконах міститься по декілька яєць із яких уже через місяць з'являється потомство.

Трубочник є цінним джерелом білків і жирів, що робить його ідеальним кормом для акваріумних риб, креветок, раків та інших гідробіонтів. Він сприяє швидкому росту, розвитку і підвищенню репродуктивної здатності риб. Культивування трубочника дозволяє знизити витрати на придбання кормів, забезпечуючи стійке та екологічно чисте джерело живлення.

#### **Методи культивування.**

Хоча трубочник невибагливий до умов середовища, що дозволяє легко організувати його культивування навіть у домашніх умовах, але серед відомих методів культивування тубіфіцид надійних способів до цього часу не розроблено. Разом з тим його успішно культивують у проточній воді на органічних залишках (зокрема, коров'ячому гної). У таких установках на виробництво 1 кг біомаси трубочника потрібно 18 кг гною та 38 л води.

Для вирощування трубочника використовують не глибокі резервуари з шаром мулу або піску, куди додають органічні залишки для харчування. Оптимальна температура для росту – +18–25 °С. Потрібно забезпечити повільну циркуляцію води для насичення киснем. Проводять регулярну заміну 20–30 % води, що дозволяє уникнути надмірного забруднення. Органічні відходи, такі як

подрібненні овочі, фрукти, залишки їжі, служать основним джерелом живлення для трубочника.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки.**

1. Охарактеризуйте біологічні особливості культивування білого енхінтрея.
2. Яким чином культивують трубочників?
3. Як отримати посадковий матеріал для вирощування трубочників?
4. Яким чином збирають та заготовляють біомасу трубочників?
5. Яке практичне значення має культивування червів?

## **ТЕМА 10 КУЛЬТИВУВАННЯ ЛИЧИНОК КОМАХ**

Масове культивування личинок комах (тип Arthropoda, клас Insecta) як корму для риб пов'язано з великими труднощами, зумовленими особливостями їх біології та життєвого циклу. Культивування личинок комах стає одним із ключових напрямків сучасної біотехнології завдяки їхній високій поживній цінності, швидкому розмноженню та широкому спектру застосувань у сільському господарстві, аквакультурі, харчовій промисловості та екології. Личинки таких комах, як чорна львинка (*Hermetia illucens*), борошняний хрущак (*Tenebrio molitor*) та інших, мають великий потенціал для використання в сільському господарстві і зменшення навантаження на природні ресурси.

Личинки комах здатні ефективно переробляти органічні відходи, включаючи залишки їжі, сільськогосподарські відходи та інші біомаси. Це зменшує обсяги відходів, які потрапляють на звалища, та знижує викиди метану й інших парникових газів. Відходи життєдіяльності личинок (фрас) є високоякісним органічним добривом, яке покращує структуру та родючість ґрунтів.

Личинки комах мають високий вміст білків, жирів, амінокислот і вітамінів. Вони можуть використовуватися як інгредієнт у кормах для сільськогосподарських тварин, аквакультури або навіть як їжа для людини. Вирощування личинок комах потребує значно менше води, територій та енергії порівняно із вирощуванням традиційних об'єктів тваринництва.

Личинки чорної львинки та борошняного хрущака використовуються як високопоживний корм для риб, креветок та інших водних організмів. Вони сприяють швидкому росту, зміцненню імунітету та підвищенню репродуктивної здатності об'єктів аквакультури.

Личинка **чорної львинки** *Hermetia illucens* (рис. 18) є одним із найперспективніших організмів для використання у біотехнології, сільському господарстві та аквакультурі. Завдяки її здатності переробляти органічні відходи, та високій поживній цінності, культивування цього виду стає ключовим елементом для розвитку сталих систем управління відходами та виробництва кормів.

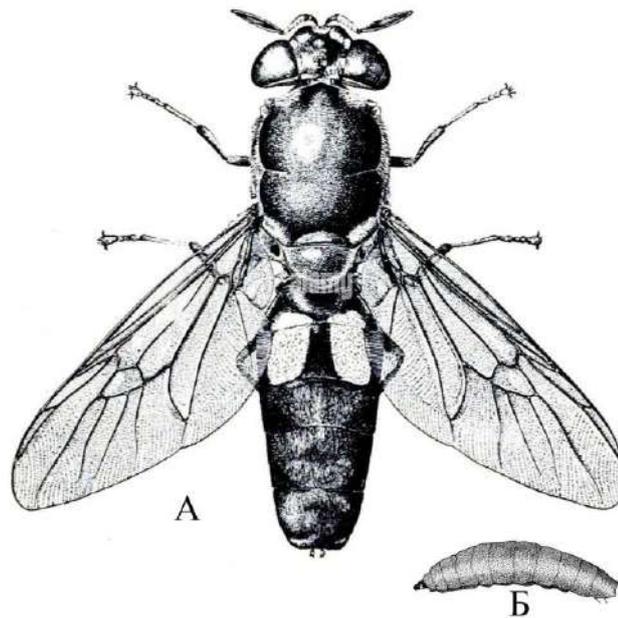


Рисунок 18 Чорна львинка: А – імаго, Б – личинка.

Личинки чорної львинки ефективно утилізують харчові залишки, сільськогосподарські відходи та навіть органічні відходи з промислових підприємств. Це дозволяє значно зменшити обсяги сміття, що потрапляє на звалища. Відходи життєдіяльності личинок, відомі як фрас, є високоякісним добривом, багатим на азот, фосфор і калій, що сприяє покращенню структури та родючості ґрунту.

Личинки чорної львинки містять до 40 % білка, що робить їх гарним компонентом кормів для риб, амфібій, птахів і свійських тварин. У складі личинок міститься до 30 % жирів, зокрема поліненасичені жирні кислоти, які сприяють здоровому розвитку тварин.

Культивування личинок чорної львинки можна організувати як у великих масштабах, так і в домашніх умовах. Як субстрат використовують харчові відходи, овочеві обрізки, залишки фруктів, гній або інші органічні рештки. Для культивування використовують пластикові контейнери або спеціальні модулі для вирощування. Глибина шару субстрату: 5–10 см для забезпечення достатнього простору для росту личинок. Вологість субстрату повинна становити 60–70 %. Оптимальна температура для вирощування личинок – +25–35 °С. За таких умов вони розвиваються швидко (5–7 днів).

Личинки потребують гарної вентиляції для підтримання доступу кисню та уникнення застою субстрату.

Вирощування починається з відкладання яєць мухами чорної львинки. Для цього створюють спеціальні місця для кладки яєць, зокрема сітки або дерев'яні планки, розташовані над субстратом. Через 3–4 дні з яєць вилуплюються личинки, які починають активно харчуватися субстратом.

Личинки досягають оптимального розміру через 10–14 днів. Для збору використовують сита або механічні пристрої. Перед використанням личинок у

якості корму їх промивають і висушують. Їх можна використовувати у свіжому вигляді або переробляти у порошок чи олію.

**Борошняний хрущак** *Tenebrio molitor*. Личинка борошняного хрущака є перспективним об'єктом для культивування завдяки своїй високій поживній цінності, простоті вирощування та широкому спектру застосувань (рис. 19). Личинки використовуються як корм для тварин, риб, птахів, а також для виробництва білкових продуктів у харчовій промисловості та біотехнологіях.

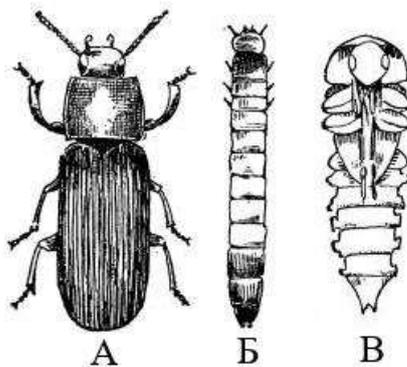


Рисунок 19 Борошняний хрущак: А – імаго (хрущаки), Б – личинка, В – лялечка.

Личинки містять до 50 % білка, 30 % жирів та багаті на амінокислоти, вітаміни та мікроелементи. Вони є чудовою альтернативою рибному борошну і соєвим кормам.

Культивування личинок борошняного хрущака є простим і економічно вигідним процесом, який потребує мінімальних ресурсів. Для вирощування використовують пластикові або дерев'яні контейнери з вентиляційними отворами. Глибина контейнера повинна бути не менше 15 см. Личинки вирощують на суміші зернових висівків, подрібненого вівса, кукурудзяного борошна або інших подібних матеріалів. Субстрат служить як середовищем для існування, так і джерелом їжі. Оптимальний діапазон температури – +20–28 °С. Субстрат повинен бути сухим, проте личинки потребують додаткової вологи. Джерелом вологи можуть бути шматочки фруктів (яблуко, морква) або овочів. Основний корм – висівки, подрібнені зернові культури. Доповнення до основного корму – овочі, фрукти, що забезпечують вологу та додаткові поживні речовини.

Після досягнення стадії імаго, хрущаки розмножуються, відкладаючи яйця в субстрат. Вилуплюються личинки через 4–14 днів і починають активно харчуватися. Збір личинок проводять після досягнення оптимального розміру (зазвичай через 8–12 тижнів залежно від умов). Свіжі личинки можуть використовуватися як корм. Для тривалого зберігання личинки сушать або переробляють у порошок.

**Хірономіди** (Chironomidae). Вирощування личинок хірономід має велике значення для аквакультури та наукових досліджень завдяки їх високій поживній цінності та простоті культивування. Ці личинки, відомі також як мотиль, є

важливим джерелом корму для риб та інших водних організмів і слугують біоіндикаторами стану довкілля.

Хірономіди на стадії личинки і лялечки мешкають у воді (рис. 20), а на стадії дорослої комахи (імаго) ведуть наземний спосіб життя.

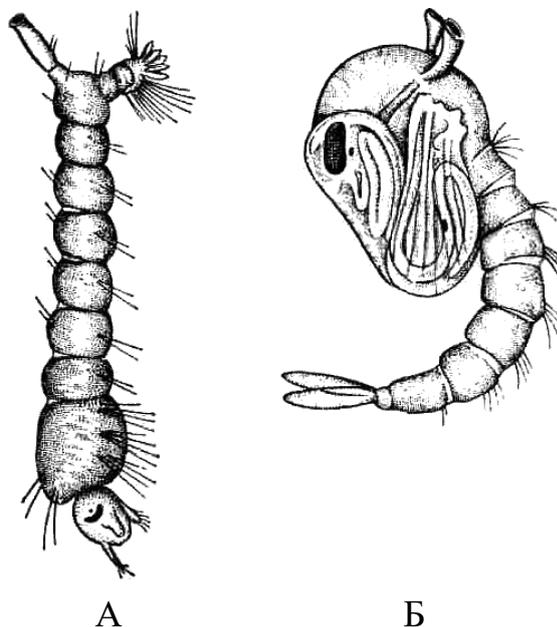


Рисунок 20 Личинка (А) та лялечка (Б) комара

Як об'єктів штучного розведення найчастіше використовують *Chironomus plumosus* і *Ch. thummi*, що відносяться до числа широко розповсюджених форм, що володіють витривалістю до несприятливих факторів середовища. Личинки хірономід є високоякісним кормом для акваріумних і промислових видів риб. Вони багаті на білки (до 60 %), жири (до 10 %) та вітаміни, що сприяє швидкому росту і підвищенню імунітету у риб. Хірономіди також є основним кормом для личинок амфібій, молюсків та інших водних організмів.

#### Методи культивування.

Метод масового культивування личинок комарів родини хірономід (*Chironomus sp.*) передбачає створення в закритому приміщенні необхідних умов для проходження всіх етапів життєвого циклу хірономуса, а саме: запліднення, відкладання яєць, живлення та ріст личинок, лялечкоутворення та виліт імаго. Для цього необхідно мати не менше двох приміщень: у одному з них утримують маточний рій комарів та проводять інкубування яєць, у другому – вирощують личинок.

Маточний рій комарів культивують при температурі +20–22 °С. Для забезпечення процесу неперервного вильоту комарів, закладання яєць у спеціальні кювети проводять через 1–2 доби. Тривалість життя комарів становить 3–4 діб.

Яйця хірономід відкладають у емальовані кювети, які мають висоту 4–5 см, в них заливають воду шаром 2–3 см. У кюветах личинки виростають до стадії лялечки та вильоту.

Основну масу кладок із личинками переносять до вирощувального приміщення, яке облаштоване установками для вирощування личинок (рис. 21). У цьому приміщенні емальовані кювети розташовані у 30–40 ярусів. В якості субстрату до кювет вносять змішаний із водою стерильний річковий мул консистенції густої сметани, шаром у 1,2–1,5 см. Кладки із личинками рівномірно розподіляють по поверхні мулової маси із розрахунку 100–150 кладок на 1 м<sup>2</sup>. В якості корму використовують дріжджі, які вносять через 2–3 доби із розрахунку від 5 г/м<sup>2</sup> на добу до 45 г/м<sup>2</sup> на 10–15 діб.

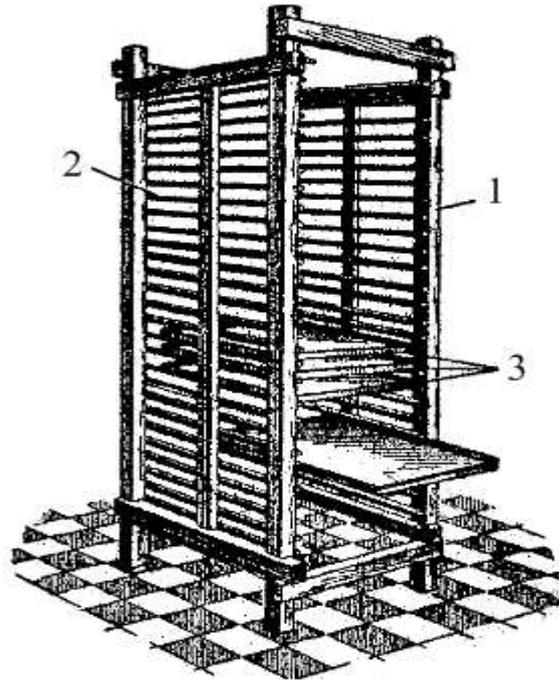


Рисунок 21 Установка для вирощування хірономід: 1 – стійка каркасу, 2 – опора для кювет, 3 – кювети

Тривалість вирощування личинок становить 15–18 діб. За 2–3 доби до відбирання личинок, вміст кювет просіюють через сито з розміром вічка 0,7–0,8 мм. Даним методом одержують до 35 г/м<sup>2</sup> личинок хірономід за добу.

#### **Вирощування опаришів.**

Вирощування опаришів (личинок мух родини Calliphoridae) є перспективним напрямком у сільському господарстві, аквакультурі, екології та біотехнології. Завдяки їх високій поживній цінності, швидкому розмноженню та здатності переробляти органічні відходи, опариші стають важливим компонентом сталого розвитку та економічно вигідним біоресурсом. Опариші є джерелом білків і жирів, що робить їх ідеальним кормом для риби, птахів, амфібій і рептилій. Личинки містять до 45 % білка і 10–15 % жирів, сприяючи швидкому росту та зміцненню імунної системи у риби.

У виробничих умовах (без великих втрат праці) на біомасі риби, яка загинула у процесі вирощування, за 7–8 діб можна одержати до 12 кг/м<sup>2</sup> біомаси личинок м'ясної мухи. Яйця м'ясної мухи можна легко отримати навіть рано

навесні від плідників, які не загинули в період зимівлі. Для цього м'ясо снулої, непридатної для вживання риби (що має запах), поміщають у кювети і на нього при підвищеній температурі злітаються плідники мух для відкладання яєць. На кінець дня, коли відкладання яєць мухами припиняється, кювети забирають і поміщають у спеціально обладнані під вирощування опаришів приміщення, де відкладені яйця поміщають на поживне середовище для культивування їх біомаси.

Для вирощування опаришів можна використовувати емальовані, пластмасові або інші ємності з неактивних матеріалів з вертикально розміщеними стінками висотою 25–30 см. Для запобігання розповзання личинок ємності накривають рамками, що обтягнуті густим капроновим ситом. Площа однієї становить від 0,5 м<sup>2</sup> до 1 м<sup>2</sup>. У такі ємності завантажують 50–100 кг непридатної для використання риби. Для полегшення процесу відділення опаришів від поживного середовища рибу перед використанням доцільно подрібнити. Рибу товщиною не більше 10 см розміщують на дні ємності, а по поверхні розсипають зважені порції яєць мух із розрахунку 50 мг/кг поживного субстрату. Заправлені таким способом ємності накривають рамками і поміщають у бокс-інкубатор, у якому постійно контролюється температура та вологість середовища. Залежно від висоти ємностей у боксі, їх можна розміщувати в декілька ярусів, що дозволяє ефективно використовувати його об'єм та тепло, що витрачається на обігрів. За постійної підтримки температури повітря у бокс-інкубаторі на рівні +28–32 °С та вологості 90–95 % через 7–8 діб личинки мух досягають середньої маси 150–200 мг, що забезпечує вихід 12 кг продукції.

Опаришів, які досягли нормативної маси та розміру, разом із залишками поживного субстрату поміщають у виготовлену із капронового сита № 13 підсаку і промивають у воді для видалення рідких та ще не перероблених частинок сировини. Після промивання залишок висипають на рамку, обтягнуту капроновим ситом з розміром вічок 3–4 мм, встановлену над ємністю, в якій накопичуються опариші. Висипані на рамку личинки опаришів намагаються сховатися, швидко просуваються в товщу шару і, проходячи крізь сітку, потрапляють у ємність, а непотрібні залишки затримуються на рамці.

Після 10–15-годинного витримання опаришів без поживного середовища (для повного звільнення кишечника) у ємностях з тирсою і промивання у розчині хлорного вапна (5–10 %, для знезараження та знищення запаху) їх у цілому або подрібненому стані застосовують як корм для риб або піддають висушуванню під дією підігрітого повітря до температури +60–80 °С.

Висушений і за необхідності подрібнений опариш заготовлюється і зберігається до часу його застосування. Заготовлений таким способом опариш з успіхом може бути використаним для підгодівлі (у т.ч. і акваріумних) риб.

### **Питання для самоконтролю та самопідготовки.**

1. Охарактеризуйте біологічні особливості культивування личинок комах.
2. Яким чином культивують хірономід?
3. Як отримати посадковий матеріал для вирощування опаришів?

4. Яким чином збирають та заготовляють біомасу опаришів?
5. Яке практичне значення має культивування личинок комах?

## ТЕМА 11 КУЛЬТИВУВАННЯ КОМАХ

Вирощування комах набуває популярності у всьому світі, адже це інноваційний підхід до вирішення глобальних проблем, пов'язаних із забезпеченням продовольчої безпеки, екологічної стійкості та ефективного використання ресурсів. Комахи дозволяють ефективніше використовувати наявні ресурси, особливо в регіонах із дефіцитом води чи родючих земель. Вони використовуються як харчовий продукт, корм для тварин, сировина для фармацевтики, косметики та біотехнологій.

Комахи містять до 70 % високоякісного білка, що робить їх гарним заміником традиційних джерел, таких як м'ясо, нут тощо. Також вони містять високий вміст корисних речовин: жирів, амінокислот, вітамінів, мінералів (особливо багаті на вміст феруму, цинку, магнію). Включення комах до харчових раціонів може допомогти боротися з голодом у регіонах із обмеженими ресурсами. Комахи можуть слугувати кормом для риб, птиці та свійських тварин, зменшуючи потребу в сої та рибному борошні.

Багато видів комах можуть досягати зрілості за кілька тижнів, що дозволяє швидко масштабувати виробництво. Вирощування потребує значно менше води, територій та корму порівняно з традиційним тваринництвом. Важливо й те, що при вирощуванні комах викиди парникових газів менші, наприклад, у порівнянні з вирощуванням великої рогатої худоби викиди CO<sub>2</sub> у виробництві в десятки разів менші. Багато видів комах (наприклад, таргани) здатні переробляти органічні відходи у високоякісний корм і біодобрива.

**Вирощування цвіркунів** (*Acheta domesticus*, *Gryllus bimaculatus*). Цвіркун є одним із найперспективніших об'єктів для вирощування завдяки їх швидкому росту, високому вмісту білка та низьким екологічним витратам. Для вирощування найчастіше використовують такі види цвіркунів, як *A. domesticus* (домашній цвіркун) та *G. bimaculatus* (двокрапковий цвіркун) (рис. 22). Вони характеризуються високою адаптивністю до штучних умов, швидким розмноженням та значною поживною цінністю.

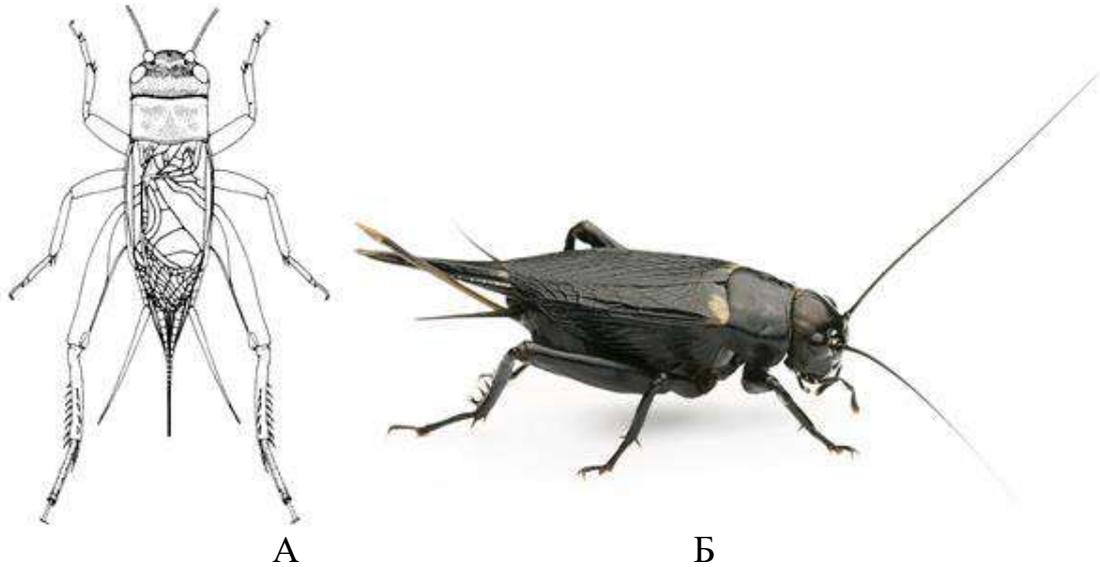


Рисунок 22 Цвіркуні: А – домашній цвіркун *Acheta domestica*, Б – двокрапковий цвіркун *Gryllus bimaculatus*

Для утримання цвіркунів використовують пластикові або металеві контейнери розміром 60×40×30 см. Вони заповнюються картонними комірками, які забезпечують комахам укриття та сприяють їх активності. Підстилка зазвичай не використовується, щоб уникнути накопичення вологи та розвитку цвілі.

Цвіркуні потребують створення стабільних мікрокліматичних умов. Оптимальна температура для їх росту і розвитку становить +26–30 °С. Вологість повітря підтримується на рівні 60–70 %, що запобігає зневодненню комах. Освітлення має бути слабким та циклічним, наприклад, 12 годин день / 12 годин ніч. Важлива циркуляція повітря без протягів, щоб уникнути скупчення вуглекислого газу.

Раціон цвіркунів має бути збалансованим, що сприятиме їх швидкому росту. Як основний корм використовують подрібнені злаки (кукурудза, пшениця, овес), соєве або рибне борошно, корм для свійської птиці без антибіотиків. Як додатковий корм в раціон комах включають овочеві відходи (морква, гарбуз, кабачки) та фрукти (яблука, банани). Для цвіркунів характерний високий коефіцієнт перетворення корму на біомасу (1,7 кг корму для отримання 1 кг цвіркунів). Важливо забезпечувати постійний доступ до чистої води за допомогою губок або тканини, змоченої водою, щоб уникнути потоплення комах.

Цвіркуні досягають статевої зрілості через 6–8 тижнів після вилуплення. Самки відкладають яйця у вологий субстрат (наприклад, торф або кокосовий ґрунт). Субстрат із яйцями забирають кожні 3–5 днів і переміщують в інкубатор. Оптимальна температура для інкубації становить +28–30 °С, при відносній вологості 80–90 %. За таких умов тривалість інкубації сягає 7–10 днів.

Цвіркуні готові до збору через 6–8 тижнів після вилуплення. Для збору врожаю температуру в приміщенні знижують до +4 °С, щоб уповільнити їх рухливість. Після цього комах збирають вручну або за допомогою спеціального

обладнання. Цвіркунів можна використовувати як живий корм або їх можна піддавати обробці. Комах висушують за температури +60–70 °С та подрібнюють для виготовлення білкового борошна. Для тривалого зберігання їх можна заморожувати.

Відходи, такі як екскременти та залишки корму, можуть бути використані як органічне добриво або утилізовані методом компостування. Це підвищує екологічну ефективність виробництва.

Цвіркуни мають високий вміст білка, що робить їх цінним джерелом поживних речовин. У середньому вміст білка в сухій масі цвіркунів становить 60–70 %. Цей показник може варіювати залежно від виду цвіркунів, умов їх вирощування та раціону. Окрім білка, цвіркуни містять важливі амінокислоти, такі як лізин, метіонін і триптофан, а також інші поживні речовини. Завдяки високому вмісту білка і низькому екологічному сліду, цвіркуни є перспективним компонентом для харчових продуктів і кормових добавок.

#### **Вирощування тарганів.**

Вирощування тарганів є перспективним напрямком у біотехнології завдяки їх широкому застосуванню у фармацевтиці, косметології та навіть у харчовій промисловості. Організація ферми для вирощування тарганів є досить простою, але вимагає дотримання певних умов для забезпечення ефективності процесу.

Таргани мають високу біопродуктивність і швидко розмножуються. Найбільш поширеними видами для промислового вирощування є: прусак рудий, американський тарган, тарган чорний, австралійський тарган, мадагаскарський шиплячий тарган (рис. 23). Комахи переробляють органічні відходи, зменшуючи їх обсяги і містять 50–60 % білка, що робить їх цінним джерелом поживних речовин.

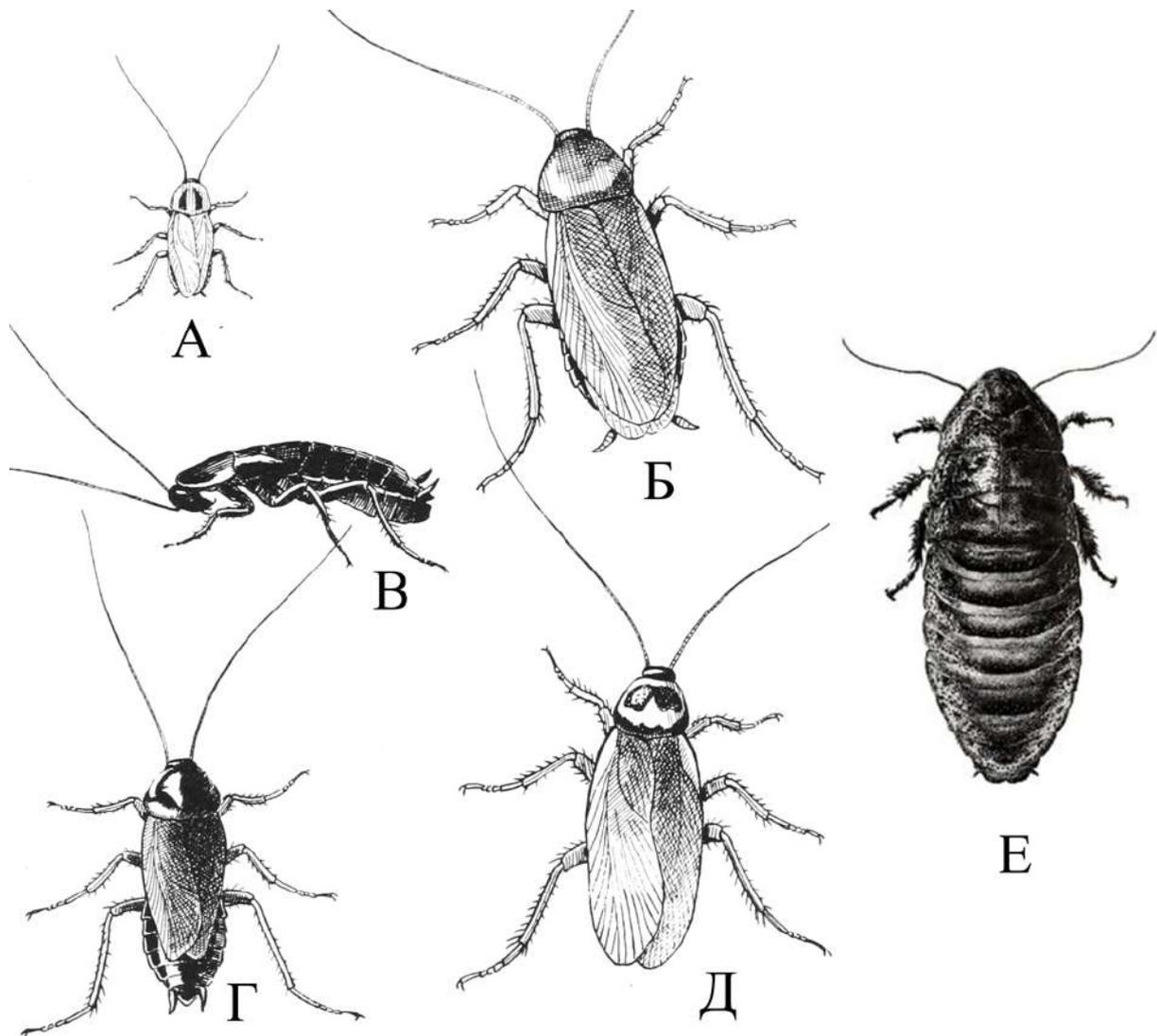


Рисунок 23 Поширені види тарганів: А – прусак рудий (*Blattella germanica*); Б – американський тарган (*Periplaneta americana*); В – тарган чорний (*Blatta orientalis*), самка; Г – тарган чорний (*Blatta orientalis*), самець; Д – австралійський тарган (*Periplaneta australasiae*); Е – мадагаскарський шиплячий тарган (*Gromphadorhina portentosa*).

Контейнери для утримання тарганів повинні бути пластиковими з вентиляційними отворами. Для запобігання втечі комах внутрішні стінки контейнерів змащують маслом. Як підстилку використовують картонні вкладки або яєчні лотки.

Для запуску ферми потрібна початкова колонія дорослих особин. Оптимальна температура, що сприяє активному росту й розмноженню комах – +25–30 °С. Вологість: 50–70 %. Потрібно забезпечувати свіжість повітря, запобігаючи накопиченню вуглекислого газу. При вирощуванні тарганів освітлення повинно бути мінімальним, оскільки більшість цих комах активні в темряві.

Для подальшого розведення відбирають найпродуктивніших особин. Інтенсивність розмноження тарганів залежить від умов утримання. Самки відкладають яйця у спеціальних укриттях (наприклад, у картонних вкладках). Личинки проходять кілька стадій линьки й досягають статевої зрілості за 4–6 місяців. Правильні температурні умови та наявність достатньої кількості корму сприяють високій репродуктивній здатності.

Харчування тарганів може базуватися на доступних і недорогих ресурсах, що робить їх вирощування економічно вигідним, але раціон тарганів має бути збалансованим. Основні корми – це органічні відходи, овочі, фрукти, сухі кормові суміші. Як додаткове харчування можна використовувати протеїнові добавки, вони позитивно впливають на прискорення росту. Годують комах один раз на добу або через день. Обсяг корму визначається відповідно до розміру колонії; корм повинен бути спожитий протягом 24 годин.

Тарганам потрібен доступ до питної води, яку можна забезпечувати через зволожувачі або губки, щоб уникнути загибелі комах від утоплення. Джерелом вологи також виступають шматочки свіжих овочів чи фруктів.

Для підтримання здорової популяції необхідно регулярно очищувати контейнери від залишків їжі та відходів і контролювати щільність популяції, щоб уникнути стресу у комах і не допускати старіння колонії.

Збір тарганів здійснюється шляхом струшування їх із контейнерів або виловлювання сачком. Зібраних комах очищують від залишків субстрату або корму і використовують живими або висушують, наприклад, методом ліофілізації. Оброблені таргани можуть бути перетворені на порошок або білкові екстракти для подальшого використання. Продукція з тарганів зберігається в герметичних і сухих умовах, що запобігає псуванню.

#### **Питання для самоконтролю та самопідготовки.**

1. Охарактеризуйте біологічні особливості культивування комах.
2. Яким чином культивують цвіркунів?
3. Як отримати посадковий матеріал для вирощування тарганів?
4. Яким чином збирають та заготовляють біомасу тарганів?
5. Яке практичне значення має культивування комах?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Алимов С.І. (2003). *Рибне господарство України: стан і перспективи*. К., 336 с.
2. Алимов С.І., Кононенко Р.В. (2014). *Інтенсивні технології в аквакультурі: навчальний посібник*. К.: Фітосоціоцентр, 280 с.
3. Андрющенко А.І., Алимов С.І. (2008). *Ставове рибництво: підручник*. К.: Видавничий центр НАУ, 636 с.
4. Бех В. В., Марценюк В. П., Тушницька Н. Й. (2020). Перспективи використання білкових компонентів нетрадиційного походження в комбікормах для аквакультури (огляд). *Рибогосподарська наука України*, № 2, С. 53–64.
5. Білявцева В.В., Мушит С.О., Сироватко К.М. (2020). *Основи акваріумістики: навчальний посібник*. Вінниця, 233 с.
6. Гринжевський М.В. (1998). *Аквакультура України*. Львів: Вільна Україна, 364 с.
7. Гринжевський М.В. Грициняк І.І. Третяк О.М. Ківа М.С. Мрук А.І. (2008). *Фермерське рибництво*. К.:Герб, 560 с.
8. Мельник І. П., Колісник Н. М., Шувар І. А. та ін. (2015). *Дощові черв'яки: наукові аспекти вирощування і практичне застосування*. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 444 с.
9. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. (2016). *Інтенсивні технології в аквакультурі: навчальний посібник*. К.: «Центр учбової літератури», 410 с.
10. Колесник Н.Л., Симон М.Ю., Маренков О.М., Нестеренко О.С. (2019). Культивування нематод з родів *Panagrellus*, *Turbatrix (Anguillula)* і *Rhabditis* для використання в годівлі риб. *Рибогосподарська наука України*, №3 (49). С. 16–31.
11. Кражан С.Д., Хижняк М.І. (2009). *Природна кормова база ставів*. Херсон: Олді-Плюс, 328 с.
12. Метлицька О. І., Мельничук С. Д., Спиридонов В. Г. (2017). Комахи – джерело поживних і біологічно активних речовин. *Вісник аграрної науки*, № 6, С. 29–35.
13. Побірський М. М., Андрійчук В. Ф. (2009). *Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни “Технологія виробництва продукції аквакультури”*. Житомир; ЖНАЕУ, 132 с.
14. Шарило Ю.Є., Вдовенко Н.М., Федоренко М.О., Герасимчук В.В., Небога Г.І., Гайдамака Л.А., Олійник О.Б., Матвієнко Н.М., Деренько О.О., Жакун І.Л. (2016). *Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Практичний посібник*. К.: «Простобук», 149 с.
15. Тищенко В.І, Божко Н.В. (2014). Формування природної кормової бази рибоводних ставків та її використання рибами різних видів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: тваринництво*, №2(2), С. 203–208.

16. Федоненко О.В., Шарамок Т.С., Маренков О.М. (2014). *Основи аквакультури: культивування мікрводоростей та безхребетних: навчальний посібник*. ПЦ «Формат», Дніпропетровськ, 44 с.
17. Шевченко В.Ю. (2018). *Аквакультура перспективних об'єктів: навчальний посібник*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 402 с.
18. Шерман І.М., Гринжевський М.В., Желтов Ю.О. (2001). *Годівля риб*. К.: Вища освіта, 269 с.
19. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. (2011). *Теоретичні основи рибництва: підручник*. К.: Фітосоціоцентр, 484 с.
20. Stickney R., Gatlin D. (2023). *Aquaculture: An Introductory Text, 4th Edition. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31(3), 452 p.
21. Fedonenko, O., Marenkov, O., Sharamok, T., Kolesnik, N., Grygorenko, T., Symon, M. (2017). Basics of aquaculture and hydrobiotechnology. *World Scientific News*, 88(1), P. 1–57.

Маренков Олег Миколайович  
Нестеренко Олег Станіславович  
Курченко Вікторія Олександрівна  
Боровик Іван Ігорович  
Єрух Микола Миколайович

## **КУЛЬТИВУВАННЯ ЖИВИХ КОРМІВ**

### **Навчальний посібник**

Підписано до друку 20.01.2025. Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний. Тираж  
50 пр. Зам. № 14

Друк: Поліграфцентр «Формат»  
пр. Науки, 74, оф. 104, м. Дніпро, 49010  
Свідоцтво держреєстрації №22240000000092  
Тел. +380994048263