

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

КАФЕДРА ГІДРОБІОЛОГІЇ ТА ІХТІОЛОГІЇ

М. І. Хижняк, М. Ю. Євтушенко,
Н. Я. Рудик-Леуська

ПРАКТИКУМ З ГІДРОБІОЛОГІЇ (ЧАСТИНА 1)

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЗА НАПРЯМОМ
«ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА»

«Центр учбової літератури»
Київ – 2017

УДК 574.5(075.8)
ББК 28.082.1я73
Х 43

*Рекомендовано Вченою радою
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол №4 від 22.11.2017 р.)*

Рецензенти:

Грициняк І. І. – доктор сільськогосподарських наук, академік НААН, директор Інституту рибного господарства НААН України, м. Київ;

Потрохов О. С. – доктор біологічних наук, завідувач відділом біології відтворення риб Інституту гідробіології НАН України, м. Київ;

Вовк Н. І. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри аквакультури факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ.

Хижняк М. І., Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я. Гідробіологія.
Х 43 Практикум. Частина 1. [Навчальний посібник] / М. І. Хижняк, М. Ю. Євтушенко, Н. Я. Рудик-Леуська. – Київ: Центр учбової літератури, 2017. – 516 с.: іл.

ISBN 978-611-01-1108-9

У навчальному посібнику наведено основні методи виконання лабораторних робіт з вивчення різних популяцій гідробіонтів. Основні розділи представлені інформацією щодо планування мережі станцій, періодичність відбирання проб, описані традиційні й сучасні методи відбирання і опрацювання проб угруповань гідробіонтів, приладів і засобів, які використовуються для відбирання біоти, методи фіксації з метою збереження відповідних показників, визначення структурних характеристик популяцій гідробіонтів.

Для студентів вищих аграрних закладів освіти III - IV рівнів акредитації за напрямом «Водні біоресурси та аквакультура».

УДК 574.5(075.8)
ББК 28.082.1я73

ISBN 978-611-01-1108-9

© Хижняк М. І., Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., 2017.
© НУБіП України, 2017.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕМА 1. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ВОДОЙМ.....	7
ТЕМА 2. ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА, ВОДА ТА ҐРУНТИ ЯК СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЖИВАННЯ ГІДРОБІОНТІВ	36
ТЕМА 3. БІОТОПИ ТА ЕКОЛОГІЧНА ЗОНАЛЬНІСТЬ ВОДОЙМ	48
ТЕМА 4. ПЛАНУВАННЯ МЕРЕЖІ СТАНЦІЙ ДЛЯ ВІДБИРАННЯ ГІДРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОБ	53
ТЕМА 5. ЖИТТЄВІ ФОРМИ ГІДРОСФЕРИ, ПЕРВИННОВОДНІ ТА ВТОРИННОВОДНІ ОРГАНІЗМИ.....	65
ТЕМА 6. ПЛАНКТОННІ УГРУПОВАННЯ ТА ЇХ ПРИСТОСУВАННЯ ДО ПРОЖИВАННЯ В ПЕЛАГІАЛІ	80
ТЕМА 7. БЕНТОСНІ УГРУПОВАННЯ ТА ЇХ ПРИСТОСУВАННЯ ДО ПРОЖИВАННЯ В БЕНТАЛІ	86
ТЕМА 8. БАКТЕРІОПЛАНКТОН І БАКТЕРІОБЕНТОС, МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ	105
8.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання.....	108
8.2. Відбирання проб води для мікробіологічних досліджень.....	109
8.3. Методи визначення загальної чисельності бактерій у воді.....	110
8.4. Методи визначення біомаси бактерій.....	119
8.5. Визначення загальної кількості сапрофітних бактерій у воді.....	127
8.6. Визначення кількості бактерій групи кишкової палички.....	132
8.7. Методи визначення загальної чисельності бактеріобентосу	134
8.8. Визначення загальної кількості сапрофітних бактерій у ґрунтах	138
8.9. Визначення метаболічно активних бактерій у воді й донних відкладах	140
ТЕМА 9. ФІТОПЛАНКТОН. СИСТЕМАТИЧНІ ВІДДІЛИ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ... ..	147
9.1. Систематичні відділи водоростей.....	150
9.2. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання	167
9.3. Прилади для відбирання проб фітопланктону.....	168
9.4. Відбирання та консервування проб фітопланктону.....	175
9.5. Підготовка проб до камерального опрацювання проб.....	178
9.6. Камеральне опрацювання проб.....	181
ТЕМА 10. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ПЕРВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ	188
10.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання.....	188
10.2. Методи визначення первинної продукції.....	191
10.3. Визначення первинної продукції фітопланктону склянковим методом	194
10.4. Визначення первинної продукції водяних макрофітів	200
10.5. Визначення первинної продукції у радіовуглецевій модифікації	201
10.6. Визначення первинної продукції методом авторадіографії.....	202
10.7. Визначення первинної продукції за вмістом хлорофілу-а	204
ТЕМА 11. ЗООПЛАНКТОН. ОСНОВНІ СИСТЕМАТИЧНІ УГРУПОВАННЯ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ.....	209
11.1. Основні систематичні угруповання зоопланктону.....	209

11.2. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання.....	227
11.3. Методи відбирання проб зоопланктону.....	228
11.4. Консервування та етикетування проб зоопланктону.....	201
11.5. Методи опрацювання проб зоопланктону.....	245
ТЕМА 12. ЗООБЕНТОС. ОСНОВНІ СИСТЕМАТИЧНІ УГРУПОВАННЯ. МЕТОДИ	
ВИВЧЕННЯ	254
12.1. Основні систематичні угруповання зообентосу.....	255
12.2. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання.....	281
12.3. Прилади та знаряддя для відбирання проб зообентосу.....	282
12.4. Методи опрацювання проб зообентосу.....	287
ТЕМА 13. ПЕРИФІТОН. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ	294
13.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання.....	294
13.2. Методи прямого відбирання проб перифітону з природних субстратів	295
13.3. Методи відбирання проб перифітону з вилученням субстратів	299
13.4. Методи відбирання проб перифітону з штучних субстратів	304
13.5. Спеціальні методи опрацювання епіфітних водоростей	306
ТЕМА 14. МАКРОФІТИ ВОДОЙМ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ	311
14.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання.....	311
14.2. Вивчення структури рослинних угруповань.....	311
ТЕМА 15. ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ. ДИНАМІКА ТА ЕТАПИ	
ВІДБИРАННЯ ГІДРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОБ	323
15.1. Показники якості води	323
15.2. Режим відбирання гідробіологічних проб	325
15.3. Часова динаміка відбирання гідробіологічних проб.....	327
15.4. Етапи відбирання гідробіологічних проб.....	329
15.5. Вимоги до устаткування, ємкостей та їх підготовка до відбирання проб	331
16. ВОДОРОСТІ. Систематичне положення та атлас поширених представників	
прісних водойм	337
17. ЗООПЛАНКТОН. Систематичне положення та атлас поширених представників	
класу <i>ROTIFERA</i> прісних водойм	354
18. ЗООПЛАНКТОН. Систематичне положення та атлас поширених представників	
класу <i>CLADOCERA</i> прісних водойм	374
19. ЗООПЛАНКТОН. Систематичне положення та атлас поширених представників	
класу <i>COPEPODA</i> прісних водойм	404
20. ЗООБЕНТОС. Систематичне положення та атлас поширених представників	
прісних водойм	426
21. МАКРОФІТИ. Поширені представники прісних водойм	474
ГЛОСАРІЙ	485

ВСТУП

Класична гідробіологія у вивченні стану водних екосистем оперує багатьма різноманітними методами досліджень, які дозволяють оцінити структуру популяцій різних видів гідробіонтів, їх функціональну роль у гідросфері, використовуючи енергетичний принцип, перебіг речовини та енергії трофічними ланцюгами та інших методів. Існує низка методів оцінки якості води та стану водних екосистем шляхом застосування в системі біомоніторингу індикаторних видів гідробіонтів та відповідних індексів. Більшість цих методів представлена у виданні «Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод» (за ред. акад. НАН України В.Д. Романенка). Проте багато з цих методів є досить працемісткими, на визначення видового складу гідробіонтів витрачається чимало часу, а деякі з них не в повній мірі задовольняють вимоги, які ставляться до наукових знань з позицій міжнародної наукової спільноти.

Між тим інтенсивний розвиток та досягнення світової науки привели до створення нових приладів та обладнання, які дозволяють не лише більш оперативно здійснювати моніторингові дослідження водойм різного типу, а й на більш глибокому методичному рівні вивчати механізми функціонування водних екосистем та фізіолого-біохімічні процеси, які відбуваються в організмі гідробіонтів як у нормі, так і через вплив на них природних та антропогенних чинників.

У зв'язку з цим студенти, які опановують гідробіологію, мають можливість ознайомитись у межах зібраної інформації з наявними сучасними методами, приладами та обладнаннями, які використовуються науковими установами, навчальними закладами при вивченні гідробіологічних процесів, які відбуваються у водних екосистемах різного типу.

Матеріали, що ввійшли до практикума підготовлені доцентом М.І. Хижняк (тема 2-12, 16-21) професором М.Ю. Євтушенком (теми 1, 15), доцентом Н.Я. Рудик-Леуською (13,14).

Тема 1. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ВОДОЙМ

Загальними методами гідробіології, як і біології в цілому є: *описовий, порівняльний та експериментальний.*

Описовий метод – це збирання і описування фактичного матеріалу для з'ясування суті явищ у водоймі. У гідробіології таким методом є *кількісний облік населення водойм*. Його *суть* полягає у визначенні *видового складу, чисельності і біомаси гідробіонтів* у зразках (пробах) води і донних відкладів у перерахунку на одиницю об'єму або площі водойми. Для відбирання проб води і донних відкладів на водоймах різного типу використовують спеціальні гідробіологічні прилади: батометри, планктонні сітки, дночерпаки, драги тощо (рис.1-4). Для кількісної оцінки угруповань водних організмів також використовують біохімічні та біофізичні методи (за концентрацією хлорофілу і АТФ визначають кількість водоростей і бактерій, за спектральним складом світла, що виходить з води, визначають вміст хлорофілу).

Для оцінки функціональної ролі окремих угруповань гідробіонтів в екосистемі необхідно встановити їх значення в трансформації речовин і енергії. З цією метою використовують фізіологічні, мікробіологічні, біохімічні, біофізичні, токсикологічні і інші методи.

Порівняльний метод дозволяє шляхом порівняння вивчати подібність чи відмінність організмів, популяцій, гідробіоценозів різних водойм.



Прилад для відбирання проб води, циліндричної форми, з кришками або клапанами для закривання під водою на заданій глибині.

Рис.1. Батометр Молчанова



Прилад для відбирання проб планктону, виготовлений з шовкового або капронового сита, через яке фільтрується вода. Планктон концентрується у нижній частині сітки – планктонній склянці і через гумову трубку з затискачем (краник) виливається у спеціальний посуд.

Рис.2. Планктонна сітка



Прилад для кількісного обліку донного населення. Складається з двох металевих "щелеп", які перед відбиранням проби відкриваються і закріплюються, а при скиданні у водойму під впливом власної ваги вриваються в дно і закриваються. Всередину дночерпака потрапляє частина донних відкладів, камені, пісок, тварини і рослини, які там мешкають.

Рис. 3. Дночерпак



Драга

Прилад для відбирання проб донних відкладів і донного населення (рослин і тварин), складається з металевій рамки і прикріпленого до неї міцного сітчастого мішка; до верхньої частини мішка кріпиться металева зубчаста рама. Драгу на тросі протягують по дну, і її зубці зішкрябають дрібні камені, донні відклади разом з донними рослинами і тваринами. Потім драгу піднімають разом з вмістом на палубу судна, "улов" розкладають в різні ємності і вивчають в лабораторії.

Рис. 4 Драга

Експериментальний метод досліджень пов'язаний з активним впливом дослідника на окремі популяції, біоценози і екосистеми в природних чи лабораторних умовах у необхідному для нього напрямку. При цьому точно вимірюють потрібні умови і враховують зміни перебігу процесів. Метод дозволяє вивчати явища ізольовано і досягати повторення їх при відтворенні ідентичних умов. Експеримент забезпечує глибше, ніж інші методи, проникнення у суть явищ і безпосереднє оволодіння ними. Вищою формою експерименту є **моделювання** досліджуваних процесів у водних екосистемах.

Для моделювання процесів взаємодії між різними компонентами екосистем з метою прогнозування їх стану застосовують математичні методи та методи системного аналізу.

У лабораторних умовах відібрані зразки камерально опрацьовують під мікроскопом і визначають систематичний та кількісний склад організмів.

Для вирішення низки завдань гідробіологія залучає багатий арсенал сучасних хімічних, фізіологічних, мікробіологічних, біохімічних, біофізичних, молекулярно-генетичних, токсикологічних методів. Окрім цього, у сучасних дослідженнях використовують дистанційні біофізичні прилади, підводне й надводне відеоспостереження (телебачення, фотографування), ехолокацію та методи візуального спостереження – акваланги, підводні човни, батискафи та космічні супутники. Вивчення населення водойм проводять

шляхом відбирання зразків (проб) води й донних відкладів з наявними там організмами при експедиційних виїздах на водойму. У морській експедиції судно виходить на заздалегідь визначену станцію і прив'язується у просторі за допомогою супутникової системи позиціонування (GPS). Ехолотом визначається глибина місця. Для визначення параметрів середовища (температури, вмісту розчиненого кисню, тиску, електропровідність, флуоресценція) використовують СТД-зонд та касети з батометрами для відбирання проб води (рис.5). Після цього проводять відбирання проб зоопланктону планктонною сіткою, проб зообентосу дночерпачами чи донним тралюванням. При роботі судна в прибережних районах проводять підводні водолазні дослідження.

Вивчення великомасштабних процесів і явищ, що відбуваються на земній поверхні, проводиться з використанням штучних супутників Землі. Найкращі результати досягаються при комплексному, синхронному використанні дистанційних і наземних вимірювань, коли результати останніх екстраполюються на картосхеми, отримані на основі космічних знімків. Космічні зйомки поверхні Землі виконують супутники Січ-1, Природа, Lendsat, Shot, NOAA, ERS IRS тощо. Вони мають спектральну скануючу апаратуру, що дозволяє отримати

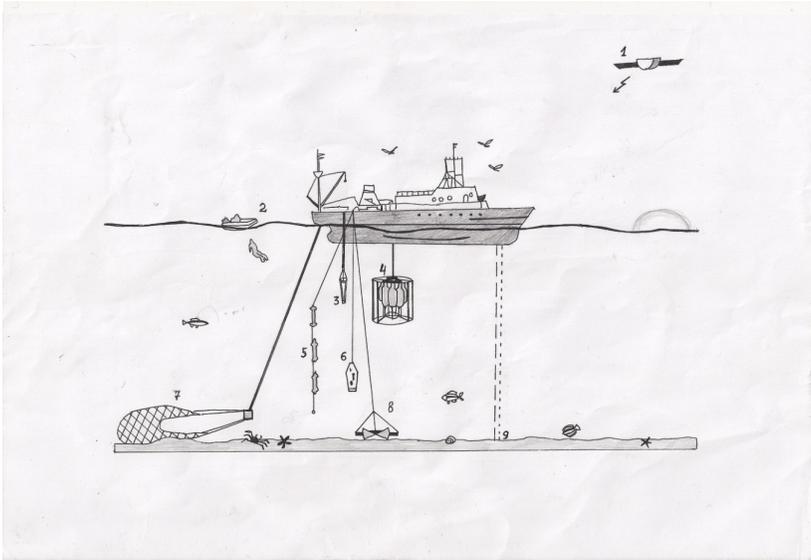


Рис. 5. Оснащення науково-дослідного судна у морській експедиції

- 1 – супутникова система позиціонування (GPS)
- 2 – підводні дослідження, висадка на берег
- 3 – зоопланктонна сітка
- 4 – STD-зонд STD90 (Т, С, О, рН, ФАР, флуоресценція) у касеті MWWS12 з батометрами для відбирання проб води
- 5 – серія батометрів Ніскіна або БМ-48
- 6 – STD-зонд SEACAT SBE19 (Т, С, D)
- 7 – донний трал або трал Сігсбі
- 8 – дночерпач Ван-Віна
- 9 – ехолот

зображення земної поверхні в різних діапазонах спектра: у видимому (від 0,40 до 0,75 мкм), інфрачервоному (від 0,75 до 14 мкм) і радіоспектрі (від 3 до 100см). При цьому забезпечується максимальна роздільна здатність на місцевості зі смугою огляду у декілька десятків кілометрів. Ці параметри апаратури забезпечують отримання різних карт, які при дослідженні водойм

дають панораму водних систем (річок, озер, водосховищ, морів і океанів), використовуються для побудови мережі станцій, визначення координат мережі станцій (GPS) та екологічних карт водних об'єктів.

Сучасне вивчення біології морів проводять з використанням географічних інформаційних систем (ГІС). Це організований набір апаратних і програмних засобів, географічних даних, призначених для ефективного отримання, збереження, оновлення, опрацювання, аналізу й зображення усіх видів географічно прив'язаної інформації. Інформація в ГІС надходить з експедиційних досліджень, дистанційного зондування, архівних матеріалів і літературних джерел. Інформація про водні екосистеми для роботи у ГІС-системі складається з основних блоків:

- середовище (морфометричні характеристики водойми, рельєф дна, ґрунти, характер берегів, клімат, гідрологічний режим, фізико-хімічні умови тощо);
- біота (дані щодо планктону, бентосу, іхтіофауни, птахів і ссавців);
- антропогенний вплив (різні види забруднень – органічне, хімічне, теплове і радіаційне, а також рибництво, рибальство, розробка сировинних запасів тощо).

Також у системі ГІС наводяться дані про експедиції, дистанційне зондування, фото- і відеоматеріали тощо. Впровадження в

практику гідробіологічних досліджень сучасних технологій – GPS та ГІС дозволяє вирішувати питання визначення координат на новітньому рівні.

Одним із найбільш перспективних методів в гідробіології вважають застосування ізольованих екологічних систем або мікрокосм. Це експериментальні ємкості, виготовлені із поліетилену, поліхлорвінілу чи інших полімерних плівок, що поміщаються в природні водойми для систематичних спостережень за гідробіологічними процесами в контрольованих умовах, наближених до природних. Сучасні мікрокосми являють собою складні інженерні споруди об'ємом до декількох сот кубічних метрів, які використовуються в морських і океанічних умовах. Якщо дослідження проводять у природних умовах безпосередньо на водному об'єкті, то у цьому випадку екосистема наближена до природного середовища піддається впливу природних і антропогенних чинників. Переваги мікрокосмів є очевидними, і їх прийнято називати штучними басейнами для досліджень екологічного стану водойм. Проте такий експеримент вимагає постійного контролю, потребує великої кількості технічних засобів і фінансових витрат. Дослідження з використанням мікрокосм використовують у гідробіології та екології, вивчаючи дію токсиканта на організм, популяцію і гідробіоценоз. Дослідження з використанням мікрокосма широко використовують у США як невід'ємну частину екологічного моніторингу.

Останнім часом для визначення чисельності водоростей та бактерій використовують біохімічні методи (за концентрацією хлорофілу та концентрацією АТФ). Вміст хлорофілу, а відповідно і чисельність водоростей, визначають біофізичними методами (за спектральним складом світла, що виходить з води). Поширеними методами визначення інтенсивності фотосинтезу планктону є кисневий (хімічний) та радіовуглецевий (біофізичний) методи.

Надзвичайно перспективними є молекулярно-генетичні дослідження. Вони дають можливість за виділеними РНК і ДНК вивчати бактеріопланктон та досліджувати його різноманіття, визначати детекцію (якісні ознаки), характеристику, контроль поширення фітопланктону та залежність генетичної структури зоопланктону від екологічних факторів тощо.

Вивчення видового складу різних таксономічних груп водних організмів неможливе без інформаційного забезпечення, яке включає три основних блоки:

1 – Визначники систематичної ієрархії флори та фауни – від виду (підвиду, форми, варієтету статусу) до таксонів найвищого рангу – тип, царство. У наш час робляться спроби щодо створення електронних атласів-визначників, які б поєднали багатий фактичний матеріал традиційних визначників з методами, що використовуються в штучному інтелекті (експертних системах) та розпізнаванні образів. Швидкість електронного визначення залежить від складності

таксономічної групи, фізичного стану об'єкта та складності ознак. Система дає відповідь про вид даного об'єкта (чи варіанти відповіді) та розгорнуту довідку з морфології, екології, біогеографії, літературі тощо. Розроблено електронні атласи-визначники риб і деяких вищих ракоподібних – *Isopoda*, *Anisopoda*, *Cirripedia* Чорного моря, атласи-визначники безхребетних тварин прісних вод (річок, озер, ставів, водосховищ середньої смуги Росії), які включають 130 видів (30 систематичних груп різного порядку) та атлас-визначник найбільш поширених водоростей (52 види, 49 таксонів на рівні відділів і родів).

2 – *Основні монографічні роботи*, за допомогою яких можна:

- обґрунтувати необхідність дослідження гідробіонтів даної систематичної, екологічної чи трофічної групи;
- вибрати необхідні найбільш інформативні структурно-функціональні характеристики;
- освоїти нові методи досліджень.

3 – *Математичне забезпечення* – в найменше розроблене та представлене в основному методами варіаційної статистики.

Практично відсутні програми системного забезпечення та аналізу емпіричних даних, методичних підходів до їх узагальнення. Доопрацювання вимагає математичне забезпечення короткочасових і, особливо, довгострокових прогнозів можливих загроз біорізноманіттю від антропогенних чинників. Більшість розроблених в екології математичних моделей дозволяє

моделювати абіотичні складові водних екосистем, а біотичні (ті, що формують біорізноманіття), як правило, ігноруються. Необхідною складовою інформаційного забезпечення повинен бути пакет комп'ютерних програм для характеристики біорізноманіття, структурних індексів, їх основних функціональних характеристик. Важливим моментом також є і те, що математичне забезпечення дозволяє більш чітко сформулювати мету, задачі досліджень, логічно обґрунтувати отримані результати досліджень.

Визначення таксономічного складу планктонних і бентосних угруповань водних організмів та їх кількісних показників неможливе без апаратного забезпечення оптичними та вимірними приладами: мікроскопами різних видів, фотоелектроколориметрами, цитофлуориметрами тощо. Сучасні світлові мікроскопи – це складні оптичні системи, які дають можливість отримувати збільшення у 2500–3000 разів. У ХХ столітті сконструйований цифровий мікроскоп, що збільшує предмети в сотні тисяч разів.

Мікроскопічні методи вивчення населення водойм. Мікроскоп (від *micro* – маленький і *skopeo* – дивлюся), оптичний прилад для отримання сильно збільшених зображень об'єктів (або деталей їх структури), невидимих неозброєним оком. Розміри мікроорганізмів, переважної більшості планктонних організмів надзвичайно дрібні і для їх вивчення призначені мікроскопи різних типів (табл.1).

1. Типи і види мікроскопів

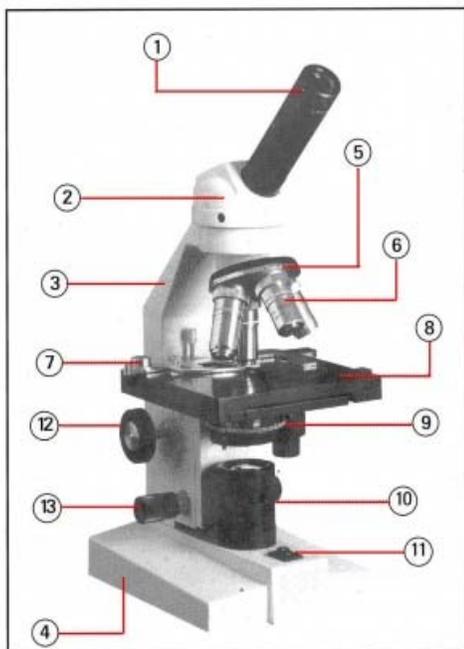
За областями застосування	<i>технічні, біологічні хірургічні</i>
За класом складності	<i>навчальні робочі лабораторні дослідницькі</i>
За видами мікроскопії	<i>світлові прохідні і відбитого світла поляризаційні люмінесцентні (флуоресцентні, найскладніший з них – конфокальний мікроскоп) фазового контрасту електронні</i>
За спрямованістю світлового потоку	<i>прямі інвертовані</i>

Сучасний світловий біологічний мікроскоп – складний оптичний прилад, призначений для виявлення, спостереження і дослідження форми, розмірів, деталей будови дрібних (до 0,2 мкм) біологічних об'єктів і їх структур.

Принцип роботи світлового мікроскопа полягає в тому, що через прозорий або напівпрозорий об'єкт дослідження, розміщений на предметному столику, проходять промені світла та потрапляють на систему лінз об'єктиву, які збільшують зображення (рис.6). Мікроскоп складається з трьох функціональних елементів: освітлювального, відтворювального та візуалізованого. Освітлювальний елемент створює потік світла

на об'єкт дослідження для збільшення його розмірів. До нього входять джерело світла та оптико-механічна система.

Відтворювальна частини мікроскопа – це відтворення зображення предмета у площині з необхідною якістю зображення і кратністю збільшення. Відтворюючий елемент - це об'єктив і проміжна оптична система.



- 1 – окуляр
- 2 – насадка
- 3 – штатив
- 4 – основа
- 5 – револьверна головка
- 6 – об'єктив
- 7 – координатний столик
- 8 – предметний столик
- 9 – коонденсор
- 10 – освітлювальний пристрій
- 11 – перемикач
- 12 – гвинт макрометричного (грубого) фокусування
- 13 – гвинт мікрометричного (точного) фокусування

Рис.6. Будова світлового мікроскопа

Візуалізований елемент необхідний для отримання зображення предмета на сітківці ока, фотоплівці, екрані та додаткового збільшення. Він складається з монокулярної, бінокулярної чи тринокулярної візуальної насадки із спостережною системою (окулярами), проєкційної насадки,

системи додаткового збільшення, системи аналізу та документування зображень.

Оптична система мікроскопа складається з окуляра і об'єктива, з'єднаних між собою трубою – тубусом, який прикріплений до штатива.

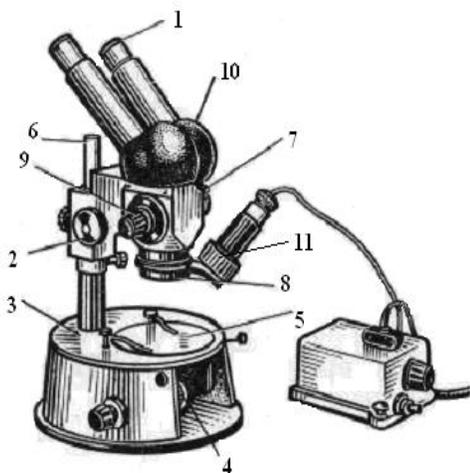
Збільшення мікроскопа є його основною характеристикою і дорівнює добутку збільшень об'єктива й окуляра. З навчальною метою використовують об'єктиви х8, х20, х40, х90. Збільшення окулярів позначено на них цифрами: х7, х10, х15. Якість об'єктива визначає його роздільна здатність, тобто властивість зображувати найдрібніші деталі препарату. Роздільна здатність характеризується найменшою відстанню, при якій дві крапки розрізняють окремо – це близько 0,2 мкм. Наприклад, при використанні імерсійного об'єктива (х 90) і окуляра (х10), зображення об'єкта буде збільшене в 900 разів.

Механічна система мікроскопа – це тубус, штатив, предметний столик, механізми фокусування, револьверна голівка. Механізми фокусування використовують для отримання чіткого зображення. Гвинт грубого (макрометричного) фокусування використовують при роботі з малим збільшенням, а тонкого (мікрометричного) фокусування – при роботі з великим збільшенням. Препарат з об'єктом досліджень поміщають на предметному столику.

На револьверній голівці розташовані об'єктиви. Повертаючи її, можна вибрати потрібний об'єктив і таким чином поміняти

збільшення. Освітлювальна система мікроскопа складається з джерела світла, яке може бути вмонтованим і зовнішнім, конденсора і діафрагми. Біологічні мікроскопи мають нижню вмонтовану підсвітку. За допомогою діафрагми можна регулювати освітлення препарату. Конденсори бувають однолінзові, двохлінзові, трьохлінзові. Шляхом піднімання чи опускання конденсора, можна конденсувати чи розсіювати повітря, що падає на препарат. Діафрагма може бути з поступовою зміною діаметра отвору або ступінчатою з декількома отворами різного діаметру. При зменшенні чи збільшенні діаметру отвору можна обмежувати або збільшувати потік світла, що падає на об'єкт досліджень.

Мікроскоп біологічний стереоскопічний МБС-1 (рис.7) дає пряме та об'ємне зображення об'єкта, що проходить у відбитому світлі. Він призначений для вивчення дрібних об'єктів і препарування їх, так як має велику робочу відстань (відстань від накривного скельця до фронтальної лінзи). Основна частина мікроскопа – оптична голівка. У нижню частину її вмонтовано об'єктив, що складається з системи лінз, які можна перемикає за допомогою рукоятки і цим змінювати збільшення. Збільшення об'єктива позначені цифрами на рукоятці - x0, 6, x1, x2, x4, x7. Для встановлення потрібного збільшення об'єктива необхідно цифру на рукоятці поєднати з точкою на корпусі голівки. На верхню частину голівки встановлена біноклярна насадка.



- 1 – окуляр
- 2 – гвинт грубої наводки
- 3 – підставка
- 4 – дзеркало
- 5 – предметний столик
- 6 – стійка
- 7 – оптична голівка
- 8 – об’єктив
- 9 – рукоятка перемикання збільшення
- 10 – бінокулярна насадка
- 11 – лампа

Рис.7. Будова світлового стереоскопічного мікроскопа МБС-1

Окуляри мають збільшення $\times 6$, $\times 8$, $\times 12$, 5. Для встановлення зручної для очей відстані між окулярами треба розсунути або зрушити тубуси. До задньої стінки корпусу голівки прикріплений кронштейн з рейковим механізмом пересування. Підйом і опускання корпусу голівки здійснюється обертанням гвинта.

Кронштейн кріпиться до стійки, яка прикріплена до підставки. Для роботи в прохідному світлі в корпус підставки вмонтований відбивач світла із дзеркальною і матовою поверхнями. З передньої сторони корпусу є вікно для доступу денного світла. Для штучного освітлення призначена лампа, яку вставляють або в отвір у задній частині корпусу (для прохідного світла), або в кронштейн, укріплений на об’єктиві (для відбитого

світла). Столик встановлений у круглomu вікні на верхній поверхні корпусу підставки. Він може бути або скляним (при світлі, що проходить), або металевим, з білою і чорною поверхнями (при відбитому світлі).

Мікроскопія. Структуру препарату можна розрізнити лише тоді, коли різні його частки по-різному поглинають або відбивають світло чи відрізняються одна від іншої (або від довкілля) показником заломлення. Ці властивості обумовлюють різницю амплітуд і фаз світлових хвиль, що пройшли через різні ділянки препарату, від чого залежить контрастність зображення. Тому методи спостереження при мікроскопічному дослідженні вибираються залежно від характеру і властивостей об'єктів, що вивчаються. Серед них виділяють метод світлого поля, метод темного поля, метод косого освітлення, метод імерсійної мікроскопії тощо.

Метод світлого поля в прохідному світлі (рис.8) застосовується при дослідженні прозорих препаратів з включеними

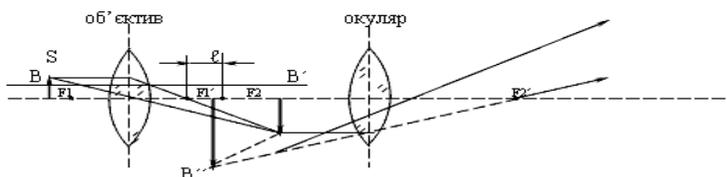


Рис.8. Хід променів у світловому мікроскопі

в них абсорбуючими (що поглинають світло) частками і деталями. Такими є, наприклад, тонкі забарвлені зрізи тваринних і рослинних тканин тощо. Метод темного поля застосовують для отримання зображень непрозорих об'єктів, невидимих при освітленні за методом світлого поля. При цьому у полі зору на темному фоні видно світлі зображення елементів структури препарату, що відрізняються від довкілля показником заломлення.

Метод косоного освітлення є різновидом попереднього відрізняючись тим, що світло на об'єкт направляють під великим кутом до напрямку спостереження. У деяких випадках це дозволяє виявити «рельєфність» об'єкту за рахунок утворення тіней.

Метод імерсійної мікроскопії передбачає застосування сильних об'єтивів ($\times 90$) і кедрової олії для вирівнювання показників приломлення світла між фронтальною лінзою об'єктива та препаратом, що підвищує якість зображення. Світловий пучок, який проходить через олію, не розсіюється, не змінює свого напрямлення, а потрапляє до об'єктива, забезпечуючи добре освітлення поля зору (рис.9). При відсутності олії промені на межі скло-повітря розсіюються, тоді освітлення буде недостатнім.

Крім світлового мікроскопа, який залишається основним інструментом при вивченні клітин і тканин, для спеціальних цілей використовують фазовоконтрастний, інтерференційний,

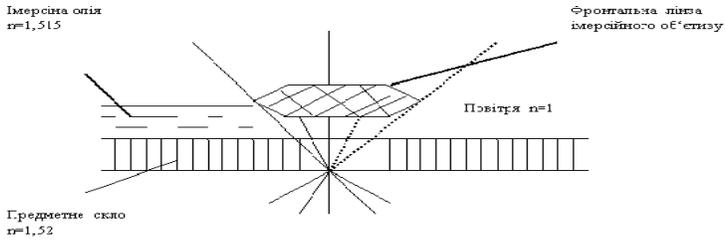


Рис. 9. Хід променів в імерсійній системі світлового мікроскопа

поляризаційний, люмінесцентний та інші мікроскопи. **Флуоресцентна (люмінесцентна) мікроскопія** використовує явище флуоресценції або світіння об'єкта, збуджене ультрафіолетовими променями. Розрізняють первинну, власну флуоресценцію (хлорофіл флуоризує яскраво-червоним кольором), і вторинну, або наведену, що збуджується флуорохромами (акридин оранжевий збуджує світіння ДНК яскраво-зеленим, а РНК – червоно-оранжевим світлом). У люмінесцентній мікроскопії використовують освітлення препаратів зверху (через об'єктив, який в цьому випадку служить і конденсором) і знизу, через звичайний конденсор. Спостереження при освітленні зверху інколи називають «люмінесцентною мікроскопією у відбитому світлі» (цей термін умовний – збудження світіння препарату не є простим віддзеркаленням світла); його часто поєднують із спостереженням за фазово-контрастним методом в прохідному світлі. Препарати для вивчення в люмінесцентному мікроскопі обробляють речовинами, здатними флуорескувати –

флуорохромами. Основними флуорохромами є акридин, корифосфін, ізотіоціонат.

Ультрафіолетова мікроскопія ґрунтується на принципі використання явища вибіркового поглинання ультрафіолетових променів речовинами. Різні речовини мають різні спектри поглинання цих променів, що дає можливість виявляти певні сполуки, наприклад, диференціювати ДНК і РНК.

Фазовоконтрастна та інтерференційна мікроскопія. Метод фазовоконтрастної та інтерференційної мікроскопії передбачає вивчення живих нефарбованих препаратів. У фазовоконтрастному мікроскопі використовується явище дифракції. За допомогою кільцевої діафрагми “фазової пластинки” підвищується контрастність об’єкта, що дає можливість розрізнати структури, які мають різні показники заломлення.

Метод фазового контрасту використовують для отримання зображень прозорих і безбарвних об’єктів, невидимих при спостереженні за методом світлого поля. До таких об’єктів належать, наприклад, живі незабарвлені тварини тканини. Метод заснований на тому, що навіть при дуже малих відмінностях в показниках заломлення різних елементів препарату світлова хвиля, що проходить через них, зазнає різних змін по фазі (набуває фазового рельєфу). Ці фазові зміни, що не сприймаються безпосередньо ні оком, ні фотопластиною, за допомогою спеціального оптичного пристрою перетворюються в

зміни амплітуди світлової хвилі, тобто в зміни яскравості («амплітудний рельєф»), які вже помітні оком або фіксуються на фоточутливому шарі. Тобто у видимому зображенні відтворюється фазовий рельєф, який є фазово-контрастним.

Інтерференційний мікроскоп характеризується тим, що в ньому один пучок світла розділяється на два, які потім накладаються й інтерферують. Структури, різні за товщиною і показниками заломлення, у такому мікроскопі стають контрастними і добре розрізняються. Інтерференційний мікроскоп дозволяє визначати товщину об'єкту та вміст у ньому сухої маси речовини.

Відеокамери та відповідні технології обробки зображення значно збільшили можливості світлової мікроскопії. Це дозволило спостерігати клітини протягом тривалого часу при низькій освітленості, виключаючи тривалий вплив яскравого світла (або тепла). Оскільки зображення створюється відеокамерою у формі електронних сигналів, його можна відповідним чином перетворити в числові сигнали, направити в комп'ютер і згодом піддати додатковій обробці для вилучення прихованої інформації. Ці та подібні методи обробки зображення дозволяють компенсувати оптичні недоліки мікроскопів і практично досягти межі дозволу.

Світлові мікроскопи, що відповідають сучасному науково-технічному рівню та міжнародному стандарту ISO 9000 – мають складні універсальні оптичні системи. Вони дають можливість

отримувати збільшення у 2500-3000 разів і одночасно аналізувати зображення (рис.10).



Рис. 10. Універсальний мікроскоп Axio Imager A1

Мікроскопія проходить в прохідному світлі (світле поле та дисперсійно-інтерференційний контраст) і у відбитому світлі (епіфлуоресценція). Освітлювальна система прохідного світла вмонтована в основі й забезпечує реалізацію принципу Келера з галогенним джерелом світла. Об'єктиви мають збільшення/числову апертуру: 5x/0,15, 10x/0,30, 20x/0,50, 40x/0,75 і 100x/1,30 масляної імерсії. Оптична корекція об'єктивів – апохроматична. Окуляри мають лінійне поле з можливістю роботи в окулярах і діоптрійну наводку на різкість для вирівнювання зображення у бінокулярній насадці.

Система аналізу зображення складається з програмного забезпечення Axio Vision 4 та кольорової цифрової камери Axio Cam MRc 5.

Електронна мікроскопія. Електронний мікроскоп дозволяє розглянути будову дуже дрібних структур, невидимих у світловому мікроскопі. Його роздільна здатність у 400 разів більше, ніж у світлового мікроскопа. Це досягається за рахунок потоку електронів, замість видимого світла. Розрізняють два типи електронних мікроскопів: трансмісійний (просвічує) і скануючий (дає об'ємне зображення мікропрепаратів).

Трансмісійний електронний мікроскоп дозволяє отримувати пряме зображення об'єкта за допомогою електронного променя (рис.11). Техніка просвічення електронами (трансмісії) тонких об'єктів дозволяє отримувати розділення до 0,08 нм, а при використанні техніки електронного коректування аберації – до 0,05 нм.

Принцип роботи. Досліджуваний зразок в умовах високого вакууму просвічується пучком електронів, що виходить з джерела катода – електронної гармати й прискорюється високою напругою. В управлінні пучком використовується система магніто-електричних конденсорів-лінз таким чином, щоб він попадав паралельно на вибрану ділянку об'єкта.

У трансмісійному електронному мікроскопі електрони проходять через об'єкт, завтовшки від декількох нанометрів до мікрометра. При попаданні на об'єкт частина електронів

розсіюється. За допомогою діафрагми на екрані (фотоплівці або CCD сенсорі) отримується пряме зображення реальної структури у світлому або темному полі, яке залежить від режиму роботи мікроскопа.

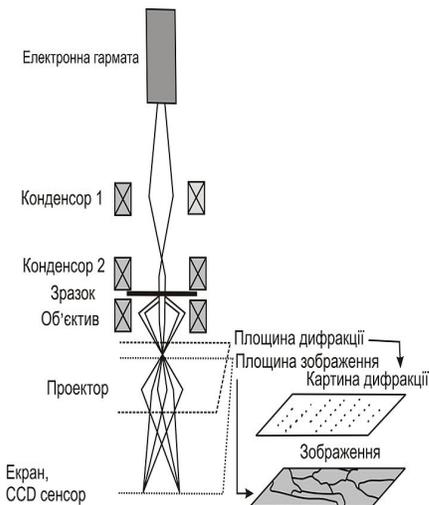


Рис.11. Трансмісійний електронний мікроскоп та схематичне зображення потоку електронних променів

Скануючий електронний мікроскоп (рис. 12) – прилад, що дозволяє одержувати зображення поверхні зразка з великою роздільною здатністю (менше 1 мкм). Зображення, одержані за допомогою електронного мікроскопа, є тривимірними і зручними для вивчення структури сканованої поверхні. Ряд додаткових методів (EDX, WDX- методи) дозволяє отримувати інформацію про хімічний склад приповерхневих шарів.

Принцип роботи. Досліджуваний зразок в умовах промислового вакууму сканується сфокусованим електронним пучком середніх енергій. Залежно від механізму реєстрації сигналу розрізняють декілька режимів роботи скануючого електронного мікроскопа: режим відбитих електронів, режим вторинних електронів, режим катодолюмінесценції тощо.

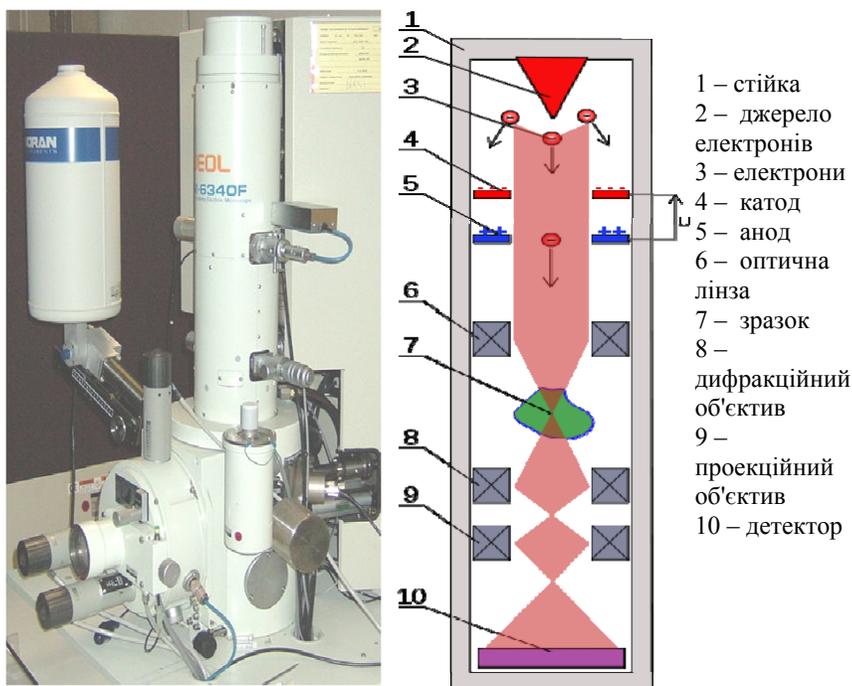


Рис.12. Скануючий електронний мікроскоп та схематичне зображення потоку електронних променів

Розроблені методики дозволяють досліджувати не тільки властивості поверхні зразка, але також візуалізувати та отримувати інформацію про властивості підповерхневих

структур, які знаходяться на глибині декілька мікрон від сканованої поверхні.

Просторова роздільна здатність скануючого електронного мікроскопа залежить від поперечного розміру електронного пучка, який у свою чергу залежить від характеристик електронно-оптичної системи, що фокусує пучок. Роздільна здатність також обмежена розміром області взаємодії електронного зонда із зразком, тобто від матеріалу мішені. Розмір електронного зонда і розмір області взаємодії зонда із зразком набагато більші від відстані між атомами мішені. Таким чином, роздільна здатність скануючого електронного мікроскопа не є достатньо великою, щоб відображати атомарні масштаби, як це можливо, наприклад, в електронному мікроскопі, що працює за принципом просвічування. Проте скануючий електронний мікроскоп має свої переваги, включаючи здатність візуалізувати порівняно велику область зразка, здатність досліджувати масивні мішені (а не тільки тонкі плівки), а також різноманітність аналітичних методів, що дозволяють досліджувати фундаментальні характеристики матеріалу мішені. Залежно від конкретного приладу й параметрів експерименту, можна досягнути значення роздільної здатності від десятків до одиниць нанометрів.

Методи проточної цитометрії. У сучасних наукових гідробіологічних дослідженнях використовують методи проточної цитометрії для оптичного вимірювання параметрів клітини, її органел та процесів, що відбуваються у клітині

(рис.13). Методика полягає у виявленні розсіювання світла лазерного променя при проходженні через нього клітини в струмені рідини, причому ступінь світлової дисперсії дозволяє отримати уявлення про розміри та структуру клітини.

Крім того в ході аналізу враховується рівень флуоресценції хімічних сполук, що входять до складу клітини (аутофлуоресценція) або внесених у зразок перед проведенням досліджень.



Рис. 13. Проточний цитофлуориметр серії CYTOMICS FC 500

Принцип роботи цитофлуориметра полягає у тому, що суспензія, попередньо мічена флуоресцентними барвниками, потрапляє в потік рідини, що проходить через проточну клітинку. Умови підібрані таким чином, що клітини шикуються одна за одною за рахунок так званого гідродинамічного фокусування струменя в струмені. У момент перетину кліткою лазерного променя детектори фіксують розсіювання світла під різними кутами та інтенсивність флуоресценції, що використовується для

визначення розмірів клітин, співвідношення ядро/цитоплазма, неоднорідності та гранулярності клітин, субпопуляційного складу клітинної суспензії тощо.

Використання методу проточної цитометрії дозволяє визначити:

- чисельність, біомасу та розмірний спектр природних мікробних популяцій і угруповань (переважно піко- і нанопланктона), культивованих мікроорганізмів і клітин;
- ідентифікацію та кількість фотоавтотрофних мікроорганізмів за флуоресценцією пігментів з оцінкою ступеня флуоресценції кожної з клітин;
- якісний і кількісний аналіз популяції клітин або мікроорганізмів, специфічно забарвлених флуоресцентними маркерами;
- якісне та кількісне визначення життєздатності та фізіологічної активності клітин тощо.

Правила роботи з світловим мікроскопом:

- 1 Працювати з мікроскопом слід сидячи.
- 2 Мікроскоп оглянути, витерти м'якою серветкою об'єктиви, окуляр, дзеркало або електроосвітлювач.
- 3 Мікроскоп встановити перед собою, трохи ліворуч на 2-3 см від краю столу, під час роботи не зрушувати.
- 4 Відкрити повністю діафрагму, підняти конденсор в крайнє верхнє положення.
- 5 Роботу з мікроскопом завжди починати з малого збільшення.

- 6 Опустити об'єктив у робоче положення, тобто на відстань 1 см від предметного скла.
- 7 Встановити освітлення в полі зору мікроскопа, використовуючи електроосвітлювач або дзеркало. Дивлячись одним оком в окуляр і користуючись дзеркалом з увігнутою стороною, направити світло від вікна в об'єктив, а потім максимально і рівномірно висвітлити поле зору. Якщо мікроскоп забезпечений освітлювачем, то під'єднати мікроскоп до джерела живлення, включити лампу і встановити необхідну яскравість горіння.
- 8 Покласти мікропрепарат на предметний столик так, щоб досліджуваний об'єкт знаходився під об'єктивом. Дивлячись збоку, опускати об'єктив за допомогою макрогвинта доти, поки відстань між нижньою лінзою об'єктива і мікропрепарата не стане на рівні 4-5 мм.
- 9 Дивитися одним оком в окуляр і обертати гвинт грубого фокусування на себе, плавно піднімаючи об'єктив до положення, при якому добре буде видно зображення об'єкта. Не можна дивитися в окуляр і опускати об'єктив. Фронтальна лінза може розчавити накривне скельце і на ній з'являться подряпини.
- 10 Пересуваючи препарат рукою, знайти потрібне місце, розташувати його в центрі поля зору мікроскопа.
- 11 Якщо зображення не з'явилося, то треба повторити всі операції пунктів 6, 7, 8, 9 спочатку.
- 12 Для вивчення об'єкта при великому збільшенні, спочатку потрібно поставити обрану ділянку в центр поля зору мікроскопа при малому збільшенні. Потім поміняти об'єктив на 40 х, повертаючи револьвер, так щоб він зайняв робоче положення. За допомогою макрогвинта домогтися чіткого зображення об'єкта.

- 13 Після закінчення роботи з великим збільшенням, встановити мале збільшення, підняти об'єктив, зняти з робочого столика препарат, протерти чистою серветкою всі частини мікроскопа, накрити його поліетиленовим ковпаком і поставити в шафу.

Завдання:

1. Скласти схему-класифікацію «Методи гідробіології».
2. Розглянути прилади та обладнання для відбору гідробіологічних проб.
3. Зарисувати основні складові представлених приладів та їх особливості.
4. Вивчити будову світлового мікроскопа та правила роботи з ним.
5. Приготувати мікропрепарат з фіксованої проби зоопланктону і розглянути його під мікроскопом.
6. Виявлені при оптичній мікроскопії організми зарисувати.

Використана література

1. *Бутаков Е.А., Лелеков С.Г.* Принципы создания компьютерных определителей гидробионтов//Гидробиол. журн. – 1993. – Т.29, №6. – С. 96-100.
2. *Доменюк В.П., Гончаров А.Ю.* Проблемы и перспективы использования молекулярно-генетических методов в гидробиологических исследованиях//Экология моря. 2005. – Вып.68. – С.48-52.
3. *Лаврик В. И., Никифорович Н.А.* Математическое моделирование в гидроэкологических исследованиях. – К.: Фитосоциоцентр, 1998. – 288 с.
4. *Моисеев Д.В.* Изучение морских экосистем с помощью ГИС/«Комплексные гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование»; «Адаптации гидробионтов» : Материалы молодежных школ (г.Азов, октябрь 2005 г.)Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. – С.70-78.
5. *Хорбут Н.С., Костышин С.С.* Использование микрокосмов для исследования экологического состояния гидроэкосистем под.

- воздействием загрязнения нефтепродуктами// Гидробиол. журн. – 1993. – Т.44, №3. – С. 89-94.
6. *Федоровский А.Д., Сиренко Л.А.* Роль космической информации в решении водохозяйственных и гидроэкологических задач //Гидробиол. журн. – 1998 – Т.34, №4. – С.3-15.
 7. http://uk.wikipedia.org/.../Трансмiсiйний_електронний_мiкроскоп.
 8. http://uk.wikipedia.org/.../Скануючий_електронний_мiкроскоп.
 9. http://www.beckmancoulter.ru/clinical.../flow_cytometry.asp.
 10. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cytometer_ru.svg?uselang=ru.
 11. <https://www.google.com.ua/url>

Тема 2. ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА, ВОДА ТА ҐРУНТИ ЯК СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЖИВАННЯ ГІДРОБІОНТІВ

Середовище – це сукупність усіх зовнішніх умов, які діють на організми, викликаючи їх відповідну реакцію. Елементи середовища, що безпосередньо впливають на живі організми – це **екологічні фактори**. У житті організмів і їх угруповань умови середовища відіграють надзвичайно велику роль. У процесі історичного розвитку живі організми освоїли чотири середовища проживання: воду, наземно-повітряне, ґрунт і самі живі організми. У воді життя зародилося і розвивалася багато мільйонів років. Поступово рослини і тварини освоїли наземно-повітряне середовище і адаптувалися до нових умов проживання. Перетворюючи верхній шар суші (літосферу) організми створили третє середовище проживання – ґрунт, а самі організми стали четвертим середовищем проживання для паразитів і симбіонтів.

Абіотичні фактори – це вплив на живі організми *неживої природи* – фізичні, хімічні, кліматичні, едафічні (сили тяжіння, випромінювання, рух середовища, сольовий склад води, світло, температура, механічний і хімічний склад ґрунту).

Біотичні фактори – це наслідки впливу *живої природи* – конкуренція організмів між собою за біотоп, самку, їжу, виїдання, паразитизм, виділення отруйних речовин.

Антропогенні фактори – це усі види *діяльності людини*, які впливають на живі організми – прямі або усвідомлені (розведення, акліматизація або вилов організмів) і опосередковані

(зрегулювання річок та надмірне водокористування впливають на нерестовища риб, забруднення водойм).

Кожний фактор середовища може впливати на живі організми з різною силою. Організми кожного виду можуть існувати тільки в певних межах коливань окремих факторів середовища. При невеликих (мінімальних) або надмірних (максимальних) значеннях окремого фактора життєва активність організму помітно пригнічується. Між цими двома значеннями лежить найбільш ефективна дія фактора, яка задовольняє умови існування організму і сприяє його нормальній життєдіяльності – це оптимальні умови для даного організму. Отже, *межі витривалості (толерантності)* організму до дії фактора обмежені відповідними крайніми або пороговими значеннями (точки мінімуму і максимуму) даного фактора, при яких можливе існування організму (рис. 14).

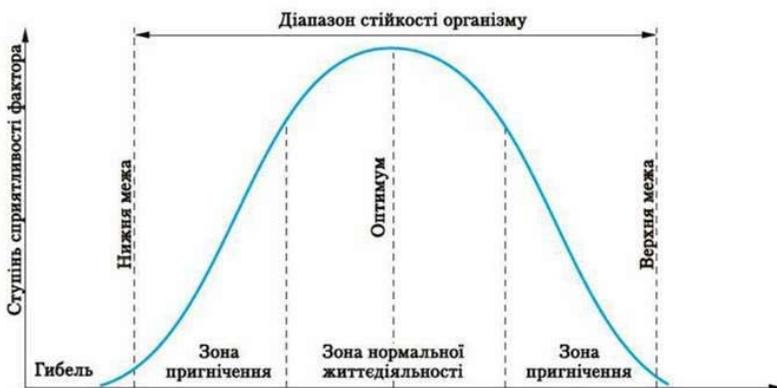


Рис.14. Інтенсивність дії фактора середовища

Крапка на осі абсцис, яка відповідає найкращому показнику життєдіяльності організму, означає оптимальну величину фактора – це зона *оптимуму* або зона нормальної життєдіяльності. Таким чином, оптимум, мінімум і максимум – це кардинальні крапки, які визначають можливі реакції організму на даний фактор. Крайні ділянки кривої, виражають стан пригнічення при нестачі або надлишку фактора, називають зонами песимума. Поруч з критичними точками лежать сублетальні величини фактора, а за межами зони толерантності – летальні значення фактора, при яких настає загибель організму. Розглянуті закономірності впливу факторів на живі організми та характер їх відповідних реакцій відомі як «правило оптимуму».

Умови середовища в яких будь-який фактор (або сукупність факторів) виходить за межі зони комфорту і пригнічує життєдіяльність організму називають *екстремальними*.

Для організмів характерні екологічний мінімум і екологічний максимум, вони реагують пригніченням життєдіяльності на обидва песимальних значення фактора. Їх витривалість до впливів в діапазоні між цими двома величинами називають межею толерантності виду.

Амплітуда коливань фактору, при якому особини виду зберігають нормальну життєдіяльність, називається *екологічною валентністю виду*.

Організми, які здатні існувати при значних коливаннях

факторів середовища, мають широку екологічну валентність і називаються *еврибіонти* (з гр. *euryus* – широкий, скрізь), наприклад найпростіші. Інші організми обмежені вузькими межами коливання фактору – *стенобіонти* (*stenos* – вузький, постійний, стабільний). Прикладом можуть бути мадрепорові корали, які вимагають певної температури і солоності.

Ступінь екологічної валентності організмів можна оцінювати відносно дії якогось окремого фактора, наприклад:

- температури – *евритермні* та *стенотермні* форми;
- кисню – *стенооксигенні* і *евриоксигенні* форми;
- солоності – *стеногалінні* і *евригалінні* форми;
- їжі – *еврифаги* і *стенофаги* форми;
- світла – *еврифотні* і *стенофотні* форми;
- тиску – *еврибатні* і *стенобатні* форми.

Деякі організми вимагають високих чи низьких значень фактора, наприклад:

- високої температури – *термофільні* форми;
- низької температури – *кріофільні* форми;
- швидкої течії – *реобіонти*;
- уповільненого стоку – *лімнофільні* форми;
- значного осолонення – *галобіонти*;
- уникнення осолонення – *галофобні* форми;

Шкалу відношення до дії деяких чинників часто термінологічно виражають застосуванням префіксів: *олиго*– мало, *мезо* – помірно, *поли* – багато. Наприклад, водойму чи ділянку

водойми з низьким вмістом біогенних речовин називають *оліготрофною*; безхребетних пелагіалі з середніми розмірами – *мезопланктон*; водойму чи ділянку водойми забруднену органічними речовинами – *полісапробна* зона.

Серед низки факторів виділяють особливо важливі або *лімітуючі*, які обмежують життєдіяльність водних організмів (вміст оксигену, біогенних речовин, мікроелементів, рівень освітленості тощо). Особливо чутливі до факторів середовища організми у період розмноження та на ранніх стадіях розвитку, коли більшість з них може стати лімітуючими.

У природі важко відокремити дію одного абіотичного фактора від іншого, оскільки організми відчувають їх сумісний вплив. У водних екосистемах найважливішими лімітуючими факторами є *світло, температура, солоність (для морів), вміст кисню (для прісних водойм)*.

Вода та ґрунти як середовище проживання гідробіонтів.

Вода як середовище проживання має низку властивостей, які повністю задовольняють усі фізіологічні потреби водних організмів: *дихання, живлення, розмноження, служить їм опорою і транспортом*. Основними властивостями води є *густина, теплові властивості, в'язкість, поверхневий натяг, прозорість, рухливість водних мас та вода як розчинник*.

Густина чистої і природної води до складу якої входять різні розчинені солі при температурі 3,98 °С коливається в межах 1 – 1,347 г/дм³. Вона забезпечує завислий стан дрібних і

мікроскопічних організмів протягом життя. Це також дає особливу будову гідробіонтам з м'яким драглистим тілом та відсутністю внутрішнього і зовнішнього скелета. З підвищенням температури густина води дещо знижується.

Винятково важливі для життя гідробіонтів **теплові** властивості води: **теплоємність, теплопровідність і розширення при замерзанні**.

Висока теплоємність води забезпечує її повільне нагрівання і охолодження, що зумовлює значно менші коливання температури в поверхневих шарах порівняно з суходолом, тому коливання температури в поверхневих шарах Світового океану не перевищує 10-15° С. *Низька теплопровідність* води сприяє слабкому поширенню змін температури, тому на великих глибинах температура стала – від 1,5° С до 2° С. *Розширення при охолодженні* сприяє утворенню льоду, запобігає промерзанню усієї водойми і збереженню водних організмів в умовах охолодження.

Невисока в'язкість води обумовлює її рухомість і сприяє зависанню дрібних водних організмів в товщі води. З підвищенням температури в'язкість знижується, з підвищенням солоності – зростає і полегшує перебування організмів у завислому стані.

Поверхневий натяг води сприяє утворенню пружної плівки на межі фаз „вода-повітря” і служить опорою для перебування та руху нейстону. Поверхневий натяг природних вод знижується

при забрудненні водойм органічними речовинами, при «цвітінні» водойм та на ділянках, зарослих макрофітами.

Прозорість води – це глибина проникнення світла у водойму, яка залежить від концентрації у воді розчинених, завислих органічних речовин, розвитку планктону, глибини водойми, пори року, часу доби.

Рухливість водних мас обумовлена силами всесвітнього тяжіння, вітровим перемішуванням, припливами, штормами, горизонтальними течіями і вертикальною циркуляцією і обумовлює вирівнювання температури, вмісту солей, газів, перенесення організмів.

Вода – це *універсальний розчинник* і містить усі необхідні для життєдіяльності організмів речовини (рис.15):

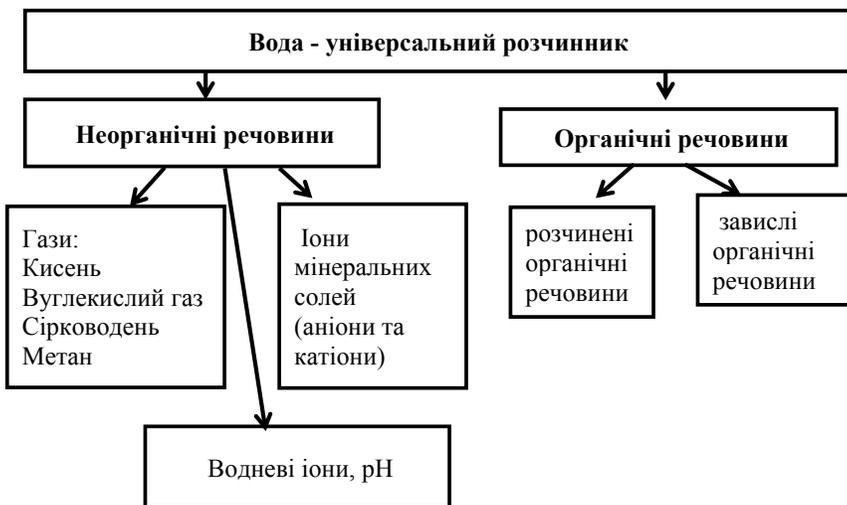


Рис. 15. Розчинені у воді органічні і мінеральні речовини

Світло як екологічний фактор водойм відіграє основну роль у фотосинтезі зелених рослин, впливає біологічні ритми організмів пов'язані з фотоперіодом (міграції, процеси розмноження), способи пошуку їжі, дозрівання статевих продуктів, обмін речовин, розподіл планктонної і донної рослинності, розвиток органів зору, чуття, забарвлення гідробіонтів, захист від ворогів тощо. На основі фотоперіодичності у рослин і тварин в процесі еволюції виробились специфічні річні цикли періодів росту, розмноження, підготовки до зими, які отримали назву *річних або сезонних ритмів*. Вони проявляються у зміні інтенсивності характеру біологічних процесів і повторюються з річною періодичністю. Співпадіння періоду життєвого циклу з відповідною порою року має величезне значення для існування виду. Сезонні ритми забезпечують рослинам і тваринам найбільш сприятливі умови для росту і розвитку.

Температура води як і світло має надзвичайно важливу роль у житті водних організмів. Температурний режим окремих водойм визначається *географічним положенням, глибиною та особливостями циркуляції водних мас*. Надходження тепла у водойму залежить головним чином від проникнення сонячної радіації і має чітко виражені сезонні та добові коливання. Саме вони мають сигнальне значення, що визначає добову і сезонну активність організмів. Будь-який організм здатний існувати лише в певному діапазоні температури, обмеженому нижньою і

верхньою (пороговими) температурами. У помірних широтах цей діапазон становить 5-25 °С. *Температурний оптимум більшості живих істот перебуває у межах 20-25 °С.*

Температура є одним із найважливіших факторів, що регулює основні життєві функції гідробіонтів: *ріст, живлення, розвиток, рівень метаболізму, рухову активність, просторовий розподіл та географічне поширення.*

Сигнальне значення температури виражається в адаптаціях:

- **міграції** – добові і сезонні переміщення організмів для знаходження оптимальних температурних умов на поверхні чи глибині, прибережних чи відкритих зонах (мігрують кити, птахи, риби, безхребетні);
- **біохімічні і фізіологічні перебудови в організмі**, до яких відносяться зміна концентрації та активності ферментів, зневоднення, зниження точки замерзання розчинів тіла, зокрема
 - **заціпеніння** – стан повної нерухомості, різке зниження життєдіяльності, відсутність живлення – у комах, риб, земноводних, ссавців при зниженні температури середовища восени та взимку;
 - **анабіоз** – стан глибокого спокою (пригнічення життєвих процесів), коли видимі прояви життя тимчасово припиняються. Це явище зворотнє. Відмічається у мікробів, рослин, деяких

безхребетних. Насіння деяких рослин може знаходитись в анабіозі до 50 років. Мікроби і водорості у стані анабіозу утворюють спори, найпростіші – цисти;

- **накопичення у клітинах речовин-кріопротекторів** – гліцерин, сахароза у результаті чого рідини тіла організмів не кристалізуються;
- **підтримання температури** тіла на більш стабільному температурному рівні, ніж температура середовища проживання, що дозволяє зберегти сформований для даного виду хід біохімічних реакцій (накопичення жиру у ссавців).

Грунти як середовище життя і екологічний фактор, мають важливі властивості: *механічний склад, консистенція і ступінь стабільності.*

Механічний склад визначається розмірами ґрунтових часток – *дрібнозернисті (мя'кі) і жорсткі.* М'які ґрунти залежно від вмісту тонких фракцій поділяють на *пісок, мулистий пісок, піщаний мул, мул, глинистий мул.* Жорсткі ґрунти представлені гравієм, галькою, валунами і глибами.

Завдання:

- 1 Скласти схему-класифікацію «Вода як середовище проживання гідробіонтів»
- 2 Скласти схему-класифікацію «Ґрунти як середовище проживання гідробіонтів».
- 3 Скласти схему-класифікацію «Вода як розчинник»

4 Провести дослід з визначення:

- меж виживання організмів при різній величині активної реакції води;
- фототропізму водних організмів при різній освітленості;
- меж виживання організмів при різній температурі води;
- меж виживання організмів при різній солоності води.

Дослід № 1. Визначення меж виживання організмів за різної температури води

Колби об'ємом 250 мл наповніть водою з природної водойми різної температури:

Колба № 1 – температура 20 °С;

Колба № 2 – температура 40°С;

Колба № 3 – температура 60°С;

Колба № 4 – температура 80°С;

У кожен колбу помістіть по кілька екземплярів організмів і відзначте час їх виживання. Спостереження і висновки законспекуйте.

Дослід № 2. Визначення меж виживання організмів при різній солоності води

Колби об'ємом 250 мл наповніть водою з природної водойми і додайте солі:

колба № 1 – 0,25 г;

колба № 2 – 0,5 г;

колба № 3 – 0,75 г;

колба № 4 – 1,0 г.

У кожен колбу помістіть по кілька екземплярів організмів і відзначте час їх виживання.

Спостереження і висновки законспекуйте.

Дослід № 3. Визначення реакції водних організмів на дію різного ступеня освітлення.

Деяку кількість дафній помістіть в наповнений водою високий скляний циліндр і затемніть його картонним футляром зі зйомною кришкою. Переконавшись у рівномірному розподілі

дафній в темряві по всьому щиліндрі, що контролюється швидким припідніманням футляра, зніміть верхню кришку і освітіть циліндр зверху за допомогою сильної електричної лампи.

Зробіть висновок при якому освітленні дафнії негативно фототропічні, при якому – позитивно фототропічні.

Дослід № 4. Визначення меж виживання організмів при різній величині активної реакції води

Невеликі ємкості (при роботі з личинками комах і нижчими раками) або годинникові скельця (при роботі з коловертками) наповніть водою з природної водойми і додайте відповідну кількість лугу і кислоти таким чином, щоб вийшов деякий ряд змін активної реакції від рН = 2,0 до рН = 9,0 (контроль лакмусовим папером):

№ 1 - рН = 2,0;

№ 2 - рН = 4,0;

№ 3 - рН = 4,0;

№ 4 - рН = 7,0;

№ 5 - рН = 9,0.

У кожному посудину помістіть по кілька екземплярів наявних організмів і відзначайте час їх виживання. Еврионні організми, як, наприклад, *Chironomus plumosus*, живуть довгий час при будь-якому ступеню концентрації водневих іонів. Більш чутливі до рН організми, що живуть при рН = 5,0-9,0, як, наприклад, дафнії і циклопи, гинуть через кілька годин при низьких показниках активної реакції середовища; оптимальні величини визначаються при утриманні тварин у дослідних ємкостях протягом декількох днів. Багато коловерток є стеноіонними організмами – можуть існувати тільки при порівняно невеликих змінах активної реакції води. Цим пояснюються труднощі їх культивування в експериментальних умовах.

Наприклад, *Keratella cochlearis* може жити тільки при рН = 6,0-7,8, а при рН = 9,0 гинуть через декілька хвилин.

Усі спостереження і висновки занесіть у робочий зошит.

Тема 3. БІОТОПИ ТА ЕКОЛОГІЧНА ЗОНАЛЬНІСТЬ ВОДОЙМ

Біотоп (екотоп) (з гр. *біос* – життя, *топос* - місце) – відносно відокремлена ділянка водойми з однотипними умовами проживання. Будь-яка типова водойма має основні біотопи, що найбільш розрізняються між собою (рис.16):

- **нейсталь** – межа повітря-вода
- **пелагіаль** – товща води
- **бенталь** – межа вода-грунт

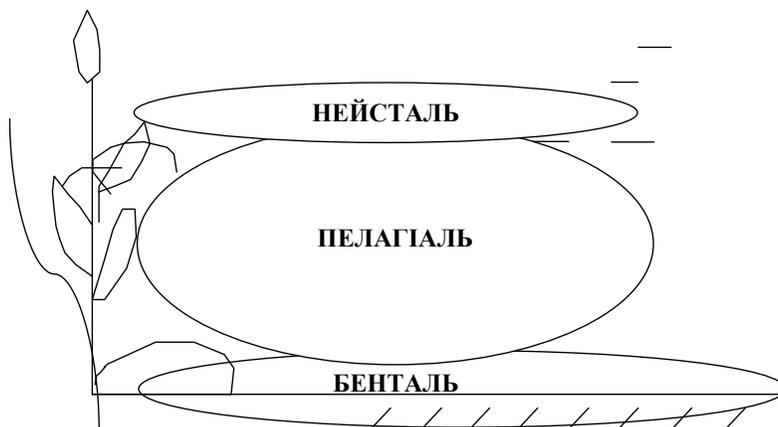


Рис. 16. Основні біотопи водойм

Екологічна зональність водойм – це існування у водоймі різних зон життя, населених угрупованнями різних організмів. Вона обумовлена зміною умов існування організмів від поверхні в глибину водойми і від прибережжя до відкритих частин. В основі екологічної зональності водойм лежать зміни різних

факторів зовнішнього середовища (температури, освітленості, гідростатичного тиску, газового режиму, рельєфу дна, віддаленості від берегів, трофічних умов тощо), які обумовлюють можливість виділення таких зон.

У Світовому океані і морях чітко виражена вертикальна зональність пелагіалі і бенталі. Рельєф дна морів і океанів складний через великі улоговини, розділені океанічними хребтами й підняттями.

Екологічні зони морів і океанів. *Бенталь* морів і океанів поділяють на основні області:

- область материкової відмілини з зонами – *супралітораль, літораль, сублітораль*
- материковий схил
- океанічне ложе

Пелагіаль морів і океанів поділяють по горизонталі і вертикалі.

По горизонталі: прибережна або неретична зона та океанічна зона.

По вертикалі:

- епіпелагіаль
- батіпелагіаль
- абісопелагіаль
- ультрабісопелагіаль

Екологічні зони озер. *Озера* – це різного походження, величини і форми котловини, заповнені водою. Форма котловини (дно) залежить від рельєфу місцевості та характеру її утворення.

Дно озер формується *підводною терасою*, яка поступово заглиблюється від берега і часто утворює крутий кут (*звал*) пониження. Він займає більшу частину дна озера і називається *котел*. Сформоване таким чином дно озера розглядається як **бенталь** і має 3 основні зони:

- літораль
- сублітораль
- профундаль.

Пелагіаль озер по вертикалі:

- епілімніон
- металімніон
- гіполімніон.

Екологічні зони річок. Річка – це водний потік, водна маса пересувається від витoku до гирла під впливом сили тяжіння, живиться підземними водами, притоками і стоком атмосферних опадів з водозбірної площі (дощ, сніг). Річки поділяють на гірські з швидкою течією і вузькими долинами і рівнинні з уповільненою течією і широкими долинами. Потік води має турбулентний характер з рівномірним розподілом температури і кисню.

Від витoku до гирла річка має ***повздожню зональність*** – ***верхня, середня і нижня течії***. За класифікацією Дж. Ілліеса ***русло рівнинно-гірської річки*** поділяється на ***ритраль*** та ***потамаль***. ***Ритраль*** – це біотоп швидкої течії, кам'янисто-галькового ґрунту з домішками гравію та піску, чистої холодної води з високим вмістом розчиненого кисню та низьким вмістом

органічних речовин. **Потамаль** – біотоп уповільненої течії з дещо вищими температурами води, донних наносів, і зниженим вмістом розчиненого кисню та підвищеним вмістом біогенних та органічних речовин. У межах ритрالی існує більш дрібний розподіл на біотопи, який базується на крутизні перепаду висот у руслі і наявності типової іхтіофауни або рибничої зони, зокрема:

- **епіритраль** – верхня ділянка або «**верхній рівень форелі**»
- **метаритраль** – середня ділянка або «**рівень харіуса**»
- **гіпоритраль** – нижня ділянка або «**рівень марени**».

У поперечному перерізі річки виділяють наступні зони:

- **рипаль** – прибережні мілководні смуги з уповільненою течією
- **медіаль** – більш глибоководна середня ділянка більшою течією
- **стрижень** – ділянка з найбільшою течією.

Екологічні зони водосховищ. Водосховища – це штучно створені водойми, які будують на річках або озерах, призначені для комплексного використання водних ресурсів різними галузями народного господарства (електроенергія, зрошення, водопостачання, рибне господарство тощо). Залежно від морфометрії розрізняють руслові водосховища, розташовані в межах долини річки з витягнутою формою та озерно-річкові або рівнинні водосховища великих річок для яких характерні широкі площі (500 тис.га і більше) і відносно невеликі глибини (6-15 м). За гідроморфодинамічними ознаками у водосховищах виділяють

три зони:

- глибоководна пригреблева ділянка з уповільненими водообміном і течією – за режимом наближається до озер;
- проміжна ділянка середніх глибин з нестійкою термічною і газовою стратифікацією;
- мілководна верхня ділянка з великою течією.

Завдання:

1. Провести екскурсію на водойму.
2. Замалювати водойму та відмітити основні біотопи.

Тема 4. ПЛАНУВАННЯ МЕРЕЖІ СТАНЦІЙ НА ВОДОЙМАХ ДЛЯ ВІДБИРАННЯ ГІДРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОБ

Об'єктами досліджень можуть бути природні та штучні водоймища (озера, лимани, водосховища, ставки), природні та штучні водотоки (річки, струмки, канали), внутрішні морські води та виключна (морська) економічна зона України. Водоймища – це надзвичайно різнотипні водні об'єкти, які за площею поділяються на малі – до 10 км² (ставки, озера), середні – від 10 до 100 км² (озера, річки, водосховища) та великі – від 101 до 1000 км² (великі рівнинні водосховища, лимани, моря).

Проведення експедиційних і польових досліджень з вивчення водойм необхідно розпочинати з визначення мети їх проведення. Дані можуть збиратися в рамках виконання фундаментальних, прикладних та моніторингових досліджень. *Фундаментальні* дослідження передбачають збір науково-пошукової інформації для визначення загальної схеми та особливостей функціонування екосистеми. *Прикладні* дослідження необхідні для практичної діяльності чи мають певні господарські завдання. У останньому випадку з'ясовується перелік питань, на які повинні відповісти плановані польові дослідження. Для цього вивчаються всі наявні відомості по об'єкту досліджень, подібних з ним об'єктів-аналогів, аналізуються результати попередніх досліджень, дані про джерела антропогенного впливу тощо. *Моніторингові* дослідження передбачають систему спостережень та контролю за

станом природних вод, які забезпечують своєчасне розпізнавання, прогноз критичних ситуацій та розробку рекомендацій для прийняття управлінських рішень, які можуть позначитися на стані вод. Основна мета налагодження системи спостережень і контролю за забрудненням водних об'єктів – це отримання інформації про природну якість води та оцінка змін якості води внаслідок дії антропогенних факторів. Основними об'єктами, які потребують моніторингу, є місця скидання стічних і дощових вод міст, селищ, сільськогосподарських комплексів, стічних вод окремих підприємств, ТЕС, АЕС; місця скидання колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель; місця нересту, нагулу молоді та старших вікових груп промислових видів риби; кінцеві створи великих і середніх річок, які впадають у моря, внутрішні водоймища; кордони економічних районів, республік, країн, що перетинають транзитні річки.

Насьогодні в Україні згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод» та «Положенням про державну систему моніторингу навколишнього середовища» державний моніторинг вод є невід'ємною складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. На основі цих двох урядових документів розроблена «Єдина міжвідомча інструкція з організації та здійснення державного моніторингу вод» (ЄМІ). Цей документ встановлює єдині вимоги до організації та проведення спостережень за станом поверхневих вод, прибережних зон водосховищ, підземних вод, джерел забруднення вод, за гідрологічними, фізико-

хімічними, біологічними, радіологічними показниками якості вод. Виконання вимог ЄМІ обов'язкове для всіх підрозділів суб'єктів державного моніторингу вод, а також відповідальних водокористувачів, які здійснюють спостереження за кількісним та якісним станом вод.

Загальна характеристика водойми. На будь-якому водоймищі роботу розпочинають з характеристики водойми, зробленої на підставі вивчення інформаційних (рукописних та друкованих) джерел про тип даної водойми та простих візуальних спостережень. Характеристика водойми включає:

- *назву* (може бути декілька) та максимально точний опис його *місцезнаходження* (позначити на карті);
- *схему* з відображенням форми і різних об'єктів, що знаходяться поблизу водоймища (дороги, споруди, елементи рельєфу тощо);
- *розміри та площу* (ширина і довжина берегової лінії озера чи ставка, ширина і довжина річки). Довжина озера чи ставка – це найкоротша відстань між двома найбільш віддаленими точками, що знаходяться на березі водойми. Максимальна ширина – це найбільша відстань між берегами по перпендикуляру до довжини водойми. Ці параметри вимірюються мірної мотузкою, а при значних розмірах водойми - за допомогою кутомірної зйомки. Довжина берегової лінії може бути виміряна кроками або мірною мотузкою по урізу води;

- *протяжність* (для річок за допомогою карти), *площу басейну водозбору* (території, з якої в річку накопичується вода), *наявність приток* (характеристика), *величину падіння висоти* (різниця висот між витоком і гирлом річки). Відношення величини падіння до протяжності – це ухил річки. Від цього показника залежить швидкість течії. Наявність та характеристики приток.

- *глибину* – на малих водоймах вимірюють глибину біля берегів за допомогою жердини. Точну інформацію можна отримати за допомогою човна і ручного лота - розміченій мотузці з вантажем. На невеликому водоймищі досить зробити ряд промірів глибини по його довжині та ширині. Якщо форма водойми складна, то кількість ліній, уздовж яких виробляються проміри глибин (вони називаються створами), має бути збільшено. Результати вимірювань представляють у вигляді профілів глибин (рис.17).

- *швидкість течії* (для річки). Найбільш простий спосіб її визначення – за допомогою поплавців. Поплавці не повинні сильно виступати з води (щоб зменшити вплив вітру). Це можуть бути не повністю наповнені водою білі пластикові флакони (пляшки) або просто шматки дерева. Вимірюється час, за який поплавець пропливають зазначену відстань (зазвичай використовують округлене значення потроєної ширини річки). На кожній ділянці необхідно провести 5-10 вимірювань, пускаючи поплавець як по центру річки, так і ближче до берегів.

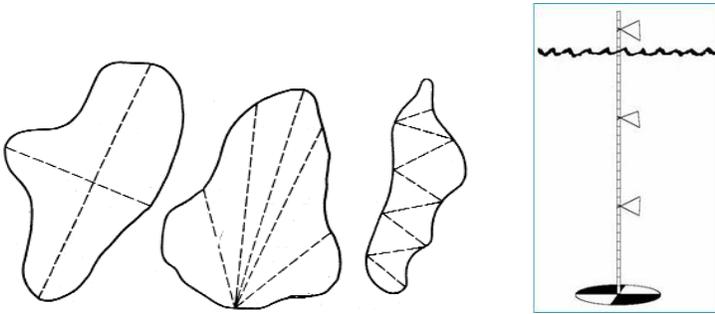


Рис.17. Профілі глибин водойм та диск Секкі

- *тип донного ґрунту* (візуально). Пробу ґрунту відібрати дночерпаком і зазначити основні типи ґрунту, характерні для водойми: кам'янистий, піщаний, мулистий, глинистий, гниючі рослинні залишки тощо;
- *прозорість води* – важливий для водних мешканців та характеристики водойми показник. Якщо водойма неглибока, скрізь проглядається дно, то слід вказати прозорість максимальної глибини. Якщо дно водойми не видно з поверхні, то прозорість вимірюється за допомогою диска Секкі (див. рис. 17) - білого металевого диска діаметром 30 см. Цей диск в горизонтальному положенні опускається у воду на розміченій мотузці. Відзначається глибина, на якій диск перестав бути видимим з поверхні при спуску, і глибина, починаючи з якої він стає бути видимим при підйомі з неї. Показником прозорості води вважають середнє арифметичне цих двох значень. Вимірювання прозорості можна проводити з човна або

пірсу, причому в сонячну погоду працювати потрібно з тіньової сторони споруди;

- *температура води біля поверхні та в придонному шарі*. При вимірюванні температури на поверхні потрібно стежити, щоб на термометр не потрапляли сонячні промені. На глибину опускається обважений термометр на мотузці. Його потрібно досить довго потримати в придонному шарі води, а потім швидко підняти на поверхню і відразу ж зняти показники;

- *характеристика берегової лінії*: порізаність берегів, розчленованість, типи ґрунтів на схилах, характер прибережної рослинності, ступінь розвитку водної рослинності та її видовий склад (можна скласти схему);

- *ступінь антропогенного впливу на прибережну зону*: наявність пляжів, будов, промислових підприємств, доріг, звалищ, стоків тощо.

На підставі обстеження водоймища (морфометрії, гідрологічного режиму та антропогенного впливу) планують мережу станцій для відбирання біологічних проб

Пункти спостережень. Гідробіологічні дослідження, які передбачають як фундаментальні та прикладні, так і моніторингові дослідження, проводиться на постійних або тимчасових пунктах спостережень, які розміщують у місцях, де наявний або відсутній вплив господарської діяльності.

Пункт спостереження – місце на водоймі, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні й кількісні характеристики води.

У межах річок, озер і водосховищ відбирання проб проводиться у пунктах спостережень розташованих до і після джерел забруднення (у місцях розміщення великих населених пунктів, промислових і сільськогосподарських комплексів). На річках пункти спостережень розташовують вище джерела забруднення і нижче за течією на різних відстанях від нього. За таким же принципом розміщуються пункти спостережень на протічних озерах і на водосховищах. Обов'язковою умовою, яка пред'являється до розташування пункту, є його репрезентативність, типовість у відношенні як видів забруднення, так і масштабів антропогенного навантаження. Кожна точка відбирання проб води, донних відкладень, біоти повинна нести певну інформацію, яку необхідно отримати з метою оцінки якості води, екологічної оцінки стану екосистеми тощо.

Створи спостережень. На пунктах спостережень досліджують один або кілька створів. *Створ пункту спостереження – умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про стан водойми та якість води.*

Створи спостережень розміщують з урахуванням гідрометричних умов і морфологічних особливостей водоймища, наявності джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод.

На водотоках у разі відсутності організованого скидання зворотних вод, у гирлах забруднених приток, на незабруднених ділянках водотоків, на кінцевих ділянках річок і в місцях перетину державного кордону України встановлюють один створ.

На водотоках, де організоване скидання зворотних вод, встановлюють декілька створів. Перший – *фоновий створ* – рекомендується розміщувати на відстані 1 км вище від джерела забруднення, тобто поза зоною впливу стічних вод, другий – у зоні забруднення, на відстані 1 км вище від найближчого місця водозабору, третій – у місці достатнього змішування стічних вод із водами річки.

У процесі спостережень за водоймищем загалом встановлюють не менше трьох створів, по можливості рівномірно розподілених його акваторією з урахуванням конфігурації берегової лінії. Застосування декількох створів дозволяє провести порівняння параметрів, отриманих на різних відстанях від місця скидання, а також оцінити "внесок" джерела в забруднення природних вод та оцінити здатність водойми до самоочищення.

Кожний створ має кілька вертикалей та горизонталей.

Вертикаль створу – умовна вертикальна лінія від поверхні води до дна водоймища або водотоку, на якій здійснюють дослідження для отримання інформації про якість води. Кількість вертикалей у створі на водотоці визначають з урахуванням умов змішування вод водотоку зі зворотними водами, а

також із водами приток. За неоднорідного хімічного складу води у створі встановлюють не менше трьох вертикалей, а за однорідного – одну вертикаль на стрижні водотоку. Кількість вертикалей залежить також від ширини зони забруднення.

Горизонт створу – зона на вертикалі (углиб), де виконують комплекс досліджень для отримання інформації про якість води. Кількість горизонтів на вертикалі визначають з урахуванням глибини водного об'єкта. Крім того необхідно відокремити додаткові горизонти в кожному шарі зміни густини води. Якщо глибина водойми не перевищує 5 метрів, то встановлюється один горизонт завглибшки 20-30 см від поверхні води (поверхневий горизонт). При глибині водойми від 5 до 10 м організуються спостереження на двох горизонтах: біля поверхні та за півметра від дна. Якщо глибина водойми перевищує 10 м, то передбачений третій горизонт, який розташовується посередині між верхнім і нижнім горизонтами.

Відбирання проб у фоновому створі здійснюють тільки в поверхневому горизонті води, а на інших створах – залежно від глибини водного об'єкта, зокрема:

на водоймищі

- завглибшки менше 5 м – тільки з поверхневого горизонту;
- завглибшки від 5 до 10 м – з поверхневого й придонного горизонтів;
- завглибшки до 20 м – з поверхневого, придонного та 10 м горизонтів;

- завглибшки до 50 м – з поверхневого, 10 м, 20 м і придонного горизонтів;
- завглибшки до 100 м – з поверхневого, 10 м, 20 м, 50 м і придонного горизонтів;
- завглибшки більше 100 м – з поверхневого, з 10 м, 20 м, 50 м, 100 м і придонного о горизонтів;

на водотоці

- завглибшки менше 5м – з поверхневого горизонту;
- завглибшки від 5 до 10 м – з поверхневого й придонного горизонтів;
- завглибшки більше 10 м – з поверхневого, із придонного й ще з горизонту половинної глибини

Базові та проміжні станції. У межах мережі пунктів спостережень для проведення досліджень з визначення біологічної продуктивності різних ділянок водойм визначають станції – базові та проміжні станції.

Базові станції (спеціалізовані) – це ділянки на яких вирішуються конкретні науково-дослідницькі завдання. У літній період здійснюють добові (проби відбирають 4 рази на добу – вранці, вдень, увечері та вночі) та сезонні (весна, літо, осінь) дослідження;

Проміжні станції (тимчасові) – відбирають лише сезонні проби або при виникненні надзвичайних ситуацій.

Кількість станцій спостережень визначають з урахуванням величини водоймищ. Так у ставах або у малих водосховищах

обирають три станції в межах верхнього, середнього та нижнього створів. Одна з них може бути базовою. Такою станцією, зазвичай, обирають ту, яка розміщується в пониззі водойми для більш детального вивчення стану екосистеми в зоні стоку вод.

У середніх водосховищах обирають чотири базові станції в межах верхнього, середнього (правий та лівий берег) та нижнього створів. Якщо за розмірами водойма наближається до великої, то рекомендують обирати 8 станцій: 4 базові та 4 проміжні (по 2 з лівого та правого берегів, по 1 між базовими станціями).

На великих та дуже великих водосховищах обирають 14 станцій, з яких 6 є базовими (по 3 з правого і лівого берегів – верхня, середня та нижня частина водосховища), а 8 – проміжні (по 2 між базовими станціями).

У межах кожної станції виділяють біотопи (зарослий і незарослий) і ділянки водойм з застійними явищами, які мають найбільший вплив на процеси самоочищення і формування якості поверхневих вод. Якщо якийсь із біотопів відсутній, то відбирають проби лише з одного. Якщо є різнотипові зарослі у біотопах, то проби відбирають у кожному з них для з'ясування переважного розвитку певних угруповань гідробіонтів до вищої водяної рослинності.

Завдання:

1. Провести екскурсію на водойму. та охарактеризувати її.
3. Запланувати мережу станцій на водоймі.

4. Замалювати водойму та відмітити станції для відбирання гідробіологічних проб.

Використана література

1. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 24.12.2001 №485.
2. Трохимець В.М. Методика комплексних моніторингових досліджень гідробіонтів у водоймах різного типу//Рибогосподарська наука України. – 2011. - №1. – С16-23.

Тема 5. ЖИТТЄВІ ФОРМИ ГІДРОСФЕРИ, ПЕРВИННОВОДНІ ТА ВТОРИННОВОДНІ ОРГАНІЗМИ

Життєві форми – це організми різного систематичного положення, які мають низку подібних пристосувань до існування у межах свого біотопу (рис.18).

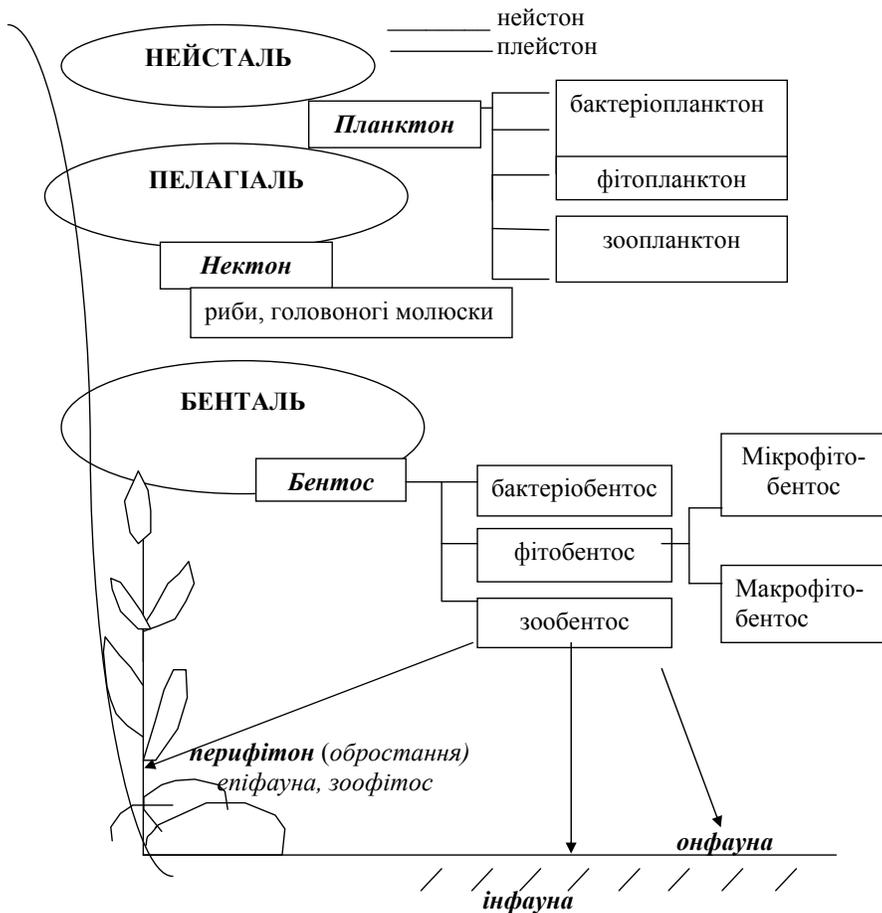


Рис. 18. Життєві форми гідросфери

Нейсталь представлена *нейстоном і плейстоном*.

Пелагіаль – *планктоном* та *нектоном*.

Бенталь – *бентосом* та *перифітоном*.

У передіхних зонах пелагіалі та бенталі існує життєва форма *планктобентос і нектобентос*.

Нейстон (з гр. плаваючий) – угруповання мікроскопічних організмів та дрібних безхретних, що живуть на межі водного та повітряного середовищ і пов'язані з плівкою поверхневого натягу. Виділяють *епінейстон* (організми, що живуть над поверхневою плівкою) і *гіпонеістон* (організми, що прикріплюються до поверхневої плівки знизу, або живуть у воді завглибшки до кількох мм). Переважну частину прісноводного нейстону складають бактерії, одноклітинні водорості, деякі найпростіші, дрібні легеневі молюски планарії, клопи-водомірки, жуки-вертлячки, личинки комарів. До морського нейстону відносяться постійні чи тимчасові мешканці верхнього шару води (0-5 см): мальки риб, личинки деяких донних тварин. Нейстонні організми для утримання в приповерхневому шарі води мають спеціальні пристосування – різні вирости, «вітрила», газові вакуолі та включення олії в клітинах, слизові оболонки тощо. Нейстонні плівки утворюються в стоячих водоймах (озера, болота, калюжі, канали) та затишних ділянках інших водойм.

Плейстон (з гр. плавання, пливу) – сукупність водних організмів – бактерій, рослин і тварин, які постійно або протягом тривалого часу напівзанурені у воду або тримаються її поверхні

(тобто такі організми, що мешкають одночасно у повітряному та водному середовищах). Для багатьох плейстонних організмів характерне утворення газових резервуарів (сифонофори, саргасові водорості), виділення пінистих плівок (актинії та молюски), прикріплення до поверхневої плівки (деякі молюски). Серед прісноводних організмів до плейстону належать ряска, вольфія, водяний салат, водяний гіацинт, водокрас, сальвінія тощо.

Планктон (з гр. блукаючий) – сукупність мікроскопічних і дрібних організмів, що живуть у товщі води у завислому стані і не можуть активно протистояти течіям води. Термін «планктон» запропонував німецький океанолог В.Гензен у 1887 році. Основна ознака планктону – пасивне перебування у вільному плаванні: завислий стан або «паріння». Планктонні організми пересуваються разом з водними масами, проте більшість з них при спокійній воді здатні до самостійного руху за рахунок роботи джгутиків, війок, ніжок.

Планктон класифікують за:

- **водними об'єктами** – *таласо-, лімно-, гелео-, потамопланктон ;прісноводний та морський;*
- **систематичним положенням** – *прокаріоти, еукаріоти;*
- **таксономічними групами** – *бактеріо-, фіто-, зоопланктон;*
- **функціональною роллю в екосистемі** – *продуценти, редуценти, консументи;*

- **місцем перебування** – літоральний, пелагічний;
- **тривалістю перебування у водній товщі** – голо- та меропланктон;
- **розміром** – мега-, макро-, мезо-, нанно-, пікопланктон.

За основними типами водних об'єктів розрізняють планктон океанічний, морський – таласопланктон, озерний – лімнопланктон, ставків, боліт і калюж – гелеопланктон, річковий – потамопланктон.

Залежно від таксономічних груп організмів планктон поділяють на:

- *бактеріопланктон* (мікробне населення товщі води);
- *фітопланктон* (рослинне населення товщі води – одноклітинні та колоніальні водорості);
- *зоопланктон* (населення безхребетних тварин у товщі води).

Бактеріопланктон представлений бактеріями різних фізіологічних груп, переважно редуценти. Бактерії водойм відіграють надзвичайно важливу роль у трофічних зв'язках (як компонент кормової бази безхребетних тварин і личинок риб), в процесах трансформації складних органічних сполук та їх подальшій мінералізації, у змінах хімічного складу води, газового режиму, потоку біогенів, беруть участь у біологічних циклах, забезпечують кругообіг речовин у водних екосистемах та формують екологічний стан водойм.

Фітопланктон представлений мікроскопічними

одноклітинними та колоніальними водоростями. У прісних водоймах переважно складається з діатомових, синьозелених, зелених водоростей; морських – діатомових та дінофітових. Поширення водоростей обумовлене освітленістю, температурою, наявністю мінеральних і органічних сполук у доступних для засвоєння формах, гідрохімічним та гідрологічним режимом. Фітопланктон – це основа автотрофної ланки водної екосистеми, продуцент органічних речовин і кисню, що формує енергетичну основу різноманіття гідробіонтів вищих трофічних рівнів, початкова ланка трофічних ланцюгів, джерело живлення безхребетних та риб на різних стадіях розвитку. Фітопланктон характеризується високим видовим і таксономічним різноманіттям, є показником їх тропності та індикатором сапробності. Від продуктивності планктону залежить продуктивність водойми в цілому. Цей взаємозв'язок використовують у рибництві, штучно підвищуючи вміст у воді поживних речовин шляхом удобрення ставів.

Зоопланктон – частина планктону, представлена тваринними організмами. У прісноводному зоопланктоні найбільш чисельні найпростіші, гіллястовусі та веслоногі ракоподібні, коловертки і личинки молюсків. У морському домінують ракоподібні (веслоногі, мізиди, евфаузеви, креветки), найпростіші (радіолярії, форамініфери, інфузорії), кишковопорожнинні (медузи, сифонофори, гребневики), крилоногі молюски, оболонники (апендикулярії, сальпи), ікра

риб, молюски донних безхребетних. Зоопланктон має велике господарське та екологічне значення. Він є природним біофільтром, зокрема бере участь у самоочищенні водойм за рахунок споживання завислих та розчинених у воді органічних речовин авто- і алохтонного походження. Самі організми зоопланктону є основою живлення більшості видів риби і служать індикаторами якості води.

За переважним розміщенням у товщі води розрізняють також *пелагічний і придонний планктон*, хоча межа між ними досить умовна, завдяки добовим вертикальним міграціям, пов'язаним з рівнем освітленості, наявності корму тощо. Проте найбагатші планктоном приповерхневі шари води, де вони утворюють плавучі «кормові угіддя» для інших мешканців водойм.

Планктонні організми можуть усе своє життя перебувати в товщі води (*голопланктон*), а деякі з них знаходяться у водній товщі лише на окремих стадіях розвитку (*меропланктон*).

За розмірними ознаками серед планктону виділяють такі групи:

- *мегапланктон* (з гр. *megalos* – велетенський) – угруповання морських організмів з розмірами понад 5 см – медузи, великі сифонофори;

- *макропланктон* (з гр. *macros* – великий) – угруповання переважно морських організмів з розмірами 5,00 – 0,05 см – мізиди, креветки, невеликі медузи, гребневики, молюски;

– *мезопланктон* (з гр. *mesos* – *середній*) – угруповання морських і прісноводних організмів з розмірами 0,5 – 5,0 мм – гіллястовусі, деякі веслоногі ракоподібні, планктонні черви, колоніальні форми фітопланктону;

– *мікропланктон* (з гр. *micro* – *маленький*) – угруповання морських і прісноводних організмів з розмірами 50,0 мкм – 0,5 мм (десяті і соті частки міліметра) – переважна більшість водоростей, коловертки, найпростіші, ракоподібні, личинки безхребетних;

– *нанопланктон* (з гр. *nanos* – *карликовий*) – угруповання дрібних організмів з розмірами 5 – 50 мкм, переважно бактерії, дрібні водорості;

– *нікопланктон* (з іт. *piccolo* – *маленький*) – угруповання організмів з розмірами меншими від 5 мкм (бактерії, деякі одноклітинні водорості, гриби і їх зооспори).

Мікрометр або *мікрон* (мкм, мк, μm) – одиниця виміру довжини в СІ, яка дорівнює 10^{-6} метра.

До планктону відноситься також *кріопланктон* – організми, що мешкають у талій воді, тріщинах льоду та на снігу. Вдень вони активно вегетують під сонцем, а вночі вмерзають у лід (джгутикові, синьозелені, деякі черви і комахи), поширені в Антарктиді.

Сестон – сукупність завислих у воді планктонних організмів і детриту, що потрапляють у знаряддя лову.

Детрит – продукти розкладу органічної маси (органо-

мінеральні рештки від розкладання мікроскопічних водоростей, вищих водяних рослин, тварин тощо), які знаходяться у завислому стані в товщі води і на дні.

Нектон (з гр. плаваючий) – сукупність організмів, які можуть активно протистояти течії та переміщуватись на значні відстані. До нектону відносяться риби, кальмари, морські змії, черепахи, пінгвіни, кити, ластоногі. Іхтіофауна є останнім трофічним рівнем харчового ланцюга. Її різноманіття залежить від якісного та кількісного розвитку гідробіонтів нижчих рівнів.

Бентос (з гр. *benthos* – глибина) – сукупність організмів, що мешкають на ґрунті (епібентос) та в ґрунті (ектобентос) водойм. Термін «бентос» ввів в ХІХ столітті німецький вчений Е. Геккель. Залежно від таксономічних груп бентос поділяється на такі угруповання:

- **бактеріобентос** (мікробне населення дна водойм);
- **фітобентос** (рослинне населення: *мікрофітобентос* – одноклітинні водорості та *макрофітобентос* або макрофіти – *вищі водяні рослини*);
- **зообентос** (донні безхребетні тварини).

Багато донних тварин (безхребетні і деякі риби) періодично перебувають на дні, чи піднімаються в товщу води. Проте їх важко віднести чи до пелагічних, чи до бентосних. Їх називають **планктобентос** чи **нектобентос** (придонні риби, креветки, мізиди, деякі голотурії).

До бентосу також належать угруповання піщаних пляжів – *псамон* (водорості, найпростіші, коловертки, черви, ракоподібні) та товщі льоду – *пагон* (знаходяться в стадії анабіозу), при відтаюванні продовжують життєдіяльність – найпростіші, коловертки, черви, риби.

Мікрофітобентос – угруповання донних водоростей, які утворюють представники зелених, синьозелених, діатомових та інших переважно одноклітинних водоростей. Вегетація більшості видів водоростей розпочинається на дні, тому їх розподіл на планктонні і бентосні умовний.

Макрофітобентос (*макрофіти*) прісноводні папоротникові і квіткові рослини. Залежно від розселення у водоймах та біологічних особливостей (розташування асимілюючих органів по відношенню до дна і поверхні водойми) поділяють на три екологічні групи:

- *гідатофіти* або занурені – серед них розрізняють рослини, у яких коренева система не прикріплена до ґрунту – кушир темнозелений, пухирник звичайний, ряска триборозенчаста, альдрованда пухирчаста та з прикріпленою до ґрунту кореневою системою – водяний жовтець, водопериця колосиста, елодея канадська, водяний різак алоєподібний, різуха морська, рдесники – гребінчастий, широколистий, туполистий;

- *плейстофіти* – рослини з плаваючим на поверхні води листками – латаття біле, латаття сніжно-біле, глечики жовті,

водяний горіх, рдесник плаваючий, сальвінія плаваюча, жабурник звичайний, ряска мала, водяна гречка;

-*гелофіти* або повітряно-водні рослини: рогіз вузьколистий та широколистий, стрілиця звичайна, очерет звичайний, сусак зонтичний, лепешняк великий, їжача голівка, комиш, осоки.

Наведені групи рослин ростуть у водоймах на різних ґрунтах і глибинах, розміщуються завжди поясами або зонами.

Розвиток рослинності визначається комплексною дією багатьох факторів: глибиною водного об'єкту, кольоровістю і прозорістю води, характером руху водних мас та інтенсивністю водообміну, температурою, хімічним складом води, донних відкладів та їх механічним складом.

Екологічні та систематичні характеристики вищих водяних рослин дозволяють протягом тривалого часу візуально проводити експрес-аналіз стану водних екосистем і біорізноманіття від популяційно-видового рівня до ландшафтного. Дослідження вищої водної рослинності має важливе значення під час рекогносційного гідробіологічного огляду водних об'єктів, який проводять з метою екологічно зумовленого розміщення стаціонарних пунктів контролю забруднення.

Зообентос – угруповання безхребетних тварин. За розмірними ознаками зообентос поділяють на:

- *мікрозообентос* – організми менші від 0,5 мм – інфузорії, корененіжки, джгутикові, коловертки тощо;
- *мезобентос* – дрібні до 2 мм донні тварини – донні

гіллясовусі, веслоногі та черепашкові рачки, дрібні олігохети, личинки комах;

- *макрзообентос* – організми більші від 5 мм – олігохети, поліхети, личинки комах, молюски, ракоподібні, голкошкірі.

До складу прісноводного зообентосу входять переважно личинки різних комах, молюски, малощетинкові черви; морського – молюски, багатощетинкові черви, вищі ракоподібні, голкошкірі.

Залежно від рухливості бентосні організми поділяють на 6 екологічних груп:

- *прикріплені організми (епіфауна, перифітон, обростання)* зустрічаються серед усіх типів водяних тварин – найпростіші, губки, моховатки, кишковопорожнинні, голкошкірі, молюски, вусоногі раки. Поширення прикріплених форм серед мешканців водного середовища обумовлене властивостями самої води (вода приносить їжу і сприяє розселенню);

- *організми, які вільно лежать на поверхні дна (онфауна)* – це малорухливі форми – червононогі і двостулкові молюски, морські зірки і їжаки, деякі ракоподібні;

- *організми, які рухаються по дну (мандрівні форми)* – великі ракоподібні, які здійснюють сезонні міграції – креветки, краби, омари, лангусти;

- *організми, які періодично піднімаються над поверхнею дна і переміщуються в придонному шарі (нектобентос)* з метою

зміни біотопу – мізиди, амфіподи, хаоборини, ракушкові рачки, личинки комах;

- *організми, які висвердлюють ходи у скелях, дереві, бетоні (свердлуни)* і живуть в проточених ними ходах – зелені і синьо-зелені водорості, губки, молюски;

- *організми, що закопуються (інфауна)* – цінний корм для риб – черви, личинки комах, молюски, проте значна частина інфауни недоступна рибам.

Формування та розвиток донних організмів залежить від типу донних відкладів (пісок, мул, каміння, рештки деревини, водні рослини), абіотичних чинників середовища (течії, температура, сольовий склад) та забезпечення елементами живлення. Організми зообентосу відіграють велику роль у житті водойм – активно переробляють відмерлі рештки різних організмів і беруть участь у формуванні відкладень органічних речовин на дні водойм – сапропелю, очищують воду шляхом фільтрації, є основою раціону риб-бентофагів. Зообентос достатньо «інертна» і в той же час чутлива біологічна підсистема, структура, яка впродовж тривалого часу може представляти інформацію про вплив природних чи антропогенних чинників. Організми зообентосу є основою багатьох систем біоіндикації. У деяких випадках це єдиний біоіндикатор забруднення донних відкладів і придонного шару води.

Перифітон (обростання, епіфауна) (з гр. *peri-* навколо, *fitos-* рослина) – це угруповання різних організмів, що

мешкають за межами придонного шару води на різних субстратах – стеблах рослин, скелях, металевих та гідротехнічних спорудах, підводних частинах суден, камінні, бетонних укріпленнях берегів, черепашках молюсків тощо. До складу перифітону входять бактерії, найпростіші, гриби, водорості, черви, ракоподібні, личинки комах, двостулкові молюски. Організми перифітону у водних екосистемах очищають воду, служать їжею іншим безхребетним і риbam та є біологічними індикаторами якості води. Найважливішими факторами існування перифітону є наявність у водоймі твердого субстрату, швидкість течії, коливання рівня води та концентрація розчиненого у воді кисню.

Усі водні організми залежно від походження поділяють на первинноводні та вторинноводні.

Первинноводні організми – це організми, еволюційний розвиток яких відбувався у водному середовищі. Первинноводні організми дихають розчиненим у воді киснем. До цієї групи належать:

<i>Tun</i>	<i>Систематичні групи</i>
<i>Protozoa</i>	- найпростіші
<i>Spongia</i>	- губки
<i>Coelenterata</i>	- кишковопорожнинні
<i>Stenofora</i>	- гребневики
Усі типи червів	
<i>Bryozoa</i>	- моховатки
<i>Brachiopoda</i>	- плеченогі

<i>Mollusca</i>	за винятком підкласу <i>Pulmonata</i> (легеневі)
<i>Echinodermata</i>	- голкошкірі
<i>Chaetognatha</i>	- щетинкощелепні
<i>Pogonophora</i>	- погонофори
<i>Hemichordata</i>	- напівхордові
<i>Tunicata</i>	- покривники
Підтип <i>Branchiopoda</i>	- зябродихаючі (тип <i>Arthropoda</i>)

Усі класи риб

Усі відділи водоростей

Вторинноводні тварини – це організми, предки яких були мешканцями суші, а потім перейшли у водне середовище. До цієї групи належать:

Підклас <i>Pulmonata</i>	- легеневі молюски
Клас <i>Insecta</i>	- комахи (тип <i>Arthropoda</i>)
Клас <i>Arachnida</i>	- павукоподібні (тип <i>Arthropoda</i>)
Клас <i>Mammalia</i>	- водні ссавці (тип <i>Chordata</i>)

Вищі водяні рослини

Більшість вторинноводних організмів не змогли перейти до дихання розчиненим у воді киснем та, як і їхні предки, дихають атмосферним повітрям. Вторинноводні організми поширені в прісних водоймах. Серед первинноводних і вторинноводних організмів залежно від способу життя виділяють групу амфібійних організмів, які частину свого життя проводять у водному середовищі, а частину-на суші. До них належать мешканці припливно-відпливної зони морів і океанів.

Завдання:

1. Вивчити життєві форми пелагіалі (нейстон, плейстон, планктон, нектон) і замалювати їх у робочому зошиті.
2. Вивчити життєві форми бенталі (бентос, перифітон, псамон, пагон) і замалювати їх у робочому зошиті.
3. Визначити систематичне положення (тип, клас, родина, підродина, рід) запропонованих прісноводних молюсків і комах, використавши для цього визначники (додаються).
4. Замалювати організми – загальний вигляд, деталі будови (маска бабок, морфологія черепашки двостулкових і черевоногих молюсків).

Лабораторні роботи з визначення виду живого об'єкта будуються за єдиною схемою. Основною задачею є встановлення виду. Для цього спочатку за спеціальними таблицями (визначниками) визначають клас, родину, потім рід і вид.

Визначальні таблиці складені за принципом протиставлення двох чи декількох ознак, або положень (теза) і протилежностей (антитеза). Ознаки тези позначаються в одному пункті, ознаки антитези – в іншому. Це дає можливість порівнювати об'єкт з тією чи іншою протилежною ознакою (ознаками) і добратися до потрібної назви, яку шукали.

Перед кожною тезою і антитезою стоять цифри. Вони означають їх порядкову нумерацію. Поруч з кожним порядковим номером тези в дужках стоїть номер антитези, куди потрібно переходити, якщо ознаки тези не виявляються у даного об'єкта.

Тема 6. ПЛАНКТОННІ УГРУПОВАННЯ ТА ЇХ ПРИСТОСУВАННЯ ДО ПРОЖИВАННЯ В ПЕЛАГІАЛІ

У процесі еволюційного розвитку у планктонних організмів виробилась низка морфологічних і фізіологічних пристосувань до завислого та вільноплаваючого способу життя в товщі води (рис.19).

Вони полягають у:

- забезпеченні плавучості організмів;
- руховій активності організмів (активний і пасивний рух);

Плавучість організмів розглядають як швидкість занурення, що описується формулою:

$$a = \frac{b}{c \cdot d},$$

де, a – швидкість занурення (плавучість), b – залишкова маса, c – в'язкість води, d – опір форми.

Виходячи з формули, плавучість організмів прямопропорційна залишковій масі й обернено пропорційна опорю форми та в'язкості середовища. Організми можуть збільшити плавучість за рахунок підвищення опорю форми (підвищується тertia об воду) й зменшення залишкової маси. *Залишкова маса – це різниця між масою будь-якого тіла і масою витісненої ним води.* Чим менша залишкова маса, тим повільніше відбувається занурення, тобто підвищується плавучість організму.

Пристосування планктону до підвищення плавучості (зниження залишкової маси):

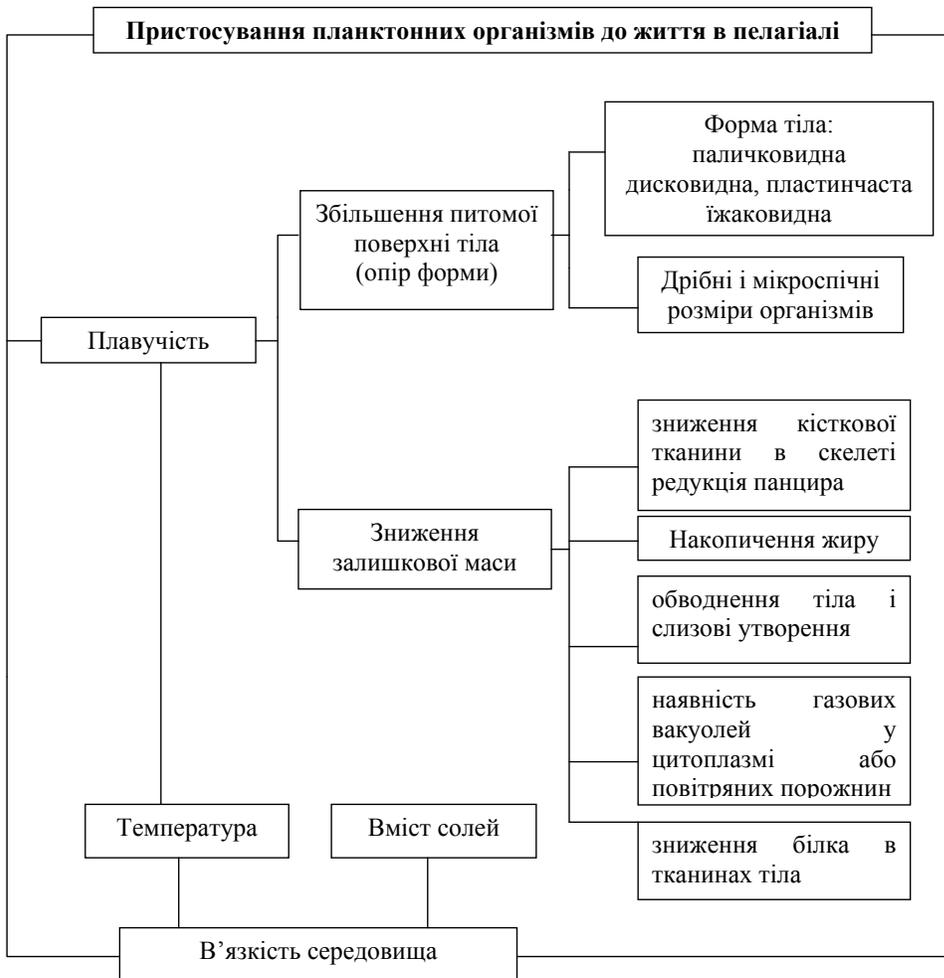


Рис.19. Прийосування планктонних організмів до життя в пелагіалі

- *обводнення тіла*. – наявність значної кількості води (90-99%) у тілах багатьох планктонних організмів наближає густину тіла до густини води, організми мають драглистуконсистенцію (медузи, гребневики, сальпи, сифонофори) або огорнуті

слизовими чохлами (синьозелені, десмідієві водорості), прозорі і ніжні (планктонні рачки, морські стрілки, пелагічні моллюски), містять вакуолі з легкою речовиною (деякі радіолярії);

- *редукція скелетних утворень* – усі планктонні організми мають легший скелет на відміну від споріднених донних форм (у планктонних діатомових водоростей легші стулки, у пелагічних рачків тонша хітинова черепашка, у вищих раків відсутністній важкий карапакс; крилоногі та киленогі моллюски не мають черепашки або вона сильно редукована.
- *жирові включення* – наявні жирові включення в пелагічній ікрі риб, планктонних рачках, коловертках та водоростях (продукт фотосинтезу) служить для зниження густини тіла та залишкової маси;
- *газові включення* – вакуолі синьозелених водоростей, гідростатичний апарат коретри і хаоборуса, пневматоцисти у сифонофор можуть змінювати свій об'єм залежно від температури і тиску в навколишньому середовищі та таким чином коригувати місцезнаходження – підніматися з глибини до поверхні води.
- *розміри тіл* – із зменшенням розміру тіл планктонних організмів їх питома поверхня зростає (*відношення абсолютної поверхні тіла до його об'єму*). Звідси найбільш характерна риса планктону – дрібні та мікроскопічні розміри (піко-, нано-, мікро-, мезо-, мегапланктон).

Приспосовування планктону до збільшення опору форми

пов'язані з формою тіла і розділені на 3 основні конвергентні групи планктонтів:

- *паличковидні форми* – організми з подовженням однієї вісі тіла: діатомові, динофітові, синьо-зелені водорості, щетинкощелепні, деякі ракоподібні тощо;
- *дисковидні або пластинчасті форми* - організми з подовженням двох осей – діатомові, синьо-зелені, радіолярії, медузи, деякі рачки тощо;
- *іжаковидні форми* – організми з різноманітними виростами на тілі: шпичаки, голки, війки – радіолярії, інфузорії, личинки голкошкірих, червів. Вони збільшують поверхню тіла і відіграють роль рулів і стабілізаторів (раковинний шпичак і шолом дафнії, перша пара антен босмін) при плаванні організмів.

В'язкість залежить від температури води (з підвищенням температури зменшується) та вмісту солей (у морській воді в'язкість вища).

Рухова активність планктонних організмів проявляється у формі ***плавання і здійснюються трьома способами:***

- *за допомогою джгутиків, війок, кінцівок і важелів*; слабкі органи руху, переміщення ефективно лише при невеликих розмірах організмів (50-200 мкм) – водорості, найпростіші, личинки губок, кишковопорожнинні, черви; війки працюють як весла – 10-30 ударів в секунду, джгутики здійснюють кругові

рухи і деякі обертаються навкруг свого тіла з швидкістю 3-5 м/год; за допомогою кінцівок рухаються плаваючі комахи; органами руху служать і різні групи кінцівок (грудні) або антени (важелі) – веслоногі і гіллястовусі рачки.

- *за допомогою м'язів*, організми вигинають своє тіло в вертикальній – (п'явки) і горизонтальній площині (личинки комах);

- *реактивний шлях* – медузи, голотурії, личинки бабок; стрибаючі рухи властиві коловерткам, ракоподібним, личинкам комах.

Вертикальне переміщення характерне для багатьох представників фітопланктону і зоопланктону і відбувається за рахунок зміни густини тіла і під дією сили тяжіння:

– *за рахунок виділення бульбашок кисню фітопланктоном*, які оточують водорості і спливають на поверхню, а скидаючи “поплавки”, опускаються вниз.

– *поперемінним накопиченням в клітинах важких або легких іонів*: регулюючи густину тіла водорості утримуються в горизонтах води, сприятливих за освітленням або багатих на біогенні елементи; у безхребетних густина тіла змінюється шляхом утворення газових камер (вакулізація цитоплазми у найпростіших, сифонофори, личинки комах)

Пасивний рух організмів пов'язаний з рухливістю самого біотопа – води. Планктонні організми використовують течії для свого переміщення. Морським течіям властива велика протяжність і висока швидкість, вони здатні переносити рослини і тварини на тисячі кілометрів.

Завдання

1. На готових препаратах, таблицях, плаках розглянути пристосування планктонних організмів до проживання в пелагіалі.
2. Зробити і розглянути під мікроскопом препарати з консервованих проб фіто- та зоопланктону, звернути увагу розміри організмів, форму організмів, наявні війки, газові вакуолі, додаткові вирости, замалювати у таблицях 1,2 (Робочий зошит з Гідробіології) .

Тема 7. БЕНТОСНІ УГРУПОВАННЯ ТА ЇХ ПРИСТОСУВАННЯ ДО ПРОЖИВАННЯ В БЕНТАЛІ

Бентос – сукупність організмів, які мешкають на ґрунті і в ґрунті морських і прісних водойм. Термін запропонований Геккелем у 1890 р.

Перифітон (обростання) – це організми, які мешкають на поверхні занурених у воду предметів. У ряді випадків чітку межу між бентосом і перифітоном провести важко (наприклад організми, які обростають скелі, відкоси каналів, різні предмети на дні тощо).

Бентос і перифітон розділяють на бактеріальний – *бактеріобентос і бактеріоперифітон*, тваринний – *зообентос і зооперифітон* і рослинний – *фітобентос і фітоперифітон*.

Фітобентос поділяється на *мікрофітобентос* (одноклітинні і колоніальні водорості) і *макрофітобентос* або *макрофіти* (зарості багатоклітинних водоростей і вищих водяних рослин).

Зообентос. Залежно від рухливості організми зообентосу поділяють на 6 екологічних груп:

- 1– **прикріплені організми** (сесильні форми, **перифітон, епіфауна**);
- 2 – **лежачі організми** (малорухомі форми, **онфауна**);
- 3 – **організми, які вільно рухаються по дну** (вагільні або мандрівні форми);

4 – організми, що періодично піднімаються над поверхнею дна і переміщуються в придонному шарі (пелаго- або нектобентос);

5 – свердлячі організми (свердлуни);

6 – тварини, що закопуються (інфауна).

1. Прикріплені організми (*сесильні форми, перифітон, епіфауна*) (рис.20) зустрічаються серед усіх типів водяних тварин (найпростіші, губки, моховатки, кишкоковопорожнинні, голкошкірі, молюски, вусоногі раки). Їх поширення обумовлене властивостями води, як середовища життя і перш за все її рухливістю: вода приносить їжу у вигляді планктону і детриту, сприяє розселенню завдяки утворенню вільноплаваючих личинкових стадій, що переносяться течіями. Форма тіла прикріплених організмів переважно витягнута для уникнення захоронення осадами (інфузорії, губки, морські лілії і особливо глибоководні форми). Серед них переважають колоніальні форми – губки, гідроїди, коралові поліпи, моховатки, молюски). Для прикріплених організмів характерне спрощення організації тіла: органи зору, руху, рівноваги та нервова система редуковані (губки, молюски) або виконують інші функції (у вусоногих раків перетворені в органи захоплення їжі), добре розвинені і удосконалені органи чуття, пристосовані до успішного відлову їжі (у гідр і коралових поліпів є ловча лійка, оточена віночком щупалець і рот). Прикріплені організми утворюють основу обростань різних підводних природних і штучних субстратів

(стебла макрофітів, підводне каміння, корпуси кораблів, сваї, гідроспороди) і наносять значну шкоду судноплавству і різним гідротехнічним спорудам.

У прісних водах в обростаннях домінують рослинні форми, рідше дрейсена, губки, моховатки.

У морях частіше всього зустрічаються вусоногі раки, гідроїдні поліпи, моховатки, двостулкові молюски. В обростаннях присутні і рухливі форми: черви, коловертки, ракоподібні.

Бодяга ставкова (*Spongilla lacustris*) (див. рис.20) з родини кремнієризових губок, утворює колонії у вигляді сірих, зелених чи жовтобурих розгалужених кущиків і наростів на підводних предметах. Поширені в прісноводних (рідше солонуватоводних) водоймах земної кулі.



Рис. 20. Перифітон, бодяга ставкова *Spongilla lacustris* та її гемули

Скелет складається з кремнієвих голочок (спікул), з'єднаних органічною речовиною (спонгіном). У помірних широтах узимку колонії бодяги відмирають, утворюючи життєздатні зимуючі

бруньки-гемули, які навесні проростають у молоді губки. Губки – фільтратори, приймають участь у біологічному самоочищенні водойм, окремі види завдають шкоди, поселяючись у водопровідних трубах.

Дрейсена, або трикутниця (*Dreissena polymorpha*) (рис.21) є поширеним видом прісноводних молюсків. Тіло невеликих розмірів, до 3,5-4 см завдовжки, з дуже характерним тригранним обрисом черепашки.

Дорослі дрейсени ведуть прикріплений спосіб життя. Вони виділяють речовину, що перетворюється у воді на міцні нитки, так звані бікуси, якими дрейсени прикріплюються до підводних предметів. Особливо сильно розвинулося поселення дрейсени у великих водосховищах Дніпра, де ними обрастають залишки затоплених дерев, кущів, а також гідротехнічні споруди, трубопроводи, що порушує їхню роботу.



Рис. 21. Дрейсена (*Dreissena polymorpha*)

Устриці (*Ostrea*) (рис.22) – двостулкові молюски, мешкаці теплих і помірних морів, ведуть прикріплений спосіб життя – приростають черепашками до каміння та до черепашок інших молюсків. Стулки черепашки несиметричні: стулка, на якій

молюск приростає до твердого субстрату, випукла, складена з вапнякових листочків, інша стулка плоска і грає роль кришечки, прикриваючи першу. Замкові зуби не розвинуті, нога і бісусна залоза відсутні, краї мантиї вільні, без сифонів. У Чорному морі об'єктом промислу є *Ostrea taurica*, яка утворює устричні банки; стулки цих устриць часто пронизані ходами губки *Cliona*. Устриці чутливі до чистоти води та вмісту розчиненого кисню. Устриці – фільтратори – кожна особина за 1 годину може відфільтрувати від 1 до 3 л води.



Рис. 22. Устриця (*Ostrea taurica*)

Баланус або **морський жолудь** (*Balanus*) (рис.23) поширені морські організми вусоногих рачків (*Cirripedia*). Характерною ознакою є наявність вапнякової черепашки заввишки до 40 см. схожої на жолудь. Дорослі особини прикріплюються широкою підшовою до різних предметів – днищ кораблів, черепашок молюсків, каменях та інших тваринах й утворюють численні колонії (рухливими є лише личинки, завдяки чому відбувається розселення). Клейка речовина, що виробляється у баланусів для закріплення на поверхні надзвичайно стійка і не піддається

впливу сильних кислот, лугів і органічних розчинників, витримує температуру понад 200° С. На масивних ступках баянусів часто поселяються м'які губки і маскують їх серед морських обростань



Рис. 23. Вусоногі рачки (Cirripedia): баянуси (морські жолуді) та морські качечки

Морські качечки (*Chaetolepas calcitergum*) (див. рис.23) – морські організми. Доросла особина укладена у вапняну черепашку, прикріплену до субстрату і складається з шести пластинок. Чотири пластинки утворюють кришечку і можуть розсуватися завдяки дії спеціальних м'язів. Рачок лежить на дні будиночка спинною стороною вниз, висовує вусикоподібні грудні ніжки, вкриті тонкими віями і ловить дрібний планктон, що плаває у воді.

Мідія їстівна (*Mytilis edulis*) (рис.24) вид двостулкових молюсків з видовжиною клиноподібною черепашкою, прикріплюються до субстрату за допомогою бісусних ниток. Молоді молюски (велігери), рухливі. Мідії – фільтратори – кожна особина за 1 годину може відфільтрувати від до 3 л води. М'ясо мідій – дієтичний продукт, містить біологічно активні речовини.



Рис 24. Мідія їстівна (*Mytilus edulis*)

2. Лежачі організми (*малорухомі форми, онфауна*) (рис.23) – переважно червононогі і двостулкові молюски, морські зірки і їжаки, деякі ракоподібні. Залежно від структури ґрунту організми онфауни мають морфологічні відмінності. Організми м'яких ґрунтів відрізняються плоскою формою тіла (камбали, головоногі молюски, деякі краби, двостулкові молюски, морські їжаки).

Гребінець чорноморський (*Flexopecten glaber ponticus*) (рис.25) морський двостулковий молюск родини гребінцевих (Pectinidae). Мають характерну широку віялоподібну, забарвлену у різні кольори, черепашку. Пересуваються короткими стрибками при відкриванні і закриванні стулочок вода, що виштовхується з порожнини молюска сильним струменем, сприяє його руху. Морські гребінці – основна їжа червоного молюска рапани. Фільтратор.

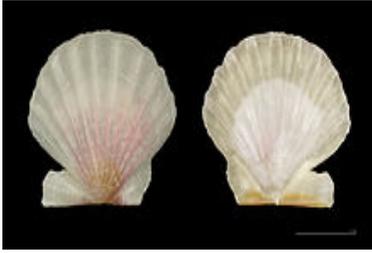


Рис. 25. Гребінець чорноморський (*Flexopecten glaber ponticus*)

Морські їжаки (рис.26) – малорухливі організми, мешкають на різноманітних ґрунтах – жорстких (скелі, валуни, каміння, коралові рифи) та м'яких (пісок), можуть утворювати великі скупчення, під захистом яких можуть жити дрібні безхребетні.



Рис. 26. *Echinarachnius parma* у природі, вид зверху (а) та знизу 2 – занурення у пісок.

Деякі види займають різноманітні заглиблення у скелях, інші здатні самі висвердлювати собі укриття навіть у кам'яних скелях, маскуються уламками черепашок, водоростями, дрібним камінням. Живляться водоростями, які зішкрібають з камінням, споживають дрібних тварин, деякі харчуються молюсками, м'якими тканинами коралів. Тіло вкрите панцирем з довгими чи короткими голками

3. Організми, які вільно рухаються по дну (*вагільні або мандрівні форми*) за допомогою кінцівок у ракоподібних, амбулакральних ніжок у голкошкірих, ноги у молюсків, псевдоподій і війок у найпростіших. Горизонтальні міграції властиві ракоподібним – креветкам, крабам, омарам, лангустам.

Креветки (*Caridea*) (рис.27) – ракоподібні ряду десятиногих раків, розповсюджені у всіх морях та океанах, зустрічаються у деяких прісних водоймах. Більшість видів – мешканці бенталі. Живляться планктоном, детритом, дрібними безхребетними. Деякі види креветок живуть у симбіозі, зокрема в екосистемах коралових рифів, на губках, актиніях, морських ліліях та забарвлені під їх колір. Анемонові креветки родів *Periclimenes* та *Hyprolasmata* живуть на анемонах серед отруйних щупалець та живляться залишками їжі.

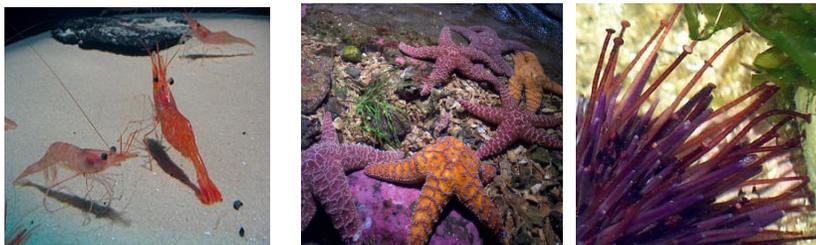


Рис. 27. Мандрівні форми: креветки, морські зірки, амбулакральні ніжки морського їжака

Голкошкірі (*Echinodermata*) (див. рис.27) – морські безхребетні, заселяють бенталь від прибережної зони до океанічних глибин. Особливістю будови є промениста будова

тіла, наявність внутрішнього вапнякового панцира (скелета), що має на поверхні різні шипи, горбочки, голки та унікальної у світі тварин амбулакральної системи. Це мережа каналів, заповнена рідиною, сполучена з навколишнім середовищем через кам'янистий канал і мадрепорову пластинку. Від радіальних амбулакральних каналів відходить безліч амбулакральних ніжок, в основі яких знаходяться ампули – м'язові бульбашки, при скороченні яких ніжка подовжується. На кінці ніжки знаходиться присосок. Амбулакральна система виконує функції пересування, дихання та добування їжі. Зокрема, за допомогою спільної роботи багатьох амбулакральних ніжок морська зірка може розкрити черепашку двостулкового молюска. У деяких тварин (морські зірки, їжаки) голки видозмінені на особливі хапальні органи – педицилярії, призначені для захисту організму, прикріплення, очищення поверхні тіла від сторонніх часток, іноді вони мають отруйні залози.

Беззубка звичайна (*Anodonta cygnea*) (рис.28) – вид прісноводних двостулкових молюсків, поширена у стоячих або слабо проточних прісних водоймах від Європи до Сибіру. Беззубка живе на дні водойм до половини занурюючись у ґрунт. Вапнякова черепашка досягає 10 см, передній кінець закруглений, задній – загострений. Зовнішня частина вкрита рогоподібною речовиною коричнево-зеленого кольору, а внутрішня – тонким перламутровим шаром. У спинній частині черепашки знаходиться тулуб молюска, від якого відходить нога.

Стулки черепашки і складки мантиї у задній частині не прилягають щільно одна до одної. В цьому місці утворюються два отвори — сифони. Пересувається за допомогою ноги (20-30 см за годину).



Рис. 28. Беззубка звичайна (*Anodonta cygnea*) та її личинка (глохідій)

4. Організми, що періодично піднімаються над поверхнею дна і переміщуються в придонному шарі (пелаго- або нектобентос) – мізиди, амфіподи, хаоборини, ракушкові рачки. Для здійснення міграцій донні тварини піднімаються в товщу води і, пропливши за течією деяку відстань, осідають на нове місце.

Мізиди (рис.29) – пелагобентичні, переважно морські рачки, нагадують креветки. Тіло витягнуте в довжину, голова і груди вкриті циліндричним панцирем (каракаксом), черевний відділ тонкий, складається з 6 сегментів, останній закінчується хвостовим віялом. Зустрічаються на різних глибинах, під час відпливу зариваються в пісок. Характерні міграції – з осіннім похолоданням відпливають в глиб моря, навесні – повертаються на мілководдя. Мігруючі види утворюють зграї. Для розширення

природної кормової бази риб вселені у Дніпровські водосховища *Paramysis lacustris intermedia*, *Limnomysis beneden*. Молодь судака живиться переважно мізидами.



Рис. 29. Мізиди і гамариди

Амфіподи (Amphipoda) (див.рис.29). **Бокоплави** – поширені на різних глибинах (пелагічні та бентичні форми), переважно морські вищі рачки. Зустрічаються також в озерах, річках, підземних та печерних водах, багато їх на піщаних пляжах («морські блохи»). Тіло сплюснуте з боків, завдовжки 0,5-25см, за зовнішнім виглядом подібні до креветок. Деякі бокоплави (*Chelura*) пошкоджують дерев'яні портові споруди, інші – паразити медуз (*Hyeroche*) та китів (китова воша, *Syamus*) та проміжні хазяї паразитів риб і водоплавної птиці.

5. Свердлярчі організми (свердлуни)(рис. 30) – це переважно морські організми, які оселяються на скелях, деревині, бетоні і мешкають в проточених ними ж ходах. Каменеві свердлуни – різні у систематичному відношенні водні організми – водорості (зелені і синьозелені), губки, моллюски. Вони руйнують в основному м'які осадові породи: вапняки, сланці,

піщаники (іноді і граніт), черепашки молюсків тощо. У процесі свердління водорості виділяють різні органічні кислоти, які розчиняють поверхню породи у вигляді каналців і там оселяються. Губки і молюски прокладають ходи завглибшки десятки сантиметрів за допомогою передньої частини черепашки з численними зубчиками чи гребенем. Поширені також корабельні черв'яки, які при масовому розвитку швидко руйнують деревину (протягом 1,0-1,5 місяця виходять з ладу невеликі судна, пристані, мости). У прісних водах типовими свердлунами є личинки деяких комах, які мешкають (мінують) в листках і стеблах макрофітів або роблять ходи в глинистих берегах. Поширення свердлунів відбувається завдяки вільноплаваючим личинкам.

Корабельний черв'як – Торедо (*Teredo navalis*) (рис.30,3) – вид морських двостулкових молюсків з родини шашелі (Teredinidae). Довге і червоподібне тіло молюска сягає завдовжки 15-20 см. Забарвлення тіла червонуватого кольору. У передній частині тіла знаходиться стулка, що складається з двох частин, пристосована для свердління деревини. Передня частина тіла має дві трикутної форми вапнякові черепашки розміром 2 см. Вони використовуються, як шило, щоб проколоти і розширити в деревині хід. На задньому кінці тіла знаходяться сифони. Молюск



Рис. 30. Піскожил (1), хірономіди (2), руйнування деревини Тередо (3)

мешкає на підводних дерев'яних конструкціях, проробляє в них ходи, які послаблюють структуру дерева. Харчується в основному деревиною, а також деякими водоростями через сифони. Перетравлення деревини здійснюють симбіотичні бактерії. В результаті діяльності корабельних черв'яків дерево стає схожим на губку і легко руйнується. Тередо становлять небезпеку для дерев'яних суден і споруд.

6. Тварини, що закопуються (інфауна) – цінні кормові безхребетні – черви (поліхети та олігохети), личинки комах, молюски. Переважна більшість організмів інфауни має витягнену форму тіла, закопування служить захисним пристосуванням, завдяки цьому їх значна частина недоступна для риб. Безхребетні інфауни живуть у збудованих ними ходах або трубках, довжина яких часто в декілька разів перевищує довжину самого організму.

Деякі тварини вільно рухаються в ґрунті, поглинаючи його і відбираючи органічні речовини або активно шукають здобич. Такий спосіб життя призводить до змін у морфологічній будові деяких безхребетних: голки морських їжаків перетворені в органи копання, черепашки моллюсків стають гладенькими, тонкими, нещільно закриваються; на добре розвинутій нозі відсутня бісусна залоза; зв'язок із зовнішнім середовищем виконують довгі сифони, які часто перевищують довжину тварини.

Личинки хірономід (*Chironomidae*) (рис. 30, 2). Найбільш представленими є личинки комарів-дзвінців (штовханців). Вони виявлені в озерах, ставках, річках, калюжах на мулистому дні, водяних рослинах. Дорослі комарі-дзвінці невеликого розміру, блідожовтого або темносалатового забарвлення, під час роїння утворюють теплий мелодійний звоноподібний звук. Ротові органи не розвинуті, бо дорослі комахи не живляться, і їх самиці не кровосисні. На стадіях личинки і лялечки хірономіди живуть у водному середовищі 1-4 місяці, а дорослі комахи у повітрі (2-3 дні), де відбувається копуляція, після чого самиці відкладають яйця у воду. Личинки хірономід фільтратори і седиментатори і сприяють самоочищенню води. Личинками хірономід улюблена їжа багатьох видів риб.

Мошки (*Simuliidae*). У річках і струмках, на стеблах рослин можна спостерігати щільні поселення личинок мошок. Прикріплюючись до твердого субстрату так, що їх ротові отвори були спрямовані проти течії води, личинки симуліїз

відфільтровують органічні частки. Вони вимогливі до вмісту у воді розчиненого кисню, тому зосереджені у водоймах з швидкою течією.

Багатощетинкові черви, або **поліхети** (*Polychaeta*) (рис. 30.1) – клас безхребетних тварин типу кільчастих червів, переважно морські донні види. Серед них є планктонні та прикріплені форми (будують захисну трубку і ніколи її не покидають). Тіло червоподібне, довжиною від 1 мм до 3 м. На кожному сегменті є пара недорозвинених кінцівок (параподій) з численними щетинками біля основи. Типовий представник – піскожил – *Nereis diversicolor*. Тіло складається з головного відділу, сегментованого тулуба й анальної лопаті. На голові є 2-4 ока, органи дотику – щупальця, органи нюху – нюхальні ямки, у деяких є органи рівноваги(статоцисти). Дихають всією поверхнею тіла, однак у деяких (піскожил) на параподіях розміщені зябра – розгалужені вирости тіла. Поліхети - цінні об'єкти живлення промислових видів риби, інших гідробіонтів (ракоподібних, голкошкірих) та людини (тихоокеанський палоло, тіло якого сягає до 1 метра; промисел ведуть у період розмноження палоло, коли він підіймається на поверхню води)

***Олігохети* (*Oligochaeta*)** – *малощетинкові черви*. Переважна більшість представників мешкають в ґрунті прісних водоймах. У зв'язку з пристосуванням до життя в ґрунті у олігохет спостерігаються численні риси спеціалізації і окремі

спрощення: слабкіше, ніж у поліхет, виражені головний відділ тіла і анальна лопать, параподії *відсутні*. На тулубових сегментах розташовується невелике число щетинок (у більшості видів 4 пучка по дві щетинки, у водних форм число щетинок більше), звідси - назва клас.

Колодочка (*Solen*) (рис. 31) належать до морських двостулкових молюсків, живуть у піску, у якому будують вертикальні нори, завглибшки до півметра і більше.

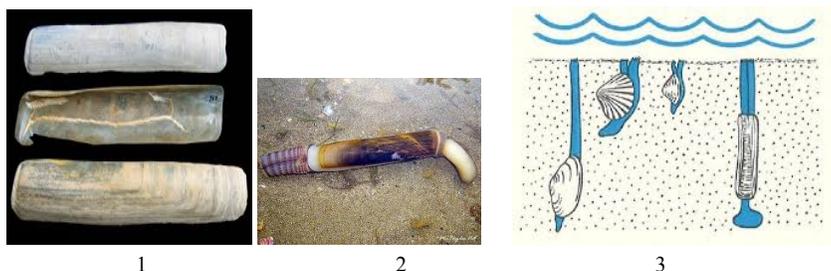


Рис. 31. Інфауна: Колодочка (черепашки - 1 та організм - 2) та глибина заглиблення молюсків у ґрунт

Колодочки живуть у поверхні ґрунту, при небезпеці ховаються в нору, рухаються в ній за допомогою своєї ноги. Черепашка пряма, майже циліндрична, сильно витягнута в поперековому напрямку, з паралельними спинним і черевним краями, відкрита на обох кінцях. Передній кінець черепашки з неглибоким жолобком. Стулки тонкі, блискучі, з вигнутими під прямим кутом лініями росту. Замок редукований, з одним листопадібним зубом на кожній стулці. Легамент зовнішній, видовжений.

Мантия по всьому тілу замкнута, за винятком отвору для ноги і невеликого черевного отвору. Сифони короткі, сполучені, на кінці бахромчасті. Нога довга, циліндрична, на кінці здута. Колодочки трапляються в Чорному морі.

За розмірними ознаками донні організми поділяються на:

- мікробентос (< 0,1 мм) – бактерії, водорості, безхребетні;
- мезобентос (0,1-2 мм) – найпростіші, черви
- макробентос (> 2 мм) – молюски, черви, ракоподібні

Пристосування організмів до проживання у бенталі

Організмам бентосу властиве важке тіло (оболонка, панцир), утворення колоній, витягнена форма.

Пристосування гідробіонтів до бентосного і перифітонного способу життя зводиться до:

1 – утримання на твердому субстраті;

2 – захист від захоронення;

3 – вироблення способів пересування (для рухливих форм).

1. Рух води і гравітаційні сили (сили зміщення) діють на організми бентосу і перифітону. Протистояння пересуванням досягається за рахунок **утримання на твердому субстраті, які полягають у:**

А) підвищенні власної щільності – характерне для організмів із масивним скелетом (скелет голкошкірих, масивні черепашки молюсків, карапакси крабів)

Б) прикріпленні до субстрату

- пневматичне присмоктування (молюски, черви, п'явки),
- суцільне прирощування:

- вапняне (корали, устриці, ракоподібні),
- хітинове (молюски, ракоподібні)
- кореневе та коренеподібними *ризоїдами* (бактерії, нижчі гриби, водорості, губки, вищі рослини);
- приклеювання (личинки деяких комах);

В) заглиблення (закопування) у поверхню (субстрат)

– закопування у ґрунт (молюски, голкошкірі, олігохети, личинки комах, ракоподібні, губки, деякі риби);

– механічне та хімічне висвердлювання та проточування поверхні (молюски, губки, ракоподібні, голкошкірі).

Г) розвиток різних якорів

2) захист від захоронення(засипання осадами)

- специфічна форма тіла (витягнута та лійкоподібна) – губки, корали, молюски, моховатки, черви;
- періодична міграція у вище розташовані тверді поверхні – голкошкірі, вищі ракоподібні.

Завдання:

1. На препаратах, таблицях, плакатах розглянути пристосування епіфауни до проживання в бенталі.
2. На препаратах, таблицях, плакатах розглянути пристосування інфауни до проживання в бенталі.
3. На препаратах, таблицях, плакатах розглянути пристосування онфауни до проживання в бенталі.
4. Зарисувати представників епіфауни, інфауни та онфауни різних систематичних груп.
5. Скласти схему-класифікацію «Пристосування бентосних організмів до життя в пелагалі» (Робочий зошит з Гідробиології)

Тема 8. БАКТЕРІОПЛАНКТОН ТА БАКТЕРІОБЕНТОС. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ

Вода є надзвичайно сприятливим середовищем для проживання бактерій. Вони поширені в усіх без винятку водоймах, а також у термальних джерелах та полярних водах. Особливо сприятливі умови для розвитку бактерій у водоймах рибогосподарського призначення, багатих на органічні речовини, неглибокі, що добре прогріваються сонцем, з стоячою водою чи уповільненою течією.

Бактеріопланктон – це сукупність мікроскопічних, в основному одноклітинних бактерій різних фізіологічних груп: азотфіксаторів, амоніфікаторів, нітрифікаторів, денітрифікаторів, залізо- і сіркобактерій, сульфатредукуючих, амілолітичних тощо. У воді бактерії знаходяться у завислому стані поодинокі або в скупченнях - агрегатах.

Бактеріальне населення дна водойм - це бактеріобентос.

Величина клітини бактерій вимірюється у мікрометрах, розміри клітин коливаються і залежать від умов зовнішнього середовища: через сприятливі умови вони більші, через брак поживних речовин – дрібніші. Клітини бактерій різноманітної форми – кулясті, паличковидні та звивисті, оточені оболонкою, яка й визначає їх форму. У клітині знаходиться цитоплазма – складна колоїдна сполука білково-ліпоїдної природи, де в процесах обміну відбувається перетворення поживних речовин та різноманітні включення. Деякі паличковидні бактерії через

несприятливі умови утворюють у середині клітин спори, які стійкі до низьких і високих температур й інших несприятливих чинників середовища й зберігають життєздатність протягом тривалого часу.

Для своєї життєдіяльності різні фізіологічні групи бактерій потребують різної кількості поживних речовин і умов середовища. Наприклад, деякі з них для побудови свого тіла вимагають лише простих неорганічних речовин – води, мінеральних солей і вуглекислого газу – це фотоавтотрофи. До цієї групи відносяться зелені і пурпурові бактерії, які виявлені лише у водному середовищі. Фотосинтез відбувається при участі бактеріохлорофілу. Інша група бактерій для своєї життєдіяльності використовує енергію, утворену при окисленні простих неорганічних сполук – хемоавтотрофи. Ці бактерії можуть знаходитися на будь-яких глибинах водойм і у ґрунтах. До них відносяться нітрифікатори, залізо-, сірко- та метанобактерії тощо. У товщі води бактерії знаходяться у завислому стані поодинокі або в скупченнях – агрегатах, у ґрунті – в основному в агрегатах.

Бактерії мають велике значення в продукційних процесах та процесах самоочищення водойм і є важливим джерелом живлення планктонних і донних безхребетних та риб на ранніх стадіях розвитку. У водоймах, багатих на органічні речовини, бактерії дуже швидко розмножуються і можуть нагромаджуватись у великій кількості. У технологічних процесах

вирощування риби з метою підвищення рівня розвитку кормової бази застосовують різні органічні й мінеральні добрива, які у першу чергу використовуються бактеріями. При цьому їх чисельність може досягати значних величин, викликаючи значне зниження розчиненого у воді кисню, що нерідко призводить до “задухи”. Проте за чіткого дотримання технологічних вимог щодо використання добрив, розвиток бактеріопланктону та його виїдання гідробіонтами на наступних трофічних рівнях відбувається в основному на рівні відтворення. Для рослинної і прісноводної мезопланктонної бактеріопланктон служать важливим джерелом живлення, і його біомаса у $0,2-1,0 \text{ г/м}^3$ повністю задовольняє харчові потреби. Раціон найпростіших та гіллястувосих ракоподібних у середньому на 30% складається з бактерій, 20-50% становить фітопланктон. Веслоногі ракоподібні та двостулкові молюски для живлення використовують агрегати бактерій, які становлять 30-50% їх добового раціону.

Найбільшу концентрацію бактерій спостерігають в місцях накопичення органічних речовин, перш за все у поверхневому шарі донних відкладів. Тут скупчення бактерій нерідко утворюють плівку товщиною в декілька міліметрів. У ґрунтах біомаса бактерій коливається від 10 до 100 г/м^2 . У воді рибницьких ставів біомаса бактерій становить $2-8 \text{ г/м}^3$, удобрених органічними й мінеральними добривами - до 30 г/м^3 . У високопродуктивних озерах і водосховищах (евтрофних)

бактеріопланктон дає масу у 2-5 г/м³, в менш продуктивних (мезотрофних) - 0,5-1,5 г/м³.

Основним джерелом енергії для бактерій служить розчинена органічна речовина, а також мінеральні форми азоту та фосфору. Максимального розвитку бактерії досягають у періоди відмирання і розпаду фітопланктону, який накопичується у водоймах за час його вегетації.

8.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання для відбирання і опрацювання мікробіологічних проб

Експедиційне обладнання:

- батометр;
- стерильні флакони (склянки, пляшки) місткістю 100-500 см³;
- поліетиленові пакети Baks, Steril, Whiri-Pak (Hach Europe-S.A/N.V.);
- сумка-холодильник або ящик з термоізоляцією;
- формальдегід;

Лабораторні прилади та обладнання:

- автоклав електричний;
- шафа сушильна лабораторна;
- термостат електричний;
- мікроскопи;
- об'єкт-мікрометр;
- окуляр-мікрометр;
- рН-метр;
- дистильатор;
- холодильник;
- шутель-апарат;
- прилад для фільтрування води (фільтр Зейтца з діаметром фільтруючої поверхні 32 мм та колба Бунзена);
- насос вакуумний;
- лічильник формених елементів крові;
- прилад для підрахунку колоній бактерій;
- шютель-апарат;
- лупа;
- спиртівки;
- пенали металеві для піпеток та чашок Петрі;

- фільтри мембранні ацетатцелюлозні або нітроцелюлозні з діаметром пор 0,17- 0,35 мкм;
- пінцети;
- пальник;
- мірні піпетки на 1, 2, 5, 10 см³ з ціною поділок 0,1 см³;
- піпетки Мора місткістю 50 і 100 см³;
- стакани лабораторні;
- предметні і накривні скельця;
- чашки Петрі;
- пробірки бактеріологічні;
- фільтрувальний папір;

Поживні середовища та реактиви:

- агар-агар, м'ясо-пептонний агар (МПА), пептон сухий, агар Ендо;
- олія імерсійна для мікроскопії;
- спирт етиловий ректифікований;
- фенол;
- барвники: еритрозин основний, акридиноранж, 4,6-діамідино-2-фінілоїндол (DAPI);

8.2. Відбирання проб води для мікробіологічних досліджень

Відбирання проб води для мікробіологічних досліджень проводять на заздалегідь визначених станціях. Для відбирання більшості мікробіологічних проб придатні стерильні склянки (флакони) зі скла або стерильні поліетиленові пакети Baks, Steril, Whiri-Pak (Nach Europe-S.A/N.V) згідно ISO 9001. Після відбирання проб, у випадку використання батометра зі змінними стерильними скляними флаконами, флакон знімають, верхній шар води зливають, пробу фіксують 40%-м розчином формаліну (0,5 см³ формаліну на 100 см³ води) і закривають стерильним корком, який покривається стерильним паперовим ковпачком і обв'язується ниткою.

Для відбирання проб на глибині (наприклад, в озерах або

водосховищах) застосовують батометри. Батометри мають бути виготовлені з матеріалу, що витримує сухоповітряну або парову стерилізацію.

Вся використовувана апаратура, включаючи насоси і насосне устаткування, має бути чистою (промита) і не повинна додатково вносити нові мікроорганізми.

Для прижиттєвого вивчення бактеріопланктону та проведення посівів на поживні середовища відібрані проби зберігають у сумці-холодильнику не більше 2-3 год. Кожній пробі води присвоюють номер, а у польовому щоденнику під цим номером вказують найменування водойми, станцію, дату й інші обов'язкові відомості – екологічні, гідрологічні, гідрометеорологічні тощо. Для транспортування проби складають у спеціальний ящик.

8.3. Методи визначення загальної чисельності бактерій у воді

Загальну чисельність бактерій у воді визначають методом мембранних фільтрів, запропонованим А.С. Разумовим. Суть його полягає в концентрації мікроорганізмів на поверхні мембранного фільтра при фільтруванні проби води з подальшим фарбуванням фільтра і мікроскопічним вивченням.

Фільтрувальний прилад – фільтр Зейтца та колба Бунзена приєднана до насоса для створення вакууму (рис.32).

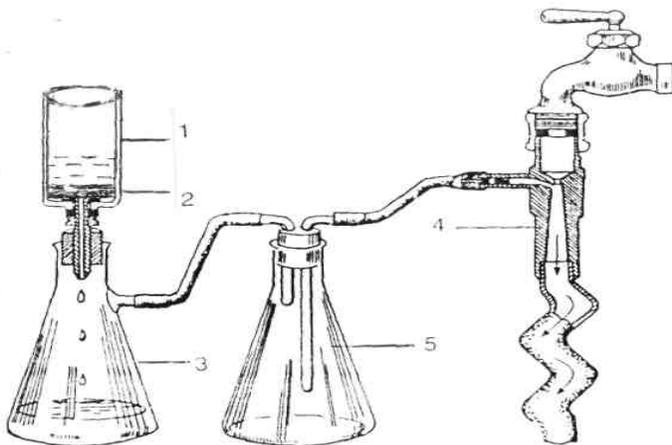


Рис. 32. Фільтрувальний прилад: 1- фільтр Зейтца; 2- фільтрувальна пластинка; 3- колба Бунзена; 4- водоструминний насос; 5 – проміжна посудина.

Об'єм води для фільтрування – чисті райони річок, озер, водосховищ – 10-20 см³, забруднені – 0,1-2 см³.

Барвники для фарбування мембранних фільтрів: еритрозин основний, акрединоранж чи 4,6-діамідино-2-фінілоіндол (DAPI). Від назви барвника походить назва методу.

Еритрозиновий метод

1) Приготування розчину еритрозину:

5 г свіжоперегнаного фенолу (карбол) розчинити в 100 мл дистильованої води, перемішати і додати 5 г еритрозину. Суміш перемішати і настояти протягом доби. За діаметром чашок Петрі вкласти диски фільтрувального паперу і просякнути їх приготовленим розчином еритрозину;

2) Фільтрування формальдегіду

Фільтрування основного розчину формальдегіду через мембранний фільтр з діаметром пор 0,3 мкм для очищення від бактерій.

3) Приготування мембранних фільтрів

Мембранні фільтри тричі протягом 10 хвилин кип'ять у дистильованій воді (не допускаючи бурхливого кипіння) для видалення з них повітря і залишків розчинників.

4) Приготування фільтрувального приладу

Перед кожною процедурою фільтрування проб води металеві деталі фільтра Зейтца протирають спиртом і стерилізують методом фламбування (обпалюють) ватним тампоном, змоченим у спирті, накрученим на металеву паличку. Порядок операцій:

- розібрати прилад;
- протерти ватою зі спиртом і обпалити підставку і циліндричний корпус;
- протерти ватою зі спиртом і обпалити лійку;
- вставили основу фільтра у колбу Бунзена, вкласти обпалену дрібнопористу металеву сіточку, стерильним пінцетом швидко покласти підготовлений мембранний фільтр, встановити циліндричний корпус і загнувтити його.

Усі операції необхідно виконувати швидко біля або у

полум'ї пальника. Відросток колби Бунзена приєднують до вакуумного насосу. Для рівномірного розподілу бактерій по площі фільтра вакуум у приймальній колбі Бунзена не повинен перевищувати 0,1 - 0,2 атм.

5) *Визначення площі поля зору мікроскопа*

Площу поля зору мікроскопа визначають за формулою $S=\pi R^2$. Щоб одержати величину радіуса, вимірюють діаметр поля зору за допомогою об'єкт-мікрометра.

Проведення роботи. На фільтрувальну сіточку фільтра Зейтца накладають паперовий фільтр, злегка змочують його стерильною водою, на нього кладуть блискучою стороною догори мембранний фільтр і закручують верхню частину до основи. Стерильною піпеткою над полум'ям спиртівки відбирають необхідну кількість води і пропускають через мембранний фільтр. Після цього фільтр виймають, висушують на фільтрувальному папері, маркують (дата, об'єм профільтрованої води, номер проби), кладуть у чашку Петрі з тампончиком вати, змоченим формальдегідом. У такому вигляді фільтри можна зберігати тривалий час. Для подальшого вивчення фільтр необхідно пофарбувати. Його пінцетом переносять на просякнутий еритрозином фільтрувальний папір у чашці Петрі. Витримують протягом 3 - 4 год при температурі 50 - 60°C в термостаті або залишають на ніч при кімнатній температурі. Після закінчення фарбування зайвий еритрозин з мембранних

фільтрів відмивають, перекладаючи їх пінцетом на аркуші фільтрувального паперу, змоченого дистильованою водою, поки мембранні фільтри не набудуть рожевого кольору. Фільтри висуюють на повітрі та зберігають у паперових пакетах.

Для підрахунку мікроорганізмів на предметне скло наносять краплю імерсійної олії, на нього накладають 1/2 – 1/4 забарвленого фільтра і зверху ще наносять краплю олії (фільтр повинен бути прозорим). Для мікроскопії використовують імерсійний об'єктив (90×) і окуляр (10×) з сітчастим мікрометром. Підрахунок бактерій проводять за окремими морфологічними типами: палички, коки, азотобактероподібні бактерії, сіркобактерії тощо. Кількість бактерій підраховують у 20 полях зору, використовуючи лічильник.

Підрахунок чисельності бактерій проводиться за формулою:

$$x = \frac{S \cdot 10^6 \cdot a}{s \cdot n \cdot v}, \quad (8.1)$$

де, x – кількість бактерій в 1 см³ води;

S – площа фільтра, мм²;

10^6 – коефіцієнт для переведення з мм² у мкм²;

a – кількість бактерій, підрахована в n полях зору;

n – число полів зору;

s – площа окулярної сіточки, в якій були підраховані бактерії, мкм²;

v – об'єм профільтрованої води, см³.

Недоліки методу: еритрозином забарвлюються і відповідно підраховуються усі клітини бактерій: і живі, і мертві; має місце неповний облік дрібних клітин, які складають значну частину тотального бактеріопланктону.

Акрединоранжевий метод. Акрединоранж – флуорохром, що утворює комплекси з ДНК і РНК клітини і забарвлює бактерії в жовтий або зелений колір залежно від концентрації барвника, складу стінки клітини та співвідношення РНК до ДНК в цитоплазмі.

Вимоги до консервування проб

Проби води можуть бути використані безпосередньо після відбирання (прижиттєве вивчення) або зафіксовані 40% формальдегідом з розрахунку його кінцевої концентрації в пробі 5%.

Зберігання проб

При +2 - 4°C декілька тижнів.

Опрацювання консервованих проб

Декілька днів після відбирання проб.

Приготування розчину акрединоранжу:

0,1 г акрединоранжу розчиняють у 100 дм³ дистильованої, профільтрованої через полікарбонатний чорний мембранний фільтр (Ø 0,2 мкм) води. Розчин зберігають у холодильнику. Термін придатності – декілька місяців. Перед кожним використанням необхідно фільтрувати через вказаний вище фільтр за збереження умов стерильності.

Проведення роботи. До 1 - 2 см³ проби води додають 0,1 см³ 0,1% розчину акрединоранжу і залишають на 2 - 5 хв. На

фільтрувальну пластинку приладу накладають паперовий фільтр, злегка змочують його стерильною водою і на нього кладуть блискучою стороною догори чорний полікарбонатний фільтр. Пробу з барвником вносять до фільтрувального приладу і фільтрують при 0,2 - 0,4 атм. Після того, як проба відфільтрується, у прилад додають 2 см³ стерильної води і фільтрують (для усунення надлишку барвника). Фільтр знімають і ретельно висушують на повітрі. Фільтри зберігають в темноті.

На предметне скло наносять тонкий шар нефлуоресційної імерсійної олії і на нього приклеюють фільтр догори поверхнею з осадженими на ній мікроорганізмами. На поверхню препарату наносять краплю нефлуоресційної імерсійної олії та досліджують препарат в епіфлуоресцентному мікроскопі з використанням об'єктиву 100×, окуляру 10× і системи фільтрів: 410 - 485 нм, 515 нм та 505 нм.

Недоліки методу: незначна канцерогенність барвника та здатність акридиноранжу адсорбуватися на завислих у воді частках мулу, що перешкоджає отриманню достовірної інформації про чисельність бактеріопланктону.

DAPI – метод. Барвник 4,6-діамідино-2-фенілоіндол або DAPI є специфічним флуорохромом, що дає комплекси з ДНК, які світяться при збудженні УФ $\lambda=365$ нм блакитним кольором. На відміну від акридиноранжу DAPI не зв'язується з РНК, але утворює комплекси з ДНК нуклеоїду, цитоплазми, клітинної стінки. Зважаючи на це, перевагою методу DAPI у порівнянні з

методом акридиноранжу є можливість обліку не тільки загальної чисельності бактерій, але й при модифікації методу – виявлення метаболічно активних клітин (NuCC – nucleoid containing cells – клітин, які містять нуклеоїд).

Вимоги до консервування проб і терміну камерального опрацювання такі ж, як і в методі з акридиноранжем.

Приготування розчину 4,6-діамідино-2-фінілоїндолу (DAPI):

Концентрований розчин DAPI (500 мкг/мл): 10 мг барвника розчиняють в 20 мл дистильованої, профільтрованої через полікарбонатний чорний мембранний фільтр (\varnothing 0,2 мкм) води. Розчин по 1–2 см³ розливають в стерильні мікропробірки (епендорфи), які зберігають при –20°C (термін зберігання кілька місяців).

Робочий розчин DAPI (50 мкг/мл) готують методом розведення концентрованого дистильованою профільтрованою через полікарбонатний чорний мембранний фільтр (\varnothing 0,2 мкм) водою. Робочий розчин зберігають при +2–4°C і використовують протягом двох тижнів. Для подальшого використання його необхідно знову фільтрувати через вказаний фільтр.

Проведення роботи. До 1 - 2 см³ проби води додають стільки ж робочого розчину барвника, щоб його кінцева концентрація в пробі становила 5 мкг/см³ DAPI. Пробу з

барвником залишають у темноті на 7 - 10 хв. Після експозиції пробу фільтрують через полікарбонатний чорний мембранний фільтр при 0,2 - 0,4 атм. Після цього до фільтрувальної лійки приладу додають спочатку 1 - 2 см³ стерильної води і фільтрують, а потім ще 1 - 2 см³ 80% етилового спирту і знову фільтрують. Фільтр знімають з фільтрувального приладу і висушують на фільтрувальному папері в темноті. Препарати зберігають в темноті при температурі мінус 20°C. Перед мікроскопією препарати треба витримати до прийняття ними кімнатної температури.

На предметне скло наносять тонкий шар спеціальної олії СТ-флуог і накладають фільтр догори поверхнею з осадженими мікроорганізмами. На СТ-флуог до препарату приклеюють покривне скельце. На нього наносять краплину нефлуоресційної імерсійної олії і переглядають препарат в епіфлуоресцентному мікроскопі, підраховуючи кількість бактерій. Використовують об'єктив 100×, окуляр 10× і систему фільтрів для екстинції з $\lambda=365$ нм, емісії $\lambda=420$ нм.

Загальну чисельність бактерій, забарвлених акридиноранжем чи DAPI, у мікробіологічних дослідженнях підраховують автоматично з використанням сучасних мікроскопів, приєднаних до програми Multi-Scan. При цьому вимірюються розміри бактерій, визначається їх об'єм та біомаса.

8.4. Методи визначення біомаси бактерій

Визначення біомаси бактерій є необхідною умовою для оцінки ролі бактеріального населення в продукційних процесах, трофічних зв'язках і процесах самоочищення у водних екосистемах. Найчастіше показники біомаси застосовуються при визначенні продукції бактерій, їх виїдання безхребетними тваринами, при розрахунках витрат асимільованої бактеріальним населенням енергії на дихання і конструктивний обмін. Показники біомаси бактерій також використовують в системах класифікацій, пов'язаних з встановленням трофічного статусу водойм

Вимірювання розмірів мікроорганізмів. Після підрахунку загальної чисельності бактерій на цьому самому препараті визначають середній об'єм бактеріальних клітин шляхом вимірювання їх довжини і ширини. Вимірювання можна проводити і на мікрофотографіях. Розміри бактерій у водоймах можуть коливатися в широких межах.

Проведення роботи. Вимірювання величини бактеріальних клітин проводять за наявності окуляр-мікрометра і об'єкт-мікрометра. Окуляр-мікрометр – це кругла скляна пластинка, в центрі якої є лінійка, завдовжки 5 мм (кожний міліметр поділений на 10 поділок) (рис. 33).

Окуляр-мікрометр встановлюється на діафрагму окуляра мікроскопа поділками вниз. Перед цим потрібно викрутити очну лінзу окуляра, проте за допомогою лише одного окуляр-мікрометра

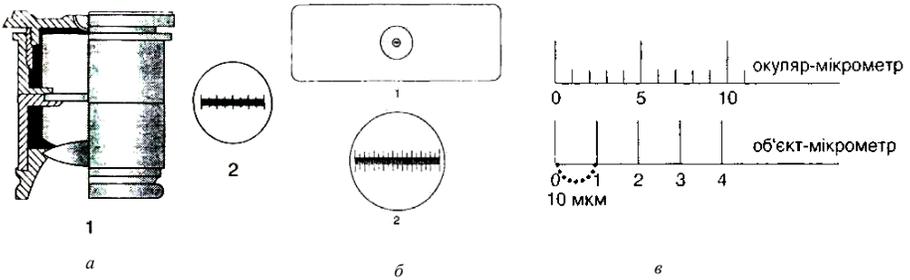


Рис. 33. а) Окуляр-мікрометр: 1 – окуляр зі вставленим мікрометром (розріз); 2 – окуляр-мікрометр; б) 1- об'єкт-мікрометр; 2 – окуляр-мікрометр, який вставляється в окуляр мікроскопа; в) визначення величини поділки окуляр-мікрометра.

ще не можна безпосередньо встановити величину бактеріальної клітини, тому що мікроорганізми проглядаються через об'єктив і окуляр, а поділки лінійки – тільки через верхню лінзу окуляра. У цьому випадку збільшення бактеріальної клітини і поділок не може бути однаковим. Тому перед вимірюванням розмірів клітини насамперед треба визначити ціну поділки окуляр-мікрометра для даного збільшення мікроскопа. Визначають ціну поділки за допомогою об'єкт-мікрометра.

Об'єкт-мікрометр (рис. 17.б) – це металева пластинка з отвором у центрі. В отворі є скельце, на якому нанесена лінійка завдовжки 1 мм. Лінійка поділена на 100 часток. Одна поділка дорівнює 0,01 мм або 10 мкм. Щоб визначити ціну поділки окуляр-мікрометра, об'єкт-мікрометр розміщують на предметному столику мікроскопа і розглядають як препарат. Рухаючи столиком мікроскопа і повертаючи окуляр, досягають такого положення, щоб шкали окуляр-мікрометра і об'єкт-мікрометра були паралельними.

Після цього нульову риску шкали об'єкт-мікрометра сполучають з нульовою рисою шкали окуляр-мікрометра і знаходять найближчий збіг рисок від нульових точок обох шкал. Визначають скільки поділок об'єкт-мікрометра відповідають одній поділці окуляр-мікрометра. Наприклад, на рис.17 *в* видно, що дві поділки шкали об'єкт-мікрометра відповідають п'ятьом поділкам окуляр-мікрометра. Так одна поділка окуляр-мікрометра дорівнюватиме

$20 : 5 = 4$ мкм. Отже, ціна поділки окуляр-мікрометра при даному збільшенні мікроскопа становить 4 мкм. Знайшовши ціну поділки окуляр-мікрометра, можна вимірювати величину мікробних клітин без об'єкт-мікрометра. Для цього під мікроскопом визначають кількість поділок шкали окуляр-мікрометра, що займає об'єкт і множать її на ціну поділки.

Вимірювання мікрооб'єктів здійснюють також за допомогою гвинтового окуляр-мікрометра МОВ-1-15× (рис.34). Його накладають на тубус мікроскопа і закріплюють гвинтом. У фокальній площині окуляра МОВ-1-15× розміщені нерухома шкала з поділками від 1 до 8 мм (ціна поділки – 1 мм), індекс у вигляді біштриха (двох рисок) і рухоме перехрестя (рис.18.б). При обертанні мікрометричного гвинта перехрестя і біштрих переміщуються у полі зору окуляра відносно нерухомої шкали.

Крок гвинта дорівнює 1 мм. Нерухома шкала призначена для відліку повних обертів барабана гвинта, тобто цілих міліметрів

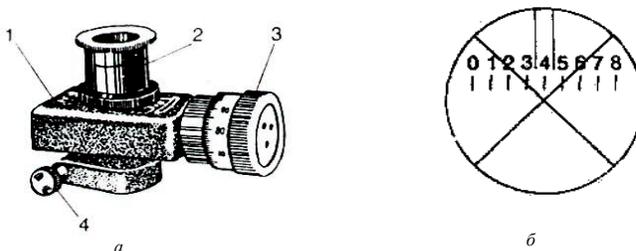


Рис. 34. а) Гвинтовий окуляр-мікромметр МОВ-1-15^x: 1– корпус; 2 – окуляр; 3 – барабан зі шкалою; 4 – гвинт для закріплення; б) вимірювальна лінійка окуляр-мікромметра: нерухома шкала з поділками від 0 до 8, рухоме перехрестя та індекс у вигляді біштриха.

переміщення перехрестя. Рухомий барабан МОВ-1-15 \times поділений на 100 частин. Поворот барабана на 1 поділку відповідає переміщення на 0,01 мм. Таким чином, шкала барабана призначена для відліку сотих часток міліметра. Повний відлік по шкалах МОВ-1-15 \times складатиметься з відліку на нерухомій шкалі та відліку на барабані.

Перед вимірюванням досліджуваних об'єктів спочатку треба виміряти лінійне збільшення об'єктива мікроскопа. Для цього на предметному столику розміщують об'єкт-мікромметр і фокусують на нього мікроскоп. По шкалі об'єкт-мікромметра визначають певне число поділок, які укладаються в 2/3 поля зору окуляра. За інструкцією вимірювання лінійного збільшення об'єктива мікроскопа можна робити в двох напрямках: від нульової поділки до поділки «8» міліметрової шкали окуляр-мікромметра або навпаки. При вимірюванні від нульової поділки обертанням барабана позначеною поділкою об'єкт-мікромметра і

проводять відлік по шкалах окуляр-мікрометра. Далі обертанням барабана у той самий бік підводять центр перехрестя до сполучення з останньою поділкою шкали об'єкт-мікрометра і здійснюють другий відлік. Обчислення роблять за формулою:

$$\beta = \frac{\Pi - I}{z \cdot \alpha}, \quad (8.2)$$

де, β – лінійне збільшення об'єктива; $\Pi - I$ – різниця двох підрахунків по шкалах окуляр-мікрометра; z – число поділок об'єкт-мікрометра, прийнятих при вимірюванні; α – ціна однієї поділки шкали об'єкт-мікрометра (0,01 мм).

Приклад. Для об'єктива 40× перший відлік по шкалі окуляр-мікрометра дорівнював 1,36 мм, другий – 8,20 мм. Число поділок об'єкт-мікрометра при вимірюванні становив 15. У цьому випадку лінійне збільшення об'єктива 40× дорівнює:

$$\beta = \frac{8,20 - 1,36}{15 \cdot 0,01} = 45,6^x \quad (8.3)$$

Після визначення лінійного збільшення об'єктива можна приступати до вимірювання досліджуваних об'єктів. На предметному столику мікроскопа замість об'єкт-мікрометра розміщують препарат, наводять різкість і, дивлячись в окуляр, обертанням барабана підводять центр перехрестя до сполучення з краєм зображення досліджуваного об'єкта. Роблять перший відлік по шкалах окуляр-мікрометра. Потім підводять центр перехрестя до сполучення з другим краєм об'єкта (барабан обертають у той самий бік) і роблять другий відлік. Величину досліджуваного об'єкта визначають за такою формулою:

$$t = \frac{II-I}{\beta}, \quad (8.4)$$

де, t – величина досліджуваного об'єкта; $II-I$ – різниця двох підрахунків; β – лінійне збільшення об'єктива.

Приклад. При вимірюванні довжини дріжджової клітини за допомогою об'єктива 40× перший підрахунок становив 3,37 мм, другий – 3,79 мм. У цьому випадку довжина дріжджової клітини дорівнює 0,09 мм або 9 мкм:

$$t = \frac{3,79-3,37}{45,6} = 0,09_{\text{мм}}$$

При розрахунках загальної біомаси бактерій доводиться приймати одні (середні) розміри для усіх паличок, що знаходяться у водоймі, коків тощо. Тому для одержання середніх розмірів мікроорганізмів кожного типу необхідно проводити значну кількість вимірювань бактеріальних клітин.

Об'єм паличковидних клітин розраховують за формулою циліндра:

$$V = \frac{1}{4}\pi d^2 h, \quad (8.5)$$

де, d – товщина, h – довжина палички.

Об'єм коковидних клітин визначають за формулою кулі:

$$V = \frac{1}{6}\pi D^3, \quad (8.6)$$

де, D – діаметр коковидної клітини.

Об'єм овальних клітин отримують за допомогою формули еліпсоїда:

$$V = \frac{1}{6} \pi D d^2, \quad (8.7)$$

де, D – довжина клітини, d – ширина (по короткій осі).

У зв'язку з тим, що на висушених і фіксованих препаратах об'єм клітин зменшуються в 1,5–2 рази, тому при розрахунках використовують поправочний коефіцієнт, що дорівнює 1,6. Об'єм бактеріальних клітин спочатку отримують в мкм^3 і далі перераховують в мм^3 .

Загальну біомасу бактерій виражають в одиницях маси на певний об'єм води (в мг/дм^3). Загальна біомаса дорівнює сумі маси клітин різних морфологічних типів. Приймається, що питома маса бактерій дорівнює питомій масі води 1; маса 1 мм^3 біомаси бактерій становить 1 мг.

Приклад розрахунку біомаси бактерій [4]. Об'єм однієї коковидної клітини в даній водоймі, наприклад, становить 0,52 мкм^3 , кількість коків в 1 см^3 води – 200000. Біомаса коків в 1 см^3 дорівнює

$$0,53 \times 200000 = 104000 \text{ мкм}^3, \text{ або } \frac{104000}{1000^3} = 0,000104 \text{ мм}^3$$

Біомаса бактерій в 1 дм^3 води має об'єм 0,104 мм^3 і дорівнює 0,104 мг. Отже, для визначення біомаси бактерій в мг/дм^3 води необхідно середню масу однієї клітини помножити на кількість клітин, встановлених прямим підрахунком у 1 см^3 , і отриманий результат розділити на 1000.

У наведеному вище прикладі:

$$\frac{0,52 \times 200}{1000} = 0,104 \text{ мм}^3 = 0,104 \text{ мг / л}$$

Для визначення біомаси бактерій у донних відкладах необхідно середній об'єм однієї клітини помножити на число клітин у 1 г ґрунту і отриманий добуток розділити на 1000.

Для визначення сухої маси від отриманої величини береться 15%, (бактерії містять 85% води). Вуглець становить 50% за масою від сухої біомаси бактерій. Тоді:

$$B_c = Nv \times 0,15 \times 1,6 \times 0,5,$$

де, B_c – вуглець сухої біомаси бактерій; 0,15 – перехід від вологої біомаси до сухої; 0,5 – розрахунок біомаси на вуглець; v – середній об'єм сухої клітини;

N – число бактерій в 1 см³ (1 дм³) води або в 1 г ґрунту; 1,6 – поправочний коефіцієнт.

При автоматичному підрахунку чисельності бактерій (забарвлених акридиноранжем чи DAPI) з використанням програми Multi-Scan визначення розмірів клітин різних морфологічних типів виконується системою в кожному полі зору. На основі отриманого середнього об'єму клітин розрахунок біомаси бактерій проводять за формулою:

$$B = (104,5 \times V^{0,59}) \times 0,86 \times N \times 10^{-5}, \text{ мкг С/л}, \quad (8.8)$$

де, B – біомаса бактерій, мкг С/л;

V – середній об'єм клітин бактерій, мкм³;

N – загальна кількість бактерій, кл/мл (у воді) чи кл/г (в донних відкладах).

8.5. Визначення загальної кількості сапрофітних бактерій

Кількість сапрофітних бактерій, що ростуть на стандартних живильних середовищах, є чутливим індикатором вмісту та якості органічних речовин у водоймах. Оцінка кількості життєздатних сапрофітних бактерій, значну частину яких становить алохтонна мікрофлора, тобто така, що надходить до водних об'єктів із різних джерел, дозволяє отримати інформацію щодо якості води.

Суть методу полягає у внесенні певного об'єму досліджуваної проби води в стандартне живильне середовище агара в чашках Петрі шляхом змішування (глибинний засів) з подальшим інкубуванням засіву при 22°C протягом 72 год, або (та) при 37°C протягом 24 чи 48 год та підрахунком колоній бактерій, що утворюються, на одиницю об'єму води.

Відбирання проб води. Відбирання проб води для визначення кількості сапрофітних бактерій проводиться аналогічно, як і у випадку загальної чисельності бактеріопланктону. Проба води повинна бути досліджена відразу або у межах 2 год, але не пізніше, як через 6 год після відбирання, за умови зберігання її при температурі від 1 до 5°C у сумці-холодильнику або ящику з теплоізоляційною прокладкою.

Підготовка до аналізу:

- 1) Поживні середовища для сапрофітних бактерій

М'ясо-пептонний агар (МПА): м'ясний екстракт – 3г, пептон – 5 г, агар-агар – 20 г, вода водопровідна – 1000 мл. Реакцію середовища доводять до 6,8–7,2.

Агарове середовище (ІСО 8199): триптон – 6 г, зневоднений екстракт дріжджів – 3 г, агар у порошок або в гранулах – 12 г, вода – до 1000 мл. рН середовища після стерилізації доводиться до $7,2 \pm 0,2$ при 25°C .

Приготовлені поживні середовища розливають у флакони або пробірки у кількості, необхідній для аналізу. Стерилізують в автоклаві при $120 \pm 2^\circ\text{C}$ ($1,1 \text{ кгс/см}^2$) 20 хв.

2) Лабораторний посуд

Посуд для бактеріологічного аналізу повинен бути підготовленим згідно правил – вимитим, висушеним, спеціально упакованим і простерилізованим сухим жаром в сушильній шафі при $160 \pm 5^\circ\text{C}$ протягом 1 год, або в автоклаві при $126 \pm 2^\circ\text{C}$ ($1,5 \text{ кгс/см}^2$) 30 хв.

3) Приготування стерильної води.

Водопровідну (колодязну, річкову) воду розливають у пробірки по 10 мл в кожную, закривають ватними корками і стерилізують в автоклаві при $120 \pm 2^\circ\text{C}$ ($1,1 \text{ кгс/см}^2$) 20 хв. Термін зберігання не більше 2-х тижнів.

4) Приготування розведень із проб води

При необхідності висівання на поживні середовища малих об'ємів (0,1 см³ і менших) досліджувану пробу води необхідно розвести стерильною водою. Для цього в пробірку з 9 см³ стерильної води вносять 1 см³ води, що

досліджується. При цьому піпетка повинна бути опущена нижче поверхні води не більше, ніж на 3 мм, щоб не допустити змиву бактерій із зовнішньої сторони. Іншою стерильною піпеткою шляхом продування повітря ретельно перемішують вміст пробірки, відбирають з неї 1 см³ і переносять в чашку Петрі. Це буде становити 0,1 см³ води, що досліджується. За необхідності висівання менших об'ємів води цією ж піпеткою переносять 1 мл вмісту першої пробірки в наступну з 9 см³ стерильної води. Висівання 1 см³ з другої пробірки відповідатиме 0,01 см³ води, що досліджується тощо.

Проведення аналізу. Усі маніпуляції, пов'язані з мікробіологічними засівами, виконують над полум'ям спиртівки. У промарковані стерильні чашки Петрі стерильною піпеткою вносять по 1 см³ досліджуваних проб води. Із кожної проби води необхідно посіяти не менше 2-х різних об'ємів. Потім у чашку заливають розплавлене на водяній бані та охолоджене до 45°C поживне середовище (10-12 см³). Обережно нахилиють і обертають чашку для перемішування суміші на поверхні столу. Не допускається утворення повітряних пухирців бульбашок повітря, незалитих частин дна чашки, попадання середовища на краї та кришку чашки. Після застигання середовища чашки розміщують у термостаті при температурі 37°C, витримують

протягом доби. За цей час виростають колонії, які добре видно при використанні лупи.

Підраховують кількість колоній звичайним способом за допомогою лупи із збільшенням в 2–5 разів або за допомогою лічильної камери Вольфлюгеля чи приладу для підрахунку колоній (рис.35).

При використанні лупи чашку ставлять на чорний фон догори дном, розділяють на 4-8 сегментів і кожен підраховану колонію відмічають зі сторони дна олівцем для скла. При висіванні 1 см^3 нерозведеної проби враховують будь-яку кількість колоній, але таку, що не перевищує 300. Якщо в чашці з найбільш високим розведенням виростало більше 300 колоній і аналіз неможливо повторити, то допускається підрахунок колоній за допомогою пластинки з сіткою і лупи при сильному бічному освітленні. Підраховують не менше 20 квадратів площею 1 см^2 кожний в різних місцях чашки, потім виводять середнє арифметичне число колоній на 1 см^2 , величину якого множать на площу чашки в см^2 за формулою $S = \pi R^2$.

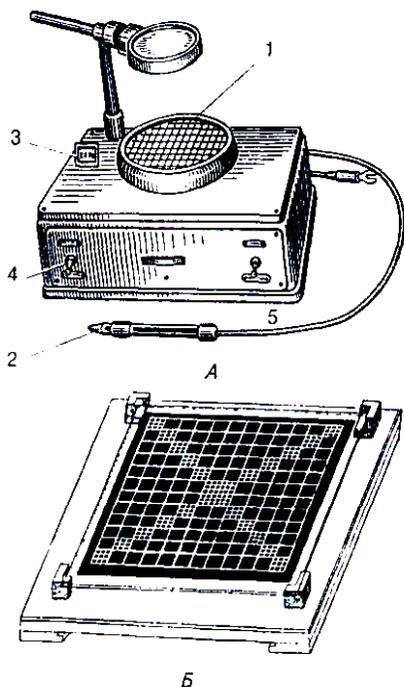


Рис. 35. Прилади для підрахунку колоній мікроорганізмів: (А – апарат для кількісного підрахунку колоній: 1 – столич для чашки Петрі; 2 – голка з пружинним пристроєм; 3 – показник лічильника; 4 – тумблер для вмикання імпульсного лічильника; 5 – тумблер для вмикання лампи освітлення; Б – лічильна камера Вольфлюгеля.

Якщо посів проводився без попереднього розведення, то кількість колоній, які одержано у чашці, дорівнюватиме вмісту бактерій у 1 см^3 води. У разі розведення треба помножити кількість колоній на відповідне розведення, і тоді одержимо кількість бактерій у 1 см^3 води.

Результат підрахунку колоній в кожній чашці з урахуванням висіяного об'єму виражають у кількості бактерій у 1 см^3 води. За кінцеву кількість бактерій приймають середнє арифметичне

результату підрахунку на 2-х паралельних чашках або різних розведень.

8.6. Визначення кількості бактерій групи кишкової палички

Визначення кишкової палички ґрунтується на її здатності при розмноженні зброджувати цукор. Якщо поживне середовище містить лактозу, то вона зброджується до молочної кислоти, яка руйнує сполуку барвника фуксину з сульфітом. У місцях росту колоній бактерій *Escherichia coli* виникають забарвлені фуксином червоні блискучі випуклі колонії, підрахунок яких вказує на кількість бактерій кишкової палички. Для визначення кількості бактерій *E.coli* та інших представників цієї групи використовують бродильний метод і метод фільтрів. Суть останнього полягає в концентруванні бактерій з певного об'єму досліджуваної води на мембранному фільтрі та вирощуванні їх на середовищі Ендо при температурі 37 °С.

Підготовка до аналізу:

- 1) *Агар Ендо* (випускають у сухому вигляді). Склад: поживний агар сухий 26,5 г; вітамінний препарат «ЕКД» - 1,22; лужний фуксин - 0,23 г; цукор молочний - 10,7 г; динатрію фосфат - 0,48 г; сульфит натрію безводний - 0,83 г; натрій вуглекислий - 0,03 г.

Спосіб приготування поживного середовища: 19,40 г (точну наважку див. на упаковці) агару Ендо розчинити в 1 л дистильованої води, прокип'ятити до повного розплавлення агару 2-3 хв, профільтрувати і знову довести до кипіння, остудити до температури 45-50 ° С,

розлити в стерильні чашки Петрі шаром 3-4 мм, після застигання підсушити при температурі $(37 \pm 1) ^\circ \text{C}$ протягом 40-60 хвилин. Готове поживне середовище необхідно використовувати в день приготування

- 2) *Приготування фільтрувального приладу*
Як і в еритрозиновому методі
- 3) *Приготування мембранних фільтрів*
Як і в еритрозиновому методі

Проведення роботи. У стерильні флакони відбирають проби води (300-500 мл). Якщо вода забруднена, то її розводять стерильною водою у 100-1000 разів. Підготовлені мембранні фільтри поміщають у простерилізований апарат Зейтца, з'єднаний з водоструминним насосом. Після закінченні фільтрування мембранний фільтр переносять стерильним пінцетом у чашку Петрі на поверхню середовища Ендо. Чашку розміщують у термостаті при температурі $37 ^\circ \text{C}$ і витримують протягом доби. Після цього розглядають і підраховують колонії кишкової палички, які мають металевий блиск і червоне забарвлення.

Для визначення колі-індексу підраховану кількість бактерій групи кишкових паличок, які виростили із досліджуваного об'єму води, множать на 1000 і ділять на цей же об'єм V :

$$\text{колi-iндекc} = n \times 1000 : V \quad (8.9)$$

8.7. Методи визначення загальної чисельності бактеріобентосу

Проби донних відкладів відбирають стратометром (рис. 36). Попередньо в лабораторії заготовляють серію скляних трубочок діаметром близько 1 см і довжиною 15 - 20 см кожна, закривають ватними тампонами, стерилізують у сушильній шафі.

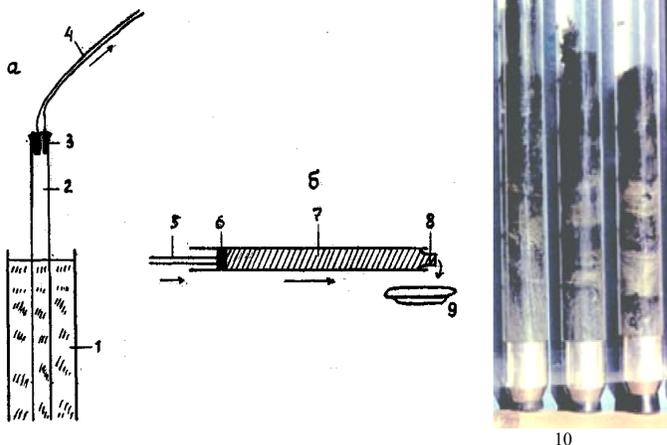


Рис. 36. Стратометр (а) та з скляна трубка (б): 1 – стратометрична трубка з монолітом ґрунту; 2 – скляна трубка, в яку асептично відбирається колонка ґрунту; 3 – гумовий корок з скляною трубочкою; 4 – гумова трубка; 5 – скляна паличка; 6 – поршневий корок; 7 – моноліт ґрунту; 8 – ніж; 9 – приймач для ґрунту; 10 – проби донних відкладів відібрані за допомогою стратометра.

Окремо в автоклаві стерилізують гумові корки в паперових пакетах по 2 - 4 шт. При відбиранні проб ґрунту із стратометра у верхній кінець скляної трубки вставляють гумовий корок з гумовим шлангом; протилежний кінець трубки ставлять у центр моноліта ґрунту, що знаходиться в стратометрі, і поступово вводять в нього трубку так, щоб поверхня ґрунту в моноліті та

трубці вирівнялась. Для цього за допомогою гумового шлангу та груші витягують повітря з верхньої частини скляної трубки. Потім трубку виймають з моноліту й затикають з обох сторін гумовими корками. У такому вигляді проба донних відкладів може зберігатись в холодильнику декілька годин (3 - 4°C).

Для відбирання проб для мікробіологічного аналізу гумові корки із скляної трубки виймають і в її нижній кінець вставляють поршневий корок. За допомогою скляної палички моноліт ґрунту пересувають до протилежного кінця трубки й відбирають необхідну порцію з відповідної глибини для аналізу.

Визначення загальної кількості бактеріобентосу проводять прямим підрахунком на мембранних фільтрах з використанням світлооптичної або епіфлуоресцентної мікроскопії.

Точність підрахунку бентосних бактерій суттєво залежить від умов підготовки проби для аналізу. Уніфікованої процедури не існує; ефективність різних її варіантів визначається способом і повнотою десорбції бентосних бактерій від частинок ґрунту. Найчастіше застосовується обробка проб ультразвуком або синтетичними детергентами.

Українськими вченими запропонована ультразвукова обробка проб та розведення ґрунту безбактеріальною водою у співвідношенні не менше, ніж 1:500. Визначення загальної кількості бентосних бактерій з одноразовим застосуванням ультразвукової обробки включає наступні процедури .

Проведення роботи. 1 г вологого ґрунту вносять в бюкс,

додають 19 см³ 0,5% розчину K₂SO₄, приготовленого на безбактеріальній воді (отриманій методом фільтрування у лійці через азбестовий фільтр Зейтца, під який накладається мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм. Суспензію гомогенізують на ультразвуковій установці УЗДН-2Т протягом 2 хв (сила струму 0,015 А, частота 22 кГц) з метою десорбції бактерій на частинках ґрунту.

5 см³ гомогенату переносять в чисту колбу на 200 см³ і розводять розчином K₂SO₄ в 25 разів. 20 см³ отриманої суспензії центрифугують при 750 g. Відбирають 1 см³ супернатанта і фільтрують через мембранний фільтр з діаметром пор 0,17 мкм. Для більш рівномірного розподілу бактерій по поверхні фільтра у лійку доцільно попередньо внести 4 см³ безбактеріального розчину K₂SO₄.

Подальша процедура обробки мембранних фільтрів – фарбування еритрозином, відмивання від фарби, підрахунок бактерій у світловому мікроскопі виконується за умов, викладених для визначення загальної кількості бактеріопланктону. Розрахунок кількості бактеріобентосу також проводять за формулою для визначення кількості бактерій у воді з урахуванням розведення початкової проби в 500 разів. Кінцевий результат виражають у кількості бактерій на 1 г вологого ґрунту. Як показали останні дослідження щодо оптимізації методу тотального обліку бентосних бактерій, наведений вище метод все ж недооцінює істинну кількість бентосних бактерій.

Пропонуються більш складні та трудомісткі схеми обробки проб і підрахунку бентосних бактерій, але вони потребують більш широкої апробації на різних водоймах з різнотипними донними відкладами.

Для підрахунку бактерій на фільтрах з використанням барвника акридиноранжу необхідно до 0,5–1 см³ отриманої суспензії донних відкладів у розведенні 1:500 додати 0,1 см³ 0,1% розчину барвника. Забарвлення бактерій триває протягом 2–5 хв. Подальші процедури ідентичні тим, що відносяться до підрахунку загальної кількості бактерій у воді з використанням барвника акридиноранжу.

Для підрахунку бактерій на фільтрах із застосуванням флуорохрома DAPI до певного об'єму суспензії донних відкладів у розведенні 1:500 додають таку кількість робочого розчину барвника, щоб його кінцева концентрація в пробі становила 5 мкг/мл DAPI. Пробу з барвником залишають у темноті на 7–10 хв. Подальші процедури ідентичні таким, що відносяться до підрахунку загальної чисельності бактерій у воді з використанням барвника DAPI.

Викладена вище методика відбору проб ґрунту з моноліту, отриманого за допомогою стратометра, у стерильні скляні трубки дозволяє проаналізувати чисельність бактеріобентосу не тільки у верхньому шарі ґрунту, але і дослідити вертикальний розподіл загальної чисельності та вмісту сапрофітних бактерій у донних відкладах різного типу в залежності від фізико-хімічних умов.

8.8. Визначення кількості сапрофітних бактерій у ґрунтах

Кількість сапрофітних бактерій, що ростуть на стандартних поживних є чутливим індикатором вмісту і якості органічних речовин як у воді, так і в донних відкладах водою.

Відбір проб донних відкладів для посіву на поживні середовища та підрахук кількості сапрофітних бактерій виконується за схемою, викладеною для загальної чисельності бактеріобентосу з дотриманням умов асептики.

Зберігання, транспортування проб донних відкладів, матеріали, що використовуються, поживні середовища та їх підготовка для засівання донними відкладами мають загальні вимоги, викладені для обліку сапрофітних бактерій у воді.

Проведення роботи. На годинниковому склі, яке попередньо протирається спиртом та обпалюється на полум'ї спиртівки, на вагах готується наважка ґрунту 100 мг, який змивається стерильною водопровідною водою у колбу до досягнення об'єму 100 см^3 (одразу отримують третє розведення). Вміст колби перемішують протягом 10 хв, відбирають 1 см^3 рідини і переносять у пробірки з 9 см^3 стерильної водопровідної води (рис. 37).

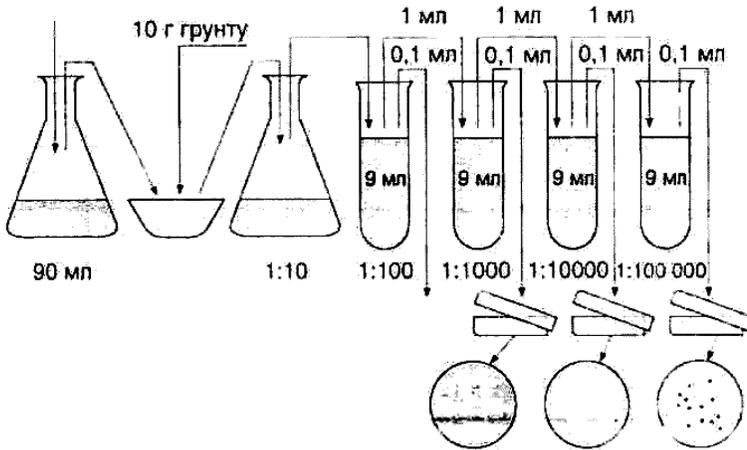


Рис. 37. Схема виготовлення розведень та посіву ґрунтової суспензії в чашки Петрі.

Тобто проводиться серія десятикратних розведень. Висіви на поживне середовище проводять з 5–8-го розведень. З кожного розведення по 1 см³ матеріалу засівають у дві чашки Петрі. Інкубацію чашок з засівами проводять при температурі 20–25°C протягом 7–10 днів. Кількість колоній враховується в тих розведеннях, де їх виростає не менше 30 і не більше 300 на одній агаровій чашці.

Результат підрахунку колоній в кожній чашці з урахуванням розведень виражають у кількості бактерій на 1 г вологого ґрунту. За кінцеву кількість бактерій приймають середнє арифметичне результату підрахунку на 2-х паралельних чашках або різних розведень.

8.9. Визначення метаболічно активних бактерій у воді та донних відкладах

Визначення кількості клітин, які містять недеградований нуклеоїд. Комплекси DAPI з неспецифічним ДНК цитоплазми і клітинної стінки бактерій є нестійкими сполуками. Натомість комплекси DAPI з нуклеоїдом клітини більш стійкі. Для того, щоб визначити клітини з недеградованим нуклеоїдом (метаболічно активні), препарати, приготовані у відповідності з процедурою підрахунку загальної кількості бактерій, обробляються гарячим ізопропиловим спиртом. Ізопропанол руйнує і вимиває сполуки DAPI з неспецифічним ДНК, але не викликає вимивання барвника з комплексів DAPI з ДНК нуклеоїда.

Консервування проб

Проби води та донних відклад можуть бути використані безпосередньо після відбирання (прижиттєве вивчення) або зафіксовані 40% формальдегідом з розрахунку його кінцевої концентрації в пробі 10% (за меншої кількості формаліну аналіз неможливий).

Зберігання проб

При +2–4°C декілька тижнів.

Опрацювання консервованих проб

Декілька днів після відбирання проб.

Проведення роботи. Приготування барвника (DAPI) і забарвлення препаратів проводиться аналогічно, як і при визначення загальної кількості бактерій у воді. Фільтр з осадженими і забарвленими бактеріями промивають 2 см³ гарячого (65–70°C) ізопропанолу. Аналіз і розрахунки виконують аналогічно методу визначення загальної кількості бактерій при забарвленні DAPI.

Визначення стану цитоплазматичної мембрани бактерій. Бактерії з неушкодженою та ушкодженою цитоплазматичною мембраною (живі й мертві) можна відрізнити при забарвленні препарату комплексом LIVE/DEAD BacLight viability kit (Molecular Probes USA). Комплекс складається з двох барвників – SYTO 9 і Propidium Iodide (PI), кожний з яких з'єднується з нуклеїновими кислотами. Сполуки SYTO 9 з ДНК мають зелену флуоресценцію, а PI з ДНК – червону. SYTO 9 проникає як в живі, так і мертві клітини; PI – тільки в мертві, тобто клітини з порушеною цитоплазматичною мембраною, конкуруючи з SYTO 9 за з'єднання з ДНК. У результаті після забарвлення препарату комплексом LIVE/DEAD BacLight viability kit живі клітини світяться зеленим кольором, а мертві – червоним.

Консервування проб

Проби води і донних відкладів можуть бути використані безпосередньо після відбирання (прижиттєве вивчення) або зафіксовані 40%

формальдегідом з розрахунку його кінцевої концентрації в пробі 5 % (за меншої кількості формаліну аналіз неможливий).

Зберігання проб

При температурі +2 - 4°C декілька тижнів.

Опрацювання консервованих проб

Декілька днів після відбирання проб.

Зберігання барвників

При температурі мінус 20°C.

Проведення роботи. барвники SYTO 9 і PI змішують у рівних кількостях і добре перемішують на шутель-апараті безпосередньо перед початком аналізу.

До 1 мл пробки додають 3 мкл суміші реагентів і протягом 15 хв перемішують на шутель-апараті при кімнатній температурі у темноті. На фільтрувальну пластинку фільтрувального приладу накладають паперовий фільтр, злегка змочують його стерильною водою і на нього кладуть блискучою стороною догори чорний полікарбонатний фільтр. Забарвлену суспензію бактерій фільтрують при 0,2 - 0,4 атм. Після того, як проба відфільтрується, у прилад додають 2 см³ стерильної води і фільтрують (для усунення надлишку барвника). Фільтр знімають з фільтрувального апарату і висушують на фільтрувальному папері в темноті. Фільтри зберігають в темноті при температурі мінус 20°C.

Перед мікроскопічним дослідженням препарати треба

витримати при кімнатній температурі. Після цього на накривне скельце наносять краплину нефлуоресційної імерсійної олії. Мікроскопію виконують в епіфлуоресцентному мікроскопі з об'єктивом 100×, окуляром 10×. При підрахунку клітин, забарвлених в зелений колір, використовують фільтри NB (блакитний), а з фільтром WG (зеленим) рахують бактерії, забарвлені в червоний колір.

Визначення клітин бактерій з активним транспортом електронів. При обробці суспензії бактерій 5-ціано-2,3-дитоміл тетразоліумхлоридом (СТС) з подальшим забарвленням DAPI в препаратах на чорних полікарбонатних мембранних фільтрах виявляють бактерії з активним транспортом електронів (клітини, які активно дихають). Безкольоровий СТС при відновленні в клітині внаслідок відриву електронів переходить в червоний формазан. У клітинах з дегідрогеназами, що беруть участь у транспорті електронів, спостерігаються включення червоно-помаранчевого кольору, і такі бактерії визначають як СТС+. Цей метод дає можливість отримати інформацію про співвідношення загальної чисельності до кількості СТС+ клітин в бактеріальному угрупованні.

Консервування проб

Тільки прижиттєве вивчення проб води і донних відкладів

Опрацювання консервованих проб

Після відбирання проб.

Зберігання розчину СТС

При температурі +4–5°C у темноті

Приготування розчину 4,6-діамідино-2-фінілоїндолу (DAPI):

Як у методі визначення загальної кількості бактерій у воді.

Проведення роботи. Готують 50 мМ розчин СТС на деіонізований, профільтований через мембранний фільтр (\varnothing 0,2 мкм) воді.

До нефіксованої проби додають розчин СТС у співвідношенні 10:1 і перемішують на шутель-апараті при кімнатній температурі у темноті протягом 1 - 3 год. Після експозиції пробу фіксують 40% ультрафільтрованим формаліном до кінцевої концентрації 5%.

Пробу фарбують DAPI і препарат готують згідно з вищевикладеним методом визначення загальної кількості бактерій.

Мікроскопія виконується в епіфлуоресцентному мікроскопі з використанням двох систем фільтрів: а) для DAPI (згідно метода обліку загальної кількості бактерій, забарвлених DAPI); б) світло-блакитного фільтру (підрахунок клітин, в яких накопичений формазаза у вигляді червоно-помаранчевих включень).

Примітка: при вмісті в пробі значної кількості кулястих ціанобактерій, фотопігменти яких світяться червоним кольором, необхідно паралельно проводити дослідження незабарвленого препарату для ідентифікації ціанобактерій та СТС+ бактерій.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб бактеріопланктону.
2. Які методи використовують для визначення загальної чисельності бактерій у воді та донних відкладах?
3. Які вимоги до консервування проб бактеріопланктону?
4. Які методи використовують визначення біомаси бактерій?
5. Назвіть методи визначення загальної кількості сапрофітних бактерій у воді і донних відкладах.
6. Якими методами визначають бактерії групи кишкової палички?
7. Назвіть методи визначення метаболічно активних бактерій у воді і донних відкладах.

Використана література

1. Вода питьевая. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 191 с.
2. Дзюбан А.Н. Оценка экологического состояния водохранилищ по критериям бактериобентоса // Гидробиол. журн. – 2004. – 40, № 4.– С. 73–79.
3. Дзюбан А.Н., Горбенко А.Ю. Оптимизация метода прямого счета бактерий в донных отложениях водоемов // Микробиология. – 1989. – 58, вып. 5. – С. 871–875.
4. Дзюбан А.Н., Горбенко А.Ю., Буторин А.Н., Кузнецова И.А. Оптимизация метода тотального учета бентосных бактерий // Гидробиол. журн.– 2001. – 37, № 4.– С. 102–107.
5. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
6. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
7. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. Практическое руководство. – М.–Л.: Наука, 1965. – 363 с.
8. Разумов А.С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха // Микробиология. – 1932. – Т. 1, вып. 2. – С. 131–146.
9. Романенко В.И. Микроорганизмы воды и грунтов // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 51–72.
10. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с.
11. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам.

- Энциклопедический справочник. – М.: Изд-во “Протектор”, 1995. – 624 с.
12. *Berman T., Kaplan B., Chara S., Viner Y., Sherr B.F., Sherr E.B.* Metabolically active bacteria in Lake Kinneret // *Aquat. Microb. Ecol.*, **23**, 2001. – P. 213–224.
 13. *Choi J.W., Sherr E.B., Sherr B.S.* Relation between presence-absence of visible nucleoid and metabolic activity in bacterioplankton cells // *Limnol. Oceanogr.*, **41**, 1996. – P. 1161–1168.
 14. *Zweifel U.L., Hagström A.* Total counts of marine bacteria include a large fraction of non-nucleoid-containing bacteria (ghosts) // *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**, 1995. – P. 2180
 15. *Hobbie J.E., Daley R., Jasper S.* Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // *Appl. Environ. Microbiol.*, **33**, 1977. – P/ 1225–1228.
 16. *Methods in Microbiology.* – USA: Academic Press, **30**, 2001. – P. 131–194.
 17. *Rodrigues G.G., Phipps D., Ishiguro K., Ridgway H.F.* Use of the fluorescent redox probe for direct visualization of activity respiring bacteria // *Appl. Environ. Microbiol.*, **58**(6), 1992. – P. 1801–1808
 18. *Porter R.W., Feig Y.S.* The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora // *Limnol. Oceanogr.*, **25** (5), 1980. – P. 943–948.
 19. *Simon M., Tilzer M.M.* Bacterial response to seasonal changes in primary production and phytoplankton biomass in Lake Constance // *J. Plankton Res.*, **9**, 1987. – P. 535–552.
 20. <http://www.helicon.ru/upload/iblock/g>
 21. <http://www.everest-tech.ru/lab/autoclaves/selecta-micro8>.
 22. <http://kz.all.biz/img/kz/catalog/195728.jpeg>

Тема 9. ФІТОПЛАНКТОН. СИСТЕМАТИЧНІ ВІДДІЛИ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ

Фітопланктон рибогосподарських водойм представлений сукупністю водоростей різних систематичних відділів, серед яких синьозелені – *Cyanophyta*, евгленові - *Euglenophyta*, динофітові – *Dinophyta*, діатомові – *Bacillariophyta*, зелені – *Chlorophyta*, жовто-зелені – *Xantophyta*, золотисті – *Chrysophyta*, криптофітові – *Cryptophyta*, рафідофітові – *Raphidophyta* та харові – *Charophyta*, бупі – *Phaeophyta*, червоні – *Rhodophyta*. Є водорості одноклітинні, багатоклітинні, колоніальні. У більшості з них клітина вкрита оболонкою, має цитоплазму, ядро, хроматофори, вакуолі й різні включення – зерна крохмалю, краплини жиру тощо.

Клітинна оболонка водоростей – целюлозна, пектинова чи целюлозно–пектинового походження. У водоростей поширена мінералізація, кутинізація та ослизнення клітинної оболонки. Мінералізація – це просякнення оболонки солями заліза, кальцію чи кремнію – у діатомових, динофітових, деяких хризомонад. Слиз утворюється за рахунок зміни зовнішнього шару оболонки чи цитоплазмою й виділяється назовні через спеціальні пори й захищає клітину від механічних пошкоджень, висихання, зменшує питому масу планктонних форм, допомагає прикріплюватися до субстрату.

Нижчі форми амебоїдних і джгутикових водоростей вкриті щільним шаром цитоплазми – перипластом, мають скоротні

вакуолі, вічко та джгутики. Перипласт може бути гладеньким чи структурованим різними виростами: горбиками, валиками, бородавками тощо.

Цитоплазма зосереджена головним чином в пристінковій ділянці, середину клітини займає вакуоля. У нижчих представників водоростей є одна чи декілька скоротливих вакуолей, які виконують осморегуляторну та видільну функції.

Більшість водоростей мають одне ядро, але є й багатоядерні. Синьозелені водорості ядра не мають, що наближає їх до бактерій, їх називають ще ціанобактерії.

Автотрофне живлення водоростей можливе лише за наявності в них пігментів – хлорофіл, каротин, ксантофіл, фікоеритрин, фікоціан. Пігменти забарвлюють клітини у відповідний колір, а від переважного розвитку тієї чи іншої групи залежить колір води у водоймі. Носіями пігментів у клітинах водоростей є хроматофори (їх немає тільки у синьозелених). Пігменти розміщені в передній частині перипласта. Форма хроматофорів і розміщення їх в клітинах є систематичними ознаками водоростей. Розрізняють пластинчасті, стрічкоподібні, зірчасті, сіткоподібні, квартоподібні, зернисті хроматофори. У хроматофорах знаходяться піреноїди – білкові тільця.

У нижчих представників водоростей (джгутикових) протягом усього життя, а у вищих представників лише на певних стадіях розвитку (зооспори, гамети) клітини мають органи руху – джгутики. Продукти фотосинтезу водоростей – крохмаль,

лейкозин, глюкоза, жир – відкладаються в різних відділах клітини безпосередньо в хроматофорах чи навколо піреноїдів.

Водорості розмножуються вегетативно, статевим і безстатевим способами. Вегетативне розмноження – безпосереднє утворення собі подібних – дуже поширене у водоростей. Характерні такі форми вегетативного розмноження: 1) простий поділ клітин надвоє; 2) повторне ділення; 3) брунькування (*Cladophora* та нитчасті); 4) утворення спеціальних вегетативних тілець – гормогоніїв, бульбочок (у зігнемових із зелених) тощо. Безстатеве розмноження відбувається за допомогою спор.

Статеве розмноження пов'язане з утворенням спеціальних статевих клітин (гамет), в результаті злиття яких утворюється зигота. Після періоду спокою зигота проростає і дає початок новому організму. При несприятливих умовах деякі водорості утворюють цисти.

Живлення. Водоростям властивий автотрофний тип живлення – це утворення органічних речовин з неорганічних. Але є водорості, яким одночасно властиве живлення двох типів (міксотрофи): фототрофне живлення та сапрофітне (готовими органічними речовинами). Це синьозелені, зелені, евгленові, діатомові тощо. У евгленових водоростей відоме живлення тваринними організмами (голозойний тип живлення). Дуже рідко зустрічаються паразитичні форми водоростей (напр., *Primnezium parvum* із золотистих).

Окрім вуглекислоти, водоростям необхідні розчинені мінеральні сполуки азоту, фосфору, заліза, кремнію тощо (водойми, які бідні на мінеральні речовини, – оліготрофні, тому в них мало водоростей; евтрофні – багаті, в них багато водоростей).

9.1. Систематичні відділи водоростей

Синьозелені водорості – Cyanophyta – найдавніші, що першими з'явилися на Землі, хлорофілоносні організми зустрічаються у водоймах усіх типів – прісних, солоних, солонуватих, геотермальних – та в продуктах виверження вулканів. Синьозелені представлені мікроскопічними одноклітинними, багатоклітинними, нитчастими та колоніальними планктонними й бентосними формами. Відомо близько 2000 видів, об'єднаних у класи й порядки: **клас хроококові *Chroococophyceae*** (порядки: хроококові, ентофізалієві та тубієлові), **клас хамесифонові *Chamaesiphonophyceae*** та **клас гормогонієві *Hormogoniophyceae*** (порядки: стигнемові, осциляторієві й ностокові). Синьозелені водорості містять складні фотосинтетичні пігменти – хлорофіл, каротин, ксантофіл, фікоціанін і фікоеритрин. Комбінація пігментів обумовлює відповідне забарвлення клітин – зелене, жовте, червонувате, фіолетове. Водорості характеризуються низьким рівнем клітинної

організації (наявність муреїну в клітинній оболонці й відсутність ядра наближає їх до бактерій), в основному синьозеленою пігментацією периферійного шару цитоплазми, значним виділенням слизових продуктів та утворенням чохла, піхв, у які занурені клітини, відсутністю диференційованих органів розмноження, наявністю газових вакуолей. Деякі види здатні засвоювати атмосферний азот. Розмножуються вегетативно або нестатевими спорами. Продукт асиміляції – глікогеноподібний полісахарид.

Для синьозелених водоростей характерна висока пластичність життєвих процесів та стійкість проти несприятливих умов – високої й низької температури, відсутності світла й кисню, надлишку вуглекислого газу й сірководню. Живуть у різних типах водойм, поширені у прісних водах з великою кількістю органічних речовин.

Масовий розвиток деяких видів викликає „цвітіння” водойм, яке видно неозброєним оком і спостерігається в літньо-осінній період. У цей час вода має синьозелений або коричневий колір. Окремі види мають токсичні властивості. При біомасі 100 мг/дм^3 і більше вони забруднюють середовище, а при подальшому розкладі викликають нестачу розчиненого у воді кисню і явище “задухи”. До найбільш поширених форм, які викликають „цвітіння” води, відносяться афанізоменон (*Aphanizomenon flos-aquae*), мікроцистис синьозелений (*Microcystis aeruginosa*), анабена (*Anabaena flos-aquae*),

вороніхія (*Woronichinia naegeliana*), мерісмопедія (*Merismopedia sp.*), осциляторія (*Oscillatoria sp.*).

Евгленові водорості – Euglenophyta – мають ознаки рослин і тварин і об'єднують більше 900 видів, які відносяться до класу **Euglenophyceae**, переважно прісноводні, теплолюбні, тіневитривалі форми. Еукаріоти, одноклітинні, рухливі, переважно джгутикові (1–2 джгутики), веретеноподібної форми, зеленого, іноді червоного кольору, значна частина їх – безбарвна, не мають целюлозної оболонки. Її роль виконує зовнішній шар клітинної мембрани – перипласт. Деякі форми мають додаткову оболонку (будиночок), просякнуту солями заліза. У евгленових є просте око – стигма. Продукт асиміляції – параамілон (близький до крохмалю), іноді олія. За типом живлення – авто- та міксотрофи. Важливою систематичною ознакою є порисованість клітинної мембрани: повздожня, спіральна, часто, рідко, виразно, невиразно. Розмножуються шляхом звичайного поділу. Поширені в прісних водоймах, в придонних чи поверхневих шарах. Особливо їх багато в калюжах, канавах, ставах, болотах, невеликих річках з уповільненою течією, у воді рисових чеків, тобто у водоймах з підвищеним вмістом органічних речовин рослинного походження. Населяють переважно стоячі води й часто викликають їх “цвітіння”, вказуючи на забруднення води органічними речовинами. Посилено розвиваються у ставах при внесенні органічних добрив; мінеральні добрива на розвиток евгленових не впливають. Є показниками забруднення води.

Представники: *Euglena viridis* і *E. pisciformis* є полісапробними видами, *E. geses* і *E. intermedia* мешканці забрудненої води (α -мезосапробні види), *E. acus* і *E. granulata* – мешканці більш чистої води (β - мезосапробні види), *E. oxyuris* та *E. neglecta* – олігосапроби - мешканці чистих від органічних забруднень вод. У різних водоймах поширені види родів *Euglena*, *Phacus* з порисованим протопластом та *Trachelomonas* у будиночках.

Зелені водорості – Chlorophyta - об'єднують більше 20 тис. видів мікро- і макроскопічних організмів, які належать до трьох класів: **власне зелені водорості (*Chlorophyceae*), сифонові (*Siphonophyceae*) і кон'югати (*Conjugatophyceae*).** Це одноклітинні, багатоклітинні, колоніальні та ценобіальні організми з різноманітною з формою тіла. Серед них є рухливі (мають джгутики однакової довжини) і нерухливі, вільноживучі й прикріплені планктонні, перифітонні і бентосні форми. Зелені водорості розмножуються вегетативно, за допомогою спор та статевим шляхом. Зустрічаються у водах з різною солоністю, різним вмістом органічної речовини, при різних температурах і реакції середовища, проте переважають прісноводні, світло- та теплолюбні форми. Основною ознакою є зелене забарвлення хлоропластів, обумовлене хлорофілом, каротином та ксантофілами. Основний продукт асиміляції – крохмаль, за складом такий, як у вищих рослин (амілоза й амілопектин в різних пропорціях), олія (гіпергалінна водорість *Dunaliella salina* синтезує гліцерин) або жироподібні речовини.

Одноклітинні та колоніальні зелені водорості викликають “цвітіння” води, але воно менш інтенсивне, ніж у синьозелених. Як правило, інтенсивно вегетують дрібні та легкі форми.

Навесні в масовій кількості розвивається велика кулеподібна водорість вольвокс (*Volvox*), яку видно неозброєним оком, влітку та восени – хламідомонас (*Chlamydomonas*), влітку – пандорина (*Pandorina*), еудорина (*Eudorina*), хлорела (*Chlorella*), педіаструм (*Pediastrum*), сценедесмус (*Scenedesmus*) тощо. Вони є улюбленими об’єктами живлення фітопланктофагів та об’єктами штучного культивування.

Золотисті водорості – Chrysophyta – налічують біля 800 видів. Надзвичайно поліморфна група. Серед них одноклітинні, колоніальні, рідше багатоклітинні організми, переважно золотистожовтого кольору, який обумовлений пігментами – хлорофілом, каротиноїдами, фукоксантином. Структура тіла монадного типу. Більшість хризомонад мають джгутики, розташовані ближче до переднього краю тіла. Клітини мають різноманітну форму, голі, іноді вкриті панциром або мають будиночок. Продукти асиміляції – лейкозин і олія, іноді волютин і глікоген. Розмножуються вегетативно або спорами.

Переважно прісноводні, рідше морські, холододлюбні. У ставах часто зустрічаються вільноплаваючі колонії – синура (*Synura*) та динобріон (*Dinobryon*). Останній має колонії з келихоподібними будиночками з целюлози, в яких розташовані

клітини з двома джгутиками. Обидві форми розмножуються в холодну пору року – навесні чи восени і можуть викликати “цвітіння” води. Великої шкоди рибницьким ставам степової зони з підвищеною мінералізацією води (особливо зимувальним) завдає інтенсивний розвиток вільноживучої водорості монадної форми з двома джгутиками роду примнезіум (*Prymnesium*), які в осінньо-зимовий період викликають “цвітіння”, а згодом загибель риб від отруєння та “задухи”.

Діатомові водорості - Bacillariophyta. За даними різних авторів відділ налічує від 12 до 25 тис. видів з розмірами клітин від 4 до 2000 *мкм*. Одноклітинні, рідше колоніальні. Для них характерна наявність прозорого кремнеземового панцира різноманітної форми (куля, диск, циліндр), який складається з двох стулок, що знаходяться одна на іншій. Залежно від типу стулок (круглі, трикутні, багатокутні або актиноморфні, продовгуваті, зигоморфні) діатомові водорості поділяють на два великі класи: **центричні (*Centrophiceae*) і пенатні (*Pennatophyceae*)**. Панцир тонкостінний, полегшений, з різноманітними виростами, що забезпечують більшу поверхню тіла. Забарвлення – жовтувате або буре. Продукти асиміляції – ліпіди, волютин, хризоламінарин. Розмноження вегетативне. Розповсюджені в прісних і солоних водах завглибшки 80–350 м, де вони утворюють „сутінковий планктон” і переходять на гетеротрофне живлення за наявності у воді органічних речовин. Вегетують протягом цілого року. Надзвичайно пластичні. В планктоні

солоних вод переважають центричні діатомові. В бентосних фітоценозах переважають пенатні діатомові. Найбагатші за видовим і кількісним складом епіфітні ценози. Холодолюбні, більшість вегетує у верхніх шарах води за температури 10 - 20⁰ С. Погано розвиваються у ставах, зарослих вищими водяними рослинами і забруднених органічними речовинами, не викликають “цвітіння” води. У деяких родів діатомових спостерігається сезонний диморфізм (*Asterionella*, *Rhizosolenia*). До водоростей прісноводного планктону відносяться роди циклотела (*Cyclotella*), мелозіра (*Melosira*), синедра (*Synedra*), астеріонела (*Asterionella*).

Динофітові водорості – *Dinophyta*. Відомо близько 300 видів, об’єднаних в 2 класи: десмофіцієві (***Desmophyceae***) та динофіцієві (***Dinophyceae***). Одноклітинні організми, яким властиві риси рослин і тварин, більшість вкриті целюлозною оболонкою – текою, яка утворює панцир, що складається з щитків-пластинок і двох стулок. На поверхні мають поперекову та повздовжню борозни. Поперекова проходить майже посередині клітини. З місця перетину борізд виходить два джгутики. Клітини дорзовентральні. Деякі види без панциря або голі клітини. Рухливі (мають два джгутики), рідше нерухливі форми, бурого, жовтого, жовтозеленого кольору або безбарвні. Переважно морські планктонні форми, але є прісноводні – в ставах та озерах. Продукти асиміляції: крохмаль, олія, рідше глікоген. Розмножуються вегетативно та

зооспорами. Більшість видів вегетує в літній період, є холодолюбні та типові кріофіли, не переносять забруднених вод (олігосапроби). Основна маса – автотрофи, але відомі форми з голозойним типом живлення: гетеротрофи (осмос та фагоцитоз), а також симбіонти та паразити, які мешкають у порожнині тіла різних веслоногих ракоподібних. “Цвітіння” викликають види родів перидініум (*Peridinium*) та церациум (*Ceracium*), які розвиваються у водоймах з чистою, прозорою, насиченою розчиненим киснем водою.

Криптофітові водорості – *Cryptophyta* – налічує близько 100 видів прісноводних і солонуватоводних видів, об’єднаних в один клас. Мають монадний (джгутиковий) тип структури. Клітини стиснуті збоку з навкіс зрізаним переднім кінцем та борозенкою, що проходить прямо і навкіс по спіралі. У більшості на передньому кінці або збоку є лійкоподібна заглибина (глотка), що заходить глибоко в цитоплазму у вигляді кишені. Типові планктонні морські та прісноводні водорості. Мешкають в стоячих чистих і забруднених водах, іноді викликають „цвітіння” води. Продукти асиміляції – крохмаль, олія. У відстійниках та ставах із забрудненою водою зустрічається криптомонас (*Cryptomonas*), клітини якого не мають панциря. Представники: криптомонада яйцеподібна (*Cryptomonas ovata*), криптомонада обгризена (*Cryptomonas erosa*), родомонас тонкий (*Rhodomonas tenuis*).

Рафідофітові водорості – *Raphidophyta*. Відділ налічує близько 20 видів одноклітинних джгутикових водоростей, які

належать до одного класу. Продукт асиміляції – олія. Поширені в невеликих стоячих водоймах – ставах, озерах, старицях, прибережжях рік, сфагнових болотах, але надають перевагу чистим водам.

Бурі водорості – *Phaeophyta*, переважно морські багатоклітинні рослини, відомо біля 1500 видів об'єднаних у два класи: **феозооспорових** (*Phaeozoosporophyceae*) та **циклоспорівих** (*Cyclosporophyceae*). Типові мешканці літоралі та субліторалі північних морів, проте цистозира і саргас живуть тільки в теплих, субтропічних і тропічних водах. У прісних водах, переважно холодних, виявлено лише 5 видів. Забарвлення – жовто-буре за рахунок пігменту фукоксантину. Цикл розвитку пов'язаний з чергуванням статевого і нестатевого розмноження. Таломи можуть бути як мікроскопічними, так і досягати гігантських розмірів (30-50 м – роди *Laminaria*, *Macrocystis*, *Sargassum*) з різноманітною формою: нитковидною, корковидною, мішковидною, кушевидною, пластинчастою (суцільна і з розривами, виростами тощо). Бурі водорості прикріплені до підводних каменів, скель ризоїдами (у масивних форм ризоїди охоплюють субстрат) і утворюють густі зарості вздовж узбережжя. Продуктами асиміляції є полісахариди (ламінарин розчинений в клітинній рідині), спирти (маніт) та олія.

Червоні водорості – *Rhodophyta* налічують біля 4000 видів, які відносяться до двох класів – **багнієвих** (*Bangioideae*) і

флоридієвих (*Florideae*), і об'єднують більше 600 родів. Прісноводні й солунатоводні види налічують не більше 50 форм – дрібні і мікроскопічні – одноклітинні, колоніальні або нитчасті, решта – морські багатоклітинні, макроскопічні, завдовжки від кількох сантиметрів до 1 м – нитковидні й пластинчасті, циліндричні, розсічені й розгалужені. Пігменти – хлорофіл і фікоеритрин забарвлюють водорості в різні відтінки червоного - від рожевого до пурпурового. Деякі з них за зовнішнім виглядом нагадують вищі рослини. У циклі розвитку спостерігається зміна поколінь, чергування статевого і нестатевого розмноження. Продукти асиміляції – багрянковий крохмаль, полісахариди та сахариди (галактози, флоридозид). Розповсюджені в теплих і холодних морях, проте у напрямку високих широт їх кількість зменшується із різким зниженням в Арктичному басейні. Живуть в прибережних областях, проте опускаються до 100 метрів завглибшки. Багато з них використовуються в їжу і є сировиною для отримання агару.

Водорості класу **багнієвих** мають примітивну будову, одноклітинні, частіше нитковидні або пластинчасті. Поширений рід порфіра (*Porphyra*) має одно- або двощарову пластинку, рожевого кольору з гладенькими або хвилястими краями. Розміри коливаються від 5 до декількох десятків сантиметрів завдовжки. За допомогою стебельця з дисковидною підшовою прикріплюються до скель, каміння, інших великих водоростей. Види порфіри поширені в літоралі Чорного моря.

Визначення систематичного складу водоростей проводиться при камеральному опрацюванні проб під мікроскопом за визначниками (Царенко П.М., 1990; Топачевський А.В., Масюк Н.П., 1984; Киселев І.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.І., 1953; Вассер С.П., Кондратьєва Н.В., Масюк Н.П. и др., 1989;).

Фітопланктон має велике значення у кругообігу речовин у водоймах. Водорості та вищі водяні рослини є продуцентами, які в процесі фотосинтезу з неорганічних речовин, світла й вуглекислого газу утворюють органічні речовини. У процесі своєї життєдіяльності водорості змінюють хімічний і газовий склад води: поглинають біогенні речовини, вуглекислий газ для побудови свого тіла й виділяють кисень. У темну пору доби водорості використовують розчинений у воді кисень для дихання. Ці автотрофні фотосинтетичні організми, розвиваючись у масі, є основним джерелом живлення для різних водних тварин – зоопланктонних і зообентосних, деяких видів риб. Відмираючи, водорості утворюють харчовий субстрат для бактерій, сприяють розвитку зоопланктону й накопиченню детриту, який здебільшого є їжею для багатьох донних тварин.

За сприятливих умов починають інтенсивно розмножуватись декілька, іноді один вид фітопланктону, які поступово пригнічують чи витісняють розвиток інших. Таке явище називається „цвітінням” води. У цей період вода забарвлюється у колір, властивий даній водорості. Наприклад, зелений колір води спостерігають за масового розвитку

вольвокса, евглени зеленої та деяких хлорококових; золотистожовтий і жовтокоричневий обумовлений розвитком хризомнад; коричневий чи бурий – діатомей чи перидиніума; синьозелений – деяких синьозелених тощо.

Водойми постійно забруднюються повеневими та побутовими стічними водами, які багаті на органічні й неорганічні речовини. Деякі види водоростей можуть жити у водоймах з підвищеним вмістом органічних речовин. У зв'язку з цим водойми з різним ступенем забруднення відрізняються між собою видовим складом фітопланктону, що їх населяє. Тобто водорості є показниками санітарного стану водойм або індикаторами забруднення.

На дні ставів з товстим шаром мулу добре розвиваються синьозелені водорості. Вони легко адаптуються до низької концентрації кисню у воді та значних коливань рН – 7,5 – 9,5. Відмираючи, водорості поповнюють запаси детриту, яким живляться молюски, личинки комах, черви, бактерії та інші бентофаги.

Водорості – перший трофічний рівень харчових ланцюгів у водоймах, ними живляться безхребетні – зоопланктон, зообентос та риби: білий товстолобик, гібрид білого з строкатим, частково строкатий товстолобик, краснопірка, лящ, плітка, вобла тощо. Хімічний склад та харчова цінність водоростей забезпечує повноцінне живлення організмів. Хімічний аналіз показав, що водорості багаті на вуглеводи, білки й жири (табл.2).

До складу водоростей входять мінеральні та біологічно активні речовини – ферменти та вітаміни. Наприклад, поширена у водоймах зелена водорість хлорела має такий хімічний склад: 50% протеїну, 30% вуглеводів, 10% жиру, 10% мінеральних речовин і вітамінів. При зміні умов мінерального живлення за штучного культивування цих водоростей, співвідношення поживних речовин може змінюватися таким чином: кількість білка може варіювати від 8,7 до 58%, вуглеводів від 8,7 до 58%, жиру від 4,5 до 85,6%.

2. Біохімічний склад та енергетична цінність планктонних водоростей (усереднені значення; за І.М. Шерманом і ін., 2001)

Систематичний відділ водоростей	Вміст поживних речовин у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
	Білки	Жири	Вуглеводи	Зола	
Діатомові	24,0	9,0	17,0	50,0	12,21
Синьозелені	40,0	8,0	41,0	11,0	19,21
Зелені	46,0	14,0	32,0	8,0	21,99
Евгленові	69,2	15,0	2,8	13,0	23,87

Особливо багато водних тварин живиться зеленими водоростями порядку хлорококових. Мінімальна концентрація хлорококових, що забезпечує оптимальне живлення зоопланктону, складає 1 мг/дм³ для діатомусів і 1,6 мг/дм³ для дафній.

Синьозелені водорості споживаються менше, проте після відмирання вони поповнюють запаси детриту й запезпечують раціон детритофагів. Діатомові водорості споживаються багатьма тваринами, але частина їх проходить через кишковий тракт

транзитом і не перетравлюється.

Велике значення для живлення гідробіонтів має детрит рослинного походження (табл.3,4). Поживна цінність детриту вища від самих рослин за рахунок насичення його бактеріями, які беруть участь у розкладанні рослин та їх мінералізації. Цінність детриту збільшується у міру його мінералізації.

3. Біохімічний склад та енергетична цінність детриту різного походження (усереднені значення; за І. М. Шерманом і ін., 2001)

Походження детриту	Вміст вологи, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білок	Жир	Зола	БЕР*	
Із фітопланктону	76,1	30,7	2,4	21,5	45,4	16,13
Із очерету	87,0	32,8	2,3	13,9	51,0	17,35
Із ряски	81,9	22,7	2,1	17,6	57,6	15,13
Із нитчастих (жабуриння)	85,0	6,1	-	47,0	46,9	9,45
Із зоопланктону	90,0	28,2	7,0	39,9	24,9	13,71
Із дна ставу	72,1	6,1	-	87,0	24,9	4,05

*Тут і в наступних таблицях БЕР – безазотисті екстрактивні речовини

У перші дні після відмирання детрит з фітопланктону містить менше білків і жирів, через 20–30 діб – максимальну кількість, проте в подальшому концентрація цих поживних речовин різко зменшується.

**4. Динаміка біохімічного складу детриту з фітопланктону
за ступенем розкладання (Шерман І.М., 2001)**

Період розкладання	Вміст вологи, %	Вміст у сухій речовині, %				Енергетична цінність сухої речовини, кДж/г
		Білок	Жир	Зола	БЕР	
Початок	76,1	37,5	2,3	19,3	40,9	17,56
Через 22 доби	78,7	39,6	3,6	15,2	41,6	17,89
Через 35 діб	74,0	40,6	3,6	13,9	41,9	18,18
Через 48 діб	75,5	5,7	0,3	37,7	56,3	10,95

У корокових ставах у приріст рибпродукції трансформується біля 3-4% валової первинної продукції фітопланктону. При переважному розвитку синьозелених на одиницю приросту потрібно від 1,5 до 3,8 одиниць біомаси водоростей у середньому за сезон.

При розробці нормативів із внесення мінеральних добрив у стави були визначені показники ступеню розвитку фітопланктону. За даними різних авторів кількісний розвиток фітопланктону у водоймах різних географічних зон може відрізнятися (табл.5-6).

**5. Орієнтовні показники ступеню розвитку фітопланктону
(за Винбергом Г.Г. і Ляхновичем В.П., 1965)**

Біомаса	Розрахована сира маса, мг/л	Суха маса, мг/л
Низька	0,4 - 4,0	0,04-0,4
Середня	4,0 - 40,0	0,4-4,0
Висока	40,0 - 400,0	4,0-40,0
Дуже висока	400,0	40,0

6. Орієнтовні показники ступеню розвитку фітопланктону
(за Акимовою Р. Г. , 1980)

Біомаса фітопланктону, мг/л	Характеристика
До 20	Низький
20-30	Оптимальний
50-80	Припустимий
Більше 80	Небажаний

Проведені дослідження розвитку фітопланктону ставів, розташованих в різних зонах рибиництва України, показали таке:

- у вирощувальних ставах його розвиток залежить від віку ставів, щільності посадки риби, внесення мінеральних і органічних добрив. У старих ставах фітопланктон розвивається у багато разів (4-10) інтенсивніше, ніж в перші роки їх експлуатації;

- у нагульних ставах з щільністю посадки риби до 5000 екз./га кількість водоростей збільшується, що обумовлено наявністю в ставах органічних речовин у вигляді штучних кормів, екскрементів риби і продуктів метаболізму інших гідробіонтів.

Основними групами фітопланктону в ставах Полісся, Лісостепу і Степу є зелені, синьозелені, евгленові і діатомові. Кількість водоростей залежить від розвитку масових форм зелених, синьозелених водоростей, а біомаса формується за рахунок зелених, евгленових і діатомових. Максимальна чисельність і біомаса водоростей (середні показники за вегетаційний період по ставах) спостерігається в ставах, розташованих у зоні Степу, відповідно: від 19,3 до 289,4 млн.кл/дм³ і від 9,1 до 69,6 мг/дм³. У ставах Лісостепу показники чисельності й біомаси фітопланктону нижчі, ніж у ставах Степу, і

складають відповідно 30,3-61,8 млн.кл/дм³ і 4,7-11,0 мг/дм³. За чисельністю домінуючими є зелені й синьозелені водорості, за біомасою – зелені. Фітопланктон ставів Полісся характеризується чисельністю 10,9 - 100,4 млн.кл/дм³ і нижчою, ніж в інших зонах, біомасою: 2,5-7,4 мг/дм³ (табл.6). Домінуючими систематичними відділами є зелені, синьозелені, діатомові й евгленові водорості.

Надмірний розвиток водоростей викликає “цвітіння” водойм, що негативно впливає на газовий режим, запах та смакові якості води. Після відмирання величезна кількість водоростей починає розкладатися, що призводить до значного зниження розчиненого у воді кисню у водоймах до явищ задухи, пригнічення розвитку кормового зоопланктону й зообентосу. В темну пору доби призупиняється фотосинтез, а розчинений у воді кисень використовують самі водорості для дихання. Це може призвести до “задухи”.

8. Показники ступеню розвитку фітопланктону у нагульних ставах України за зонами (за С.А Кражан, Л. І. Лупачевою, 1991)

Зони	Щільність посадки риби, тис. екз./га	Средньосезонна біомаса фітопланктону, мг/дм ³
Степ	6,9-15,6	9,1-69,6
Лісостеп	4,8-11,2	4,7-11,0
Полісся	3,6-6,3	2,5-7,4

Серед синьозелених водоростей є отруйні види. Їх отрута порівнюється до отрути блідої поганки. Ступінь отруйності залежить від концентрації водоростей у воді, проте в рибницьких ставах України ці водорості розвиваються в кількостях, що не призводять до загибелі риб, але водночас пригнічують ріст риби.

Водорості є об'єктами культивування для потреб рибного та сільського господарства, парфумерної і харчової промисловості та космічних досліджень, служать індикаторами сапробності – забруднення водойм органічними речовинами.

9.2. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання

Експедиційне обладнання:

- батометр
- планктонна сітка
- формалін
- флакони пластикові чи скляні для проб
- відро емальоване чи пластикове
- кухоль гідробіологічний
- ящик для проб, термометр

Лабораторні прилади та обладнання:

- мікроскопи
- камера Нажотта
- лічильна пластинка
- штемпель-піпетка
- об'єкт-мікрометр
- окуляр-мікрометр
- фільтр Зейтца
- колба Бунзена
- фільтратор Гусевої
- фільтри мембранні
- насос вакуумний
- лійка скляна, лійка гідробіологічна
- насос вакуумний
- центрифуга
- лабораторний лічильник
- олія імерсійна

- пінцети
- затискач Мора
- гідробіологічний сифон
- пензлик
- фільтрувальний папір
- польовий щоденник, журнал робочий

9.3. Прилади для відбирання проб фітопланктону

Відбирання проб гідробіонтів, а також фітопланктону регламентують вимоги ISO 5676-2-91, ISO 5667-3-94 та ISO 5667-1-82. Поширеними методами відбирання проб фітопланктону є методи проціджування води за допомогою планктонних сіток, вирізання стовпа води за допомогою батометрів або зачерпування води з поверхневого горизонту.

Планктонні сітки використовують в основному для визначення якісного складу фітопланктону. При використанні планктонних сіток на мілководді застосовують буксирування за човном, при значній глибині – тотальний лов від дна до поверхні. Кількісний і якісний склад фітопланктону встановлюють при відбиранні проб води за допомогою батометрів, які занурюють у воду і «вирізають» стовп води з відповідного горизонту. На мілководних станціях та рибницьких ставах проби води відбирають шляхом зачерпування з поверхневого горизонту (0,2 - 0,3 м) за допомогою ковша у емальоване відро. У випадку відбирання проб з глибини застосовують спеціальні прилади – батометри, які забезпечують відбирання проби на певній глибині та її ізоляцію від водної товщі. На прісних водоймах використовують батометри Рутнера, Паталаса, Ван Дорна,

Молчанова, прилад Мейєра (рис. 38). Основна частина батометра Рутнера – циліндр, виготовлений з металу чи органічного скла, об'ємом 1-5 л, масою 4-6 кг. Прилад обладнаний верхньою та нижньою кришками, які щільно закривають циліндр. Під воду батометр опускають з відчиненими кришками. При досягненні потрібної глибини, в результаті потужного струсу троса, кришки зачиняють отвори циліндра, і прилад витягують на поверхню. Воду, що знаходиться в циліндрі, через боковий отвір зливають у загальну ємність (відро). Прилад Мейєра складається із спеціальної

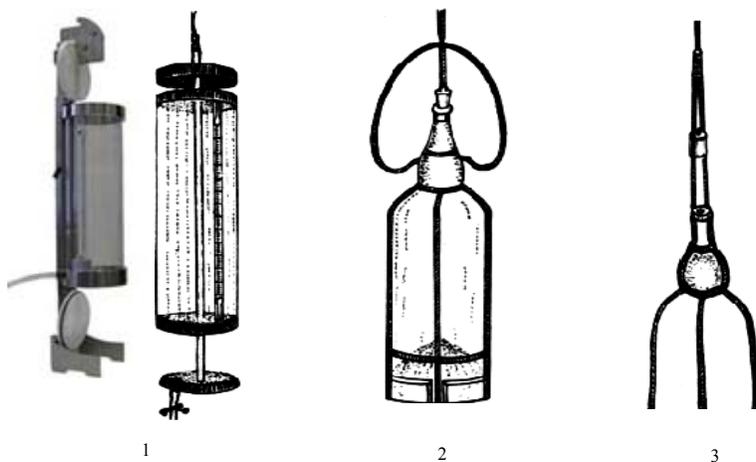


Рис. 38. Прилади для відбирання кількісних проб фітопланктону: 1 – батометр Рутнера (сучасний технічний і схематичний варіанти) 2, 3 – прилад Мейєра

склянки, охопленої металевим каркасом. Прилад занурюють у воду у закритому вигляді. При досягненні визначеної глибини

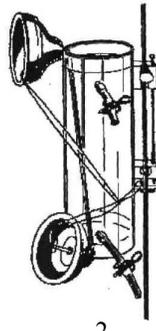
склянку відкривають ривком за трос, що прикріплений до корка. Після заповнення склянки водою прилад піднімають на поверхню і воду зливають у ємкість.

Батометр Паталаса (рис. 39) складається з колби (труби), об'ємом 1-3 л з верхньою та нижньою вставками. На вставках розташовані кришки, поверхні яких притерті з поверхнями вставок. Відбір проб води проводиться шляхом опускання приладу. У момент руху вниз кришки піднімаються і стовп води проходить через трубу. На потрібній глибині рух припиняється, і вода усередині труби закривається кришками, що мимоволі падають. Відібрана проба піднімається на поверхню.

Батометри Ван Дорна та Молчанова призначені для відбирання проб фіто-, бактеріо- та зоопланктону на невеликих глибинах – до 40 м. Батометр Молчанова являє собою конструкцію з двома циліндрами з оргскла. При опусканні батометра та його закривання застосовується «посильний вантаж». При закриванні батометра кронштейн, до якого кріпляться нижні кришки, повертається на 90 градусів і закриває циліндр зверху. Верхні кришки при закритті батометра падають на циліндри під дією власної ваги і утримуються при підйомі напором води. Всередині циліндрів розташовані термометри. Оскільки підйом з незначною глибини займає небагато часу, то вважається, що вода в циліндрах зберігає свою температуру. При підйомі батометра відразу визначається температура води, а потім проводиться



1



2



3



4

**Рис. 39. Батометри для відбирання кількісних проб планктону:
1, 2 –Ван Дорна у зачиненому і відчиненому виді; 3 – Паталаса; 4 –
Молчанова**

відбір проб води. Зливання проб води проводиться через кран, що знаходиться у нижніх кришках циліндрів. Перевага цього батометра полягає в тому, що його можна досить близько підвести до дна.

Робота з батометрами проводиться з маломірних суден, гребних човнів, монаха чи понтона. Він опускається на потрібну глибину на тросі (мотузці) за допомогою лебідки або вручну. На трос можна підвісити тільки один батометр. Трос повинен бути розмічений по довжині.

Морський батометр БМ-48 (батометр Ф. Нансена) – це товстий латунний циліндр, масою близько призначений для взяття проб з великих глибин (рис. 40). Відбір проби води відбувається при перевертанні приладу, коли клапани на кінцях батометра закриваються. Ці батометри підвішуються на трос по одному.

Батометр кріпиться на тросі за допомогою двох затисків. Опускається у відкритому стані: верхній і нижній поворотні конусоподібні крани стоять в такому положенні, що наскрізні отвори забезпечують вільний водообмін. Коли посильний вантаж ударяє по батометру, верхній затиск відкривається, і під дією ваги батометр перекидається, при цьому сполучені між собою обидва крани повертаються щодо батометра та ізолюють об'єм води. На один трос можна повісити багато батометрів, оскільки знизу до батометра можна підвісити одягнений на трос такий посильний вантаж, який відчепиться при перекиданні батометра і

«поїде» вниз по тросу «включати» забір води наступним батометром. Оскільки на одному тросі можна опустити серію батометрів, його називають серійним.

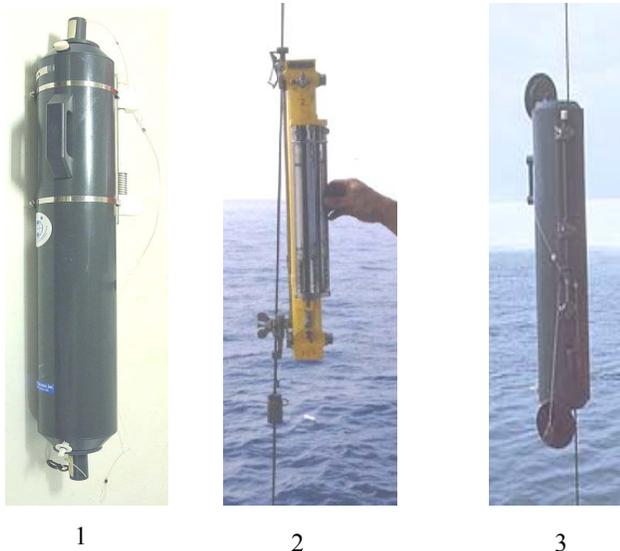


Рис. 40. Морські батометри Нансена (1) та Нісина (2,3) різних модифікацій

Батометр Нансена не має обмежень за глибиною занурення. Однак він має один недолік, викликаний саме тим, що він є перекидним: його не можна підводити близько до дна, оскільки при перекиданні він зачепить дно і не закрийється. Для вимірювання температури на батометр кріпиться рама з глибоководними термометрами або термометром і термоглубомером.

Батометри Кнудсендовського типу або Ніскіна мають принципову відмінність від батометра Нансена. Вона полягає у тому, що цей батометр на обох кінцях циліндра має клапани. На момент занурення клапани залишаються відчиненими і вода вільно проходить крізь них. На відповідному горизонті досліджень клапани зачиняються. Часто батометри збирають у розетти карусельного типу з 12 та 24 штук з системою управління (зонд-батометри) (рис. 41).



Рис. 41. Пробовідбірники карусельного типу на 12 та 24 батометри

Вони призначаються не лише для відбирання проб води для гідробіологічних та гідрохімічних досліджень, але і безперервного запису океанографічних показників (температура, тиск, електропровідність, кисень, рН).

Зонд-батометри використовують на великих експедиційних науково-дослідних суднах. Вони розміщуються по зовнішньому краю спеціально виготовленої конструкції з металевих прутів. Вона конструкція опускається у воду на кабель-тросі, який містить багатожильний кабель. З кабелю на пульт управління (комп'ютер) йдуть дані про тиск води, пов'язані з глибиною. При досягненні необхідної глибини оператор включає функцію закривання певного батометра.

9.4. Відбирання та консервування проб фітопланктону

Відбирання проб фітопланктону бажано проводити щодавно, у першій половині дня (з десятої до дванадцятої години). Проби відбирають з поверхневого горизонту та через кожний метр водної товщі. Відібрані проби зливають у поліетиленове відро, з якого відбирають інтегровані проби об'ємом 0,5–1,0 дм³. Об'єм проби визначається попередньою візуальною оцінкою розвитку фітопланктону:

- 0,5 дм³ – при інтенсивному розвитку планктонних водоростей (влітку та при «цвітінні» води);
- 1,0 дм³ – при незначній вегетації водоростей (взимку, рання весна, пізня осінь).

Проби фітопланктону у деяких випадках відбирають у двох повторностях: одну фіксують, іншу – використовують для вивчення живих клітин водоростей. Це пов'язано з тим, що

фіксація проб консервантами призводить до пошкодження деяких тонких морфологічних структур клітин (джгутиків, виростів), які є характерними систематичними ознаками у вольвоксових, перидинієвих, евгленових і золотистих водоростей.

Проби фітопланктону відбирають у поліетиленові чи скляні флакони, відкалібровані на 0,5 і 1,0 дм³ з щільно закритими корками. У лабораторії посуд добре миють з використанням миючих засобів (для поліетиленових пляшок) чи хромової суміші (для скляних пляшок). Перед наповненням пляшки промивають 2-3 рази невеликою кількістю відібраної проби. У лабораторії проби зберігають у цих же пляшках.

Кожна проба повинна мати етикетку, що містять її порядковий номер або інші дані, яку прикріплюють на станції відбору проб. Окремо в картці обов'язкових відомостей (польовий щоденник) записують всі необхідні дані щодо відбору проби: найменування водойми, номер станції, її координати на водоймі та відповідна географічна «прив'язка» станції, дата відбору проби (число, місяць, рік, час доби), прозорість води, об'єм проби, температура води і повітря, кількість кисню, гідрометеорологічні дані – стан погоди, наявність чи відсутність на поверхні води ознак «цвітіння», спричиненого масовим розвитком водоростей, пльок нафтопродуктів, сміття, візуально відмічених джерел надходження стічних вод у водойму, звалищ сміття в районі природоохоронних смуг досліджуваної водойми тощо.

Найбільш поширеним консервантом у гідробіологічних дослідженнях є формальдегід. Для консервації у водні проби додають 40%-ний формальдегід з розрахунку 1:100, пляшку щільно закривають корком і ставлять у темний ящик. Незважаючи на простоту і доступність цього методу, дія формальдегіду, який є «жорстким» фіксатором, на водоростеві клітини може призводити до їх деформації, відкидання джгутиків, виходу монадних форм (евгленові, динофітові, золотисті) з будиночків, а у зелених хлорококових можливий і лізис клітин. Фактично до 20–25% вихідної кількості водоростей через 3–5 міс. руйнується під дією формальдегіду. Водночас фіксація ним не впливає на морфологічну структуру діатомових і синьо-зелених водоростей. Пояснюється це тим, що перші з них мають кремнеземний панцир, а у других – клітини, огорнуті слизом.

Консервація розчином Люголя. Розчин Люголя є більш «м'яким» фіксатором, що не руйнує морфологічну структуру водоростей. Але він не завжди «вбиває» водяну мікрофлору і водяні гриби. Це призводить до того, що через 1–2 міс. зафіксована проба починає «загнивати» і практично руйнуються клітинні структури.

Консервація етиловим спиртом. Етиловий спирт є також «м'яким» фіксатором. Використовують спирт етиловий ректифікований, який додають до проби у співвідношенні 1:10. Проби фітопланктону, зафіксовані спиртом, не можна зберігати

понад 1 - 1,5 місяця. Надалі неопрацьовані проби починають «загнивати».

Консервація хромовими квасцями. Комбінація розчину хромових квасців із розчином формальдегіду добре відображає морфологічну структуру планктонних водоростей і забезпечує тривале збереження альгологічних проб незалежно від видового складу фітопланктону.

9.5. Підготовка проб до камерального опрацювання проб

Згушення проб. Поширеними методами концентрації або згушення проб є седиментація, центрифугування та фільтрація через дрібнопористі мембранні фільтри.

Метод седиментації. Відібрані, зафіксовані та етикетовані альгологічні проби транспортують у лабораторію і виставляють у темному прохолодному місці на 10 - 12 діб для відстоювання. За цей час переважна більшість водоростей осідає на дно ємкості, а деякі піднімаються і концентруються на поверхні проби. Після цього за допомогою сифона відбирають середній шар води, залишаючи біля 100 мл проби. Сифон – це скляна трубка завдовжки 20 - 25 см, діаметром 12 - 15 мм. З однієї сторони трубка закрита ситом (№76), складеним у декілька шарів, а на другий кінець одягається гумова трубка завдовжки 70 - 80 см. Цю процедуру проводять повільно і дуже обережно, не допускаючи порушення осаду і засмокування поверхневого шару проби.

Залишок проби (об'ємом не більш ніж 100 мл) переливають у посуд меншої місткості, відстоюють протягом 5 - 7 діб і повторно відсифонюють, доводячи кінцевий об'єм до 10 см³. Проби переливають у пеніцилінові склянки, додають 2 - 3 краплі формальдегіду чи розчину Люголя і починають камеральне опрацювання.

Недоліками методу є неможливість вивчення живого матеріалу. Проте незважаючи на це, метод седиментації найпоширеніший у сучасних гідробіологічних дослідженнях.

Метод центрифугування. Найбільш швидкий метод згущення альгологічних проб. Його застосовують в основному для прижиттєвого вивчення планктонних водоростей. Перевагою методу є можливість опрацювання невеликого об'єму проби (15 - 20 мл), який адекватний усій альгологічній пробі. Проте цей метод має ряд недоліків, зокрема руйнування клітин при центрифугуванні, прилипання їх до стінок пробірки, утворення щільного осаду, який важко камерально опрацювати, він використовується рідко.

Метод фільтрації. В основі методу лежить фільтрація через дрібнопористі мембранні фільтри № 5 і № 6 під тиском або під вакуумом у спеціальному приладі – фільтраторі Гусевої (рис. 42). Перед роботою фільтри кип'ятять у свіжій дистильованій воді та висушують. Проба для згущення не менше, ніж за 0,5 год до фільтрації консервується 5 - 10 краплями формальдегіду або розчином Люголя. Попередня консервація проби веде до

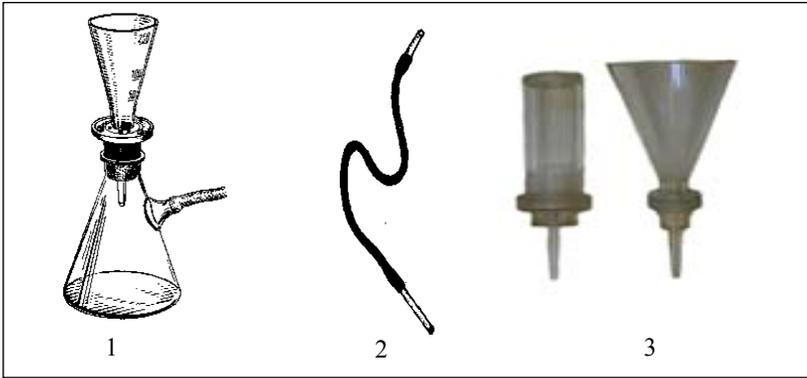


Рис. 42. Обладнання для згущення проб фітопланктону:
1 – фільтратор Гусевої; 2 – гідробіологічний сифон; 3 – гідробіологічні
лійки.

зменшення деформації організмів при фільтрації. Після фільтрації фільтри кладуть у пеніцилінові флакони, додають 5 або 10 см³ фільтрату і обережно очищають від осаду пензликом. Після цього проба консервується. Це портативний і швидкий метод концентрації альгологічних проб, який дозволяє опрацювання живих і фіксованих клітин водоростей. У цьому разі досягається концентрування проби у 200 разів і більше.

За відсутності приладу Гусевої використовують колбу Бунзена місткістю 1,0–2,0 дм³, фільтр Зейтца, дрібнопористі фільтри, вакуумну гумову трубку, вакуумний насос, що створює розрідження до 0,5–3,0 атм . Метод фільтрації використовують в експедиційних умовах. Різновидністю методу фільтрації з використанням вакуумного розрідження є метод фільтрації під

тиском. Недоліком обох методів є втрата при фільтруванні нанопланктонних видів водоростей і можливе пошкодження їх морфологічних структур, що є основними систематичними ознаками виду.

9.6. Камеральне опрацювання проб

У гідробіологічних дослідженнях для опрацювання альгологічних проб використовуються світлові, електронні скануючі та трансмісійні мікроскопи. Основна вимога до мікроскопа – це величина збільшення. Для отримання репрезентативних результатів окуляр повинен мати збільшення не менше, як $K5\times$, а об'єктив – $\times 20$.

Камеральне опрацювання проб є якісне і кількісне. При якісному опрацюванні проб фітопланктону встановлюють систематичний склад та частоту зустрічності водоростей. За шкалою Стармаха частота зустрічності окремих видів водоростей передбачає наступні позначення кількісних показників:

- + – дуже рідко (вид присутній не в кожному препараті);
- 1 – поодинокі (1-6 екземплярів в одному препараті);
- 1 – мало (7-16 екземплярів у препараті);
- 2 – достатньо (17-30 екземплярів у препараті);
- 3 – багато (31-50 екземплярів у препараті);
- 4 – дуже багато (більше 50 екземплярів у препараті).

Чисельність водоростей підраховують у спеціальних

лічильних камерах. Найбільш поширеною в альгологічних дослідженнях є камера Нажотта об'ємом $0,01-0,05 \text{ см}^3$ (рис. 43).

Окрім лічильних камер, необхідно мати штемпель-піпетку об'ємом $0,1 \text{ мл}$, покривні скельця, препарувальну голку, мірні склянки, гліцерин.

Підготовлену концентровану пробу виливають у мірну склянку, ретельно перемішують, штемпель-піпеткою відбирають $0,1 \text{ см}^3$ і переносять на лічильну камеру або пластинку, голкою додають краплю гліцерину (для запобігання висихання). Якщо немає штемпель-піпетки, використовують звичайну градуйовану піпетку, відрізавши її нижню відтягнуту частину.

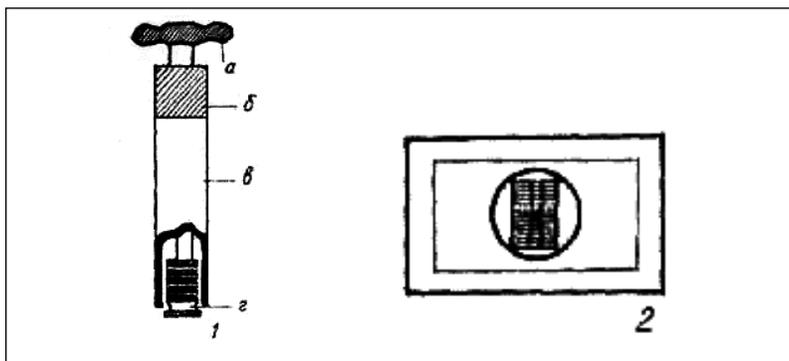


Рис.43. Обладнання для камерального опрацювання проб:

1 – штемпель-піпетка (а – ручка; б – металевий каркас; в – скляна трубка; з – катушка з виїмкою певного об'єму); 2 – лічильна камера Нажотта.

Залежно від кількості організмів у пробі підраховують або усі, або частину доріжок (квадратів) на поверхні лічильної

пластинки. Необхідно проводити повторні підрахунки кількох порцій однієї й тієї ж проби.

Лічильну пластинку з порцією проби продивляються під мікроскопом, визначають видовий склад і підраховують кожний вид водоростей методом десятків, де крапками й рисками позначають кожний вид водоростей (табл.8).

8. Спосіб позначення клітин водоростей у робочому журналі

Кількість підрахованих клітин				
• - 1	◦ - 2	◌ - 3	∴ - 4	‡ - 5
┌ - 6	┐ - 7	- 8	⊠ - 9	⊡ - 10

Видовий склад водоростей встановлюють за визначниками (наведені в кінці розділу). У робочому журналі роблять записи про виявлений видовий склад і чисельність водоростей за зразком (табл. 9). Після цього підраховують знайдені водорості за видами у порції проби та перераховують в одиниці об'єму.

Визначення чисельності фітопланктону. Для кількісної оцінки розвитку фітопланктону обчислюють його чисельність. Дані про чисельність водоростей необхідні для визначення їх біомаси, вмісту пігментів, білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, нуклеїнових кислот, зольних елементів, інтенсивності дихання та фотосинтезу.

9. Картка опрацювання проби фітопланктону

Систематичні відділи	Кількість водоростей, клітин		Об'єм клітини в $\mu\text{м}^3$	Біомаса водоростей, $\text{мг}/\text{дм}^3$
	в 0,1 мл (порція)	в 1 л		
Хлорококові: <i>Pediastrum duplex</i>	☒ ☒	(144 x 2000) 288 000	301,2	0,09
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	••	32 000	268,0	0,01
<i>Ankistrodesmus angustus</i>	•	20 000	79,0	0,002
<i>Crucigenia sp.</i>	••	16 000	33,5	0,001
Вольвоксові: <i>Chlamidomonas sp.</i>	☒☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒☒☒	218 000	777,0	0,17
Діатомові: <i>Navicula sp.</i>	☒☒☒☒☒☒↑•	90 000	890,0	0,08
<i>Melozira sp.</i>	☒☒☒☒☒☒•• ☒☒☒☒☒☒	108 000	1907,5	0,21
<i>Cyclotella sp.</i>	☒	18 000	500,0	0,01
Евгленові: <i>Trachelomonas</i>	☒☒☒	60 000	2143,0	0,13
<i>Euglena acus</i>	☐	16 000	1125,1	0,02
Синьозелені: <i>Merismopedia</i>	☒☒☒☒☒☒•• ☒☒☒☒☒☒	1 152 000	65,5	0,07
<i>Oscillatoria sp.</i>	•	132 000	42,4	0,01
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	••	176 000	81,6	0,01
<i>Anabena spiroides</i>	☒☒☒☒☒☒ ☒☒☒•	150 000	150,0	0,02
Динофітові: <i>Peridinium sp.</i>	☒•	12 000	2393,0	0,03
Всього:		2488,0		0,86

Чисельність водоростей виражають в кількості клітин, ценобіїв, колоній на одиницю об'єму за формулою:

$$N = kn \frac{A}{a} v \frac{1000}{V}, \quad (9.1)$$

де, N – кількість водоростей в 1 дм^3 води досліджуваної водойми (як правило, тис. кл/дм³ або млн. кл/дм³);

k – коефіцієнт, що показує, у скільки разів об'єм використаної камери менший за 1 см^3 ;

n – кількість клітин водоростей на переглянутих доріжках (квадратах) лічильної камери;

A – кількість доріжок (квадратів) лічильної камери;

a – кількість доріжок (квадратів), де підраховувалась кількість водоростей;

V – об'єм проби фітопланктону, взятий на водоймі, см³;

v – об'єм концентрованої проби, з якого розраховуються показники фітопланктону, см³.

Визначення біомаси фітопланктону. Біомаса фітопланктону визначається розрахунково-об'ємним методом. Його використання передбачає наявність даних чисельності в кожній конкретній пробі для кожного виду окремо та їх середнього об'єму. При вивченні видового складу одночасно проводять вимірювання виявлених водоростей, які є важливими діагностичними ознаками та використовуються при визначенні їх об'єму. У гідробіологічній практиці для вимірювання мікроскопічних об'єктів – бактерій, водоростей та безхребетних використовують окуляр-мікромметр з вимірювальною лінійкою (див. рис. 19).

Ціну поділки окуляр-мікромметра визначають за допомогою об'єкт-мікромметра (предметне скло з спеціальною лінійкою з ціною поділки 10 мкм) індивідуально для кожного мікроскопа і об'єктива (вимірювання клітин див. у розд. 6. Методи вивчення бактеріального населення водойм).

Для отримання репрезентативних даних необхідно виміряти параметри не менш, як 30 клітин водоростей одного виду. Отримані дані опрацьовують статистично. Для визначення об'єму водоростей їх прирівнюють до певних геометричних фігур, найбільш подібних до даної морфологічної форми: куля, паралелепіпед, циліндр, конус, октаедр тощо. Об'єм клітин

визначають за відомими геометричними формулами, використовуючи лінійні розміри конкретних організмів (радіус, висоту, довжину).

Іноді використовують готові, обчислені раніше середні об'єми тіл для різних видів водоростей, які наводяться в літературі. Припускають, що відносна щільність (до води) прісноводних водоростей становить 1,00 - 1,05, гіпергалінних – 1,1 - 1,2. Біомасу розраховують для кожного виду окремо (добуток об'єму та чисельності), а потім визначають суму усіх виявлених видів – загальну біомасу, яку виражають у одиницях маси – мг/дм³, г/м³ або г/м². При необхідності одиниці маси переводять в одиниці органічної речовини (мгС/дм³, гС/м³) чи енергетичні одиниці (Дж/дм³, Дж/м³).

Використана література:

1. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования / Жадин В.И. – М.: Высшая школа. – 1960. – 191 с.
2. *Киселев И. А.* Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – 657 с.
3. *Коновалов Б. В., Мордасова Н. В.* Методы и приборы современных океанологических исследований. – М.: ЦНИИ информ. и техн.-экон. исслед. рыб. хоз-ва, 1970. – 40 с.
4. *Кражан С.А., Хиженяк М.И.* Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон: Олді-плюс, 2011. – 330 с.
5. *Методи гідро екологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка.* – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
6. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: фитопланктон и его продукция /Под ред. Г.Г.Винберга, Г.М.Лаврентьевой/* - Л.: ГОСНИОРХ, 1981. – 32 с.
7. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова.* – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.

8. *Топачевский А. В., Масюк Н. П.* Пресноводные водоросли Украинской ССР. – Киев: Вища шк., 1984. – 333 с.
9. *Щербак В. І.* Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2002. – С. 41–47.
10. <http://volta.spb.ru/content/view/86/42/>);
11. <http://www.xn--80aicmxhn.xn--p1ai/catalog/gidrologiya/batometry/batometr-patalasa.htm>) http://www.laborkomplekt.ru/img/cat/item/1301-01_big.jpg)
12. <http://www.oceanographers.ru/index.php?option=content&task=view&id=1614>
13. <http://www.oceanographers.ru/index.php?option=content&task=view&id=1614>)

Тема. 10. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

10.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання для відбирання та опрацювання проб з первинної продукції

Експедиційне обладнання:

- батометри;
- диск Секкі;
- термооксиметр;
- термометр водяний в металевій оправі;
- фільтрувальний прилад Гусевої;
- фільтр Зейтца;
- колба Бунзена;
- мірні піпетки на 1-5 дм³;
- кисневі склянки з молібденового (кварцового скла) з притертими корками;
- чорні мішечки з тканини чи цупкого поліетилену;
- пристосування для установки склянок у водоймі;
- груша гумова;
- затискувач Мора;
- ящик з гніздами для перевезення склянок;
- відро емальоване чи поліетиленове;
- тримач для батометра та якорі для встановлення склянок;
- трубка-сифон;
- набір реактивів для фіксації кисню за методом Вінклера;

Лабораторні прилади та обладнання:

- спектрофотометр; центрифуга;
- вимірювальна система Plant Vital 5000
- газорозрядні та сцинтиляційні лічильники;
- гомогенізатор;
- колби з широким горлом з притертими корками;
- колби Ейленмейєра;
- бюретки та піпетки;
- мембранні фільтри №4,5;
- вакуумний насос;
- реактиви для визначення кисню методом Вінклера;
- ексикатори;

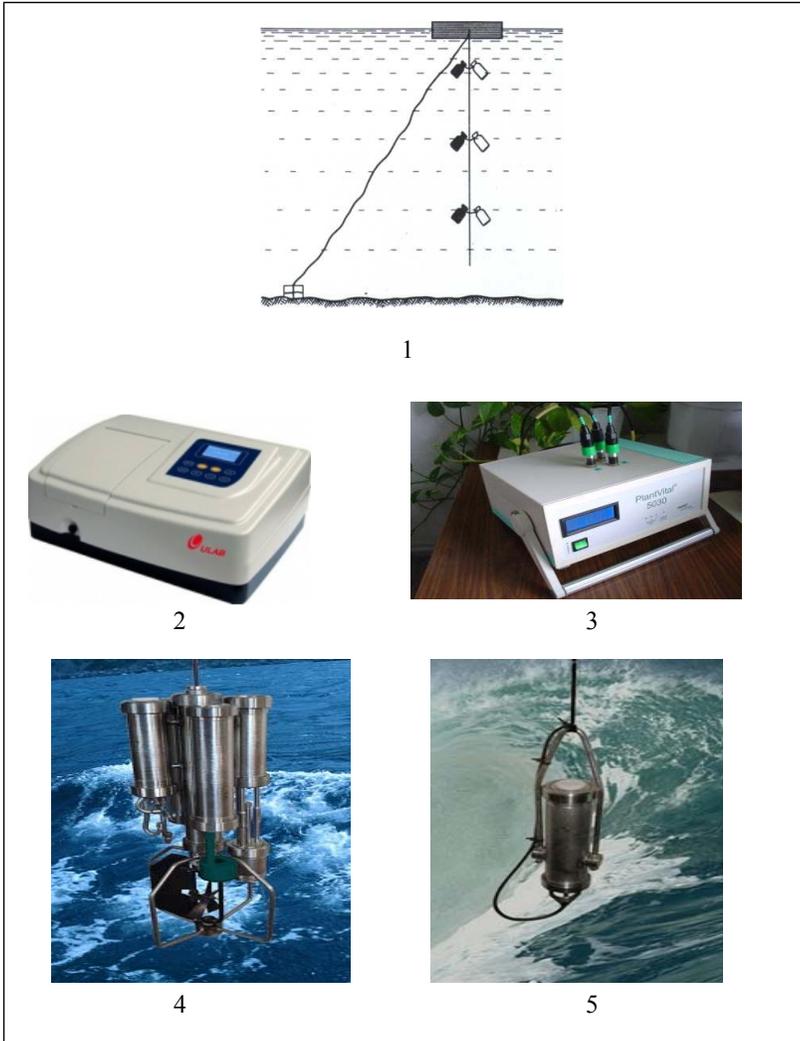


Рис. 44. Прилади та устаткування для вимірювання первинної продукції та хлорофілу-а (1 – «гірлянда» – пристосування для установки склянок у водоймі; 2 – спектрофотометр; 3 – вимірювальна система PlantVital 5000; 4 – вимірювальний комплекс «Кондор»; 5 – флуориметр ФЛЮ-Х. (www.inno-concept.de/...rus/geraetesystem.htm, ecodevice.com.ua/ecodevice-catalogue/fluorimeter-flu-h, ecodevice.com.ua/ecodevice-catalogue/multiturbidimeter-kon)

Спектрофотометр (рис. 44) – прилад для визначення спектра поглинання або вимірювання світлопоглинання при певній довжині хвилі, яка відповідає максимуму кривої поглинання досліджуваної речовини. Аналіз здійснюють за поглинанням речовинами монохроматичного випромінювання у видимій, УФ- і ІЧ-ділянках спектра.

Вимірювальна система PlantVital 5000 заснована на повному програмному забезпеченні як в управлінні приладу, так і в обліку вимірювальних даних та їх обробці, призначена для дослідження кисневого балансу первинної продукції та хлорофілу-а. Вимірювальна камера регулює температуру від 5 °С - 45 °С, що встановлюється з точністю до 0,2 К. Освітлення досягається люмінесцентним діодом в червоному і жовтому спектрах. Для вимірювання кисню застосовується електрохімічний сенсор типу «Кларк». Серія приладів PlantVital 5000 була спеціально розроблена для вивчення життєдіяльності та стресового стану рослинних об'єктів, що виходить за межі простого дослідження процесу фотосинтезу і значно розширює область практичного застосування.

Автономний гідробіофізичний мультипараметричний занурювальний комплекс «Кондор» розроблений для комплексних досліджень біофізичних та гідрологічних процесів водної екосистеми: фотосинтетично активної радіації (ФАР), концентрації хлорофілу - а , концентрації завислих речовин та їх трансформації з урахуванням динамічних процесів у

досліджуваному районі – трансформації річкових вод в морські, прибережних стоків, особливості трансформації вод у протоках тощо. Комплекс призначений для проведення робіт з будь-якого маломірного судна або пірса.

Флуорометр «ФЛЮ-Х» призначений для оперативного визначення хлорофілу «а» в природних умовах на основі реєстрації флуоресценції хлорофілу. Прилад простий в застосуванні, має високу чутливість і швидкість вимірювання.

Перспективним методом сучасних гідробіологічних досліджень є дистанційне вимірювання кольоровості поверхневих вод морів і океанів за допомогою скануючих пристроїв, встановлених на штучних супутниках Землі. Кольоровість морських вод обумовлена в основному розвитком фітопланктону, а його просторово-часовий розподіл є індикатором змін навколишнього середовища і може використовуватися для оцінки екологічної ситуації із застосуванням даних дистанційного зондування.

10.2. Методи визначення первинної продукції

Визначення первинної продукції фітопланктону є одним з найпоширеніших методів дослідження водойм. Первинна продукція – це кількість органічної речовини, що синтезується автотрофними організмами з простих неорганічних компонентів за певний проміжок часу. Первинну продукцію найчастіше оцінюють за кількістю виділеного кисню або зв'язаного вуглецю

фітопланктоном чи макрофітами за певний час на одиницю площі. Реальний приріст маси продуцентів – це і є чиста первинна продукція. Саме ця речовина й може використовуватися споживачами і бути основою для підтримання трофічних ланцюгів водойм, визначати рівень біологічної продуктивності водойми у цілому. Розрізняють валову, ефективну та чисту первинну продукцію:

- валова продукція – це загальна кількість органічної речовини, утвореної продуцентами у процесі фотосинтезу;
- ефективна продукція – це валова продукція за вирахуванням витрат самих продуцентів на дихання;
- чиста продукція – це валова продукція за вирахуванням витрат усіх компонентів планктону на дихання.

При деяких методах дослідження одночасно з визначенням первинної продукції (A) визначають і деструкцію (R) органічних речовин. Саме співвідношення показників продукції та деструкції є важливою характеристикою стану водойм при оцінці якості води. Відношення валової первинної продукції до деструкції органічної речовини – це продукційно-деструкційний коефіцієнт або індекс самоочищення-самозабруднення. За його величиною можна судити про направленість продукційно-деструкційних процесів у водоймах:

- якщо $A/R < 1$ – процеси деструкції органічної речовини переважають над процесами продукції; низький показник

- може бути обумовлений високим вмістом алохтонних органічних речовин;
- якщо $A/R > 1$ – характеризує інтенсивність процесів утворення автохтонної органічної речовини, що може призвести до забруднення водойм;
 - якщо $A/R = 1$ – екосистема знаходиться у збалансованому стані, кількість первинної продукції дорівнює мінералізованій, і надходження алохтонних речовин не має суттєвого значення.

Історична довідка

Перші вимірювання первинної продукції засновником продукційної гідробіології Г.Г. Вінбергом у 1932 р. на о. Біле. Для цього він використав метод «темних і світлих склянок», суть якого полягала в тому, що про кількість органічної речовини, що утворилася в процесі фотосинтезу визначали за кількістю кисню, що виділився.

На початку 1950-х років датський дослідник Е. Стеман-Нільсен в експедиції на науково-дослідному судні «Галатея» застосував так званий «радіовуглецевий» метод. Суть його полягала в тому, що у флакони з пробами води, що містить планктон, додавали CO_2 , мічений радіоактивним ізотопом вуглецю ^{14}C . Після експозиції цих склянок в лабораторії на борту судна (при температурі і освітленості, близьких до природних), дослідники відфільтровували фітопланктон, за обсягом його радіоактивності судили, яка частина доданого радіоактивного вуглецю виявилася пов'язаною в новоствореній органічній речовині.

У наш час для визначення первинної продукції в поверхневих водах океану використовують дистанційні (з космічних апаратів) методи оцінки кількості хлорофілу-а, в континентальних водоймах – склянковий метод в кисневій та радіовуглецевій модифікаціях та за кількістю хлорофілу-а.

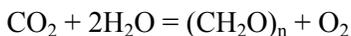
Первинну продукцію визначають:

- склянковим методом у кисневій та радіовуглецевій модифікаціях;
- методом авторыдіографії;
- за вмістом хлорофілу-а з екстракцією пігментів та флуоресцентним методом;

10.3. Визначення первинної продукції фітопланктону склянковим методом

Найбільш широко у сучасних гідроекологічних дослідженнях використовується метод склянок у кисневій або радіовуглецевій модифікації. При використанні цього методу експозиція проб проводиться у водоймах, з яких вони були взяті.

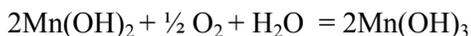
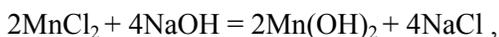
Суть методу витікає з основного рівняння фотосинтезу і базується на вимірюванні кінцевих продуктів – кисню, що виділяється у водну товщу чи утвореної органічної речовини:



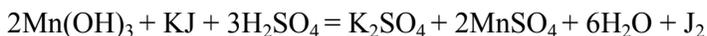
Визначення первинної продукції фітопланктону склянковим методом у кисневій модифікації дозволяє одночасно визначити

величину валового фотосинтезу та величину деструкції органічних речовин планктоном. Концентрацію кисню у воді визначають йодометричним методом Вінклера, який базується на послідовних хімічних реакціях. Йодометричний метод визначення кисню дає гарні результати лише під час аналізу порівняно чистих вод, які не містять у великих кількостях нітратів, солей тривалентного заліза, сірководню і розчинених органічних сполук.

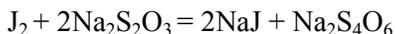
Зв'язування кисню у склянці відбувається шляхом наступних реакцій:



Подальше підкислення при наявності KJ призводить до виділення вільного J_2 у кількості, еквівалентній зв'язаному кисню:



Йод, що виділяється, відтитрують розчином гіпосульфїту відомої нормальності при наявності крохмалю в якості індикатора:



Реактиви та обладнання:

- 1) Розчин MnCl_2 . 40 мг MnCl_2 (або еквівалентну кількість MnSO_4) розчиняють в дистильованій воді та доводять об'єм розчину до 100 мл. У разі появи каламуті розчин треба профільтрувати. Сіль марганцю не повинна містити заліза;
- 2) Розчин $\text{NaOH} + \text{KJ}$. 33 г NaOH (або еквівалентну кількість KOH) розчиняють у дистильованій воді, додають 20 г KJ і доводять розчин до 100 мл. Якщо розчин каламутний, його слід профільтрувати крізь скляний фільтр або скляну вату;

- 3) 0,1 н р-н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (гіпосульфiт натрію). Розчин готують на воді, звільненій від CO_2 кип'ятінням, і зберігають у темній склянці. Для кращого зберігання в розчин додають кілька мл ксилолу або толуолу;
- 4) Чиста концентрована соляна або сірчана кислоти;
- 5) 10% р-н KJ (свіжий);
- 6) 1% р-н крохмалю: 1 г крохмалю розчиняють в кількох мл холодної води і вливають отриманий розчин в 100 мл киплячої води. Кип'ятять кілька хвилин, доки розчин не стане прозорим;
- 7) Склянки кисневі з молібденового або кварцового скла на 120–150 см³ (за об'ємом робіт);
- 8) батометр або відро для відбирання проб води;
- 9) пристосування для установки склянок у водоймі (дерев'яна або металева хрестовина, яка заглиблюється в дно, або плавуча гірлянда для підвішування склянок) - за числом станцій;
- 10) чорні мішечки для експозиції склянок (для деструкції) або склянки з коричневого скла – за числом склянок для деструкції;
- 11) тонкий резиновий шланг (сифон) діаметром 0,5 см – 0,5 м;
- 12) ящик з гніздами для перевезення склянок.

Проведення роботи. Для відбирання проб води необхідно визначити прозорість води за допомогою білого диску Секкі для визначення фотичного шару. Межа фотичного шару дорівнює потрійній глибині прозорості за білим диском. Горизонти експонування повинні відповідати глибинам: 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0; 15,0 м.

У порядку відбирання проб із визначених горизонтів необхідно розставити склянки у ящику. На кожний горизонт виділити 4 склянки: 1 – для визначення початкової концентрації кисню, 2 світлі й 1 темна склянка для експонування проб. Усі склянки повинні бути промарковані, з прив'язаними до горла склянки корками.

Відбирання проб води з відповідних горизонтів проводять серією батометрів місткістю 1,5-2 л. При цьому з одного батометра одночасно відбирають проби на гідрохімічний аналіз, кількісний і якісний розвиток фітопланктону та первинну продукцію. Після відбирання води на хімічний аналіз та фітопланктон батометр встановлюють у спеціальний тримач, вставляють трубку-сифон у батометр та на дно попередньо ополоскані цією ж водою кисневої склянки й обережно заповнюють водою. Склянки заповнюють по вінця без утворення газових міхурців, переливаючи частину проби. У випадку наявності газових міхурців склянку залишають відкритою 1 хв або легенько постукують по стінках для їх видалення. Заповнені склянки (дві світліх – на первинну продукцію й одна темну – на деструкцію) щільно закривають корками, закріплюють на «гірлянді» чи спеціальних стояках на відповідному горизонті у водоймі й відмічають час початку експозиції.

Після цього у четвертій склянці фіксують пробу для визначення початкової концентрації кисню 1 мл $MnCl_2$ і 1 мл лужного розчину KJ. Піпетки при цьому тримають над поверхнею води, 2 мл втраченої проби враховують у подальших розрахунках. Після фіксації склянку закривають і енергійно перемішують для рівномірного розподілу осаду. Після цього проби ставлять у темне місце для відстоювання (3-24 год).

Після експозиції (6-24 год) склянки знімають і відразу фіксують проби 1 мл $MnCl_2$ і 1 мл лужного розчину KJ. У

лабораторії проводять визначення розчиненого у воді кисню за методом Вінклера: у склянку з осадом додають 1-3 мл концентрованої H_2SO_4 , закривають корком і перемішують до повного розчинення осаду. У циліндр відливають 50 мл отриманої проби, переливають у конічну колбу і титрують стандартним розчином гіпосульфата до солом'яно-жовтого забарвлення. Додають 1-2 мл крохмалю (забарвлення змінюється на синє) і титрують до повного знебарвлення. У таблицю записують об'єм гіпосульфата, що пішов на титрування (табл.10).

10.Продукційно-деструкційні процеси водойм

Проба, №	V, мл $Na_2S_2O_3$	Конц. O_2 , мг/л	t, год	Продукція (A), мг O_2 /л год	Деструкція (R), мг O_2 /л год

Кількість кисню розраховують за формулою:

$$O_2 = \frac{n \cdot N \cdot K \cdot 8 \cdot 1000}{V_1 - V_2}, \quad (10.1)$$

де n – об'єм гіпосульфату, витрачений на титрування, мл;

N – нормальність гіпосульфату;

K – поправка на нормальність гіпосульфата;

V_1 – об'єм взятої для титрування аліквоти, мл;

V_2 – об'єм внесених в експериментальну склянку реактивів для фіксації розчиненого кисню – $KJ + KOH + MnCl_2 (MnSO_4)$ та H_2SO_4 – для розчинення осаду, що утворився після додавання у склянку фіксаторів, мл.

Титр розчину гіпосульфату з часом змінюється, для чого перед кожним визначенням перевіряють його нормальність і вводять поправку (K). Для цього в окремій колбі змішують 2 мл

10 % KJ, 3 мл H_2SO_4 і 20 мл точно виготовленого розчину 0,02 н K_2CrO_4 . Через 2-3 хвилини суміш титрують розчином гіпосульфїту при наявності крохмалю як індикатора. Поправку до титру гіпосульфїту розраховують за формулою:

$$K = 20 \text{ мл } K_2CrO_4 : V \text{ мл } Na_2S_2O_3, \quad (10.2)$$

де V – кількість (мл) гіпосульфїту, яку витратили на титрування.

Валову первинну продукцію (A_B) розраховують за різницею вмісту кисню (O_2) у світлій і темній склянках:

$$A_B = (O_{2 \text{ свит}} - O_{2 \text{ тем}}) \cdot t \quad (10.3)$$

Дихання (деструкцію, R_{II}) планктону розраховують за різницею вмісту кисню (O_2) у початковій і темній склянках:

$$R_{II} = (O_{2 \text{ початк}} - O_{2 \text{ тем}}) \cdot t \quad (10.4)$$

Чисту продукцію (A_u) обчислюють за формулою:

$$A_u = (A_B - R_{II}) \cdot t, \quad (10.5)$$

де t – експозиція (години, доба).

Результати заносять до таблиці (табл.10).

Різниця між валовим фотосинтезом (A) і деструкцією органічної речовини (R) дає чисту первинну продукцію планктону й характеризує кількість автохтонної органічної речовини, яка безпосередньо надходить у водойму.

10.4. Визначення первинної продукції водяних макрофітів

Колби з широким горлом на 100 мл з притертими корками заповнюють відстояною водопровідною водою з постійним вмістом кисню і вносять туди дослідні рослини – невикорінені гідатофіти (елодею, рдесники, кушир тощо). Рослини підбирають подібні за зовнішнім виглядом, приблизно однакового розміру, без видимих пошкоджень. Перед зануренням рослин у колби їх зважують на аналітичних терезах.

Колби закривають таким чином, щоб в них не залишилося пухирців повітря, для цього дають змогу воді деякий час переливатися через край і експонують їх в оптимальних умовах температури (20-27 °С) і освітлення (1800-2000 Лк) для визначення продукції, або в темряві – для визначення деструкції органічних речовин). Проби в колбах експонують в умовах подібних до природних – “in situ” або за штучного освітлення.

Одночасно з дослідними колбами експонують контрольні колби з водою або з досліджуваними рідинами (залежно від схеми досліду), але без рослин. Повторність має бути трикратною. Для визначення первинної продукції експозицію проводять протягом 30 - 60 хв, для визначення деструкції вона має бути не менше 120 хвилин. Після закінчення експозиції рослини із колб обережно виймають і усі подальші дії виконують згідно попередньої методики. Результати вимірювань заносять до таблиці та розраховують показники продукції й деструкції органічних речовин.

10.5. Визначення первинної продукції в радіовуглецевій модифікації

Для визначення первинної продукції склянковим методом у радіовуглецевій модифікації використовують розчини ^{14}C -карбонату або ^{14}C -бікарбонату натрію. Активність робочого розчину має становити близько $0,2 \times 10^6$ імп/хв. У дослідях на кожному з горизонтів розміщують чотири склянки по 120 - 150 мл, в яких міститься вода з фітопланктоном і 1 мл робочого розчину радіовуглецю. Після добової експозиції вміст склянок фіксують формаліном і по 50 мл фільтрують через мембранні вітчизняні фільтри, фільтри «Синпор» чи «Міліпор» або ядерні фільтри з діаметром пор 1,5 мкм.

Первинну продукцію розраховують за формулою:

$$A_p = \frac{r + c}{R} \cdot E, \quad (10.6)$$

де r – радіоактивність фільтру з осадженими водоростями;

R – радіоактивність внесеного розчину ($\text{NaHC}^{14}\text{O}_4$ чи $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_4$);

c – сумарний вміст карбонатних сполук у воді, які визначають динаміку CO_2 , мг/дм³.

Кількість асимільованого водоростями радіовуглецю визначається на сцинтиляційних приладах.

При роботі з радіоактивним розчином необхідно суворо дотримуватись заходів безпеки!

При переході від однієї форми вимірювання продукції до іншої використовують дихальний коефіцієнт. Припускається, що він дорівнює 0,80, а 1 мг кисню відповідає 0,3 мг вуглецю.

10.6. Визначення первинної продукції методом авторадіографії

Удосконалення радіовуглецевої модифікації склянкового методу стало можливим при використанні поряд з газорозрядним (Гейгера-Мюллера) або сцинтиляційними лічильниками рідкої фотоемulsії, що дозволяє визначати сумарну продукцію всього водоростевого угруповання та продукцію окремих видів і систематичних груп.

Методика авторадіографії полягає у визначенні радіоактивності клітин водоростей, пропорційній кількості атомів поглиненого ізотопу, за числом слідів або треків радіоактивних β -частинок ізотопу вуглецю ^{14}C , що утворилися з відповідних зерен срібла, залишених у фотоемulsії протягом експозиції.

Основні процедури визначення первинної продукції окремих зводяться до таких:

1. Визначають видовий склад і чисельність фітопланктону з виділенням домінуючих видів.
2. Вимірюють валову первинну продукцію угруповання водоростей.

3. Концентрують завись радіоактивного фітопланктону (необхідно не менш як 200 - 300 мкг) і наносять її на предметне скло у вигляді альгологічного препарату.
4. Препарати з радіоактивними водоростями (авторадіографи) покривають рідкою фотоемульсією. Одержані радіоавтографи експонують у темноті протягом кількох діб (експозиція залежить від чутливості фотоемульсії, яка використовується, і радіоактивності водоростей, зумовленої їх фотосинтетичною активністю).
5. На авторадіографах підраховують кількість відновлених зерен срібла навколо клітин водоростей (для отримання достовірних результатів необхідно дослідити 30-40 клітин домінуючих видів та субдомінантів).
6. Відносну продукцію (R_i) кожного виду водоростей обчислюють за формулою:

$$R_i = \frac{\overline{G_i N_i}}{\sum \overline{G_i}}, \quad (10.7)$$

де G_i – середня кількість відновлених зерен срібла фотоемульсії на клітину водорості; N_i – кількість клітин даного виду в одиниці об'єму (1 дм³).

7. Абсолютну швидкість продукції (A_i) конкретного виду водорості розраховують за формулою

$$A_i = R_i A, \quad (10.8)$$

де A – первинна продукція фітопланктону, що визначалась кисневою чи радіовуглецевою модифікацією склянкового методу.

Метод авторадіографії має ряд переваг у порівнянні з іншими методами: дозволяє визначити швидкість фотосинтезу окремих видів водоростей та їх внесок у формування первинної продукції фітопланктону в цілому; є високочутливим, завдяки чому можна оцінювати продукційні характеристики водоростей навіть при їх низькій фізіологічній активності; існує можливість використання як мітки, залежно від завдань дослідження, всіх ізотопів хімічних елементів, які включаються водоростевими клітинами в метаболічні процеси; відносна простота методу дозволяє проводити продукційні дослідження в польових умовах, безпосередньо на водоймі.

10.7. Визначення первинної продукції фітопланктону за вмістом хлорофілу-а

Хлорофіл-а – пігмент, який присутній у всіх зелених рослинах. За його концентрацією судять про ступінь трофності поверхневих вод. Біологічна суть методу полягає у тому, що кількість хлорофілу *a* змінюється відповідно до інтенсивності первинної продукції.

Разом з іншими показниками, зокрема з вимірами активної біомаси, визначення концентрації хлорофілу-а дає уяву про кількість потенційної активності фотосинтезу водоростей. Цей пігмент досить чутливий до світла і кисню повітря, особливо за його вилучення з води. З метою запобігання фотохімічної руйнації хлорофілу всі операції по його визначенню

міжнародним стандартом ISO 10260 рекомендується здійснювати в умовах затемнення. Цей стандарт також визначає сутність методу визначення хлорофілу-а, який полягає у згущенні рослин через фільтрацію проб води, екстракцію органічним розчинником пігменту, з наступним спектрометричним визначенням.

Відбирання, фільтрування та висушування проб. Для репрезентативного визначення пігментів їх концентрація має становити не менш, ніж 0,5 мкг хл.«а»/дм³. Тому слід відбирати пробу об'ємом 1 дм³ і більше. Пробу фільтрують на фільтрі Зейтца великого діаметру за допомогою вакуумного насоса або завдяки наявності перепаду висот між фільтром і каністрою (сулією) з пробую. Перед фільтруванням мембранні фільтри покривають шаром MgCO₃ (10 мг MgCO₃ на 1 см² поверхні фільтра) для запобігання руйнуванню пігментів. Фільтрування здійснюють при вакуумі не більш як 40 - 60 гПа, щоб виключити втрати хлорофілу. По закінченні фільтрації рекомендується негайно екстрагувати осад без підсушування фільтра. У виняткових випадках, коли немає можливості провести екстрено екстракцію і спектрофотометрування, фільтри з осадом сушать у ексикаторі із силікагелем, натронним вапном і лугом (1:1:1) і зберігають у темному ексикаторі із силікагелем при температурі не вище 1°C (звичайно у холодильнику) не більш як 1,5 міс.

Екстракція пігментів. Екстракцію пігментів проводять 90%-ним розчином ацетону. Фільтр з осадом поміщають у гомогенізатор, заливають 2 - 3 мл 90%-ного розчину ацетону і

розтирають протягом 1 - 2 хв. Потім переносять у центрифужну пробірку, додають 90%-ний розчин ацетону до об'єму 10 мл і витримують 10 - 15 хв у темному місці при кімнатній температурі до повного екстрагування. Далі екстракт центрифугують протягом 10 хв при 4 тис. об/хв, після чого прозорий розчин переносять у сантиметрову кювету спектрофотометра. У кювету порівняння наливають 90%-ний розчин ацетону з гомогенізованим фільтром без водоростей і вимірюють оптичну щільність екстракту при довжині хвилі 663, 645 і 630 нм.

До безекстрактних спектрофотометричних методів відносять визначення концентрації пігментів у природних умовах (*in situ*) за допомогою спектрофотометра, що занурюється у воду, визначення вмісту пігментів проходить безпосередньо у зразках води, яку наливають у спеціальну кювету із дзеркальними стінками, а також методом визначення пігментів у клітинах фітопланктону, що знаходиться на мембранних фільтрах. Перед спектрофотометрією останні просвітлюють спеціальними розчинниками для оптичної прозорості.

Значний інтерес становить флуориметричний безекстрактний метод визначення хлорофілу безпосередньо у живих клітинах фітопланктону, що знаходяться у водоймі. Хоча інтенсивність флуоресценції хлорофілу водоростей набагато нижча, ніж у екстрактах, зазначений метод має високу чутливість, що дозволяє реєструвати низьку концентрацію хлорофілу у водоймі.

Розрахунок вмісту хлорофілу. Найбільш поширеним методом розрахунку концентрації хлорофілів *a*, *b* і *c* (мкг/дм³) є використання стандартних формул, рекомендованих робочою групою при ЮНЕСКО:

$$C_{хл.а} = (11,64 \cdot E_{663} - 2,16 \cdot E_{645} - 0,1 \cdot E_{630}) \frac{V_1}{V_2}, \quad (10.9)$$

$$C_{хл.б} = (-3,94 \cdot E_{663} + 20,97 \cdot E_{645} - 3,66 \cdot E_{630}) \frac{V_1}{V_2}, \quad (10.10)$$

$$C_{хл.с} = (-5,53 \cdot E_{663} - 14,81 \cdot E_{645} + 54,22 \cdot E_{630}) \frac{V_1}{V_2}, \quad (10.11)$$

де, V_1 – об'єм екстракту, мл; V_2 – об'єм проби, дм³; E_{663} , E_{645} , E_{630} – оптична щільність при довжині хвилі відповідно 663, 645 і 630 нм, віднесені до робочої довжини кювети (1 см) з урахуванням поправки на мутність екстракту (контроль):

$$E_{663} = \frac{E_{663} - E_{750}}{l}, \quad (10.12)$$

$$E_{645} = \frac{E_{645} - E_{750}}{l}, \quad (10.13)$$

$$E_{630} = \frac{E_{630} - E_{750}}{l}, \quad (10.14)$$

де E_{663} , E_{645} , E_{630} , E_{750} – оптична щільність при довжині хвиль відповідно 663, 645, 630 і 750 нм; l – довжина кювети, см.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб первинної продукції фітопланктону.
2. Назвіть методи визначення первинної продукції.
3. Які процеси характеризує продукційно-деструкційний коефіцієнт?

Використана література:

1. *Определение содержания хлорофилла в планктоне пресных водоемов* / Сост. Л. А. Сиренко, А. В. Курейшевич – Киев: Наук. думка, 1982. – 52 с.
2. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений.* – Л.: Гидрометеоздат,

1983. – С. 87–91.

1. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
2. *Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоемов / Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. – СПб. : Гидрометеиздат, 1993. – 168 с.*
3. *Щербак В. І.* Оцінка стану водоймищ шляхом визначення пігментів фітопланктону // *Методичний посібник з визначення якості води.* – К., 2002. – С. 16–19.
4. *Щербак В. І.* Методи досліджень фітопланктону // *Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем.* – К., 2002. – С. 41–47.
5. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Offic. J.U 327/1.*

Стандарти:

СТУ ISO 10260:2007 Якість води. Вимірювання біохімічних параметрів. Спектрометричний метод визначення концентрації хлорофілу-а (ISO 10260:1992, IDT).

Тема 11. ЗООПЛАНКТОН. ОСНОВНІ СИСТЕМАТИЧНІ УГРУПОВАННЯ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ

Зоопланктон – це безхребетні тваринні організми, які знаходяться у воді в завислому стані, мають органи руху. Довжина організмів знаходиться в межах від 40 мкм до 10 мм та більше. Тіло зоопланктонних організмів містить велику кількість води – в середньому 80-85%. Крім води, вони містять різного роду включення – газові, жирові тощо, а саме тіло може бути огорнене слизовою оболонкою.

Зоопланктонні організми залежно від характеру життєвого циклу розділяють на два основних угруповання: голопланктон (з гр. *golos* - постійний) – весь період активного життя проходить у товщі води і лише на стадії спокою (яйця, бруньки, спори) – на дні і меропланктон (з гр. *megos* - частина) – мешкають у товщі води лише на певних стадіях свого розвитку (пелагічні личинки донних безхребетних тощо).

До складу зоопланктону прісних водойм входить 4 основні угруповання: найпростіші – *Protozoa*, коловертки – *Rotifera* (*Rotatoria*) і ракоподібні: веслоногі - *Copepoda* та гіллястовусі - *Cladocera*.

11.1. Основні систематичні групи зоопланктону

Найпростіші – *Protozoa*. Дрібні, одноклітинні, різноманітної форми організми, життєдіяльність яких забезпечують спеціалізовані органели, розміщені в протоплазмі. Поверхня

протоплазми ущільнена й утворює плівку – пелікулу або справжню оболонку - кутикулу. Розміри тіла від 2 - 5 до 50 - 200 мкм. Температурний діапазон життєдіяльності – 4 – 30 °С, невибагливі до вмісту розчиненого у воді кисню. Відомі форми, які можуть жити в безкисневих екоотопах водойм, де підвищений вміст вуглекислого газу й метану, завдяки присутності в цитоплазмі метанзасвоюючих бактерій, які нейтралізують отруйну дію метану. Розмноження йде простим поділом, залежить від температури води й наявності їжі. За несприятливих умов найпростіші утворюють стійкі стадії – цисти. Найпростіші є складовою частиною корму личинок риби при переході їх на екзогенне живлення та багатьох нижчих ракоподібних, а також є об'єктами культивування та біотестування. Тип найпростіші поділяють на чотири класи: саркодові – *Sarcodina*, джгутикові - *Flagellata*, споровики - *Sporozoa* та інфузорії - *Ciliata*

Коловертки – *Rotifera (Rotatoria)*. Коловертки відносяться до типу круглих червів або первиннопорожнинних (*Nemathelminthes*) класу *Rotifera*. Їх налічують більше 1,5 тисячі видів, розміри тіла від 0,1 до 3 мм, мешканці прісних вод, є морські представники, а також види, які населяють вологий мох та вологий ґрунт. У водоймах ведуть в основному планктонний спосіб життя й за зовнішнім виглядом нагадують личинку черв'яків або молюсків – трохофору. Тіло коловерток прозоре, у деяких вкрите панцирем, розділене на голову, тулуб, ногу.

Передня частина голови має вид диска, краї якого оточені віночком війок. Диск вкриває верхню частину головного відділу й виконує функцію руху та захоплення поживи. Тут же є хоботок, спинний виступ, через прозорі покриви проглядають очні (реброцеребральні) плями. У коловерток сформована травна система, яка складається з ротової порожнини, жувального шлунку (*mastax* - має дві пари щелеп – наковальня та молоточок), стравоходу, мішкоподібного травного шлунку, кишки й клоаки, які відкриваються збоку в нозі. На черевній стороні голови знаходиться рот і за ним – другий віночок дещо коротших війок. Передротовий і післяротовий віночки утворюють характерний для коловерток колообертний апарат, чи так зване “коло” (тому і називаються – коловертки). Органи виділення протонефридального типу. Задні кінці обох залозних каналів впадають у сечовий міхур. Нервова система складається з надглоткових гангліїв. Органами чуття служать щупальця та щетинки. Дихальної та кровоносної системи немає.

Коловертки в основному фільтратори, за характером живлення – “мирні” види та “хижаки”. “Мирні” коловертки живляться водоростями, детритом, бактеріями, дріжджами тощо. Хижі види, серед яких найпоширеніша *Asplanchna priodonta*, живляться інфузоріями та іншими коловертками. Життєвий цикл триває 5-24 доби. З підвищенням температури води тривалість життя скорочується. Розмножуються шляхом гетерогонії (чергування статевих і нестатевих поколінь) і партеногенетично

(яйцеклітини розвиваються без запліднення). При гетерогонії відбувається зміна різних статевих поколінь: роздільностатевого й гермафродитного або роздільностатевого й партеногенетичного. Коловертки – різностатеві організми. Самці не схожі на самок, карликової форми, живуть недовго – від декількох годин до декількох діб. У самців добре розвинені статеві органи - вся порожнина тіла заповнена сім'яником, решта органів – редукована. Самці не живляться. Більшість коловерток відкладають яйця, але зустрічається і живонародження (рід *Asplanchna*). Зазвичай навесні з яєць, які пролежали зиму, виходять партеногенетичні самки, які дають цілий ряд поколінь. Із зниженням температури, погіршенням гідрохімічного режиму чи трофічних умов у коловерток настає статевий період, коли самки починають відкладати дрібніші від традиційних яйця, їх більше, і з них вилуплюються самці. Вони паруються з самками материнського покоління, відкладають запліднені яйця, які можуть перебувати у стадії спокою тривалий час. Після періоду спокою розвиток яєць триває від 27 тижнів до одного року, і з них виходять партеногенетичні самки. Залежно від кількості статевих циклів за рік, виділяють такі види: моноциклічні (один статевий період), дициклічні (два), поліциклічні (багато) та ациклічні (в яких спостерігається тільки партеногенетичне розмноження). Кількість циклів змінюється залежно від умов середовища. На півночі у коловерток здебільшого партеногенетичне розмноження, а у помірних широтах ди-

моноциклічне. З явищем циклічності у коловерток пов'язане явище цикломорфозу. При партеногенетичному розмноженні останнє покоління змінює свою зовнішність – величину, форму, структуру циклів тощо. Наприклад, у *Keratella quadrata* з яєць, які перебували у спокої, вилуплюється довгошипна форма. Від покоління до покоління довжина шипів зменшується. В подальшому, після статевого розмноження, з'являються знову довгошипні форми. Отже, циклічність пов'язана з статевим розмноженням, а цикломорфоз – із зміною форми тіла.

Серед коловерток розрізняють три екологічні групи: планктонні, бентичні, паразитичні. Планктонні коловертки живуть у товщі води, оболонка тіла прозора, ноги немає чи вона перетворилась на плаваючий додаток, є слизові оболонки та краплини жиру, що дозволяє утримуватись у товщі води. До таких коловерток відносяться: *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Notholca longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, види роду *Polyarthra*. Крім цього, є колоніальні коловертки, тіла яких занурені у слиз - *Conochilus uniformis*. Серед бентичних коловерток є сидячі та ковзаючі форми. Останні за допомогою ноги ковзають по субстрату, їх рухи нагадують рухи п'явки чи гусені.

Яйця коловерток мають жирові включення для утримання у товщі води. Вони можуть приклеюватись до субстрату чи водяної рослинності. Молодь, яка вилупилась з яєць, росте протягом 3-5 днів. Статевозрілими вони стають вже на другу-третю добу, при

поганих умовах - на сьому. Коловертки живуть від двох до трьох тижнів. Погіршення умов середовища (температура, вміст розчиненого у воді кисню, хімічний режим, трофічні умови тощо) сприяє появі самців, статевому розмноженню, продукуванню яєць, які можуть переносити несприятливі умови, зберігатися тривалий час і, отже, сприяти збереженню виду.

Коловертки поширені у водоймах. Вони переносяться за допомогою вітру, течій, знаряддями лову риби, птахами, людиною тощо.

Коловертки живуть і в гарячих джерелах, деякі види можуть вмерзати в кригу, деякі впадають в анабіотичний стан, витримуючи зниження температури до -270°C . Різкі коливання температури середовища викликають поліциклію. Для водойм з кислою реакцією середовища властиві специфічні форми коловерток з родів *Cephalodella*, *Lepadella*, *Lecane*, *Trichocerca*. Для лужного середовища ($\text{pH} > 7$) - характерні в основному представники родів *Asplanchna*, *Mytilina*, *Brachionus*, *Filinia*, *Notholca*. Велика кількість коловерток зустрічається як в лужних, так і в кислих водах (проміжна група).

Коловертки – споживачі первинної продукції фітопланктону та бактеріопланктону, і самі служать їжею для інших безхребетних, є дуже цінним кормом для личинок та молоді риб, сприяють очищенню забруднених водойм, і також є показниками сапробності води. У дуже забруднених водоймах коловертки не зустрічаються, з'являються вони в а-

мезосапробній зоні, де вже є планктонні організми. Для зон незначного забруднення характерні пелагічно-озерні форми.

У великих озерах мешкають пелагічні форми, які зустрічаються протягом року; в неглибоких теплих озерах деякі пелагічні форми відсутні. У рівнинних річках коловертки переважають над іншими представниками зоопланктону. Значна біомаса коловерток у ставах, насичених органічними речовинами. Зазвичай, починаючи з другої половини вегетаційного періоду, розвиток коловерток у нагульних ставах різних зон України тримається на значному рівні, досягаючи 50-90% біомаси усього зоопланктону, і становить від 2,0 до 23,0 г/м³ та більше.

При високій густоті посадки однорічок коропа (від 6 до 12 тис. екз./га та вище) у зоопланктоні ставів у масі розвивається 3-9 видів коловерток, які мають велику репродукційну здатність. До них відносяться форми, які загальні для усіх географічних зон України – *Asplanchna priodonta*, *Brachionus diversicornis*, *Keratella quadrata*, *Filinia longisetata* тощо.

Для ставів Степу характерні також форми *Brachionus urceolaris*, *B. quadridentatus*; у воді з підвищеною солоністю – *B. plicatilis*; у ставах Лісостепу – *B. rubens*, *B. bennini*; у ставах Полісся – *B. falcatus*, *B. forficula*, *B. budapestinensis*, *B. diversicornis*, *Hexartra mira*. До цього часу немає обмежень для розповсюдження коловерток, але все ж виділяють субтропічні форми – *Euchlanis alata*, мешканців північних водойм - *Notholca longispina*; є

форми, які не заходять далеко на північ – *Brachionus angularis*; форми помірно-південної і південно-тропічної зон - *B. falcatus*, *Keratella quadrata*.

Усі коловертки поділяються на два ряди: з непарним яєчником – *Monogononta* (до них належить більшість представників) та з парним яєчником – *Bdelloidea (Digononta)* - 3 родини.

Основними систематичними ознаками коловерток є розмір і форма тіла, наявність панциря, шипи, нога, колообертальний апарат та мастакс.

Господарське значення коловерток полягає в тому, що вони є їжею для багатьох ракоподібних, молоді риб, риб-планктофагів, а також є індикаторами забруднення водойм та об'єктом масового культивування в штучних умовах.

Гіллястовусі ракоподібні – *Cladocera*. Дрібні планктонні тварини з розміром тіла від 0,25 до 10,0 мм. Тіло не чітко сегментоване, але є головний, грудний та черевний (абдомінальний) відділи, тобто вони мають голову, тулуб та постабдомен, який утворює кауду. Тіло вкрите черепашкою, у деяких видів черепашка є тільки на спинній стороні. Передній край головної черепашки часто витягнутий у вигляді дзьоба і утворює роstrum. Є 4-6 пар грудних плекатих листовидних кінцівок, які озброєні щетинками. Попереду голови є пара

коротких антен – антенули. Біля основи голови з боків є друга пара антен, які виконують роль органів руху.

Кожна кінцівка складається з внутрішнього (*endopodit*) та зовнішнього (*exopodit*) члеників. В основі кожної кінцівки є придаток ендіт (зяброва пластинка, яка бере участь у диханні). Дихання відбувається за допомогою зябрових придатків грудних ніг, у деяких – заднім відділом кишки (кишкове дихання) чи поверхнею тіла. Головні кінцівки мають парні щелепи – мандібули й максили. Ротовий отвір прикриває верхня губа. Від ротового отвору йде тонкий стравохід, далі - середня кишка, яка утворює інколи 1-2 петлі, за ними задня кишка з отвором у задньому відділі кауди. У кінці рухомої кауди є пара кігтиків. На спинній стороні кауди є пара великих щетинок, інколи вони редуковані. Край анального отвору має ряд зубців і служить систематичною ознакою. У місці продовження кауди у внутрішні органи є печінкові відростки. У рачків на спинній стороні грудного відділу є серце, кровоносна система незамкнена, кров рухається лакунами. Нервова система складається з мозку, який тягнеться двома ланцюгами вздовж тулуба. Органами дотику є сенсорні щетинки на антенах, на черевному краї – постабдомен. Велике око непарне, але рухоме. Є і додаткове око у вигляді пігментної плями.

За способом живлення гіллястовусі ракоподібні, в основному, фільтратори. За допомогою плавальних антен та плавальних ніжок утворюється постійна течія води, яка приносить завислі у

воді харчові та нехарчові частинки, які утримуються на фільтраційній решітці, утвореній щетинками грудних кінцівок. Захоплення їжі механічне, безперервне. Живляться рачки дрібним фітопланктоном, частіше всього хлорококовими водоростями, детритом, бактеріями тощо. При захопленні великої кількості дрібних мінеральних часток рачки опускаються на дно і гинуть. Час, який необхідний для заповнення кишкового, коливається від 10 до 240 хвилин і залежить від величини рачка, розмірів харчових грудочок, їх концентрації та температури. Через брак їжі кладоцери гинуть через 1-2 доби. Наявність бактерій (1-2 млн.кл/мл) створює сприятливі умови для живлення рачків і забезпечує їх розмноження, збільшуючи чисельність за 5 діб в 5-10 разів.

Підраховано, що протягом доби одна дафнія споживає від 4,8 до 40,8 млн. бактерій. Але після заповнення кишківника, рачки продовжують фільтрувати, і відфільтровані часточки рухаються вперед по їх черевному жолобку, але у рот вони не потрапляють. Ротові придатки голови та задній відділ тіла виштовхує їх знову у воду. Рачки починають заковтувати їжу тільки після того, коли кишківник хоча б частково звільниться від її залишків.

Серед гіллястовусих рачків є і хижакі. До цієї групи належать: *Leptodora kindtii*, *Polyphemus pediculus*, *Podon intermedius*. Наприклад, найбільший, зовсім прозорий гіллястовусий рачок *Leptodora kindtii* зависає у воді й своїм дуже великим оком спостерігає за здобиччю і полює за нею. Якщо поблизу є

коловертки чи дрібні планктонні рачки, лептодора за допомогою помаху антен наздоганяє жертву своїми далеко винесеними вперед грудними кінцівками, захоплює її і занурює гострі зазубрені жвали. Після захоплення жертви рачок пом'якшує її жвалами і висмоктує рідку їжу. Хижі гіллястовусі рачки нападають на інші планктонні тварини, а також і свою молодь, але не чіпають сидячі види. За температури 20-25 °C *Leptodora kindtii* може з'їсти біля 50 рачків, а взагалі хижі рачки виїдають біля 40% всіх планктонних тварин. У той же час вони самі є поживою риб.

У кладоцер дуже чітко проявляється статевий диморфізм. Самці менші за самок, мають більш видовжені й інакше озброєні антенули та постабдомен, частіше всього зустрічаються у водоймах влітку та восени. У самок парний яєчник з обох боків кишківника. Яйцеводи відкриваються в зародкову камеру (на спині). У самців парні сім'яники з сім'япроводами.

Для гіллястовусих ракоподібних характерне явище гетерогонії (зміна статевого і партеногенетичного розмноження). Швидкість дозрівання і тривалість життя у різних видів різна. Наприклад, у *Daphnia magna* тривалість життя 5-6 місяців, а у *Moina rectirostris* - до 1 місяця. Різні види дафній продукують від 50 до 100 яєць на самку, босміни – до 16, а дрібні донні види – не більше 2. Яйця протягом 3-4 діб розвиваються у вивідковій камері самок, де з них формуються рухливі ембріони, а потім маленькі рачки покидають вивідкову камеру і

приступають до самостійного існування. Через 3-4 линьки молодь стає статевозрілою. Отже, через 8-14 діб після виходу з яйця, самки стають статевозрілими і відкладають партеногенетичні яйця (партеногенетичне покоління з'являється кожні 3-4 доби). Влітку, при достатній кількості їжі, народження молоді і надходження у вивідкову камеру нових яєць відбувається кожні 1-2 доби, завдяки чому чисельність рачків швидко збільшується. Зазвичай народження молоді супроводжується линянням самок.

У хижих гіллястовусих ракоподібних вивідкова камера ізолювана від зовнішнього середовища і при виході молоді кожен раз руйнується, а потім відновлюється знову. У них перші три линьки відбуваються через 1-1,5 доби, а наступні – через 2-3. Зі зміною умов існування (зниження температури води, зменшення кількості їжі, забруднення водойми тощо) процес розмноження також змінюється: на зміну партеногенетичному розмноженню приходить статеве. З вивідкової камери після відкладання незапліднених яєць виходять самці, а не самки. Але частина яєць в статевих шляхах самки проходить друге ділення. В результаті цього кількість хромосом у яйці зменшується вдвічі. Такі яйця в подальшому можуть розвиватися тільки після запліднення. При спаровуванні та злитті яйця й сперматозоїда відновлюється повна кількість хромосом. Дуже цікаво, що інколи короткочасне порушення нормальних умов життя може

припинити процес партеногенетичного розмноження. Доля яйця визначається за 15 хвилин до його виходу з статевої системи самки. Якщо в цей момент буде якесь порушення, з яєць вилупляться самці або ж цим яйцям необхідне запліднення. Запліднених яєць мало - 1 - 2, інколи 3, вони знаходяться в стадії спокою і називаються “зимовими”. Запліднені яйця залишаються в самки в так званому “сідельці” й називаються ефіпіум. Його утворюють епітеліальні клітини кутикули, які заповнені повітрям. Ефіпіуми багаті на жовток, вони більші за розміром, мають дві захисні оболонки, зверху вкриті третьою - хітиною кутикулою темного кольору.

Основними систематичними ознаками гіллястовусих ракоподібних є плавальні щетинки, плавальні антени, антenuли, будова постабдомена, кауда, озброєння стулок черепашки, будова кишківника та грудних кінцівок.

Господарське значення гіллястовусих ракоподібних полягає в тому, що вони є важливим кормом для молоді та багатьох дорослих риб. Зоопланктонофаги (строкатий товстолобик, буфало, деякі сигові, корюшка, укля, веслоніс тощо) живляться дафніями, моїнами, босмінами та іншим рачковим планктоном. У той же час кладоцери є індикаторами забруднення води, в дуже забруднених водоймах їх немає. Деякі дафнії (наприклад, *Daphnia magna*) є тест-об'єктом при визначенні токсичності речовин. Представники цієї групи – дафнії, моїни, церіодафнії, хідоруси – основні об'єкти культивування і використовуються

для живлення молоді риб отриманої заводським методом, та від раннього нересту у період їх підрощування і вирощування та при культивуванні цінних безхребетних. Масовий розвиток гіллястовусих ракоподібних свідчить про високу продуктивність водойми.

Веслоногі ракоподібні – *Copepoda*. Тіло вільноживучих веслоногих ракоподібних видовжене, сегментовано, завдовжки від 1 до 5 мм, поділяється на три відділи – головний, грудний та черевний. Часто перші два відділи зростаються і утворюють головогруді (cephalothorax). Головогруді складаються з 5 сегментів, останній з яких розділений на 2 частини. Черевний відділ має 2-5 сегментів. Останній сегмент поділяється на дві гілки і утворює вилку або фурку. Гілки вкриті довгими щетинками (фуркальні щетинки). Головний відділ несе по одній парі одногіллястих передніх членистих (від 4 до 20 члеників) антен (антенул) та задніх двогіллястих антен. У самок передні антени симетричної будови, у самців права - грубша. У копепод є пара жвал чи мандибул, передні і задні максили. За головними кінцівками йде 5 пар черевних (торокальних) кінцівок. Кожен сегмент несе пару ніг. Передні 4 пари ніг двогіллясті, пристосовані для плавання і складаються з трьохчленикових екзо- та ендоподітів. П'ята пара ніг у самців асиметрична. У самок ця пара ніг майже редукована. Спеціальних органів дихання немає, вони дихають дифузно, усією поверхнею тіла, деякі задньою кишкою. Кровоносна система сильно редукована,

вона або повністю зникає, або від неї залишається тільки серце (наприклад, як у дафній). Гемолімфа у нижчих ракоподібних знаходиться у порожнині тіла.

Ротовий отвір прикритий верхньою губою, за ним йде стравохід, передня, середня та задня кишка, яка на спинній стороні відкривається анальним отвором. Видільна система представлена парою максимерних залоз, у личинок - антинальною системою.

Нервова система дуже редукована, складається з гангліозної маси, яка оточує кишку попереду. Органи чуття представлені сенсорними придатками (у самців на I антенах) та непарним оком.

Усі вільноживучі веслоногі ракоподібні роздільностатеві. Зазвичай самки більші за самців. Розмноження йде статевим шляхом. Самки від самців відрізняються будовою I пари антен і 5-ою парою тулубових ніг. У самок непарний яєчник і парний яйцевід. У деяких копепод на генітальному сегменті є сім'яний міхур (*recepta culam siminis*), який буває різної форми. Це поглиблення, куди проникає сперма із сперматофорів. Генітальних отворів у самок 2, інколи 1 (у *Calanoida*), відкриваються вони на черевній стороні. У самців статева система складається із непарного сім'яника та парного чи непарного сім'япроводу, який відкривається на першому чи другому абдомінальному сегменті. Формування сперматозоїдів йде в сперматофорах, які є кінцевим відділом сім'япроводів. При

спаровуванні самець утримує самку п'ятою парою грудних ніжок і першою парою антен, одна з яких закруглена. За допомогою закругленої антени та п'ятої пари ніг самець приклеює ковбасовидний сперматофор у нижній частині першого черевцевого сегмента біля статевого отвору самки. Із сперматофора сперма потрапляє до сім'єприймача самки. При відкладанні яєць вони запліднюються. Самка відкладає яйця і виношує їх в особливих яйцевих міхурах (1 чи 2), які прикріплюються до генітального сегмента. У деяких видів яйця відкладаються у воду. Кількість яєць – від 1 до 100 екземплярів. Розвиток яєць відбувається після запліднення, за винятком 2 родів з родини гарпоктикоїд. Розвиток яєць відбувається з метаморфозом. З яйця виходить личинка - наупліус, завдовжки до 0,3 мм, має 3 пари кінцівок, з яких 2 перші пари представляють зародки антен, а третя – зародки жвал. Наупліуси 5-6 разів линяють і переходять у копеподитні стадії. На шостій копеподитній стадії личинка набуває статевої зрілості й перетворюється у дорослу особину. Тіло наупліусів несегментоване, тіло копеподитних стадій – сегментоване. В основному розвиток яєць при оптимальній температурі відбувається протягом 2-3 днів, метаморфози личинки тривають 3-4 тижні.

За способом захоплення їжі веслоногих рачків поділять на дві групи: активних фільтраторів і хижаків. До фільтраторів відносяться Calanoida (діаптомуси). За допомогою двох пар антен

та ротових кінцівок вони створюють потоки води, які несуть харчові частки: фітопланктон, бактерії, органічний детрит тощо. Захоплення їжі механічне, не диференційоване. Один рачок за добу пропускає через свій фільтраційний апарат до 40, інколи 70 см³ води, зазвичай живлення йде переважно вночі.

До групи хижаків відносять майже усіх циклопів (*Cyclopida*) – *Macrocylops albidus*, *M.fuscus*, *Acantocylops viridis*, хоча є і рослиноїдні види. Циклопи активно нападають на найпростіших, коловерток, личинок хірономід, олігохет, ікру і передличинкові стадії риб, яких захоплюють за допомогою навколоротових кінцівок. При передачі їжі жвалам приймають участь задні щелепи та ногощелепи. Жвали роблять швидкі різучі рухи протягом 3-4 секунд, за якими йде хвилинна пауза. Після подрібнення їжа всмоктується в стравохід. Для підготовки жертви та її поїдання, наприклад, личинок хірономід завдовжки 2 мм, потрібно 9 хвилин, а завдовжки 3 мм – 30 хвилин. Малощетинкових черв'яків, завдовжки 4 мм, циклопи поїдають за 3,5 хвилини. Циклопам притаманне явище канібалізму.

Серед циклопів є і рослиноїдні види – *Eucyclops macrurus*, *E. macruroides*, *Mesocyclops leuckarti* тощо, які живляться дрібними зеленими родів *Scenedesmus* і *Micractinium* і більшими формами водоростей (*Pandorina*).

Розповсюдженню прісноводних циклопів сприяє здатність їх переносити несприятливі умови, а також стійкість рачків до нестачі розчиненого у воді кисню, кислої реакції середовища

тощо. Проте серед циклопів є види, які протягом декількох днів можуть жити не тільки через повну відсутність кисню, але і через наявність сірководню.

Характерними ознаками, які відрізняють циклопів від інших видів, є два яйцевих міхура у самок та антени, які не досягають половини тулуба; у самок діаптомусів – один яйцевий міхур, довжина антени заходить за половину тулуба.

Веслоногі ракоподібні зустрічаються у ставах протягом цілого року з максимальним розвитком у вегетаційний період, досягаючи 20-30% чисельності й біомаси зоопланктону. В морях вони складають до 90 % усього зоопланктону.

Господарське значення копепод полягає у тому, що вони є їжею для риб та інших тварин. Можуть бути індикаторами водойм, як одні із самих стійких до несприятливих умов. Негативним є те, що циклопи є проміжними господарями для різних паразитів. Наприклад, яйця широкого стьожака потрапляють у водойми, з них розвиваються вільноплаваючі личинки. Личинку заковтує циклоп, якого споживає риба (другий проміжний господар). В організмі риби личинка стьожака локалізується у м'язах. Рибу поїдає людина, в якій з личинки формується доросла форма стьожака. Циклопи є також проміжними господарями круглих червів – ришт, які у Африці, Індії, Ірані та республіках Середньої Азії викликають у людей тяжке захворювання – фурункулез або виразки на шкірі.

Для визначення видової належності веслоногих ракоподібних необхідно знати розміри та будову тіла, відокремленість цефалоторекса від абдомена, довжину антенул до цефалоторекса, наявність яйцевих міхурів, будову 5-ї пари торокальних ніг. Визначення систематичного складу планктонних безхребетних проводиться при камеральному опрацюванні проби за визначниками (Кутикова Л.А., 1970; L. Rudescu, 1960; Липин А.Н., 1950; Мануйлова Е.Ф., 1954; Монченко В.І, 1974, 2003; Яшнов В.А., 1969 та інші).

11.2. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання

- планктонна сітка Джеді
- планктонна сітка Апштейна
- батометр Рутнера
- батометр Молчанова
- планктонобатометр
- відро пластмасове чи емальоване
- планктонна кружка
- флакони чи склянки для проб місткістю 100-200 дм³
- затискач Мора
- формалін
- термометри
- мікроскопи
- камера Богорова або лічильна пластинка
- об'єкт-мікрометр
- терези аналітичні
- терези торсійні
- циліндри мірні
- склянки мірні

- піпетки мірні
- пробірки з притертими корками
- штемпель-піпетки
- пінцети
- голки препарувальні
- предметні скельця
- накривні скельця
- годинникові скельця
- сифони скляні з гумовими грушами
- гумовий шланг діаметром 0,5-1 см
- скальпель
- пальник
- фільтри
- фільтрувальний папір
-

11.3.Методи відбирання проб зоопланктону

Відбирання проб зоопланктону регламентують вимоги ISO 5676-2-91, ISO 5667-3-94 та ISO 5667-1-82. Поширеними методами відбирання проб зоопланктону є методи проціджування води у самій воді та вирізання стовпа води за допомогою спеціальних знарядь лову з подальшим її проціджуванням чи відстоюванням.

Метод проціджування проби води. Цей метод передбачає використання планктонних сіток різних конструкцій та планктоночерпаків (рис.45). Найчастіше при роботі на неглибоких водоймах використовують планктонну сітку Апштейна. Основна частина сітки – конусоподібний мішок, через який відбувається проціджування води, виготовляється з

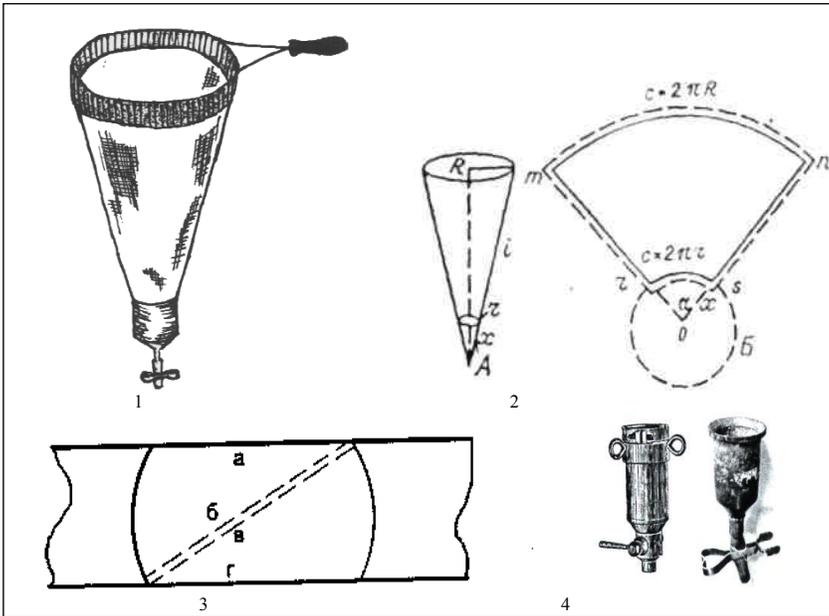


Рис. 45. Планктонна сітка Апштейна та схема її крою

1 – мала модель сітки Апштейна; 2 – схема крою мішка для сітки; 3 – схема розкладання крою на тканині; 4 – планктонні склянки.

шовкового чи капронового сита, який закінчується алюмінієвим чи латунною планктонною скляночкою, де збирається осад з планктоном.

Планктонну сітку можна виготовити самостійно. Для цього необхідно мати шовковий млинарський газ (капронове сито) потрібного номеру, цупку тканину (льон чи бавовна), планктонна склянка, 1 або 2 металевих кільця відповідного діаметру. Номер капронового сита залежить від кількості чарунок в 1 см^2 і позначається від 7 до 77 (табл. 11).

11. Нумерація млинарського газу

Номер сита	Число чарунок в 1 см ²	Розмір чарунок, мм	Номер сита	Число чарунок в 1 см ²	Розмір чарунок, мм
7	44,9	1,364	43	1849	0,158
9	81	1,024	46	2116	0,145
11,5	132	0,752	49	2300	0,112
15	225	0,559	51	2601	0,110
21,5	441	0,336	55	3025	0,099
23	529	0,333	59	3581	0,094
24,5	580	0,318	62	3730	0,086
26	676	0,282	64	4225	0,081
29	841	0,239	66	4356	0,079
32	1034	0,224	67	4489	0,077
34	1156	0,203	68	4624	0,076
38	1444	0,168	77	5929	0,064

Для відбирання мікропланктону застосовують сито № 64-77, мезопланктону – № 38 - 64. Розкрій конусоподібного мішка роблять на папері у вигляді цілого розгорнутого конуса чи його половини за схемою (див. рис. 45). Усі тканинні матеріали перед розкромом сітки необхідно підготувати – капронове сито зволожити і випрасувати негарячою праскою, а тканину намочити, просушити і випрасувати.

Довжину бокової поверхні x і кут крою a знаходять за формулами:

$$x = r \cdot i / R - r, \quad (11.1)$$

$$a = 360r / x \text{ або } a/2 = 180r/x \quad (11.2)$$

де R – радіус металевого кільця (основа конуса) – 110 мм;
 r – радіус стаканчика (вужький кінець усіченого конуса) – 35 мм;
 i – бічна довжина усіченого конуса (довжина сітки) – 450 мм;
 x – частина бічної довжина, яка відрізається – 210 мм;

a – кут чи половина кута між бічними сторонами розгорнутого конуса – $72^\circ(36^\circ)$.

Крій тканини зручніше робити способом, позначеним на рис. 45, враховуючи додавання на шви (1 см на довгій стороні, 3 см внизу та 1 см у верхній частині конуса). Конус сітки зшивається тонкою голкою, тонкими капроновими нитками запошивочним (як постільну білизну) швом таким чином, щоб краї однієї половини накладалися на косий край іншої («а» з «в» та «б» з «г»). Конус з капронового сита пришивається до вузької смужки (4 см) бавовняної тканини, яка кріпиться до металевого кільця. Планктонний стаканчик прикріплюється до вузького, попередньо обшитого цупкою тканиною кінця сітки, кількома обертами мотузки або клейкою стрічкою.

У планктонних сітках використовують алюмінієві чи латунні склянки, які закінчуються патрубком з краником або насадженою на нього гумовою трубкою, що перекривається спеціальним металевим затискачем Мора. Планктонну склянку можна виготовити з пластикової лійки, обрізавши вивідну трубку до розміру короткого патрубка, на який натягують гумову трубку з затискачем Мора.

Розміри малої моделі якісної сітки Апштейна такі: довжина бічної сторони – 55 см, діаметр вхідного отвору – 25 см, діаметр стаканчика – 4 см; середньої моделі відповідно – 100, 40 та 6 см. Кількісна сітка Апштейна у своїй конструкції має надставку у вигляді ще одного усіченого конуса, виготовленого з цупкої тканини та приєднаного своєю широкою основою до першого

кільця, а вузькою – до іншого металевого кільця, яке в цьому випадку являє собою вхідний отвір. Основна функція надставки – запобігати утворенню зворотних потоків води, що виникають при протягуванні сітки та заважають її роботі. Для кількісної сітки Апштейна довжина боку надставки має складати приблизно половину довжини боку сітки, а діаметр її другого кільця – бути в півтора рази меншим від діаметра першого.

При відбиранні зоопланктону з поверхневих шарів води використовують малу модель сітки Апштейна. При цьому планктонну сітку занурюють у воду так, щоб верхній отвір сітки знаходився на відстані 5 - 10 см над її поверхнею. Гідробіологічним кухлем Кольквітца (або звичайним кухлем місткістю 1 л) зачерпують воду з поверхневого горизонту (до 15-20 см завглибшки) та виливають її у сітку, відфільтровуючи таким чином 50-100 л води. На невеликих водоймах планктонні проби можна збирати з берега, поступово заходячи у воду, обережно черпаючи воду кухлем попереду себе та фільтруючи її через сітку чи закидаючи сітку на тонкій мотузці у воду та обережно витягуючи її. Закінчивши збір планктону, планктонну сітку «купають» (прополіскують), опускаючи її декілька разів у воду до верхнього кільця, щоб відмити організми, які затрималися на внутрішній поверхні сітки. Сконцентровану таким чином пробу планктону, що знаходиться в планктонній скляночці, зливають через вивідну трубку в приготовлену чисту склянку або флакон. Перед початком та після закінчення збору

проби сітку необхідно добре прополоскати, а закінчивши роботу, висушити та покласти до спеціального чохла.

У мілких водоймах при відбиранні проб використовують планктонну сітку Ліпіна з лійкоподібним металевим дном із патрубком і гумовим шлагом з затискачем.

При роботі на великих водоймищах використовують планктонні сітки великого розміру. До металевого кільця такої планктонної сітки прикріплюють міцні мотузки (стропи) на рівних відстанях одна від одної, вільні кінці яких зв'язуються між собою над вхідним отвором сітки вузлом. За допомогою вузла сітка з'єднується з тросом, на якому і опускається воду з судна або з берега та утримується під час роботи (рис. 46). За допомогою таких самих мотузок до кільця має бути прикріплена і склянка, інакше сітка може порватися під вагою води, що її наповнює. Ще одна деталь великих планктонних сіток – грузило, яке прив'язують до низу сітки для тотального лову зоопланктону (рис. 47). Трос, до якого прикріплюється кількісна сітка, має бути розміченим на метри за допомогою пришитих до нього клаптиків кольорової тканини.

Сітку Джеді (із замикачем) застосовують для вертикального лову планктону: її опускають на певну глибину, а потім підіймають на визначену відстань (0,5 м, 1 м), після чого сітка замикається зашморгом. Так можна отримати дані щодо глибинного розподілу зоопланктону. Але такі дослідження проводять в

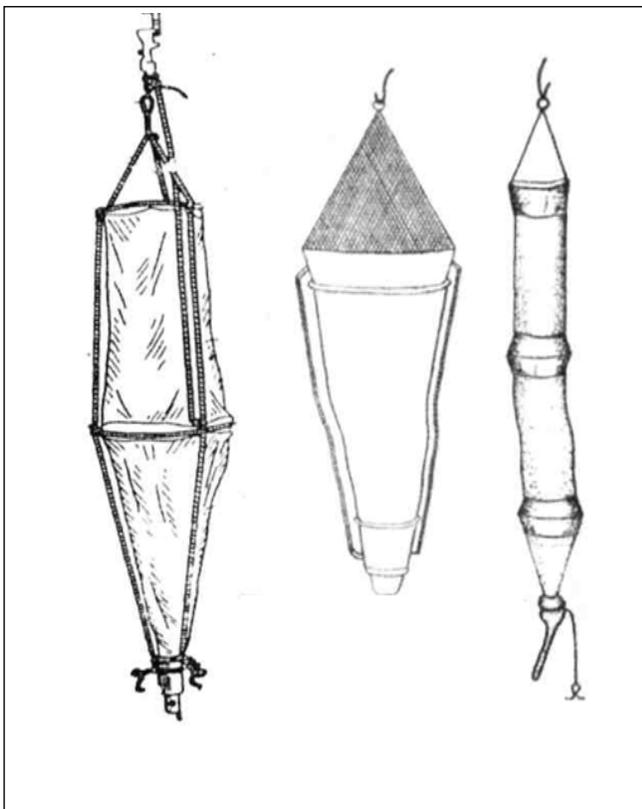
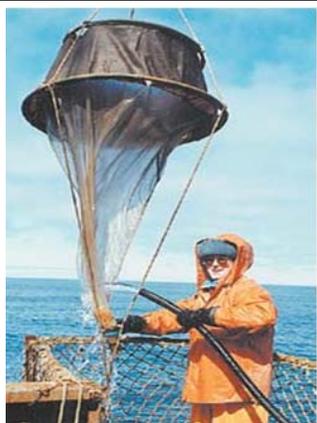


Рис. 46. Планктонні сітки:

1 – Джеді; 2 – Берджа; 3 – Лангганса (Цеппелін)

основному в межах досить глибоких водойм. Також можна робити тральні лови за допомогою сіток з човна: сітку опускають у воду до певної глибини, а потім починають рух з такою швидкістю, щоб сітка пересувалась за човном горизонтально щодо поверхні води на певній глибині.



1



2



3

Рис. 47. Планктонна сітка з канатними стропами (1), грузилом (2), планктонна

Циліндрична сітка «Цепелін» призначена для відбирання зоопланктону на течії або з човна (див. рис. 46). Складається з двох шовкових циліндрів, які зшивають між собою та одного шовкового конуса зі планктонною склянкою на кінці. Сітку за допомогою шматочків полотна пришивають до трьох кілець із дроту, які приєднують до троса. Розміри сітки довільні. Сітку рекомендують тягнути на тонкій мотузці за човном, що рухається, впродовж 5-10 хвилин.

Для морських досліджень та досліджень у великих водосховищах використовують планктонну сітку Джудея, яка складається з фільтруючого конуса з шовкового сита та верхнього зворотного конуса з тонкого брезенту.

Для одночасного збору зоопланктону з різних глибин використовують декілька планктонних сіток (рингтрали), які закріплюють на тросі на певній відстані одна від одної і буксирують за судном (рис. 48).

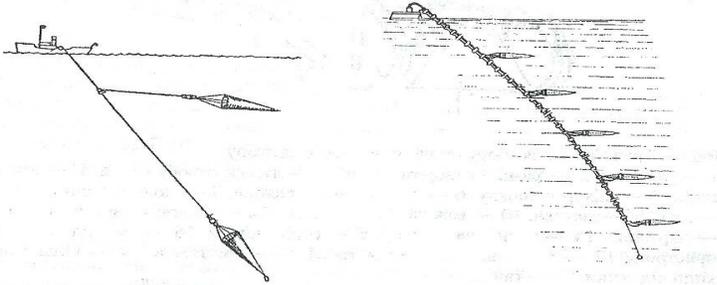


Рис. 48. Різноглибинний збір зоопланктону за допомогою рингтралів.

Для відбирання проб зоопланктону у цій серії методів використовують також планктонозбирачі (Богорова, стандартний планктонний реєстратор Гарді, планктоновловлювач Вовка) та планктонометри. Планктонозбирач Богорова представляє собою великий циліндр (ємністю 25-50 л), стінка якого зроблена з млинарського газу, а верхня і нижня кришки – металеві. Прилад опускається у відчиненому вигляді, при цьому сітка опущена до нижньої кришки. Опустивши планктонозбирач на потрібну глибину, по тросику послають грузик, який, вдаривши по верхній кришці приладу, приводить в дію особливий механізм. Сітка підтягується до верхньої кришки і зачинає прилад з боків. Коли прилад піднятий на палубу, вміст його випускають в банку через кран, що знаходиться в центрі нижньої кришки. Перевага планктонозбирача полягає у тому, що він дає можливість точно врахувати кількість планктонних організмів у певному об'ємі води.

Стандартний планктонний реєстратор Гарді складається з

відкритою з обох кінців трубки довжиною близько метра. Планктонні організми, що потрапляють в трубку, затримуються фільтром (ситом), який повільно обертається упоперек отвору. Обертання забезпечується імпеллером (обертається внаслідок руху носія), при цьому швидкість обертання фільтру пропорційна швидкості буксирування, що дозволяє проводити якісні та кількісні відбирання проб планктону. За його допомогою можна одночасно обловити декілька горизонтів і визначити горизонтальний і вертикальний розподіл зоопланктону.

Касетний планктонометр Мельникова-Темних (КПМТ) – це новий пробовідбірник для дослідження розподілу планктону, розроблений вченими Інституту біології південних морів НАН України (рис. 49). Він дозволяє безперервно збирати проби зоота іхтіопланктону завдяки автоматизованому послідовному відкриванню і закриванню 10 сіток під час горизонтальних,



Рис. 49. Касетний планктонометр Мельникова-Темних

косих і вертикальних ловів. Зібрані проби ідентичні за об'ємом профільтованій воді не залежно від швидкості судна, течії та

сили вітру. Пробовідбірник простий в управлінні та пристосований для роботи з маломірних суден на мілководді, а також ефективно працює в районах зі скупченням гребневиків та медуз.

Планктоновловлювач Вовка, або торпедоподібна планктонна сітка, – це конічна сітка з капронового сита, що знаходиться в легкому металевому каркасі, який має форму циліндра і може вигинатися. Прилад опускають у воду на тросі, де він може працювати на різних глибинах.

Методи вирізання стовпа води. Цей метод передбачає використання різних типів батометрів (планктонобатометрів), планктонного насоса, планктонних трубок, приладу Ляхновича, пластикових пасток АСТ тощо. При цьому відібрана проба витягується з води і проціджується на березі чи судні через планктонну сітку. Відбір проб за допомогою батометрів аналогічний відбору проб фітопланктону.

Планктонобатометр застосовують для збору зоопланктону в озерах і водосховищах (рис. 50.1). Він складається з циліндра, який закріплений на спеціальній стійці. Циліндр місткістю 10 л закривається верхньою і нижньою кришками і має кран для зливу проби. Перед відбиранням проб кришки приладу закріплюють у вертикальному положенні і, при досягненні потрібної глибини, різко зупиняють. Від поштовху кришки зачиняються.

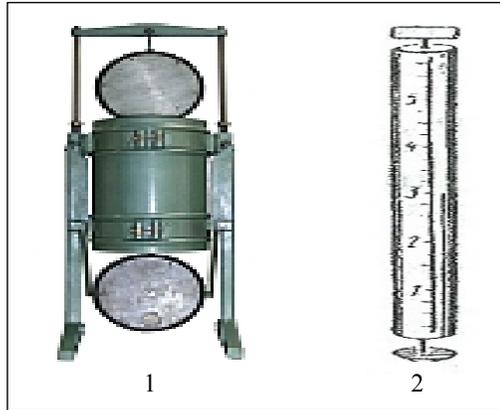


Рис. 50. Планктонобаторметр (1) та прилад Ляхновича (2)

Планктонобаторметр витягають і пробу фільтрують через сітку Апштейна. Прилад Ляхновича являє собою металевий циліндр завдовжки 120 см, діаметром 3 см з поршнем, місткістю 6 л, який працює за принципом шприца (рис.50.2). Його використовують в основному для вивчення зоопланктону в рибогосподарських водоймах. Прилад опускають у воду, зтягують воду, закривають втяжною кришкою і проціджують вміст через планктонне сито чи сітку Апштейна.

Серед останніх розробок приладів для відбирання проб зоопланктону – пластикові пастки АСТ (рис. 51), запропоновані Алексієнко і Серебряковим. Вони застосовуються для відбирання проб зоопланктону та молоді риб на мілководних ділянках водойм. Пастки АСТ на деякий час встановлюється у водойму на певну глибину відповідної станції.

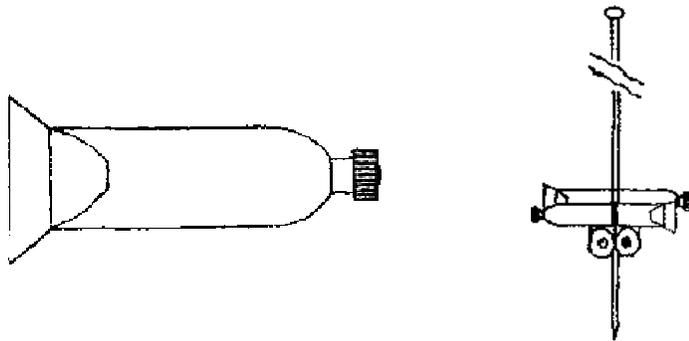


Рис. 51. Пластикова пастка АСТ

Пастки заповнюються самопливом без застосування активних знарядь лову. Як зазначають автори виготовлення пастки надзвичайно просте. Для цього необхідно мати 2 пластикові пляшки ємністю 1,5 дм³ та металевий каркас та кільця для кріплення. Для конструкції приладу у одній пляшці необхідно зрізати верхню частину у тому місці, де вона вже не розширюється. В іншій – вирізати дно, а на його місце вставити (впаяти) верхню частину першої пляшки так, щоб верхня частина першої пляшки (горловина) знаходилось в середині іншої пляшки. Так утворюється ловча лійка, через яку й потрапляють організми планктону. До ловчого кінця пасток приєднують "фартух", який збільшує його ловчу поверхню, а з іншого боку в кришку закріплюють планктонне сито, створюючи проточну систему. Ці пастки встановлюють у спеціальні закріплювальні кільця, які припаяні на певній відстані (0,5 м) до металевого каркасу, що зверху має голівку для вбивання в ґрунт, а знизу загострений кінець для закріплення пристрою в ґрунті. На

певному рівні кріплять по чотири кільця, які розташовані паралельно дну (так направлені вставлені в них пастки), але при цьому два з них приєднуються перпендикулярно до двох інших. Пастки вставляють у парні кільця уловлювальними отворами в протилежних напрямках на певній глибині так, щоб вони знаходились горизонтально щодо поверхні води. Тобто на певному рівні знаходиться відразу по чотири пастки, які спрямовані в чотири протилежні сторони (по течії, проти течії, до берега та від берега). Встановлюють пристрій вручну або з човна на дві години. Потім фільтрують проби через планктонне сито.

У водоймах з добре розвиненою кормовою базою (рибницькі стави) використовують методи відбирання проб модифікованою сіткою Апштейна, яка дає можливість одночасно визначити біомасу зоопланктону (рис. 52). Це пов'язано з тим, що при попаданні в пробу деяких організмів – клопів, личинок комах, великих форм зоопланктону (*Daphnia magna*), нитчастих водоростей або сміття, отвір зливної трубки гідробіологічної склянки забруднюється. Для його очищення доводиться вивертати сітку, що створює незручність у роботі. Крім того при масовому зборі проб зоопланктону необхідно переносити (чи перевозити) з місця на місце велику серію склянок. З метою усунення цих недоліків та для прискорення процесу отримання інформації щодо біомаси зоопланктону, Степановим В.Д. із співавторами (1991), була запропонована конструктивно змінена гідробіологічна склянка у традиційній планктонній сітці. Вона

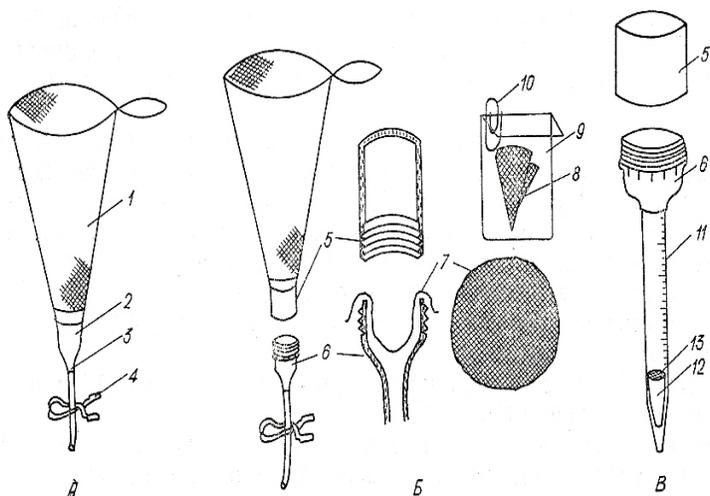


Рис. 52. Планктонні сітки з звичайними та удосконаленими склянками: А – сітка з суцільнометалевою склянкою; Б – сітка з роз'ємною склянкою і капроновим фільтром; В – градуйована приставка до роз'ємної склянки; 1 – конусний мішечок із капронового сита; 2 – суцільнометалева склянка; 3 – зливна трубка; 4 – затискач Мора; 5 – верхня частина роз'ємної склянки; 6 – нижня частина роз'ємної склянки; 7 – круг із капронового сита (фільтр); 8 – капроновий фільтр з осадом зоопланктону, складений вчетверо; 9 – пакетик із поліетиленової плівки; 10 – канцелярська скріпка; 11 – вимірювальна трубка; 12 – трубчатий вкладиш; 13 – капронове сито.

складається з двох секцій, з'єднаних між собою вільним гвинтовим різьбленням (рисунок, Б): 1) верхній, який прикріплений до вершини конусного мішку планктонної сітки (5) та 2) відгвинченої від нижньої секції, який становить в об'ємі від 1/3 до 1/2 спільної ємності склянки (6). При засміченні отвору зливної трубки, нижню частину склянки відкорковують. Це дозволяє легко прочистити трубку за допомогою пінцета, скляної чи дерев'яної палички. Змінена конструкція склянки дозволяє

також проводити орієнтовні експресні визначення біомаси зоопланктону. Для цього в нижню частину склянки вставляють круг із капронового сита № 70 (7). Кругу надають форму мішечка, верхні краї якого перегинають назовні і закріплюють в процесі вкручування нижньої секції склянки у верхню. Краї круга повинні бути оплавлені. Діаметр круга в 2 рази перевищує внутрішній діаметр склянки.

Перед початком проціджування проби води через планктонну сітку закупорений прилад відкручують: знімають затискач з гумової трубки або відкручують кран. Після закінчення проціджування проби, осад планктону концентрується в мішечку з капронового сита. Далі нижню частину стакана відкорковують. Капроновий круг разом з осадом планктону виймають, двічі перегинають, при цьому круг приймає форму конуса (8), і кладуть в пакетик із поліетиленової плівки (9). Верхній край пакетика перегинають та перетискають канцелярською скріпкою (10), щоб усунути висихання осаду.

Пакетик нумерують відповідно до номера станції відбору проб. У пакетик осад планктону зберігають у вологій камері до моменту просушування і зважування проби в лабораторних умовах (до 2 - 3 год. при температурі повітря в холодильнику). При необхідності осад переглядають під мікроскопом.

Запропонований експрес-метод дозволяє з достатньою для рибоводних цілей точністю з'ясувати загальну біомасу зоопланктону. Оперативну інформацію щодо розвитку

зоопланктону безпосередньо на водоймі проводять за допомогою спеціальної приставки до удосконаленої планктонної склянки, яка знімається (рис. 9.8, В).

Приставка зроблена із нижньої відгвинченої частини планктонної склянки (6) і прикріпленої до неї вимірювальної трубки із прозорого матеріалу (11), наприклад, приклеєної за допомогою епоксидної смоли нижньої половини градуйованої піпетки на 10 мл. У піпетку вставлений трубчатий вкладиш (12), до верхнього кінця якого приклеєний круг із капронового сита (13), наприклад, із сита № 32. Висота вкладиша розрахована так, що поверхня капронового круга співпадає з нульовою відміткою ділення градуйованої піпетки.

Приставка може бути використана як разом з планктонною сіткою, так і без неї, – в комплексі з відокремленою планктонною склянкою. Після проціджування визначеного об'єму води через планктонну сітку рідину із склянки відфільтровують, прискорюючи процес за допомогою гумової груші, прикріпленої до нижнього кінця градуйованої трубки (піпетки). При цьому зоопланктон осідає на капроновий круг (13) і ущільнюється. Після відсапування рідини об'єм осаду вимірюють з точністю до одного ділення (0,1 мл). Автори розробки зазначають, що зручніше користуватись градуйованою приставкою в комплексі з окремою планктонною склянкою. При цьому для концентрації зоопланктону використовують сітку зі звичайною або роз'єднаною планктонною склянкою без капронового круга. Осад

разом з рідиною переносять в склянку з градуйованою приставкою і далі проводять операції з фільтрації проб і вимірювання об'єму осаду.

11.4. Консервування та етикетування проб

Сконцентрований у планктонній склянці будь-якої сітки зоопланктон зливається по трубці в невелику скляний або пластмасовий флакон об'ємом 100-200 см³, який має кришку з прокладкою. Якщо проба зоопланктону не опрацьовується у живому вигляді, її необхідно швидко законсервувати. Найпоширенішим консервантом (фіксатором) проб зоопланктону є формальдегід 40%-ї концентрації (формалін), який доливається до проби до появи відчутного характерного запаху. Іншим консервантом є 70° етиловий спирт. Але якщо «формалінові» проби можуть зберігатись протягом кількох років, то «спиртові» повинні бути опрацьовані протягом місяця.

Кожна відібрана та зафіксована проба зоопланктону повинна мати етикетку (паспорт). Вона пишеться на щільному папері простим олівцем і вкладається під прокладку кришки. Етикетка несе усю необхідну інформацію щодо *водойми, станції, дати відбирання проби, знаряддя лову, об'єму води, профільтрованої через якісну планктонну сітку, або відстань, через яку була протягнута кількісна сітка під час лову зоопланктону, температура води та повітря, глибина на*

станції, а також при необхідності наявність і характер заростей водної рослинності, тип донних відкладів тощо. Окрім цього на кришку або збоку склянки з пробою спеціальним олівцем проставляють порядковий номер проби, який заноситься в польовий щоденник, де записуються усі дані з етикетки, а також час доби, погодні умови, дані по прозорості, глибині водойми, швидкості течії тощо.

Проби зберігають у порядку номерів у темному місці при кімнатній температурі. Для тривалого зберігання чи транспортування проби заливають парафіном або сумішшю воску і парафіну, причому перед заливанням їх доливають до пробки профільованою водою.

11.5. Методи опрацювання проб зоопланктону

Методи опрацювання зоопланктону поділяються на якісні та кількісні, при цьому зоопланктон вивчають у живому і консервованому вигляді.

При якісному опрацюванні проб у живому вигляді зібраний матеріал слід досліджувати відразу після лову на найближчому стаціонарному пункті (лабораторії, станції). При перенесенні проб у лабораторію їх слід загорнути в мокру ганчірку (для захисту від нагрівання сонцем) і наглухо не закупорювати.

Визначення організмів проводять за трьома основними групами: коловертки *Rotifera* (*Rotatoria*), гіллястовусі (*Cladocera*)

і веслоногі (*Copepoda*) ракоподібні, а також відмічають інші організми, які зустрічаються в пробі (велігери моллюсків, личинки комах тощо).

Якісне опрацювання зоопланктону. Якісне опрацювання проб передбачає визначення видового складу зоопланктону та домінуючих видів під мікроскопом. Для цього піпеткою беруть частину осаду з проб і переносять на предметне скло, накривають накривним склом і досліджують під біокулярним мікроскопом: встановлюють видовий склад (за визначниками) та частоту зустрічності окремих видів. Частоту зустрічності окремих видів визначають за шкалою Стармаха, яка у робочому журналі реєструється наступним чином:

- + – дуже рідко (вид присутній не в кожному препараті);
- 1 – поодинокі (1 - 6 екземплярів у одному препараті);
- 2 – мало (7 - 16 екземплярів у препараті);
- 3 – достатньо (17 - 30 екземплярів у препараті);
- 4 – багато (31 - 50 екземплярів у препараті);
- 5 – дуже багато (більше 50 екземплярів у препараті).

Якісне опрацювання зоопланктону передбачає і експрес-методи визначення біомаси зоопланктону. Серед експрес-методів виділяють об'ємний і ваговий.

Об'ємний експрес-метод передбачає визначення біомаси зоопланктону безпосередньо у польових умовах без встановлення видового складу. Для цього отриману після відбирання та консервування пробу зоопланктону переливають у мірний

циліндр об'ємом 100 мл або мірну центрифужну пробірку, відстоюють протягом 30 хвилин і визначають об'єм осаду. Питома маса планктонних організмів в осаді дорівнює 1,02-1,05. Щоб визначити, скільки планктону міститься в 1 м^3 , отриманий об'єм осаду перемножують на 20 (якщо проціджували через планктонну сітку 50 л) або на 10 (якщо проціджували - 100 л). Наприклад, через планктонну сітку профільтрували 50 л води і отримали 1 см^3 осаду, це означає, що в 1 м^3 води знаходиться – 20 г планктонних організмів. Це і є біомаса зоопланктону. Слід зауважити, що ця біомаса включає масу усього сестону.

Ваговий експрес-метод визначення біомаси зоопланктону розрахований на опрацювання проби в лабораторних умовах і передбачає безпосереднє зважування відфільтрованого осаду зоопланктону на аналітичних або торсійних терезах. Пробу зоопланктону профільтрують через шматок капронового чи млинарського сита №65-76 і вибирають частки рослин тощо. Осад із ситом підсушують на фільтрувальному папері до зникнення мокрих плям, переносять у чашку Петрі або бюкс і зважують на терезах (масу чашки Петрі або бюкса з вологим ситом визначають заздалегідь). За різницею мас отримують масу зоопланктону. Знаючи об'єм профільтрованої води й масу осаду, розраховують біомасу зоопланктону.

Кількісне опрацювання зоопланктону методом Гензена. Кількісне опрацювання проб передбачає встановлення видового складу і кількості усіх організмів зоопланктону у лабораторних

умовах (камеральне опрацювання) з використанням оптичних приладів та визначників. Для камерального опрацювання проб необхідно мати спеціальну лічильну пластинку (предметне скло, розліноване поперечними рисками на доріжки шириною трохи меншою за поле зору мікроскопу при окулярі $\times 10$ і об'єктиві $\times 40$) або камеру, штемпель-піпетку, мірну склянку, сифон з грушою (піпетка, кінець якої затягнутий густим капроновим ситом, складеним у кілька шарів), воду для розведення проби, препарувальну голку, предметні скельця з лунками, накривні скельця, фільтрувальний папір тощо (рис. 53).

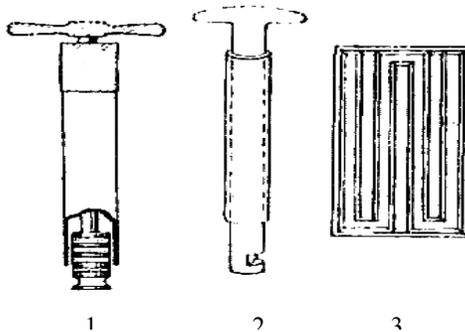


Рис. 53. Обладнання для камерального опрацювання зоопланктону: 1 – штемпель-піпетка Гензена; 2 – штемпель-піпетка Самішева; 3 – камера Богорова.

Для цього пробу зоопланктону переливають у мірну склянку і залежно від кількості організмів доводять до зручного для дослідження об'єму. Проби з багатим планктоном (на дні склянки значний осад) розводять водою до 200 см^3 . Проби з бідним планктоном концентрують шляхом відсмоктування води

сифоном. Об'єм проби зменшують до 50 *мл*, а при необхідності – до 20-30 *мл*.

У мірній склянці відмічають точний об'єм підготовленої проби, ретельно перемішують, відбирають штемпель-піпеткою 0,5 або 1,0 *мл* і швидко переносять на лічильну пластинку або в камеру Богорова, накривають накривним скельцем.

Лічильну пластинку чи камеру поміщають на предметний столик мікроскопа і, рухаючись доріжками камери, визначають видову належність усіх організмів зоопланктону в пробі за допомогою визначників. Кожний виявлений вид заносять до робочого журналу в картку проби, а його чисельність реєструють методом «десяток». Так встановлюють чисельність кожного виду виявлених організмів.

Для визначення біомаси виявлених видів необхідно встановити їх індивідуальні маси. Індивідуальні маси планктонних безхребетних визначають шляхом:

- безпосереднього визначення сирої маси безхребетних (кілька десятків або сотень особин певного виду швидко просушують фільтрувальним папером і зважують на торсійних терезах);
- за стандартними індивідуальними масами організмів (літературні дані);
- розрахунковим способом, що базується на застосуванні співвідношення між довжиною тіла планктонного безхребетного та його масою. Довжину планктонних безхребетних вимірюють

за допомогою окуляр-мікрометра безпосередньо в пробі під мікроскопом і встановлюють масу організмів за формулою:

$$w = g \cdot l^b, \quad (11.3)$$

де, w – маса тіла, мг; g – маса тіла, мг сирової маси за довжини тіла l мм; l – довжина тіла організму, мм; b – показник ступеню.

У сучасних гідробіологічних дослідженнях використовують комп'ютерні програми, які враховують індивідуальні параметри планктонних безхребетних та визначають їх масу (наприклад, WaCo – Water Communities, розроблена в Інституті гідробіології НАН України).

Сума чисельності та біомаси усіх виявлених видів організмів на пластинці дає чисельність і біомасу планктонних безхребетних у тому об'ємі проби, який був взятий для дослідження (0,5 чи 1 см³). Статистично доцільно проводити повторні підрахунки кількох порцій (не менше 2-3) однієї проби.

Розрахунок кількісних показників (чисельності та біомаси) зоопланктону представляють у перерахунку на одиницю об'єму води (м³).

При відбиранні проб зоопланктону якісною планктонною сіткою Апштейна кількісні показники зоопланктону в 1 м³ розраховуються за формулою:

$$X = n \cdot 1000 / v, \quad (11.4)$$

де, X – чисельність або біомаса зоопланктону в 1 м³ (екз/м³ або г/м³); n – чисельність або біомаса зоопланктону в пробі; v – об'єм профільованої води в літрах.

При відбиранні проб зоопланктону кількісною сіткою кількісні показники зоопланктону в 1 м^3 обчислюють за формулою:

$$X = n \cdot 1000000 / \pi \cdot R^2 \cdot h, \quad (11.5)$$

де X – чисельність або біомаса зоопланктону в 1 м^3 (екз/м³ або г/м³); n – чисельність або біомаса зоопланктону в пробі; R – радіус вхідного отвору сітки, см; h – висота обловленого стовпа води, см.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб зоопланктону.
2. Які консерванти використовують для фіксації проб зоопланктону?
3. У чому полягає суть експрес-методів визначення біомаси зоопланктону?
4. У чому полягає суть підготовки проб до камерального опрацювання?
5. У чому полягає суть камерального опрацювання проб?
6. Як визначають біомасу зоопланктону?

Використана література

1. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования / Жадин В.И. – М.: Высшая школа. – 1960. – 191 с.
2. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
3. *Кожова О.М., Мельник Н.Г.* Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. – Иркутск, 1978. – 51 с.
4. *Кражан С.А., Хижняк М.И.* Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон: Олді-плюс, 2011. – 330 с
5. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка.* – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
6. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция/Под. ред. Г.Г.Винберга и Г.М.Лаврентьевой.* – Л., 1982. – 33 с.

7. Ривьер И.К. Зоопланктон и нейстон // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 138–157.
8. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений* / Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.

Визначники планктонних безхребетних

1. *Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С.* Определитель Calanoida пресных вод СССР. – С.-П.: Наука, 1991. – 504 с.
2. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
3. *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
4. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. – Л.: Наука, 1964. – 328 с.
5. *Монченко В.І.* Щелепороти циклопоподібні, циклопи (Cyclopidae) // Фауна України. – К.: Наук. думка, 1974. – Т. 27, Вип. 3. – 452 с.
6. *Определитель организмов пресных вод СССР. Пресноводная фауна. Пресноводная Calanoida СССР* / Подред. А.Л.Бенинга, Л.С.Берга. – Л., 1930. – 283 с.
7. *Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР.* – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510с.
8. *Рылов В.М.* Пресноводные Calanoida СССР. – Л. – 1930. – 288 с.
9. *Рылов В.М.* Cyclopoidea пресных вод // Фауна СССР. Ракообразные. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – Т. 3, Вып. 3. – 320 с.
10. *Смирнов Н.Н.* Chydoridae фауны мира // Фауна СССР. Ракообразные. – Л.: Наука, 1971. – Т. 1, Вып. 2. – 530 с.
11. *Смирнов Н.Н.* Macrothricidae и Moinidae фауны мира // Фауна СССР. Ракообразные. – Л.: Наука, 1976. – Т. 1, Вып. 3. – 238 с.

Тема 12. ЗООБЕНТОС. ОСНОВНІ СИСТЕМАТИЧНІ УГРУПОВАННЯ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ

Зообентос – це населення дна водойм. До його складу входять організми, що мешкають у ґрунті, на ґрунті, у заростях вищих водяних рослин та на самих рослинах. Донна фауна різноманітна за своїм складом, пристосована до своєрідних умов існування на глибині й частіше всього населяє ґрунти на глибину до 10–20 см. Їжа мешканців дна складається з детриту рослинного й тваринного походження, міцелію грибів, дріжджів, бактерій тощо. Є серед них і хижаки: личинки жуків, бабок, деяких двокрилих, клопи тощо.

Важливими й дуже поширеними у ставах є членистоногі. Тут особливо багато представників класів ракоподібних, павукоподібних, личинок комах, зокрема бабок, одноденок, веснянок, волохокрилець, багато видів водяних клопів, жуків, двокрилих, поодинокі види сітчастокрилих, перетинчастокрилих, метеликів тощо. Здебільшого у воді знаходяться лише їх личинкові стадії. Дорослі ж форми (імаго) виходять на сушу й піднімаються в повітря. Водяні клопи та жуки проводять усе життя у воді. Дихають личинки за допомогою трахейних зябр або усією поверхнею тіла. Дорослі особини мають систему дихальних трубочок - трахей і час від часу поновлюють запаси повітря, виринаючи із води. З класу комах незначну роль відіграють первиннобезкрилі (*Apterygota*). Це дрібні тварини, яких часто можна знайти на вологих берегах або на поверхні води біля берегів. На поверхні води у стоячих водоймах та у ставах, біля берегів, а також на траві біля води, зустрічаються дрібні форми, які відносяться до ряду *Collembola* – ногохвістки. Для них характерне черевце з 6-а сегментами, з яких перший

черевний сегмент має висунуту черевну трубку, а в кінці тіла є стрибальна вилка. Часто зустрічається ногохвістка водяна – *Podura aquatica* (подура акватіка). Первиннобезкрилі можуть бути кормом для хижих комах.

Сезонна динаміка зообентосу в ставах обумовлена розвитком 2-3 домінуючих форм, їх життєвим циклом і пресом риби. Найбільш цінними в харчовому відношенні й масовими формами є личинки комах і, зокрема, личинки комарів-дзвінців (хірономіди). До складу тіла личинок комах входить 80,2 % води; сухий залишок містить - протеїну – 61,5%, жиру – 12,6%, золи – 8,6%, БАР – 17,3 %. Калорійність сухої органічної речовини складає - 6,1 *кКал/г*. Цінними для харчування риби є також малоцетинкові черви (олігохети). До складу їх тіла входить 82,7 % води. Сухий залишок містить: протеїну – 60,6%, жиру – 11,0%, золи - 7,2%, БАР – 21,2 %. Калорійність становить 5,2 *кКал/г* (за І.Б. Богатовою, 1980).

12.1. Основні систематичні угруповання зообентосу

Ряд двокрилі – *Diptera*. Родина дзвінцеві (*Chironomidae* – Хірономіди). Дзвінцеві розвиваються з повним перетворенням, проходячи стадії яйця, личинки, лялечки та дорослої крилатої комахи – імаго. Найтриваліша стадія – личинкова, розміри личинок коливаються від 2 до 30 *мм*. Попереду на голові у личинки відходять вусики (антени), також є личинкові очі, рот розташований на нижній стороні голови. Тіло личинки складається з 13 сегментів, дихають трахейними зябрами, пересуваються за допомогою передніх і задніх ніжок. Самці

рояться у повітрі а самиці ховаються у траві, кушах, серед листків дерев тощо. Коли самиця вилітає з укриття за нею летять 2-3 самці. Запліднення відбувається у повітрі. Роїння імагінальних стадій хірономід відбувається при досить високій температурі повітря. Після запліднення самки починають відкладати яйця на вологі субстрати – водну рослинність, вологе каміння, гідротехнічні споруди тощо. Імагінальні стадії самців і самиць гинуть. Кладка яєць має овальну форму з тонким тяжем. Після попадання у воду яйця у кладці набрякають. В одній кладці може бути 800 і більше яєць (1200-1500). Ембріон розвивається 2,5-6 діб. Масовий вихід личинок у воду спостерігається через 140 годин при температурі 20⁰ С. Залишаючи кладку, личинки переходять до пелагічного способу життя, який триває від 3 до 5 діб. За сприятливих умов через 2-3 доби з моменту виходу личинок із кладки настає перше линяння, через 5-6 діб – друге. На початку цієї стадії личинки осідають на дно водойми і будують чохлаки. Третя личинкова стадія настає через 7-8 діб після другої, четверта через 10-12 діб. На цій стадії у личинки формуються органи майбутнього комара і вона перетворюється на лялечку. За сприятливих умов (температура 17–18⁰С) увесь період линяння закінчується за 19-20 діб. Стадія лялечки триває від 3 до 5 діб. Виліт дорослої форми (комара) з лялечки відбувається за декілька секунд, на воді залишається оболонка лялечки – екзувій. Весь цикл розвитку триває від кількох тижнів до кількох місяців і залежить від умов живлення, температурних і

гідрохімічних чинників. Личинки на планктонній стадії (перша та друга) живляться завислими у воді частками детриту, бактеріями, а осівши на дно, - бактеріями та детритом рослинного та тваринного походження, розкладеними синьозеленими водоростями тощо. Більшість личинок хірономід старшого віку – мулоїдні та рослиноїдні. Останні живляться відмерлими стеблами рослин і пошкоджують живі рослини, проточуючи в них ходи. Багато личинок ведуть хижий спосіб життя: вони полюють на олігохет, личинок інших комах тощо. Лялечки й дорослі комарі-дзвінці не живляться.

У рибницьких ставах личинки хірономід становлять до 70-80% , а інколи і до 90-95% біомаси усього бентосу. У першій половині вегетаційного періоду, у ставах концентруються найвищі біомаси личинок – до 40-50 г/м², а іноді їх біомаса сягає 100 г/м², проте в подальшому біомаса зообентосу залежить від щільності посадки риби. Частіше всього у вирощувальних ставах відмічається дві або одна неповна генерація личинок хірономід, у нагульних – дві, при цьому у раньоспускних ставах друга - неповна. Терміни вильоту комарів: квітень-травень, червень-липень, вересень-жовтень, але можуть бути і інші терміно залежно від погодних умов. Зимують личинки хірономід в неспускних ставах на 3-4 личинковій стадії розвитку. Личинки хірономід стійкі до несприятливих умов і витримують низький вміст розчиненого у воді кисню, який часто наближається до нульових значень. Щільність заселення дна личинками може досягати сотень тисяч екземплярів на 1м².

Ряд бабки (*Odonata* – Одоната). Дорослі бабки – комахи з неповним перетворенням, денні хижаки, мають величезні очі й ловлять здобич на льоту, живуть декілька тижнів, відкладаючи у воду, на рослини чи у мул біля 500 яєць купками або по одному. Личинки завдовжки 5 см. Стадія личинки триває від 1-3 до 5 років з кількома линяннями (до 15). Личинки бабок бувають двох форм: з тонким тілом і трьома хвостовими листовидними придатками на кінці черевця, де знаходяться трахейні зябра для дихання (рівнокрилі - *Zygoptera*); інші мають грубіше тіло, на кінці якого є анальна пірамідка, де розташовані кишкові зяброві трахеї (різнокрилі - *Anizoptera*). Ротові органи личинок бабок добре розвинуті й пристосовані до хижого способу живлення. У личинок нижня губа слугує для захоплення здобичі й називається маскою. На спинній стороні грудей обох форм личинок видно зачатки крил, на черевній - 3 пари ходильних ніжок. Вони живляться личинками веснянок, одноденок, комарів, клопів, олігохетами, личинками й навіть мальками риб. Личинки бабок можуть бути їжею риб-бентофагів старших вікових груп.

Ряд одноденки (*Ephemeroptera* – Ефемероптера). Одноденки відносяться до комах з неповним перетворенням. Довжина їх тіла біля 1 см. Термін розвитку одноденки від яйця до імаго – 2–3 роки, дорослі форми можуть жити від кількох годин до 2–3 тижнів. Кількість линянь у личинок доходить до 25. Живляться личинки рослинним детритом, водоростями, інколи дрібними

гідробіонтами. Вони чутливі й вимогливі до кисневого режиму водойм.

Сформована личинка називається німфою. Тіло німфи схоже на тіло дорослої комахи, від заднього кінця черевця відходить три хвостові нитки, рідше – дві; черевце несе 7 пар листовидних придатків, які розташовані по боках перших семи члеників черевця. І листовидні придатки, і хвостові нитки виконують функцію дихання. Від грудей відходять зачатки крил і три пари ніжок. Німфи мають добре розвинутий гризучий ротовий апарат.

Між німфою та імаго є перехідна стадія, яка називається субімаго (має крила). Вона характеризується тьмяним забарвленням, відносно короткими хвостовими нитками і волосистим опушенням заднього краю крил. У більшості видів субімаго не є статевозрілими. Субімаго через деякий час линяють ще раз і тільки тоді перетворюються в дорослу форму. Через недорозвинені ротові органи імаго не живляться, а їх травний тракт виконує аеродинамічну функцію. Спарювання одноденок відбувається в повітрі під час роїння (танці одноденок). Скинувши запліднені грудочки яєць у воду, одноденки гинуть. І личинки, і імагінальні форми одноденок – цінний корм для риб.

Ряд веснянки (*Plecoptera* – *Плекоптера*). Веснянки – комахи з неповним перетворенням. Довжина тіла дорослої личинки може сягати 25-35 мм. Кладка яєць веснянок відбувається зазвичай у кінці травня (в яйцевому пакеті знаходиться до 1000 яєць). Личинки виходять із яєць через 5 тижнів. Довжина личинок після

виходу біля 1 мм. Личинковий період веснянок триває до 3,5 років. За цей час відбувається 22 линяння. Сформована личинка на 23-й стадії називається німфою. Вона - хижак, харчується водними комахами й їх личинками, рідше ракоподібними й черв'яками, а також детритом. У німфи веснянок черевце складається із 10 сегментів, на кінці черевця є дві хвостові нитки, біля основи яких знаходяться пучки трахейних зябр. Грудні зябра відсутні або представлені короткими нитками, іноді зібраними у пучки. Веснянки надають перевагу проточним водам, але зустрічаються в озерах і навіть у ставах. Після роїння веснянки відмирають, падають у воду й стають цінним кормом для риб, особливо форелі.

Ряд клопи (*Hemiptera* – Геміптера). Водяні клопи відносяться до комах з неповним перетворенням. Від яйця до дорослої комахи клопи переживають 5 линянь. Довжина личинок різних видів від 2 до 16 мм. Форма тіла водяних клопів різноманітна. Голова, груди й черевце розділені. Дихання клопів відбувається за рахунок атмосферного повітря: водяні скорпіони виставляють із води повітряні трубочки, які знаходяться на кінці тіла; плавти (*Naucoris*) і хребтоплавці (*Notonecta*) – задній відділ черевця, а гребляки (*Corixa*) – передній відділ тіла.

Майже всі водні клопи – хижаки. Передні ноги більшості водних клопів перетворено в органи активного хапання здобичі. Ротовий апарат колюче-сисного типу. Хоботок дуже короткий,

грубий і міцний, з розвинутими залозами, які виділяють отруйний секрет. І личинки, і імаго водних клопів – вороги молоді риби, особливо в нерестових ставах, а також конкуренти в харчуванні гіллястовусих ракоподібних. Свою здобич клопи проколюють хоботком, убивають або раниють, а потім висмоктують вміст. Якщо рана не смертельна, то поранення веде до захворювання риби.

Єдина група водяних клопів, які є рослиноїдними, – це гребляки (*Corixidae*). Їх передні лапки перетворені на “лопаточки” для зіскрібання водоростей з підводних предметів та перелопачування мулу в пошуках їжі. Дрібні корикси є добрим кормом для риби.

Ряд волохокрильці (*Trichoptera* – Трихонтера). Комахи з повним перетворенням, рослиноїдні або хижаки. Серед них є вільноживучі та форми, що будують хатки. Стадія личинки триває не менше року, довжина тіла 35-40 мм. Передня пара ніг найкоротша і використовується при ковзанні та будівництві хаток. На 2-8 члениках черевця знаходяться ниткоподібні трахейні зябра. Личинки волохокрилець, які живуть у хатках, мають гусенеподібну форму тіла, їх ротовий отвір направлений донизу, на черевці розміщені гачки, якими личинка прикріплюється до хатки. Попереду нижньої губи личинки є невеликий язичок з отворами прядильних залоз на кінці. Нитка прядильної залози у воді твердіє, склеюючи частинки хатки

(піщинки, шматочки рослин, детриту, черепашки молюсків тощо). Внутрішня поверхня хатки гладенька. Деякі види будують ловчі сітки (камери).

Вільноживучі волохокрильці мають сплющене тіло, ротовий отвір направлений уперед, на черевці є гачки, якими вони прикріплюються до рослин та каміння.

Дорослі волохокрильці п'ють багато води, не живляться твердою їжею, швидко гинуть після спаровування. Масовий виліт волохокрилець спостерігається у другій половині літа. Личинки волохокрилець – суттєва частина їжі промислових видів риб у річках, водосховищах, ставах.

Ряд жуки або твердокрилі (*Coleoptera* -Колеоптера). Водні жуки – комахи з повним перетворенням, імагінальні форми завдовжки від 2 до 50 мм. Стадія личинки триває не менше 2 років. Дихають водні жуки атмосферним повітрям, для чого виставляють над водою задній (плавунці) або передній (водолуби) кінець тіла.

За харчуванням серед жуків розрізняють дві групи: зі змішаним живленням (рослиноїдні і хижі) і виключно хижі види. У ставах мешкають великі плавунці родів *Dytiscidae* (Дитісциде), водолуби *Hydrophilidae* (Гідрофіліде) і дрібні вертячки *Gyrinidae* (Гирініде). Дорослі водолуби відносяться до рослиноїдних форм, інші жуки та їх личинки, а також личинки водолубів, – хижаки.

Ротовий апарат типово гризучого типу і має таку будову: пара верхніх щелеп (мандибули), пара нижніх щелеп (максили),

верхня і нижня губа. Личинки жуків хапають здобич сильними щелепами, в яких знаходяться отруйні залози. Отрута, що виділяється, паралізує здобич. Після цього личинка вводить у тіло жертви травний сік – чорну рідину (або поливає нею свою здобич зверху), яка сприяє перетравленню, потім висмоктує перетравлену масу.

Як личинки, так і дорослі жуки наносять шкоду, в масі виїдаючи гіллястостусих ракоподібних, личинок і лялечок комарів, ікру та мальків риб.

Ряд мізиди (*Misidacea* – Мізидацеа). Найбільш характерними ознаками мізид є креветкоподібне тіло, вкрите панцирем (карапаксом) з непокритими лише 1–2 сегментами головогрудей і стебельчасті очі. Передній край панциря прямий або овальновигнутий з ростром посередині. Сегменти абдомена циліндричні. Тельсон добре розвинений, видовжений, пластинчастий, озброєний шипами з боків і на кінці. Довжина тіла в середньому від 10 до 20 мм.

Мізиди відносяться до планктобентичних організмів бо опускаються на дно або піднімаються в товщу води. Властивий статевий диморфізм - самці мізид менші від самиць. Число яєць у вивідковій сумці різне у різних видів і залежить від віку самок. Наприклад, самиця *Mysis relicta* (мізис релікта) завдовжки 13–15 мм відкладає 10–20 яєць, завдовжки 17–20 мм – 25–40 яєць. Яйця розвиваються у вивідковій сумці, при цьому пластинки, що її складають, рухаються так, що вода в сумці постійно їх омиває.

Молоді рачки, що вийшли з яєць, деякий час залишаються у вивідковій камері матері, а зміцнівши, переходять до самостійного існування. Харчуються мізиди водоростями, детритом, зоопланктоном, трупами безхребетних.

Мізиди є кормом для ряду промислових риб річок басейну Чорного, Азовського і Каспійського морів (для судака, оселедця, снітка). З успіхом проведена інтродукція мізид *Mesomysis kowalewskyi* (мезомізіс Ковалевського), *Limnomysis benedeni* (лімномізіс бенедені) в водосховища України. У водойми Литви, а також в озеро Балхаш і Аральське море - *Paramysis lacustris* (парамізіс лакустріс) та *Paramysis intermedia* (парамізіс інтермедія). Мізиди проникають і в стави через зрошувальні системи, наприклад, Інгулецьку, яка забезпечує водою ставові площі Миколаївського рибокомбінату і є чудовим кормом для корокових риб.

Ряд бокоплави (*Amphipoda* – Амфінода). За кількістю видів бокоплави займають одне з перших місць серед вищих раків. Найрізноманітніше вони представлені у фауні о. Байкал. Тіло бокоплавів зазвичай стиснуте з боків, рідше сплюснуте зверху вниз і розділене на голову, 7 сегментів грудей і 6 сегментів черевця. Для бокоплавів характерні сидячі очі, злиття першого (іноді й другого) сегмента грудей з головою, відсутність карапакса. Ніжки усіх грудних сегментів мають різну будову, деякі озброєні захоплюючими гачками, і майже всі несуть листоподібні зяброві пластинки. Черевні кінцівки добре

розвинені, три передні пари двогіллясті, оздоблені плавальними щетинками й разом з тельсоном слугують для стрибання.

У період розмноження у самок на грудях утворюється вивідкова камера, в якій вони виношують яйця, що розвиваються. Із камери виходить молодь, схожа на дорослих особин. Прісноводні бокоплави ведуть придонний або донний спосіб життя. Всеїдні, живляться відмираючою водяною рослинністю й трупами водних тварин.

Широко розповсюджена родина *Gammaridae* (гамарид), довжина тіла яких в середньому складає 15–20 мм; види родів *Dikerogammarus* (дікєрогамарус) і *Corophium* (корофіум) - високоцінний корм для риби. Ведуться роботи по культивуванню й акліматизації бокоплавів.

Ряд рівноногі раки (*Isopoda* – Ізопода). Тіло сплюснуте дорзовентрально. Складна компактна голова, на якій розміщені великі фасеткові очі, карапакс відсутній, грудні сегменти несуть одnogіллясті ходильні ніжки. П'ять пар передніх черевних ніг служать для дихання. На 5-й парі абдомінальних кінцівок обидві гілки – внутрішня та зовнішня – перетворені в широкі ніжні пластинки, які, як черепаця, налягають одна на іншу під черевцем, прикриваючи його нижню поверхню. Яйця у ізопод розвиваються на грудях у вивідковій камері до личинкової стадії, яка ще називається “манка”.

До широко розповсюджених представників ряду належить водний ослик – *Asellus aquaticus* (аселюс акватікус), завдовжки 10 – 15 мм, який мешкає в мілких водоймах і в прибережній частині

великих водойм. Харчується детритом, залишками рослин, листками, що падають у воду, є кормом для риб.

Ряд водні кліщі (*Hydrachnellae* – Гідрахнеле). Водні кліщі – звичайні мешканці прісних водойм, зарослих водяною рослинністю. Це дрібні тварини завдовжки до 10 мм, кулеподібні або стиснуті в спинно-черевному напрямку, в основному яскраво забарвлені. Тіло не сегментоване. На передньому кінці тіла розміщені 4 ока – по парі на кожній стороні. На черевній стороні 6 пар кінцівок: 2 перші пари – ротові, 4 наступні – плавальні ніжки.

Водні кліщі мешкають як в стоячих (озера, стави, калюжі), так і в проточних водоймах (струмки, джерела). Кліщі стоячих водойм завдовжки від 2 до 8-9 мм, характеризуються відносно круглим випуклим тілом, довгими ніжками з плавальними волосками, великим числом дрібних яєць. Мешканці протічних вод мають невелике, сплюснуте в спинно-черевному напрямку тіло, короткі, позбавлені волосків ніжки з великими кігтками на кінці, завдовжки 0,8-2 мм. Самка відкладає яйця на великі за розміром підводні рослини, але кількість їх мала. Личинки, які вилуплюються з яєць, паразитують на водних комах. Водні кліщі – хижаки, харчуються дрібними рачками й личинками комах і є конкурентами в харчуванні молоді риб. Рятує те, що чисельність їх у водоймах зазвичай невелика.

Ряд водні павуки (*Argyroneta* – Аргіронета). Павуки відрізняються суцільним черевцем, з'єднаним з головогрудьми вузьким стебельцем, яке утворює 7-й сегмент. Кінцівки двох сегментів черевця перетворені в павутинні бородавки. Черевце павуків вкрите короткими волосинками. За допомогою волосинок

і задніх ніжок павуки “носять повітря”. Тіло павука, який пірнає, “одягається” шаром повітря й утримується його короткими ненамокаючими волосинками. Черевцем павуки і дихають. Павук опускається і піднімається до поверхні води до 70 раз за 1 годину. В утвореному під водою павутиновому дзвоні, прикріпленому до підводної частини рослини і наповненому повітрям, павуки відкладають яйця, виводять молодь, там і живляться. Вони типові хижаки. Дорослий павук за добу з’їдає до 40-60 дафній, може з’їсти до 2-х мальків коропа завдовжки 11 мм. Павуки є конкурентами в живленні молоді риб і прямими їх ворогами. Їх шкода послаблюється тим, що вони масово не зустрічаються у водоймах.

Клас п’явок (*Hirudinea* – Гірудіне). Тіло п’явок поділене поперечними смужками на вузькі кільця, які відповідають внутрішній сегментації (тобто кожен сегмент поділений на декілька кілець). Тіло завжди здатне до сильного стискання та скорочення. На обох кінцях тіла (іноді лише на задньому) є присоски; задня присоска завжди більша від передньої. Рот розташований на передньому кінці тіла з черевної сторони. Стінка ротової порожнини утворює ротовий диск. Якщо глотка утворює хоботок, то це - хоботкові п’явки; якщо передній відділ глотки має три зазубрині щелепи - щелепні п’явки; якщо глотка довга й добре розвинена з трьохгранним просвітом, що обмежений трьома м’язевими тілами, - глоточні п’явки. В глотку відкриваються одноклітинні слинні залози. У медичної п’явки слинні залози виділяють особливу білкову речовину – герудин,

що запобігає згортанню крові, тому ранки від п'явок довго кровоточать. Кров, висмоктана п'явою, залишається в її кишківнику в натуральному виді протягом декількох місяців (консервується). Через це проміжки між двома прийомами їжі можуть бути тривалими (декілька тижнів).

П'явки – гермофродити з прямим розвитком. Кокони, які мають щільну, мов пергаментну стінку, утворюються шкірними залозами, які зосереджені в окремих сегментах тіла (в медичної п'явки на 9-11). Кокони п'явки завдовжки 1,5 мм, завширшки - до 0,75 мм. П'явки відкладають кокони на дно водойми, на рослини чи в сирий ґрунт на берегах. У другій половині літа з коконів виходить молодь. П'явки – вільноживучі хижаки чи ектопаразити, які присмоктуються до зябер, рота, очей риб та інших організмів. Своїми зубчиками вони викликають значне подразнення тканин, яке веде до зараження бактеріями та грибками, виснажує й знекровлює риб, які від цього можуть загинути. Різні види п'явок нападають на черв'яків, личинок комах, ракоподібних, молюсків та інших тварин, споживаючи їх кров. Основний метод боротьби із п'явками у ставах – дезинфекція ложа розчином вапна в концентрації 1-2 г/л води. Як лікувальний засіб для риб, вражених п'явками, застосовують ванни з розчину двохлоридної міді у концентрації 0,005 % при експозиції 15 хв. У розчин одночасно занурюють 15 – 20 кг риби, після кожної партії розчин поновлюють. П'явок використовують у медичній практиці з лікувальною метою – герудотерапія.

Тип молюски (*Mollusca* –Молюска). Молюски – це білатерально симетричні вториннопорожнинні тварини. Їх тіло складається з голови, мішковидного несегментованого тулуба й ноги. Нога являє собою сплющену і розрослу черевну стінку тулуба. Для більшості молюсків характерна тверда мінеральна черепашка, яка нерідко вкриває все тіло тварини. З внутрішньої сторони до черепашки прилягає мантия – шкірна складка, яка вільно опускається зі сторони спини на тулуб. Простір, що утворився між стінками тулуба й мантиєю, називається мантийною порожниною. Там розташовані органи дихання – зябра, туди ж відкриваються зовнішні отвори органів виділення і, в тому числі, анальний отвір. Молюски, що мешкають в прісних водоймах, в основному відносяться до класів червоногих і пластинчатоязябрових (двостулкові).

У ставках поширені молюски роду *Bithynia*. Це невеликий равлик з вежеподібною загостреною до вершини черепашкою (заввишки 10–12 мм), яка може закриватися зневапнованою кришечкою. Їх можна знайти на прибережному камінні, в мулі або на водяних рослинах. Запліднені яйця відкладаються грудочкою; молодь веде спосіб життя, подібний до дорослих форм.

Поширені у ставках і представники роду справжніх живородок - *Viviparus*. Спіральнозакручена черепашка цих равликів світло-коричневого кольору з зеленкуватим відтінком і трьома темнокоричневими смужками. Устя черепашки щільно закривається роговою кришечкою з чітко помітними

концентричними смужками. На голові калюжниці (живородки) сильно видається вперед лопате-подібне рило, а з боків розташовані дуже довгі щупальця, біля основи яких знаходяться очі. Праве щупальце у самців сильно розширене та відрізняється закругленою формою й відіграє роль копулятивного органа. Запліднені в тілі самки яйця розвиваються у яйцеводі, причому на початку його знаходяться яйця на більш ранній стадії розвитку, а в кінці - більш розвинені стадії зародків.

Найбільш дрібні представники відносяться до роду Вальвати - *Valvatidae*, які живуть в мулистому ґрунті, а також на водяних рослинах. Висота їх черепашок не перевищує 8 мм. Вальвати - гермафродити, яйця відкладають у кокони, в середині яких знаходиться слизова маса, яка огортає їх. Кількість яєць у різних видів різна, від 1-3 до 31. Цікавою особливістю є те, що на зводі мантийної порожнини з кожного боку знаходиться по одному щупальцеподібному відростку, при цьому лівий придаток має з обох боків листочки і весь орган функціонує як зябра.

У ставах в значних кількостях представлені роди равликів з очима біля основи щупалець – *Basommatophora*. Це роди *Physa*, *Aplexa*, ставковики *Lymnaea*. У фізи тонка яйцеподібна черепашка з коротким завитком, прикрита зверху довгими лопатеподібними відростками краю мантиї.

Найбагатше представлена родина ставковиків – звичайних легеневих слимаків. Найбільший їх представник – ставковик звичайний (*Lymnaea stagnalis* – лімнеа стагналіс) завдовжки 68-70 мм. Зустрічаються на підводній рослинності або ж повільно ковзають на поверхні водойми, підвішуючись знизу до плівки води широкою підшовою своєї ноги.

При спарюванні ставковиків обидва партнери взаємо-

запліднюють один одного. Молюски відкладають яйця у вигляді довгих драглистих шнурів, які приклеюють до різних підводних предметів. Яйце слимака являє собою яйцеву клітину, занурену в масу білка, яка знаходиться в середині подвійної оболонки. Яйця оточені слизом в особливій капсулі або коконі. Від внутрішньої стінки кокона відходить тяж, прикріплений кінцем до зовнішньої оболонки яйця, таким чином вони підвішені до стінки кокона. Кількість яєць може сягати 275 штук.

Найбільший інтерес представляє малий ставковик *Galba truncatula* через те, що він служить проміжним хазяїном печінкового сисуна, небезпечного для великої рогатої худоби й людини.

Статевої зрілості молюск досягає у віці 6-7 місяців при загальній тривалості життя до 21 місяця. В яйцевій кладці малого ставовика буває від 4 до 25 яєць, а розвиток молоді триває 10–20 діб.

Розповсюджена в ставах родина катушок *Planorbidae* – закручена в одній площині черепашка діаметром 25-32 мм, забарвлена в оливково-коричневій або коричневій тони різних відтінків, а її нога й тулуб частіше за все синьочорного кольору. Голова несе пару довгих ниткоподібних щупалець, біля основи яких з внутрішньої сторони розташована пара очей. Равлики тримаються в основному біля дна, де живляться відмерлими рослинами, тваринами та мулом. У крові катушок присутній гемоглобін, що зв'язує розчинений у воді кисень, і це дозволяє їм рідше підніматися на поверхню для дихання атмосферним повітрям.

Поширені у водоймах равлики із родини *Ancylidae*, їх черепашка має форму ковпачка з невисокою вершиною

нахиленою вперед. Найбільш великий з цих равликів досягає 7-8 мм завдовжки. Для них характерне повернення від легеневого дихання до дихання розчиненим у воді киснем: мантийна порожнина більш чи менш редукована, але на нижньому краї мантиї знаходиться лопатеподібний виріст, який функціонує як вторинна зябра.

До ряду дійсних пластинчатозябрових молюсків (*Eulamellibranchia*), що мешкають у ставах, відносяться перлівниці (*Unio*), беззубки (*Anodonta*), шаровки (*Sphaerium*), горошинки (*Pisidium*), дрейсени (*Dreissena*).

Головною ознакою ряду є будова їх зябер, які являють собою дві двошарові решітчасті складно-продирявлені напівзябра з кожної сторони тіла. Кожна напівзябра складається з рядів колінчатозігнутих зябрових ниток, які з'єднані між собою сполучнотканинними або судинними спайками і утворюють внутрішню і зовнішню зяберні пластинки з порожниною між ними. Для перлівниць характерна наявність добре розвинуеного перламутрового шару у черепашці, нога велика та сокироподібна, зв'язка стулок черепашок зовнішня, позаду маківки, мантия не зростається, сифони на стадії зародка. Молодь розвивається у материнських осіб у середині зябрових порожнин, які відіграють роль вивідкової сумки – марзупіума, де і формується особлива личинка – глохідій, яка потім виходить у воду й прикріплюється до зябер або шкіри різних видів риб. Протягом 1-2 місяців глохідії інкапсулюються на рибах, де і проходить їх перетворення в молодих молюсків. Запліднення яєць перлівниць і зараження ними зябер риб відбувається з кінця квітня до червня, дозрівання глохідіїв на зябрах і викидання їх – з кінця травня по серпень. Виношування яєць і розвиток глохідіїв продовжується 20-40 діб.

Глохидії у перлівниць викидаються сотнями.

Беззубки не мають замикаючих зубів, їх черепашки більшою частиною тонкостінні, з незначним перламутровим шаром; краї мантиї утворюють лише зародкові сифони; ембріони виношують з осені протягом усієї зими у зовнішніх напівзйбрах. Викидання глохидіїв, які озброєні двома гачками, відбувається навесні.

Постійними мешканцями прісних водойм є молюски-шаровки й горошинки. Шаровки – дрібні двостулкові молюски з круглою черепашкою, яка в діаметрі досягає 2,5 см. Вони гермафродити, “живонароджуючі”, яйця розвиваються в особливих вивідкових камерах, які утворюються на внутрішніх зйбрах. З материнської особини виходить біля десятка молодих особин.

Своєрідну групу представляють дрейсени. Вони мають загострений передній і розширений задній кінець черепашки. Замикаючих зубів немає. В середині передньої частини черепашки утворюється перегородка (септа), до якої прикріплюється передній невеликий м’яз-замикач. Мантия має отвір для виходу ноги (нога з бісусом) і утворює два коротких сифони.

Дрейсени – різностатеві. Яйця викидаються прямо у воду в невеликих слизових грудочках. Після їх запліднення розвивається личинка - велігер, яка плаває короткий час, а потім осідає на дно й прикріплюється бісусом до субстрату.

Річкова дрейсена – *Dreissena polymorpha* має зеленуватожовту, дуже мінливої форми черепашку 3-5 см завдовжки. Мешкає від урізу води до глибини 10 м; зустрічається місцями у великих кількостях - до 10 тис. екз/м², масою до 7 кг/м² і більше. Тривалість життя до 7-8 років. Статеві продукти

дозрівають у квітні, після чого розпочинається порційне відкладання яєць, яке продовжується впродовж літа. Завдяки цьому велігери зустрічаються в планктоні з кінця травня до пізньої осені. У період інтенсивного розмноження дрейсен кількість личинок доходить до 50 екз/м³. Найкращий ріст дрейсен спостерігається на підводних предметах, гідроспородах тощо.

Молюски є кормом для риб старших вікових груп (частіше за все з другого року життя), які мають глоточні зуби - короп, сазан, чорний амур.

Клас малощетинкові черви (Олігохета – *Oligochaeta*). Серед малощетинкових червів, які мешкають в прісних водоймах, виділяють родини трубочників – *Tubificidae* і енхітреїди – *Enchytraeidae*.

Тонке нитковидне тіло родини трубочників має червоне або блідо-рожеве забарвлення, завдовжки від 5-10 до 10-180 мм, трапляються особини до 300 мм. Тіло складається із великої кількості сегментів, зазвичай – 60-100, на кожному з яких розміщені щетинки чотирма пучками. Трубочники – типові донні тварини, особливо багаточисленні на мулистих ґрунтах, нерідко утворюють масові скупчення, які складаються з тисяч особин, інколи більше - 100 тис.екз./м² дна. Деякі види витримують значне забруднення і можуть жити при мінімальній кількості розчиненого у воді кисню впродовж багатьох діб, переносять навіть повну його відсутність. При нестачі кисню черви виставляють над поверхнею ґрунту задній відділ тіла, а при високому його вмісті – занурюються в мул; багато видів будують трубочки з мулу. Дихання олігохет – шкірне. Трубочники –

грунтоїди, вони проникають в ґрунт завглибшки 100 см, весь час заковтуючи мул з піском, де містяться органічні речовини. За добу черви можуть пропустити через кишківник ґрунт, який в багато разів перевищує масу їх тіла.

Розмноження у червів тільки статеве, вони гермофродити, після спарювання відкладають кокони, в яких по кілька яєць. Усі олігохети мають здатність до регенерації.

Серед енхитреїд є водні та суходольні види, в основному білуватого, рідше жовтуватого або рожевого кольору, завдовжки від 1-2 до 40-45 мм. Число сегментів від 25 до 70-80, щетинки розташовані чотирма пучками. Розмноження тільки статеве. В літоралі їх кількість досягає десятків тисяч на 1м², а в багатих гумусом ґрунтах – 150-200 тис. екз./м², що стало поштовхом для розведення цих видів червів у штучних умовах на рибоводних заводах. Основним об'єктом культивування є білий енхитрей - *Enchytraeus albidus*.

Підклас зяброногі ракоподібні (*Branchiopoda* – Бранхіопода).

Серед класу ракоподібних зяброногі є найпримітивнішими: кількість грудних сегментів не постійна, голова не зростається з грудними сегментами, грудні ніжки листоподібні, мало хітинизовані й слугують одночасно для пересування, дихання і направлення їжі до рота. Число грудних сегментів не постійне, будова статевої, нервової й кровоносної систем примітивніша порівняно з іншими ракоподібними. Усі вони ведуть своєрідний спосіб життя, мешкають переважно в прісних водах.

Існує два ряди цих ракоподібних – зяброногі - *Anostraca* та листоногі - *Phyllopoda*.

Ряд зяброногі (Анострака – Anostraca). Умови існування зяброногих різноманітні: від мілких холодних озер Арктики, солонуватих водойм степів і напівпустель, високогірських водойм до прісноводних озер. Зяброногі мають витягнуте в довжину тіло, черепашка відсутня. Тіло поділяється на голову, трункус і абдомен, який закінчується фуркою. На голові є дві пари антен (1-нитковидні, нечленисті, 2-пластинкоподібні, одночленисті). На голові два складних ока, що сидять на стебельцях, і одне непарне око у вигляді темної плями. Зверху на голові в основному в усіх зяброногих є чітко окреслене кругле поле, так званий потиличний щит, який бере участь у диханні. Голова несе три пари ротових кінцівок. Трункус складається з 11 сегментів (іноді 17-19), на кожному – пара листовидних ніжок, абдомен – з 9 сегментів. Останній сегмент абдомена несе на задній кінцівці тіла пару рухливих видовжених фуркальних члеників (церкоподи), які на краях озброєні щетинками.

Живляться зяброногі мікроскопічними водоростями, дрібними частками рослин та інших органічних решток, що розкладаються. Їжа профільтровується через щетинки внутрішніх лопастей грудних ніг і щелеп. Кожна грудна ніжка здійснює від 140 до 400 помахів на хвилину залежно від температури води. Їжа, яка збирається перед верхньою губою, перетирається жвалами й тільки після цього потрапляє в рот. Залози верхньої

губи виділяють речовину, яка зліплює харчові частки в харчову грудку.

Розмноження статеве. Яйця викидаються самкою через 2-3 доби після спарювання і надходять в яйцевий мішок, а звідти - у воду. Яйця відрізняються надзвичайною стійкістю. Вони переносять повне висихання, різкі коливання температури і зберігають життєздатність протягом 3-4 років. Яйця проходять повне ділення. Із них виходить перша личинка – наупліус. Протягом 2-3 тижнів відбувається 7-8 линянь личинки. З кожним линянням збільшується кількість сегментів тіла рачка й кінцівок, що до них відносяться.

Від мешканців прісних вод різко відрізняється представник солонуватоводної фауни - *Artemia salina* (*Артемія саліна*), яка в великих кількостях заселяє водойми з солоністю від 40 до 230 ‰. Основною їжею артемії є діатомові (*Amphora* – *амфора*, *Navicula* – *навікуля*) і зелені (*Dunaliella* – *дуналієлла*) водорості та бактерії. Варто відмітити, що артемія зберігає постійну солоність крові незалежно від коливань солоності в зовнішньому середовищі, що властиве всім зяброногим, які живуть в звичайній прісній воді. Це свідчить про прісноводне походження артемії і вторинний характер її пристосування до існування в осолонених водоймах.

Період розмноження артемії тривалий і визначається температурою води, частіше всього це травень – вересень і навіть жовтень. Запліднення не впливає на долю яєць: як запліднені, так і незапліднені (розвиваються партеногенетично) яйця можуть або перетворюватись в зимові, або відразу в науплії. За один раз самиця викидає у воду до 70 яєць або наупліїв, а розмножуватися вона може три рази за сезон з проміжками від 6 до 28 діб. Через

10-16 діб, перелинявши 7 раз, личинка перетворюється в молодого рачка, а через 20-29 діб після народження, перелинявши ще 4-5 раз, рачок досягає статевої зрілості.

Широкого розповсюдження в останні роки отримав метод інкубування яєць артемії з метою отримання наупліїв для годівлі в період підрощування личинок осетрових, коропових та інших видів риб, а також цінних безхребетних.

Яйця артемії збирають на берегах або у воді високо-мінералізованих водойм, очищують від домішок, шкаралуп, бруду, потім висушують, при необхідності активують і використовують у будь-який час року для годівлі. На рибницьких та фермерських господарствах артемії розводять в бетонних басейнах та інших ємкостях чи інкубують яйця для отримання наупліїв в період підрощування личинок риб та цінних безхребетних.

Ряд листоніг ракоподібні (Філопода – Phyllopada).

Характерним для цієї групи ракоподібних є наявність головогрудного щита або карапакса, складних очей, позбавлених стебелець, які розміщені безпосередньо на поверхні голови. Грудні ніжки листовидні, ракоподібні плавають черевцем доверху. У щитнів (Notostraca - нотострака) тіло витягнуте, але сплющене в дорзовентральному напрямку, завдовжки 5-6 см. Більша або менша частина тіла вкрита спинним щитом, який у передній частині тіла зливається з головним щитом і вкриває голову зверху і частково знизу. Тіло закінчується парою довгих і тонких ниткоподібних придатків, між якими у деяких форм є непарна хвостова пластинка. Очі складні, сидячі, непарне око

ледь помітне через панцир, розташований зразу перед очима. Перші антени нечленисті, паличковидні, недорозвинені; другі антени - недорозвинені або відсутні. Знизу до тулуба прикріплюються ніжки, число яких може становити 60 пар і більше. У щитнів спостерігається явище подиподії: один сегмент несе кілька пар ніжок. У кінці тельсона (останній сегмент тіла) прикріплені два довгих нитковидних придатки, довжина яких інколи дорівнює довжині всього тіла.

Живляться щитні водяними рослинами й дрібними тваринами. Вони нападають на личинок хірономід, дрібних комах, пуголовків жаб, личинок та мальків риб, обгризають нижні частини рослин.

Розмноження як двостатеве, пов'язане з попередньою копуляцією, так і партеногенетичне. Щитні носять яйця в яйцевій капсулі на ногах одинадцятої пари ніг і відкладають їх у воду. Яйця дрібні, мають досить міцну оболонку, переносять висихання, промерзання і зберігають життєздатність протягом 7-9 років. У сухому стані витримують підвищення температури до 80 °С.

Із яйця виходить личинка метанаупліус, яка багато разів линяє (у різних видів від 17 до 40 линянь), досягаючи 12 мм завдовжки у *Lepidurus apus* (*ленидурус апус*). Розвиток триває 2-3 тижні. Одна самиця за 1-1,5 місяці може відкласти 1000-3000 яєць. Щитнів називають “живими копалинами”, тому що незмінність цього виду протягом 200-500 млн. років дивовижна і пов'язана з особливими властивостями яєць, що сприяє їх консервативності.

Надмірний розвиток щитнів не бажаний і вимагає боротьби

з ними. Це досягається дотриманням технологічних вимог до зариблення ставів, тобто не пізніше, як через 7 днів після наповнення їх водою. Можливе і застосування мідного купоросу – 0,2-0,3 і навіть 0,5 мг/л по воді для їх знищення чи провокаційне залиття ставів з пізнішим спуском.

Підклас черепашкові раки (Остракода – *Ostracoda*)

Тіло остракод знаходиться в двостулковій черепашці – карапаксі, який розрісся. Тулуб відрізняється поступовим зменшенням числа сегментів (2-3) аж до повного їх зникнення. Є наупліальне око. На голові розміщені антенули, мандибули й дві пари максил. Грудні ніжки відіграють суттєву роль при ковзанні. Розмір остракод коливається від 0,3 до 7,3 мм. З яєць виходить наупліус, який уже має черепашку. Черепашкові рачки харчуються рослинною і тваринною їжею, серед них є хижаки. Остракоди ведуть планктонний, ковзаючий і риючий спосіб життя. Черепашкові рачки є кормом для риб.

12.2. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання

- дночерпаки різних конструкцій
- драга
- гідробіологічний шкребок
- мікробентометр
- сито промивальне
- скальпелі
- ножі
- пінцети
- термометр
- відро пластмасове
- кювети пластмасові чи емальовані
- флакони чи склянки для проб місткістю 200-1000 см³
- склянки з притертими корками місткістю до 200 см³
- пеніцилінові склянки
- чашки Петрі
- формалін

Лабораторні прилади та інструментарій

- мікроскоп стереоскопічний
- мікроскоп світловий
- терези аналітичні
- терези торсійні
- препарувальні голки
- пінцети
- чашки Петрі
- предметні скельця
- накривні скельця
- лінійка
- піпетки мірні і Пастерівські
- циліндри мірні
- склянки мірні
- пробірки з притертими корками
- фільтри і фільтрувальний папір
-

12.3. Прилади та знаряддя для відбирання проб зообентосу

Відбирання проб донної фауни в основному проводиться на стандартних станціях одночасно з відбиранням інших гідробіологічних проб. Проте необхідно врахувати тип водойми, морфометричні характеристики (характер котловини, розчленованість берегів, типи ґрунтів), швидкість течії, інтенсивність заростання вищими водними рослинами. При цьому мережа станцій повинна охоплювати усі біотопи в кількості, що відповідає їх відсотку від загальної площі водойми і забезпечує можливість статистичного опрацювання одержаних матеріалів. У великих водоймах з вираженою літораллю, затоками та відособленими плесами встановлюють мережу станцій за поперечними розрізами, які враховують різномірність ґрунтів. На кожному розрізі встановлюють по 3 - 4 станції у кожній зоні: прибережній, центральній, у плесах та затоках.

У водоймах площею до 100 га з мулистими ґрунтами встановлюють 4 - 5 на повздовжній осі від греблі до вершини. У водоймах площею 1 - 20 га – по розрізах – водонапуск (вершина), середина і водовипуск (гребля). Кожна проба складається з 2 - 5 вимок. Кількість станцій може бути меншою чи більшою залежно від ступеня неоднорідності водойми та мети дослідження.

Станції на великих водоймах відмічають буйками, береговими мітками чи за допомогою навігаційних секстантів.

Впровадження в практику гідробіологічних досліджень сучасних GPS та ГІС технологій, дозволяє вирішувати питання визначення координат на новітньому рівні.

Усі знаряддя і прилади для відбирання проб зообентосу поділяють на якісні й кількісні (рис. 54).

Для якісного збору зообентосу використовують ручну сітку, шкрепки, драги, трали та бентометри (ДСТУ ISO 7828-1985, IDT). Ручна сітка являє собою металевий обруч різної форми з пришитим до нього мішком з млинового газу. Його застосовують для збору імаго і лялечок комах з водяних рослин. *Шкрепки* відрізняються від сачків наявністю ножа на одній зі сторін обруча. Істотним їх недоліком є пошкодження безхребетних при зішкрябанні. *Драги і трали* представляють собою металеву рамку різної форми з прикріпленим до неї тросом і мішком з млинового газу. У драг рами більш важкі і так, як плуг, вони зариваються в ґрунт. Рами трала більш легкі й ковзають по ґрунту. За формою рами розрізняють драги трикутні, чотириохкутні та овальні. Рами тралів схожі на санчата, вони підтримують мішок над ґрунтом, а ґрунт і організми закрібаються переднім краєм нижньої сторони мішка, до якого прикріплений відрізок сталевого чи капроново троса або ланцюга.

Бентометр – це прямокутний каркас, три бічні сторони якого обтягнуті млиновим газом, а до четвертої прикріплений півтораметровий мішок. Він призначений для збору бентосних



1



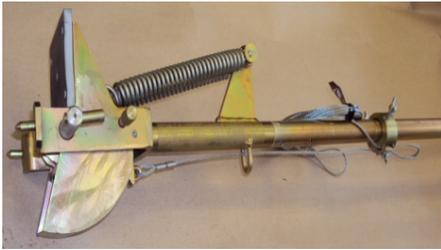
2



3



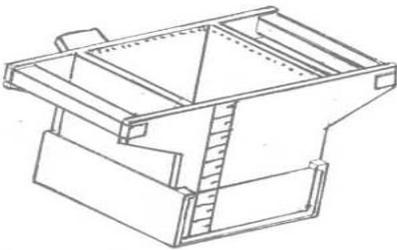
4



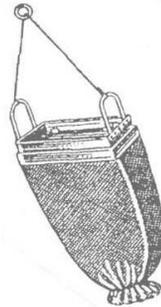
5



6



7



8

Рис. 54. Дночерпаки: 1 – автоматичний коробчатий 2 – стратифікаційний; 3 – Заболоцького; 4-5 – штангові; 6 – Петерсена; 7 – універсальний пробовідбірник; 8 – драга.

безхребетних на мілководних кам'янистих субстратах річок (каміння, галька і пісок).

До кількісних знарядь збору бентосу відносяться рамки (для збору малорухливих і великих організмів), дночерпаки (для виїмки ґрунту з організмами з певної площі) та пробовідбірники (для підводних робіт за наявності водолазної техніки).

Рамки є дерев'яні та металеві, площею 0,25 - 1 м². Використовують на мілководних ділянках для відбирання переважно молюсків. Рамку опускають на дно і руками вибирають молюски.

Дночерпаки є різних конструкцій:

- штангові – прямокутної або циліндричної форми з утримувачем для штанги або жердини. Дночерпак опускають у воду й занурюють у ґрунт. Він захоплює моноліт ґрунту, після чого його піднімають на поверхню. Площа захоплення дночерпача цього типу – 1/100м². Штангові дночерпаки застосовують лише на глибинах, які не перевищують довжину штанги й рекомендовані для малих водойм. Крім цього може бути використаний трубчатий штанговий дночерпак системи Мордухай-Болтовського з площею захоплення 1/185 – 1/250 м²;

- тросові дночерпаки використовують у глибоких водоймах з мулистим дном; вони також є різної форми: коробковий дночерпач типу Екмана-Берджа з площею захоплення 1/25-1/40 м². Це прилад з міцними стальними пружинами легко приводиться в дію простим підняттям

рукоятки, що піднімає шоки приладу. Зачиняють дночерпак за допомогою посильного вантажу, який ударає по спусковому механізму, який звільняє пружини. На дуже м'яких і глибоких мулах використовують дночерпак Боруцького з високим коробом і великою масою (6кг) для забезпечення глибокого занурення приладу в ґрунт. Секційний дночерпак з робочою поверхнею 100 см², дає можливість пошарового відбору ґрунту.

- ковшові дночерпаки найбільш поширені. Це перш за все дночерпак Петерсена у різних модифікаціях з площею захоплення 1/10, 1/40, 1/100 м². При роботі на великих глибинах до нього прикріплюють чавунні або свинцеві пластинки для збільшення маси приладу. При роботі з такими дночерпаками слідкують за швидкістю занурення. У разі швидкого занурення на рідких мулах прилад розмиває ґрунт і руйнує організми.

Універсальний пробовідбірник (УП) застосовується при водолазних методах відбирання проб бентосу і перифітону. Він сконструйований в Інституті гідробіології НАН України. Використання аквалангів надає дослідникові ряд переваг – дозволяє візуально оцінити біотопічну ситуацію у водоймах та безпосередньо контролювати якість відбирання проб. Він складається з короба, виготовленого із органічного скла, або пластмаси розміром основи 10^x10 см з ножем із нержавіючої сталі з одного боку та сітчастим мішечком з другого. На боковій стінці корпусу, висота якої може варіювати в залежності від потреб дослідження і вимог дослідника, закріплена сантиметрова

шкала-лінійка, що дозволяє регулювати глибину занурення пробовідбірника в субстрат. Для полегшення роботи на стінках корпусу укріплені ручки. У нижній частині на двох протилежних сторонах корпусу вирізані пази. Після занурення пробовідбірника у субстрат під ніж підводиться совок, що виконує функцію кришки. Верхні краї його бокових стінок загнуті до середини. Пересуваючись в пазах короба, кришка-совок забезпечує щільне замикання нижньої частини пробовідбірника. Запропонована модель добре зарекомендувала себе в роботі на ґрунтах з різними фізичними характеристиками – від рідких мулів до гальки та щебеню.

12.4. Методи опрацювання проб зообентосу

Опрацювання бентосних проб складається з кількох етапів:

- відмивання проби від м'якого ґрунту
- вибирання організмів
- визначення кількісних характеристик: підрахунок, вимірювання, зважування
- визначення таксономічного складу

Відмивання проби. Відібрану пробу ґрунту з організмами перш за все відмивають від м'якого ґрунту. Для цього пробу з дночерпака розвантажують у відро, велику миску (таз) або відразу в промивальне сито (округлий мішок із капронового сита №19 - 23 пришитий до квадратної чи круглої рами). Під час розвантаження проби у відро чи миску її переносять у

промивальне сито, яке може бути укріплене у станку на березі, на борту судна чи за бортом. Промивати пробу можна у самій водоймі коливальними рухами, а також опускати на мотузці за борт на половину глибини мішка. Після промивання залишок ґрунту з організмами поміщають у склянку, консервують 4 - 10% формаліном і прикріплюють етикетку з відповідною інформацією щодо водойми, станції, системи дночерпача, площу захоплення, кількості взятих дночерпачів тощо.

Вибирання організмів. Розбирання відмитої проби рекомендують проводити у польових умовах до фіксації. У цьому випадку живі організмів помітніші й легше вибираються. Відмиту пробу частинами переносять у емальовану білу кювету, організми вибирають пінцетом, тонким загнутим шпателем чи піпеткою. Процес вибирання контролюють лупою. Якщо відмитого матеріалу проби небагато, то його частинами поміщають у чашку Петрі, додають невелику кількість води. Свою присутність у пробі живі організми видають переміщенням, коливальними рухами, що полегшує їх вибирання. Вибрані організми поміщають в інші чашки Петрі під бінокулярний мікроскоп чи лупу і розбирають за групами: п'явки, олігохети, нематоди, турбеллярії, гуллястовусі раки, водні кліщі й павуки, клопи, личинки хірономід, волохокрилець, бабок, одноденок, веснянок, жуків, дорослі жуки, клопи, молюски тощо. Усі виявлені у пробі великі систематичні групи поміщають у окремі пробірки, пеніцилінові склянки чи бюкси, фіксують 10% формаліном і

прикріплюють етикетку. Оскільки формалін руйнує черепашки молюсків та хітиновий панцир ракоподібних, їх поміщають в окремі склянки з 70%-ним спиртом.

При великій кількості організмів у пробі застосовують метод флотації (спливання): пробу частинами поміщають у насичений розчин кам'яної солі (NaCl). Усі організми, окрім молюсків і олігохет, спливають на поверхню і їх вибирають маленьким газовим сачком. Зібрані організми відмивають від солі, а ґрунт переглядають з лупою чи під бінокулярним мікроскопом у чашках Петрі.

Якщо проба взяти з піщаного ґрунту, то її переносять спочатку у велику миску і кілька разів відмивають (до світлої води): додають до половини миски води, розкручують рукою або палицею і швидко зливають у промивальне сито. У ситі концентруються живі організми і завислі речовини, які переносять у кювету для вибирання. Ґрунт, що залишився в місці, переглядають і вибирають решту організмів. Окремі камінці, фрагменти деревини також переглядаються окремими порціями. Великі рослинні залишки проглядаються на наявність епі- та інфауни (форми, що поселяються у тканинах рослин).

Визначення таксономічного складу. Усі виявлені систематичні групи безхребетних визначають до виду візуально (великі молюски, раки) або під бінокулярним мікроскопом за визначниками. Визначення видової приналежності гідробіонтів вимагає знання систематики та морфології видів, причому

дослідники звичайно спеціалізуються на певних систематичних групах донних безхребетних. Надалі складаються списки виявлених видів, визначається видова структура, яку характеризують кількісне та якісне співвідношення різних видів.

Визначення кількісних характеристик. У кожній систематичній групі підраховується загальна кількість тварин, проводиться їх вимірювання і визначення маси. Підрахунок організмів можна проводити у чашках Петрі, дно яких розграфлене на квадрати. Вимірювання організмів (довжина в мм) необхідне для характеристики вікового складу кожної систематичної групи. У личинок хірономід для визначення вікової стадії вимірюють ширину головної капсули.

Визначення маси організмів проводять після їх обсушування на фільтрувальному папері до зникнення мокрих слідів. Залежно від величини організмів їх зважують на торсійних, аптекарських або технічних терезах з точністю до 0,01 г терезах. Личинки волохокрильців зважують окремо від їх хатинок. Точні розрахунки біомаси (фіксація змінює масу організмів) проводять за формулами співвідношення довжини тіла та маси організмів, які є специфічними для представників різних таксономічних груп.

Підрахунок чисельності та біомаси зообентосу проводять за

формулами:

$$\frac{S}{N} \times n = \text{екз} / \text{м}^2$$
$$\frac{S}{N} \times P = \text{г} / \text{м}^2$$

(12.1-12.2)

де S – площа захоплення дночерпача (m^2);
 N – кількість дночерпачів (виємок);
 n – кількість організмів, виявлених в пробі (екз);
 P – маса організмів (г або мг).

Отримані дані щодо чисельності та маси кожної таксономічної групи додаються і визначається загальна чисельність і біомаса організмів у пробі. Отримані величини перераховуються на квадратний метр площі дна (табл.12).

12. Картка опрацювання проб зообентосу

Групи та види організмів	Кількісні характеристики			чисельність, екз/м ²	маса, г/м ²
	чисельність, екз.	маса, мг (г)	розмір організмів, мм		
Лич. хірономід	1	0,029	20	50	1,45
Лич. хірономід	10	0,036	10	500	1,80
Лич. хірономід	10	0,021	6	500	1,05
Олігохети	2	0,035		100	1,75
Всього	23	0,121		1150	6,05

Такі картки із записами результатів опрацювання проб є матеріалом для різних розрахунків, порівнянь, узагальнень за складом, кількістю і розподілом донної фауни, визначення ролі окремих видів у складі донної фауни тощо.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть прилади для відбирання проб зообентосу.
2. Які консерванти використовують для фіксації проб зообентосу?
3. У чому полягає суть підготовки проб до камерального опрацювання?
4. У чому полягає суть камерального опрацювання проб?
5. Як визначають біомасу зообентосу?

Використана література

1. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования. – М.: Высшая школа. – 1960. – 191 с.
2. *Кражан С.А., Хижняк М.И.* Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон: Олді-плюс, 2011. – 330 с.
3. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка.* – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
4. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция / Под ред. Г.Г. Винберга, Г.Н. Лаврентьевой.* – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 51 с.
5. *Панкратова В. Я., Балушкина Е. В.* Зависимость массы тела от длины и интенсивности обмена от массы тела у личинок хирономид. – Основы изучения преснов. экосистем. – Л.: Наука, 1981. – С. 92-97
6. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова.* – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
7. *Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биол. анализа вод.* – М.: СЭВ, 1976. – Ч. 3. – 186 с.
8. *Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Бойко С. Е.* К методикам изучения бентоса // Гидробиол. журн. – 1988. – 24, № 5. – С. 76-81.
9. *Цалолыхин С. Я.* Зависимость между длиной тела и весом у пресноводных нематод/ Основы изучения пресноводных экосистем. – Л.: Наука, 1981. – С. 105–106.

Основні визначники прісноводних безхребетних

1. *Жадин В.И.* Жизнь пресных вод. – Изд-во АН СССР, 1940. – 460 с.
2. *Жадин В.И.* Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 376 с.
3. *Мордухай-Болтовской Ф.Л.* О методике количественного учета фауны во временных водоемах и периодически затопляемых зонах водохранилищ // Тр. биол. ст. Борок. –1955. – Вып. 2. – С. 393-405.
4. *Мордухай-Болтовской Ф.Л.* Каспийская фауна Азовско-Черноморского Бассейна. –М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 281с.
5. *Определитель личинок комаров семейства Tendidae/Чекановский А.А.* – Изд-во АН СССР, 1949. – 185 с.
6. *Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР.* – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510с.

7. *Определитель* свободноживущих пресноводных веслоногих рачков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечнике рыб / Боруцкий Е.В. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 422 с.
8. *Определитель* фауны Черного и Азовского морей в трех томах. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные ракообразные. – К.: Наук, думка, 1969. – 398 с.
9. *Панкратова В.Я.* Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaninae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). – Л.: Наука, 1977. – 343 с.
10. *Попова А.Н.* Личинки стрекоз. Изд-во АН СССР, 1953. – 231 с.
11. *Чекановская О.В.* Водные малощетинковые черви фауны СССР. Изд-во АН СССР, 1962. – 410 с.
12. *Фауна СССР.* Т. 3. Вып. 3. Ракообразные. Cuscleroidea пресных вод/ Под ред. Е.Н.Павловского. Изд-во АН СССР, 1960. – 354 с.
13. *Фауна СССР.* Т. 2. Вып. 1-2. Ручейники / Лепнева С.Г. М.,Л.: Наука, 1964. – 562 с.
14. *Фауна України.* Т. 30. П'явки/Лукін Е.І. – К.: Вид-во АНУРСР. –1962. – 396 с.
15. *Фауна Украини.* - К.: Наук. думка, 1974. – 482 с.
16. *Фауна України.* – К.: Наук, думка, 1983. – Т. 24. – 113 с.

Тема 13. ПЕРИФІТОН. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ

Перифітон (обростання, епіфауна)З – це угруповання різних організмів, що мешкають за межами придонного шару води на різних субстратах – стеблах рослин, скелях, металевих та гідротехнічних спорудах, підводних частинах суден, камінні, бетонних укріпленнях берегів, черепашках молюсків тощо. До складу перифітону входять бактерії, найпростіші, гриби, водорості, черви, ракоподібні, личинки комах, двостулкові молюски. Найважливішими факторами існування перифітону є наявність у водоймі твердого субстрату, швидкість течії, коливання рівня води та концентрація розчиненого у воді кисню. Організми перифітону очищують воду, служать їжею іншим безхребетним і риbam та є біологічними індикаторами якості води.

13.1. Експедиційне обладнання та інструментарій

- гідробіологічний шкребок
- універсальний пробовідбірник
- скальпелі
- ножі
- пінцети
- термометр
- диск Секкі
- сачок для промивання проб
- відро пластмасове чи емальоване
- пластмасові чи металеві кювети
- флакони чи склянки для проб місткістю 200 см³
- склянки з притертими корками місткістю до 200 см³
- чашки Петрі
- формалін

Лабораторні прилади та інструментарій

- мікроскоп стереоскопічний

- мікроскоп світловий
- камери Нажотта, Богорова або лічильні пластинки
- окуляр-мікрометр, об'єкт-мікрометр
- терези аналітичні
- терези торсійні
- електрична плитка з закритою спіраллю
- препарувальні голки
- пінцети
- чашки Петрі
- годинникові скельця
- предметні скельця
- накривні скельця
- піпетки мірні й пастерівські
- циліндри мірні, склянки мірні, пробірки з притертими корками
- штемпель-піпетки
- сифони скляні з гумовими грушами
- гумовий шланг діаметром 0,5-1 см
- фільтри і фільтрувальний папір

13.2. Методи прямого відбирання проб перифітону з природних субстратів

Вивчення перифітону проводять на загальних встановлених гідробіологічних станціях та на характерних для розвитку цих угруповань біотопах. Не підходять для проведення спостережень станції поблизу різких берегових схилів, безпосередньо на урізі води, або ділянки затінені макрофітами.

Для досліджень перифітону використовують методи прямого відбирання проб з природних та штучних субстратів та методи експериментальних субстратів. Експериментальний субстрат це різні тверді поверхні природного або штучного

походження, спеціально підготовлені, що використовуються для вивчення обростань.

Методи прямого відбирання проб перифітону передбачають вилучення усіх організмів з поверхні різноманітних твердих субстратів, що знаходиться у воді. При цьому самі субстрати можуть бути вилучені з води (макрофіти, каміння) та знаходитися у воді (бетонні укріплення берегів, скелі, сваї, пірси, хвилеломи тощо). У першому випадку проби перифітону відбираються після вилучення предметів, у другому – під водою.

При прямих відбираннях проб перифітону використовують спеціальні інструменти – різноманітні пробовідбірники і гідробіологічні шкребки, а також ножі, пінцети, скальпелі.

Гідробіологічний шкребок представляє собою мішок з густого млинарського сита № 30 - 40 прикріплений до металевого обруча, який закріплюється на довгу дерев'яну ручку. Протилежний до кріплення край обода – заточена під гострим кутом до повздовжньої осі пластина-лезо завширшки 5-6 см. Шкребком відбирають пробу завглибшки 50-100 см.

Універсальний пробовідбірник, розроблений в Інституті гідробіології НААН, описаний в розд. 12.

Пробовідбірник Ковешникова – це квадратна рамка зі стороною 0,2 м з металевої смуги шириною 0,04 м, обладнана ручкою-жердиною (рис.55).

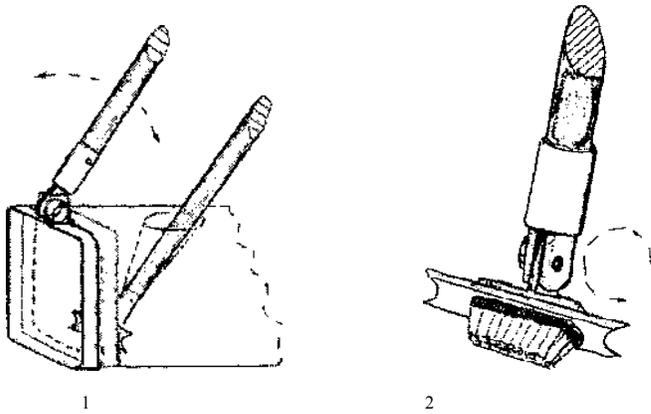


Рис. 55. Пробовідбірник Ковешникова: 1 – загальний вигляд; 2 – шкребок.

Жердина фіксується під різним кутом до рамки. До рамки прикріплений мішок завдовжки 1,7м з капронового млинарського сита № 30-40. Мішок зшитий за типом дрефтової сітки: на відстані 0,7 м від рамки він звужується, а останні 0,05 м являють собою склянку для збору матеріалу. Через 0,15 м від рамки у сито вшитий внутрішній рукав довжиною 0,16 м. Через рукав, зафіксований на його ручці, в пробовідбірник вставлений шкребок. Шкребок складається з леза і щітки, закріплених на дерев'яній ручці. Шкребок і ручка рамки знімаються.

При дослідженні перифітону з великих валунів, скель, залізобетонних споруд, пробовідбірник однією рукою притискають до субстрату, а іншою рукою внутрішнім скребком ретельно очищають обмежену частину обростань, які зносяться у мішок пробовідбірника. Наявність щітки на шкребку дозволяє без

пошкоджень зібрати рухливих тварин (і тих, що знаходяться в щілинах); потім поворотом ручки шкребка в дію приводиться лезо, яке зішкрябає з поверхні щільно прикріплені організми. Весь відібраний матеріал вибирають з мішка і фіксують. Модель цього пробовідбірника багатofункціональна, замінює різні знаряддя лову та може бути використана для відбирання кількісних і якісних проб макрозообентосу.

Пробовідбірник можна використовувати і як дрифтову сітку. Для цього прибирають скребок і закривають внутрішній рукав. Рамку пробовідбірника з мішком встановлюють в потоці на заданій глибині і закріплюють як звичайну дрифтову сітку. Для збору якісних проб зообентосу пробовідбірник (з закритим внутрішнім рукавом і зафіксованою ручкою) використовують як сачок або драгу: рамку пробовідбірника опускають на дно водотоку і за допомогою дерев'яної ручки проводять по дну.

Для отримання порівнюваних результатів на різних створах і станціях проби перефітону відбирають на однакових субстратах. Найбільш придатними для відбирання проб є нейтральні субстрати – каміння, бетонні споруди, макрофіти. Дерев'яні субстрати, які піддаються гниттю і утворюють своєрідний біоценоз, не рекомендують використовувати для відбирання проб.

На місці відбирання проб дають візуальну оцінку обростанням, яка зводиться до визначення таких основних характеристик:

- 1 – різноманіття (наліт, плівка, шар, кірка, наріст, бахрома, пасма ниткуватих водоростей тощо);
- 2 – консистенція (пухкі, щільні, шкірясті, вапняної структури, ватоподібні);
- 3 – потужність (ніжні, грубі, слабкі, тонкі, товсті);
- 4 – колір;
- 5 – розподіл (гетерогенне мозаїчне, рівномірне, одноманітне, в прибережжі, на глибині, в проточних чи застійних зонах);
- 6 – характеристика води (колір, каламутність, характер зависей, ознаки забруднення тощо);
- 7 – тип субстрату;
- 8 – наявність макроскопічних організмів (ниткуваті водорості, молюски, губки);
- 9 – визначають проективне покриття кожного типу обростань у відсотках від загальної площі субстрату.

13.3. Методи відбирання проб перифітону з вилученням субстратів

Відбирання проб обростань на фрагментах повітряно-водних рослин проводять зі стебел. Фрагменти вищих водяних рослин зрізають під водою і поміщають у широкогорлі склянки об'ємом 100-500 см³, заливають водопровідною водою. У рослин з плаваючими листками проби відбирають з листків і стебел (площа 10-15 см², сира маса – 5-20 г) шляхом їх змивання м'якою щіточкою у невеликій кюветі з водою чи у склянці.

Обростання з занурених рослини знімають з усієї рослини у склянці з водою, використовуючи м'яку щіточку з одночасним полосканням (рослину з склянки після полоскання виймають). Усі зібрані проби перифітону консервують 4% розчином формаліну у співвідношенні 1:10, нумерують, прикріплюють етикетку (зазначають порядковий номер, дату, короткі відомості щодо станції, субстрату тощо).

Камеральне опрацювання. У лабораторії, пробу з фрагментом рослини виливають у чисту пластикову ємкість, колонковим пензликом обережно змивають обростання, змив зливають у склянку, де раніше була проба. Об'єм змиву залежно від кількості водоростей в епіфітному угрупованні може коливатися в межах 25–100 см³.

Під мікроскопом переглядають поверхню фрагментів рослини для встановлення відсутності епіфітів, потім підсушують фільтрувальним папером і зважують для визначення сирової маси рослин. При можливості визначають площу фрагменту (за допомогою міліметрового паперу). Після висушування визначають повітряно-суху чи абсолютно суху маса зразка рослини, з якої були змиті водорості.

Систематичний склад та кількісні показники епіфітних угруповань водоростей визначають мікроскопічним методом (як камеральне опрацювання планктонних водоростей) за відповідними визначниками.

Розрахунок чисельності водоростей в епіфітних

угрупованнях проводять за формулою:

$$N = n \times V_0 / V_1 \times m \quad (13.1)$$

де, N – кількість водоростей на 1 г сирової або сухої маси рослини (кл/г);
 n – кількість клітин водоростей, визначених на всій лічильній пластині; якщо підрахунок виконаний на частині пластини, то вводиться відповідний коефіцієнт;
 V_0 – об'єм проби (см³);
 m – суха або сира маса зразка рослини, з якої змиті водорості (г);
 V_1 – об'єм переглянутої проби, відібраної штемпель-піпеткою (тобто 0,1 см³).

Біомасу епіфітних водоростей розраховують згідно розрахунків біомаси планктонних водоростей.

Для вивчення епіфітних бактерій зрізані фрагменти рослин поміщають у стерильні склянки і заливають стерильною водопровідною водою, консервують і в лабораторних умовах опрацюють згідно методики опрацювання бактеріопланктону.

Каміння – це нейтральний субстрат для відбирання проб. За можливості проби відбирають з каміння діаметром 10 - 15 см, причому на одній ділянці повинно бути не менше п'яти каменів. Якщо каміння дрібне, то його беруть більше. Каміння вилучають з води, поміщають у кювету з 25 - 100 дм³ водопровідної води і дають візуальну оцінку обростанням. На субстраті відмічають певну площу і вилучають з неї усі організми разом з детритом і ниткуватими водоростями за допомогою скальпеля, ножа,

пінцета чи зубної щітки. Після цього визначають площу поверхні субстрату, де відібрали пробу. За слабого розвитку перифітону, коли обростання представлені ледь відчутним на дотик слизивим нальотом, слід використовувати зубну щітку, яку потрібно ретельно обполіскувати в склянці з невеликою кількістю води.

Вилучений матеріал поміщають у склянку з водою, консервують 4% розчином формаліну, нумерують і прикріплюють етикетку з відповідною інформацією.

Для вивчення проб у «живому вигляді» склянки з обростаннями заливають водою з таким розрахунком, щоб кількість повітря над пробою становила не менше половини об'єму склянки. Опрацювання проб проводять безпосередньо після відбирання або протягом 6 год після відбирання за умови зберігання за температури 5-10 °С (сумка-холодильник). Для отримання репрезентативних даних проби відбирають у тричі.

Камеральне опрацювання. У лабораторії відібрані проби з банок переливають у чашки Петрі й проводять первинне опрацювання: великі організми відбирають в окрему склянку і консервують. Їх ідентифікацію можна провести дещо пізніше (ідентифікацію та кількісні показники визначають згідно методики опрацювання бентосних проб). Чашку Петрі з рештою матеріалу переглядають під стереоскопічним мікроскопом. Мікроскопічні організми, що вимагають прижиттєвого вивчення (найпростіші, коловертки), відловлюють пастерівською піпеткою з витягнутим носиком, переносять на предметне скло, роблять

препарат, фарбують метиленовим синім (нейтральним червоним) і визначають видову приналежність за відповідними визначниками.

Рослинний склад перифітону можна визначати в «живій» (жгутикові, вольвоксові, евгленові) і фіксованій пробі. Пробу переглядають до того часу, поки перестануть зустрічатися нові види.

Паралельно з визначенням видового складу перифітону оцінюють частоту зустрічності (h) кожного виду за окомірною шкалою:

- 1 - одинично (одиничні екземпляри в пробі),
- 2 - дуже рідко (кілька примірників в препараті),
- 3 - рідко (у небагатьох полях зору),
- 5 - нерідко (не у всіх полях зору),
- 7 - часто (у кожному полі зору),
- 9 - дуже часто (у кожному полі зору багато).

Масовими видами вважаються такі, кількість яких за окомірною шкалою становить 5-9 балів. Ця шкала використовується при розрахунках індекса сапробності.

Методи відбирання проб перифітону без вилучення субстрату із води (гідротехнічні споруди, скелі). З металевих та гідротехнічних підводних споруд, скель, бетонних укріплень берегів проби перифітону відбирають з берега, човна або під водою (за наявності водолазного спорядження), використовуючи шкрепки та пробовідбірники різноманітних конструкцій.

Вилучений матеріал поміщають у склянку з водою, консервують і прикріплюють етикетку з відповідною інформацією і камерально опрацьовують в лабораторії.

13.4. Методи відбирання проб перифітону з штучних субстратів

В основі використання цих методів лежить принцип дослідження формування угруповань перифітону на різноманітних субстратах, що спеціально експонуються у водному середовищі. Відбирання проб з нерівних природних поверхонь достатньо складне, тому на даний час частіше використовують експериментальні штучні субстрати, виготовлені зі скла, пластику, азбесту, бетону, металу, плоских каменів тощо. Найчастіше використовують пластинки обростання зі скла (рис.56).

Штучні субстрати мають ряд переваг: однорідні за розміром, структурою і складом, зручні у використанні, легко встановити точний вік угруповань гідробіонтів і транспортувати в лабораторію, легко організувати дослідження і виконати порівняння у різних водоймах. У деяких випадках у якості субстрату використовують невелике очищене каміння на якому

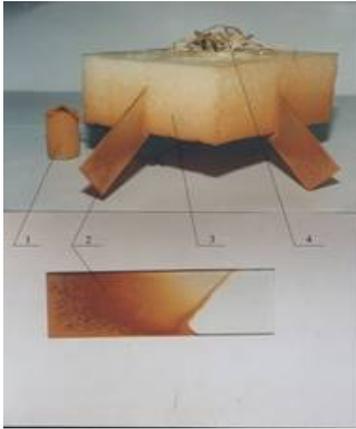


Рис. 56. Конструкції для кріплення пластин обростання

протягом декількох місяців утворюється рівномірне угруповання обростань. Використання спеціальних конструкцій забезпечують надійну установку у водоймі, осідання на субстрат личинок гідробіонтів і подальший їх розвиток, легкість зняття субстрату для подальшого вивчення у лабораторних умовах. Перифітон на пластинах обростання можна вивчати під мікроскопом «у живому вигляді». Конструкції з пластинами обростання встановлюють у в фотичній зоні (1/2 глибини прозорості за диском Секкі) та в олігофотичній зоні (подвійна глибина прозорості) водойм.

Тривалість експозиції пластин обростання визначається температурою, трофічним статусом водойми, якістю води об'єкта, пори року. Зазвичай експозиція становить 2 - 4 тижні: в мезосапробних водах – 2 тижні, в олігосапробних – довше, в α -мезосапробних – менше. Тривалий термін експозиції збільшує

ймовірність їх втрати та не дає змоги встановити сезонні особливості.

Пластини обростання з конструкцій вилучають обережно, поміщають в широкогорлу банку з водою. У лабораторії проводять поетапне вивчення проби:

- визначають видовий склад і чисельність великих форм організмів (молюски, личинки комах) – скло поміщають у чашку Петрі з водою (вода повинна вкривати скло) і переглядають під мікроскопом;
- визначають видовий склад і чисельність прикріплених безхребетних – обростання зі скла ретельно змивають щіточкою в певний об'єм води і переглядають у камері Богорова або на лічильній пластинці під мікроскопом;
- визначають видовий склад і чисельність прикріплених водоростей – пробу перемішують і переглядають в камері Нажота або на лічильній пластинці під мікроскопом.

13.5. Спеціальні методи опрацювання епіфітних водоростей

Епіфітні угруповання водоростей представлені різноманітним видовим складом, проте у моніторингу стану водних об'єктів у країнах Європи найчастіше використовується не загальний флористичний склад фітопланктону, а діатомовий

аналіз. Аналіз діатомових водоростей має переваги у тому, що вони достатньо поширені, добре вивчені, мають високе видове різноманіття, можуть бути виявлені в будь-яку пору року в різних водоймах незалежно від донних відкладів і швидкості течії.

Принципової різниці у відбиранні проб епіфітної флори з природних чи штучних субстратів немає. Проте останнім часом як штучний субстрат використовують матові (нерівні) поверхні – керамічні плитки без глазури, розпущений на окремі волокна поліпропіленовий канат тощо. Для відбирання проб рекомендують використовувати щітку з жорсткою щетиною, яка краще знімає клітини з нерівної поверхні. Після кожної проби щітку ретельно очищають. З жорстких гладеньких поверхонь проби відбирають ножем. Якщо на каменях багато ниткуватих водоростей, то вибирають каміння з найменшою кількістю ниток, обережно розділяють їх руками, а потім щіткою відбирають проби діатомових.

Для проведення діатомого аналізу необхідно виготовити постійні препарати. Перед їх виготовленням рекомендується швидко оцінити кількість порожніх оболонок діатомових під мікроскопом. Якщо опрацювання проб відбувається відразу ж після їх відбирання, то проби не консервують. Для виготовлення постійних препаратів з проби необхідно провести очищення панцирів діатомових від різних домішок і органічної речовини, яка потрапила під час відбирання проб.

Основні етапи виготовлення препаратів:

1. Відмивання проби від мулу. З профільтрованої через дрібний млинарський газ пробу виділяють фракцію, що містить діатомові водорості. Для цього 10 мл проби переливають у пробірку і відстоюють протягом 1 хв. З дна пробірки, де концентруються діатомові водорості, піпеткою з довгим носиком відбирають 4 мл.

2. Відмивання від консерванта і розчинних солей. Для цього пробу (4 мл) двічі центрифугують з дистильованою водою (4 мл) протягом 5 хвилин (3000 обертів) з наступним обережним відсмоктуванням (або зливанням) верхнього шару рідини.

3. Видалення з проби нерозчинних солей кальцію. Для цього осад заливають 10 % розчином соляної кислотою (2 - 3 мл) і підігрівають протягом 7 хв. Після охолодження пробу відмивають повторним центрифугуванням до повного видалення слідів соляної кислоти (за лакмусовим папером) .

4. Спалювання органічної речовини концентрованою сірчаною кислотою – пробу витримують протягом 24 годин в концентрованій H_2SO_4 з подальшим додаванням дрібних кристаликів біхромату калію до знебарвлення.

Для видалення з проби нерозчинних солей кальцію і спалювання органічної речовини можна використати 30 - 50 % р-н перекису водню. Для цього осад (1 мл) заливають 2-3 мл перекису водню і кип'ятять на водяній бані протягом 1-2 годин. Коли осад повністю знебарвиться, проводять шляхом центрифугування проби 3-4 рази з дистильованою водою.

Краплю осаду діатомей наносять на знежирене накривне скло, розподіляючи його на усій поверхні і підсушують. На предметне скло (заздалегідь знежирене, промарковане і нагріте на електроплитці) кладуть кусочок анілін-формальдегідної смоли Ельяшева з показником заломлення 1,67-1,68, злегка підігрівають. Коли смола розплавиться, на неї кладуть покривне скло осадом вниз і легенько притискають для рівномірного розподілу смоли. Надлишок її видавлюється з-під накривного скельця і після охолодження препарату обережно очищають скальпелем або лезом. Наскрізний порядковий номер відповідає номеру в журналі записів відбирання проб, а етикетка повинна бути точною копією етикетки проби. Після виготовлення препарату його переглядають під мікроскопом і визначають таксономічний склад діатомових водоростей.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб перифітону.
2. Які методи використовують для відбирання проб перифітону?
3. Які характеристики входять до візуальної оцінки обростань?
4. Які консерванти використовують для фіксації проб ?
5. Назвіть спеціальні методи опрацювання епіфітних водоростей.
6. У чому полягає суть підготовки проб до камерального опрацювання?
7. У чому полягає суть камерального опрацювання проб?

Використана література

1. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
2. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция.* – Л., 1983. – 52 с.

3. *Методические указания по изучению фитомикробентоса и фитоперифитона.* О.А. Ковтун, А.А. Снигирева – Одесса: Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, 2012. – 36 с.
4. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений /* Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеониздат, 1983. – 239 с.
5. *Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биол. анализа вод.* – М.: СЭВ, 1976. – Ч. 3. – 186 с.
6. *Протасов А. А., Стародуб К. Д., Афанасьев С. А.* Водолазный метод исследования пресноводного перифитона // *Гидробиол. журн.* – 1982. – № 4. – С. 91– 93.
7. *Родина А. Г.* Метод пластинок обрастания // *Жизнь пресных вод СССР.* – Изд-во АН СССР. – 1956. – 4. – Ч. 1. – С. 28-32.
8. <http://www.voda.na.by/index.files/18.htm>

Тема 14. МАКРОФІТИ ВОДОЙМ. МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ

14.1. Експедиційні та лабораторні прилади й обладнання

- човен (весельний, моторний)
- водні грабельки (різні типи)
- якорі
- якорі-кішки
- драги (різні типи)
- заростечерпаки
- рамки (різні типи)
- капронові мотузки
- шпагат
- ножиці, ножі, коса
- фільтрувальний папір
- марля чи бавовняна тканина
- гербарні папки
- пластмасові чи металеві кювети великі
- аналітичні терези
- термостат

14.2. Вивчення структури рослинних угруповань

Вищі водяні рослини залежно від розселення у водоймах та біологічних особливостей (розташування асимілюючих органів по відношенню до дна і поверхні водойми) поділяють на повітряно-водяні (гелофіти), з плаваючими листками (нейстофіти – укоріненні та плейстофіти - неукоріненні), занурені (гідатофіти) (рис. 57). Різні екологічні групи ростуть у водоймах на різних ґрунтах і глибинах, розміщуються завжди поясами або зонами: зона низьких і середньовисоких надводних рослин;

високих надводних рослин; рослин з плаваючими листками; високих занурених рослин; низьких занурених рослин.

Зона угруповань низьких і середньовисоких надводних рослин простягається від урізу завглибшки 0,5-0,75 м. До складу входять хвощ річковий, різні види осок, їжачої голівки, стрілолисту, частухи, сусака тощо.

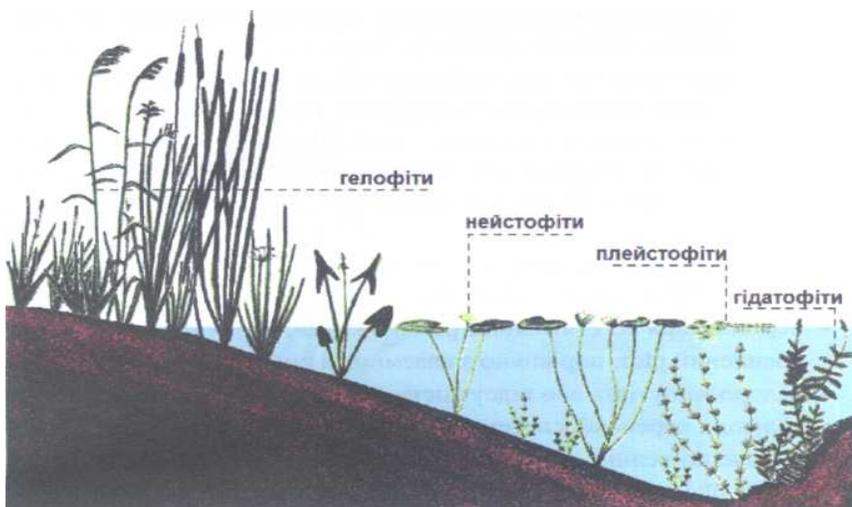


Рис. 57. Схема зонального розподілу водних рослин у водоймі

Зона угруповань високих надводних рослин розповсюджена заглубки 1,5-2 м. Для неї типові зарості очерету, рогузів, комишу озерного та інших гелофітів. Зона угруповань плаваючих рослин розташована біля краю зони високих надводних рослин (з

боку відкритого дзеркала водойми) завглибшки 2,5-3 м. Для неї характерні угруповання глечиків, латаття, рдесника плаваючого тощо. Зона угруповань високих занурених рослин розташована відразу за попередньою завглибшки 3 - 3,5 м. Ця зона складається із угруповань великих рдесників – рдесників блискучого та пронизанолистого, водопериці колосистої тощо. Зона низьких (придонних) занурених рослин тягнеться до нижньої межі розповсюдження рослин. Чіткіше виражена в озерах з прозорою водою і представлена угрупованнями молодильника озерного, лобелії Дортмана, ситнягу голчастого, елодеї канадської, харових водоростей тощо. У водоймах з низькою прозорістю води її немає.

Дослідження водяної рослинності у гідробіології проводяться в основному на ценотичному рівні: структурні і функціональні характеристики рослинних угруповань, класифікація рослинності. Вивчення водяної рослинності здійснюють на початку вегетаційного сезону (кінець травня - початок червня) та у момент її оптимального розвитку (цвітіння, плодоношення – липень-початок серпня).

Перед початком роботи з вивчення рослинності водойми рекомендується ознайомитися з літературними даними та картографічними матеріалами, а на великих водоймищах здійснити аеровізуальні спостереження та використати матеріалами аерофото- чи космічної зйомки. Для ознайомлення з характером рослинності та її розподілом проводять

рекогносційне обстеження водного об'єкту. Для цього необхідні засоби пересування: весельний або моторний човен (з веслами та якорем) чи катер з надувним гумовим човном для роботи в заростях і жердину довжиною 2-3 м. Під час роботи на водному об'єкті об'їжджають літоральну зону, на мілководному – всю акваторію із заїздами у затоки.

Після цього на дослідній водоймі відбирають три ділянки з різним рослинним покривом. При цьому спочатку дають характеристику самої водойми, звертаючи увагу на:

- назву і географічне положення водойми
- розмір та глибина водойми
- ступінь захищеності від вітру і хвиль
- прозорість або каламутність води та її колір
- наявність або відсутність течії
- характер берега (пологий, крутий, обривистий)
- фракційний склад ґрунту (пісок, глина, каміння, мул)
- температура повітря та води

Після цього описують водяну рослинність та її зональний розподіл:

- наявність на березі рослинності та її протяжність
- однорідність складу рослинності
- характер розподілу рослинності: кількість ярусів, їх висота та ширина

Опис структури рослинних угруповань проводять на облікових ділянках або на екологічних профілях, які охоплюють

ую різноманітність біотопів. Кількість, розмір майданчиків та їх форма залежать від структури травостою, його щільності, однорідності тощо. Оптимальним вважається розмір майданчика, що дорівнює площі, на якій виявляють якомога більше видів фітоценозу (1 - 10 м²). У водних об'єктах з незначною кількістю біотопів і достатньо однорідною рослинністю достатньо 1 - 2 профілі чи трансекти. У великих водоймах і водотоках зі складним рельєфом берега і високим різноманіттям біотопів профілі чи трансекти прокладають у найбільш показових частинах.

Екологічні профілі зазвичай прокладають за допомогою вимірного шнура з поплавками, що не розтягується при намоканні. Його прокладають під прямим кутом до лінії берега. Напрямок профіля встановлюють за компасом.

Вивчення рослинних угруповань передбачає вивчення вертикальної та горизонтальної структури. У вертикальному розподілі водних рослинних угруповань розрізняють три основні яруси:

- надводний, з під'ярусами за висотою: високих, середньовисоких та низьких надводних рослин
- плаваючий, із листками, що плавають на поверхні води;
- підводний, з під'ярусами за висотою: високих, середньовисоких та маленьких придонних рослин (трав).

Горизонтальна структура враховує характер розповсюдження (поодинокі, групами, плямами, рівномірно) та

проективне покриття (площа горизонтальних проєкцій рослин на поверхню дна), яке виражають у відсотках від поверхні дослідної ділянки, яку приймають за 100 % (рис.58).

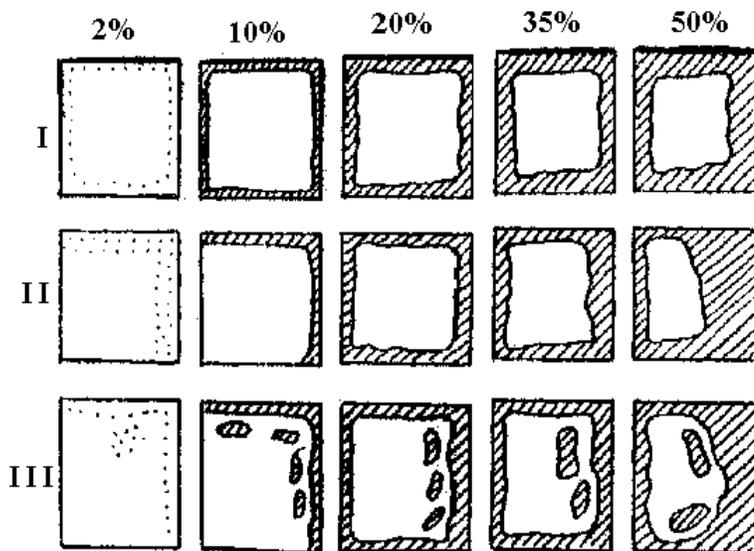


Рис. 58. Схема заростання рослинністю (I, II, III) та площа проєктивного покриття (% від загальної площі водойми): I – рівномірне, II – нерівномірне, III – нерівномірне острівне.

Під час маршрутних досліджень широко застосовують окомірне визначення. Якщо рослинністю вкрито більше половини поверхні водойми, говорять про надмірне заростання;

від 1/3 до 1/2 (36 - 50%) поверхні водойми – дуже велике;

від 1/5 до 1/3 поверхні (21 - 35%) – велике;

від 1/10 до 1/5 поверхні (11 - 20 %) – середнє;

від 1/5 до 1/10 поверхні (3 - 10%) – невелике;

від 1/50 до 1/100 (1 - 2%) – дуже мале.

Знаряддя для відбирання проб макрофітів розділяють на якісні й кількісні. Для якісного відбирання рослинності у водоймах завглибшки до 2 м використовують водяні грабельки трьох- та шести зубові (рис. 59).

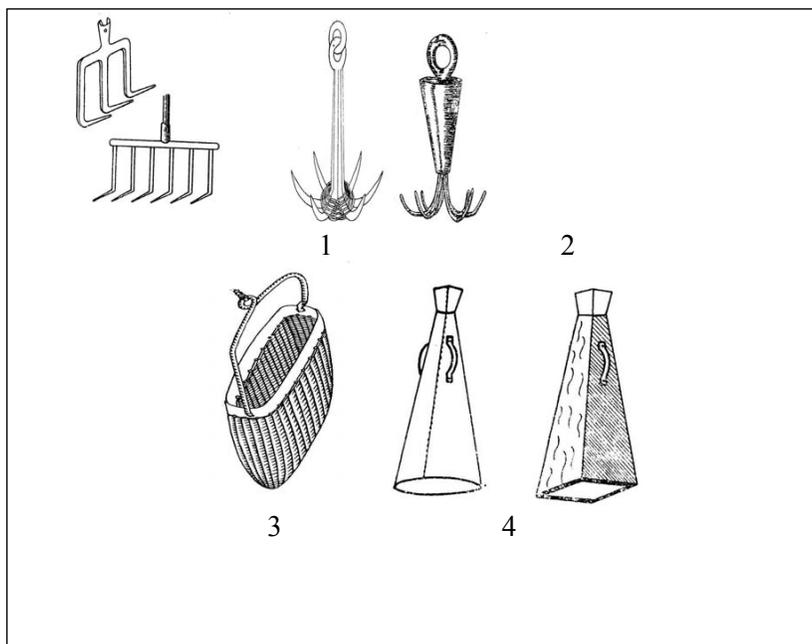


Рис. 59. Знаряддя для якісного відбирання проб макрофітів: 1 – водяні грабельки; 2 – якір-кішка; 3 – драга Раменського; 4 – оглядова труба.

Для добування донної рослинності з глибин понад 2 м застосовують якірці-кішки та двосторонні водяні грабельки завдовжки 30-35 см, прив'язані до довгої мотузки. Якірці-кішки

це невеликого розміру якірці (10-15 см у висоту разом з петлею) з різною кількістю зубців (3-10) і масою близько 0,5-1 кг. Зубці в них можуть бути різної довжини. Довгі зубці мають чергуватися з короткими. Щоб краще утримати рослини на якірці, рекомендують намотувати на зубці дріт або мотузку.

Драга Раменського має раму овальної форми з мішком. Раму виготовляють із залізної смуги шириною 5-7 см. Довжина рами 35 см, ширина в середній частині 20 см. Ручку висотою близько 15 см з петлею для прив'язування мотузку закріплюють на рамі рухомо на її вузьких кінцях. Біля місця прикріплення ручки до рами роблять спеціальні упори, які дають змогу ручці коливатися лише в межах 45 градусів. На нижньому боці рами є отвори для прикріплення мішка із рідкої тканини. До рами (на верхньому боці) можна приварити зубці довжиною 3-3,5 см, трошки відтягнуті назовні. Щоб краще роздивитися зосередження заростей на дні, використовують оглядову трубу (особливо при неспокійній поверхні води), яка удвічі проти неозброєного ока збільшує ефективність спостереження

Наземну фітомасу найзручніше визначати на облікових ділянках чи трансектах завширшки не більш як 0,5 м. Укоси рослинності збирають з площі 0,25, 0,5 і 1,0 м² кількісними знаряддями. Це в основному квадратні чи прямокутні, дерев'яні або металеві, розбірні чи суцільні *рамки*, площею 0,25-1 м² (рис.60). Всі види робіт з рамами можливі до глибини не

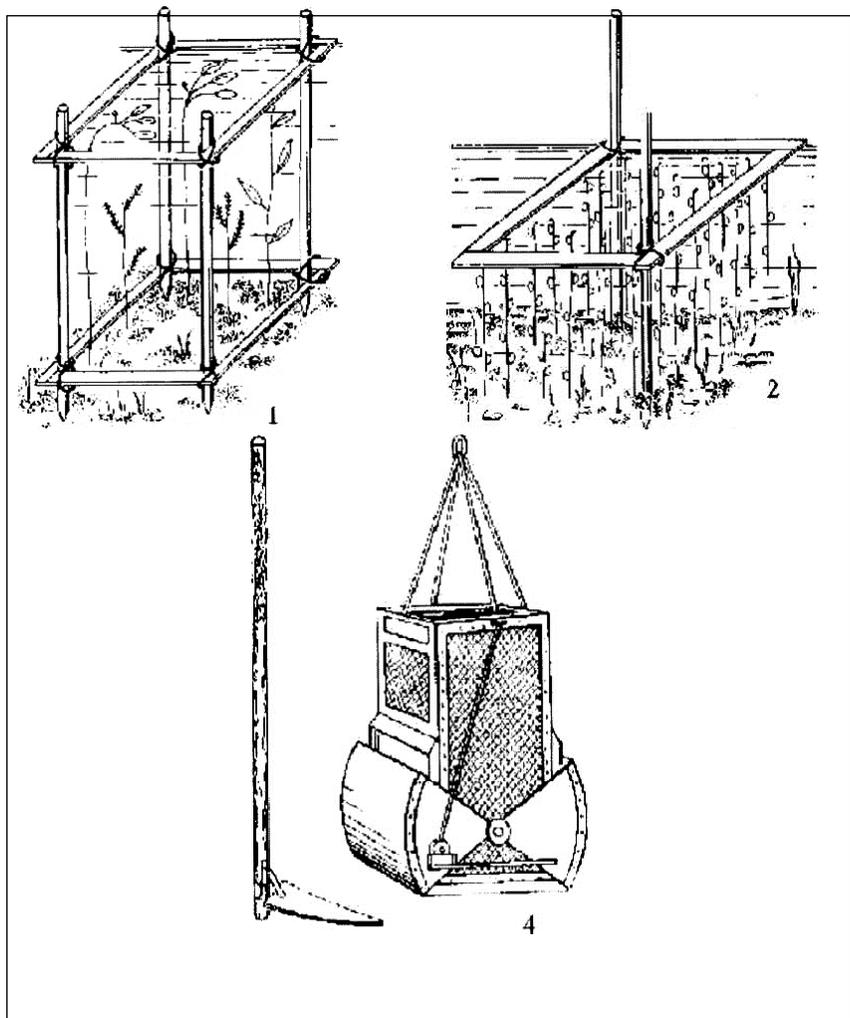


Рис.60. Знряддя кількісного відбирання водяних рослин

1-2 – подвійна та одинарна деревяні рамки; 3 – коса; 4 – прилад Ліпіних.

більше 3 м. Залежно від кількісного обліку (підрахунок чисельності, визначення маси) прийоми встановлення рами в різних типах рослинних угруповань різні. При роботі в заростях дрібних придонних рослин на невеликих глибинах (до 1 м) раму накладають на дно й накладають на рослини. Для роботи на незначних глибинах у заростях різних екологічних груп використовують подвійну раму, за допомогою якої можна одночасно вести облік занурених, плаваючих та повітряно-водних рослин, або накладають раму зверху і в плаваючому стані на поверхні води міцно укріплюють по діагоналі за допомогою спеціальних жердин. Вільноплаваючу рослинність з площі, обмеженою рамою, збирають руками або сачком. Для обліку маси рослин, які високо піднімаються над водою (очерет, рогіз, комиш), використовують розбірну раму. Її частинами оточують рослини. Для укосів рослин використовують різні прилади: а) сачки – для збору вільноплаваючої рослинності; б) грабельки або ручний збір рослин, які ростуть завглибшки до 1 м; в) косу з коротким лезом і прямим кінцем - для збору повітряно-водної рослинності.

Для відбирання проб макрофітів використовують прилад Ліпіних. Він має форму металевої коробки, стінки і верх якої затягнуті крупновічковою металевою сіткою. На нижньому боці коробки прикріплені рухливі ковші, нижні краї яких зазубрені і загострені. Площа захоплення приладу $0,1 \text{ м}^2$, маса – 15 кг.

Заростечерпачем Ліпінних користуються в основному для збору занурених рослин на будь-яких глибинах.

У процесі *обробки укосів* рослини відмивають від бруду, обчищають від обростань, складають у поліетиленові мішки, прикріплюють етикетку з відповідною інформацією і транспортують у лабораторію. У лабораторії укуси розбирають протягом 24 годин з часу відбирання. У лабораторії відібрані укуси рослин опрацьовують у такій послідовності:

1 – очищення – укуси виймають із пакетів, ретельно очищають від, обсушують фільтрувальним чи газетним папером;

2 – розбирання – розкладають за видами або групами: повітряно-водні, плаваючі, занурені, підраховують їх чисельність та вимірюють;

3 – визначення систематичного складу рослин (за визначниками);

4 – визначення сирої маси – зважують на звичайних терезах у сирому вигляді з точністю до 5 г за групами або увесь укіс (залежно від мети досліджень). Високі повітряноводні рослини перед зважуванням зв'язують, а занурені та плаваючі зважують в мішках для просушування (мішок попередньо зважують). Результати зважування дописують в етикетку (маса сирої речовини);

5 – висушування рослин – для цього їх розкладають у приміщенні на сітках, папері чи підвішують на мотузках або на вулиці під навісом в марлевих мішках, завчасно переламавши

довгі стебла, а м'ясисті й товсті розрізають уздовж. У процесі висушування мішки часто перевертають, а рослини в них ворущать. Зважування здійснюють після повного висихання, що визначається візуально (листки при згинанні ламаються) або шляхом кількарязового зважування до постійної ваги. У лабораторії пробу подрібнених рослин зважують з точністю до 0,1 г і досушують у сушильній шафі за 65⁰ С до постійної ваги. За різницею ваги визначають відсоток вільної вологи у рослинах.

6 – зважування рослин в абсолютно сухому вигляді - визначають після висушування середньої проби в сушильній шафі з температурою 105⁰С. Абсолютно суха маса середньої проби перераховується на вагу усього укусу для визначення абсолютно сухої маси.

Фітомаса виражається у сирій, повітряно-сухій та абсолютно сухій масах на одиницю площі в $г/м^2$, $кг/м^2$, $ц/га$, $т/км^2$; чисельність в $екз/м^2$.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб макрофітів
2. Які методи використовують для відбирання проб макрофітів
3. Які характеристики входять до візуальної оцінки заростей макрофітів
4. Назвіть методи опрацювання макрофітів
5. Назвіть послідовність опрацювання проб макрофітів

Тема. 15. ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ. РЕЖИМ, ДИНАМІКА ТА ЕТАПИ ВІДБИРАННЯ ПРОБ

15.1. Показники якості води

Система оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України охоплює три блоки показників: сольового складу, трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників та специфічних показників токсичної та радіаційної дії. Оскільки не існує єдиного показника, який визначав би весь комплекс характеристик води, оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Інша форма класифікації показників якості води – їх розподіл на загальні та специфічні. До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водоймищ. Присутність у воді *специфічних показників* обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

Серед основних *фізичних показників* якості води виділяють такі: температуру, запах, прозорість, кольоровість, вміст завислих речовин.

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість

кишкових паличок у літрі води; колі-титр – кількість води в мл, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за мікробіологічним, рослинним та тваринним населенням водоймищ. Зміна видового складу біологічних угруповань водних екосистем може відбуватися за незначного забруднення водних об'єктів, яке не виявляється жодними іншими методами. З цією метою вивчають структурні характеристики біологічних угруповань та функціональну активність фітопланктону, вищих водяних рослин, бактеріопланктону, зоопланктону, зообентосу, перифітону, риб. Найбільш інформативними є визначення таких структурних характеристик:

видового різноманіття,

кількісних показників – чисельності та біомаси,

просторово-часової динаміки,

інформаційного різноманіття (за індексом Шеннона)

видів-індикаторів сапробності

Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: уміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; уміст азоту і фосфору та мінеральний склад.

До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди та важкі метали.

Правильність оцінки стану водних екосистем забезпечує виконання таких умов: відбирання проб води згідно методики, належної кількості та репрезентативності (відповідність до поставленого завдання як за якістю та об'ємом, так і за вибраними точками та часом відбирання, а також технікою відбирання, попереднього опрацювання, умов зберігання та транспортування).

Репрезентативною (від англ., *representative* - представницький, показовий) вважається така проба, що максимально характеризує якість води за даним показником, є типовою й не змінюється внаслідок концентраційних й інших факторів. Різні види водойм спричиняють деякі особливості відбору проб у кожному випадку.

15.2 Режим відбирання гідробіологічних проб

Режим відбирання гідробіологічних проб зумовлюється водним режимом водоймища.

Повінь – фаза водного режиму річки, яка характеризується найбільшою водністю, значним відносно тривалим підвищенням рівня води і спостерігається щороку в один і той же сезон.

Межень – фаза водного режиму річок, яка відзначається малою водністю, тривалим збереженням низького рівня води й виникає внаслідок зменшення живлення водотоку.

На більшості водотоків відбір проб проводять 7 разів на рік: під час повені – на підйомі, максимумі, спаді; під час літньої межені – при найменшій витраті води та після дощового паводка; восени перед льодоставом; під час зимової межені. Гідрохімічну та гідробіологічну інформацію про озера та водосховища збирають посезонно, тобто 4 рази на рік. Гідробіологічну інформацію про стави збирають щодакно, або 2 рази на місяць протягом вегетаційного періоду.

Проби поділяються також на прості та змішані.

Прості проби характеризують якість води в певному пункті відбору, відбираються у визначений час у необхідному об'ємі. У змішаних пробах об'єднують кілька простих проб із метою оцінки якості води за певний період часу або певної ділянки досліджуваного об'єкта.

Залежно від мети дослідження вдаються до разового або регулярного відбору проб. Разовий відбір проб застосовують, якщо вимірювані параметри неістотно змінюються в просторі (глибина, акваторія водоймища) і в часі; закономірності зміни визначуваних параметрів попередньо відомі; необхідні лише найзагальніші уявлення про якість води у водоймищі. Регулярний відбір означає, що кожную пробу відбирають у часовій і просторовій взаємозалежності з іншими.

Проби з річок і водних потоків відбирають для визначення якості води в басейні річки, придатності води для харчового використання, зрошення, для водопою худоби, риборозведення, купання й водного спорту, встановлення джерел забруднення. Для визначення впливу місця скидання стічних вод і вод приток проби відбирають вище за течією й місці, де відбулося повне змішання вод. Варто мати на увазі, що забруднення можуть бути нерівномірно поширені по потоку ріки, тому звичайно проби відбирають у місцях максимально бурхливого потоку, де потоки добре перемішуються. Пробовідбірники поміщають униз за течією потоку, розташовуючи на потрібній глибині.

Проби із природних і штучних озер (ставків). Якість води у водоймах (як озерах, так і річках) носить циклічний характер, причому спостерігається добова й сезонна циклічність. Із цієї причини щоденні проби варто відбирати в один й той же час доби, а тривалість сезонних досліджень повинні бути не менше 1 року, включаючи дослідження серій проб, відібраних протягом кожної пори року.

15.3. Часова динаміка відбирання гідробіологічних проб

Для визначення зон впливу стічних вод на якість води та стан екосистеми важливим є вибір часового «кроку» спостережень. При цьому необхідно враховувати сезонну динаміку стану гідробіологічних угруповань, властиву даній

водоймі. Це виражається у наявності різних комплексів організмів в ті чи інші сезони року, у кількісному співвідношенні видів, у віковій структурі популяцій. Терміни спостережень за станом біоценозів повинні вибиратись з урахуванням тривалості розмноження популяцій. Оскільки планктонні угруповання представлені видами, які швидше розмножуються від бентосних, спостереження над планктоном в часі повинні проводитися частіше.

Зменшення біомаси на надто забруднених ґрунтах відбувається в основному за рахунок зникнення або суттєвого зменшення біомаси молюсків і олігохет (в зоні глибин 5-20 м), а в зоні глибин 20-100 м – олігохет. Найменші зміни відбуваються у видовому складі та біомасі гамарид. Вміст гамарид у відсотках є показником забрудненості тих чи інших ділянок водойми і може бути використаним з метою експрес-визначення впливу стічних вод. Подібна перебудова угруповань на забруднених ґрунтах відбувається і в мезозообентосі. Чисельність домінуючих в мезозообентосі гарпактицид, нематод і циклопів знижується досить суттєво. Майже зникають коловертки, різко зменшується чисельність остракод, стає менше рабдоцилід і тихоходок. Зниження біомаси мезозообентосу на забруднених ґрунтах супроводжується зменшенням різноманіття в десятки разів .

Масова поява епіфітів, серед яких домінують сувайки, – ознака, яка може бути використана як експрес-метод забруднення водойм.

У безпосередній близькості від місця надходження стічних вод бактерій відносно мало. Але при віддаленні на деяку відстань чисельність бактерій зростає до максимальної, а далі знижується до величин, характерних для природних вод. Цей факт може свідчити про те, що інтенсивність процесів самоочищення в товщі вод може бути найвищою на межі плями стійкого забруднення.

15.4. Етапи відбирання гідробіологічних проб

Вивчення будь-якого угруповання гідробіонтів у водних об'єктах має свою послідовність і складається з декількох етапів:

- визначення мережі станцій для досліджень;
- вибір характерних біотопів у водоймі;
- вибір адекватних методів та приладів відбирання проб;
- відбирання проб в польових умовах з описом необхідної супутньої інформації;
- консервування проб;
- первинне опрацювання проб;
- камеральне опрацювання проб;
- проведення розрахунків якісних і кількісних показників;
- занесення результатів до бази даних;
- робота з базою даних;
- проведення аналізу.

Під час першого відбирання проб на будь-якій станції необхідно:

- охарактеризувати водойму (назва, місцезнаходження, схему, розміри, площу, глибину, швидкість течії, тип донного ґрунту, прозорість води, температура води біля поверхні та в придонному шарі, характеристика берегової лінії, ступінь антропогенного впливу на прибережну зону);
- чітко позначити координати станції для орієнтування у системі GPS;
- детально описати умови станції для встановлення змін під час наступних експедиційних виїздів.

При проведенні біологічного контролю за станом гідроекосистеми на водоймі, в якій антропогенне забруднення має місце тільки на частині акваторії, робота може здійснюватись такими шляхами:

- у стоячій водоймі збір гідробіологічних матеріалів слід проводити на станціях спостережень, розташованих на таких ділянках акваторії, де вплив антропогенного фактору наявний і відсутній;
- у річках станції спостережень необхідно розміщувати безпосередньо у місці дії антропогенного фактору, а також вище та нижче цього місця.

Якщо робота проводиться на водоймі, що цілком перебуває в умовах антропогенного навантаження, можливі три варіанти:

- для порівняння взяти гідробіологічні матеріали, зібрані перед і після початку антропогенної дії;

- при відсутності таких матеріалів можлива так звана експертна оцінка, яка може бути здійснена тільки досвідченим спеціалістом і полягає в порівнянні досліджуваної водойми з водоймами такого ж лімнологічного типу, але які, на відміну від неї, не зазнають антропогенного пресу і перебувають у природному екологічному стані;
- проведення багаторічного моніторингу для відстеження динаміки змін, їх наростання, стабілізації або спаду.

15.5. Вимоги до устаткування, ємкостей та їх підготовка до відбирання проб

Критеріями для вибору ємкостей, що використовується для відбирання і зберігання проб, є:

- оберігання складу пробу від втрат або від забруднення іншими речовинами;
- стійкість до екстремальних температур і руйнування;
- здатність легко і щільно закриватися, необхідні розміри, форма, маса, придатність до повторного використання;
- світлопроникність;
- хімічна (біологічна) інертність матеріалу, що використовується для виготовлення ємкості та її корка;

- можливість проведення очищення, обробки стінок, усунення поверхневого забруднення важкими металами та радіонуклідами.

Допускається вживання одноразових ємкостей для відбору проб.

Для відбирання твердих і напіврідких проб використовують кухлі або пляшки з широким горлом. Ємкості для проб на показники паразитологічних досліджень мають бути з корками, що щільно закриваються. Не допускається відбір проб у відкриті відра.

Ємності з кришками, що закручуються, вузьким і широким горлом мають бути забезпечені інертними пластмасовими (наприклад, з політетрафторетилену) або скляними корками. Не допускається застосовувати гумові прокладки і мастила, якщо ємкість призначена для відбору проб з метою визначення органічних і мікробіологічних показників.

Для зберігання проб, що містять світлочутливі інгредієнти (включаючи морські водорості), застосовують ємкості зі світлонепроникного або неактинічного скла з подальшим розміщенням їх в світлонепроникну тару на весь період зберігання проби.

Ємкості для проб, призначених для визначення мікробіологічних показників, повинні:

- витримувати високі температури при стерилізації (у тому числі пробки і захисні ковпачки);
- оберігати від внесення забруднень;

- виготовлятися з матеріалів, що не впливають на життєдіяльність мікроорганізмів;
- мати корки (силіконові або з інших матеріалів), що щільно закриваються, і захисні ковпачки (з алюмінієвої фольги, щільного паперу);

Пробовідбірники повинні:

- мінімізувати час контакту між пробою і пробовідбірником;
- виготовлятися з матеріалів, що не забруднюють пробу;
- мати гладенькі поверхні.

Проби відбирають вручну спеціальними приладами або із застосуванням автоматичного устаткування. При розробці та виборі автоматичного устаткування для відбирання проб враховують наступні основні чинники з врахуванням програми відбирання проб:

- міцність концентрації;
- стійкість до корозії та біопшкоджень у воді;
- простота експлуатації та управління;
- можливість мимовільного очищення від засмічення твердими частками;
- можливість вимірювання відібраного об'єму проби;
- забезпечення кореляції аналогічних даних з пробами, відібраними вручну.

Міжнародним стандартом ISO 5667-1 особлива увага акцентується на підготовці посуду для відбирання проб води різного хімічного складу з різних джерел водозабезпечення. Так

для визначення фізичних і хімічних характеристик води застосовують посуд з інертних матеріалів: поліетилену і боросилікатного скла. Проте цей посуд для загального користування є надто дорогим, тому міжнародним стандартом рекомендовано застосування пляшок з корками, які закручуються і декілька видів пляшок з притертими корками, з вузьким і широким горлом. Однак при транспортуванні такого посуду для проведення лабораторного аналізу необхідно слідкувати за герметичністю корків для уникнення забруднення та проливання проб.

Стандартом наголошується на те, що ємкість, в якій зберігається проба і її корок не повинні бути причиною забруднення, а також абсорбувати або адсорбувати елемент, що визначається (наприклад, вуглеводні можуть адсорбуватися в поліетиленовому посуді, сліди металів можуть адсорбуватися на поверхні скляного посуду); вступати в реакцію з певними елементами, які знаходяться в пробі (наприклад, фтористі сполуки можуть вступати в реакцію зі склом).

Автори стандарту звертають увагу на те, що застосування непрозорого або затемненого скляного посуду може значно зменшити вплив світла на пробу. Нові скляні ємкості необхідно мити водою і миючими засобами з метою видалення пилу й пакувального матеріалу. Пісця цього посуд можна промивати розчинами біхромату калію і сірчаної кислоти (хромова суміш) та ополіскувати дистильованою водою. Стандарт застерігає, що не

можна використовувати миючі засоби, якщо необхідно визначити фосфати та хромову суміш при визначенні сульфату або хрому.

Важливим нагадуванням є й те, що зазвичай поліетиленовий посуд очищують соляною кислотою (концентрації 1 моль/л), потім дають йому просохнути протягом 1-2-х днів і лише після цього необхідно досить добре промити дистиллятом або деіонізованою водою. Для визначення слідів органічних речовин скляні пляшки очищують лише неорганічними речовинами.

Для проведення деяких біохімічних аналізів пляшки додатково промивають розбавленим розчином азотної кислоти, потім – дистильованою водою, для видалення важких металів або залишків хромату.

Для мікробіологічного аналізу посуд повинен бути ретельно вимитим, висушеним і стерильним. Флакони тимчасово затикають ватними корками з паперовими ковпачками, а до їх шийки прив'язують підібрані каучукові або коркові корки, загорнені у папір. Чашки Петрі та піпетки вкладають у спеціальні металеві пенали або загортають у папір. Кінчики для дозаторів загортають у папір або алюмінієву фольгу. Підготовлений посуд стерилізують в автоклаві при $126 \pm 2^\circ\text{C}$ ($1,5 \text{ кгс/см}^2$) 30 хвилин (рис. 60).

При проведенні наукових досліджень на правильне відбирання проб та підготовку відповідного обладнання, матеріалів і посуду для цього процесу звертається особлива увага. Цих вимог необхідно беззаперечно дотримуватись, посилаючись на існуючий державний та міжнародний стандарти ДСТУ ISO 5667-

1-2003 (ISO 5667-1: 1980, IDT).



Рис. 60. Автоклави електричні: вертикальний, горизонтальний настільний, автоматичний

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть показники якості води.
2. Назвіть найбільш інформативні структурні характеристики угруповань.
3. Назвіть найбільш поширені специфічні показники якості води.
4. Які умови гарантують правильність оцінки стану водних екосистем?
5. Які проби можна вважати репрезентативними?
6. Якими факторами зумовлений режим відбирання проб?
7. Яка часова динаміка відбирання проб?
8. Назвіть етапи відбирання проб гідробіологічних угруповань.
9. Назвіть вимоги до устаткування і ємкостей та їх підготовку до відбирання проб .
10. Які міжнародні стандарти регламентують підготовку посуду для відбирання проб .

Використана література

1. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 24.12.2001 №485.

2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 239 с.

16. ВОДОРОСТІ. СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА АТЛАС ПОШИРЕНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ ПРІСНИХ ВОДОЙМ

Пояснення до рис. 61.

Відділ зелені водорості - *Chlorophyta*

Клас зелені водорості - *Chlorophyceae*

Порядок хлорококові - *Chlorococcales*

Родина *Chlorococceae*

Рід *Chorococcum* Fries

1. *Chorococcum infusionum* (Schrank) Menegh.

a – клітини різного віку, в одній зооспори;

б – велика клітина.

Родина *Hydrodictyaceae*

Рід *Pediastrum* Meyen

2. *Pediastrum* – розмноження

3. *Pediastrum duplex* Meyen

4. *Pediastrum boryanum* Menegh

5. *Pediastrum tetras* Ralfs

6. *Pediastrum clathratum* Lemm

Родина *Oocystaceae*

Рід *Chlorella* Beyer

7. *Chlorella vulgaris* Beyer

a – вегетативна клітина

б, в – утворення і вихід автоспор

Рід *Tetracoccus* West

8. *Tetracoccus botryoides* West

Рід *Oocystis* Naeg.

9. *Oocystis natans* Wille

a – клітинна колонія *б* – клітина з хроматофором

10 *a. Oocystis rupestris* Kirchn *б. Oocystis solitaria* Witttr.

Рід *Tetraëdon* Kütz

11. *Tetraëdon trigonum* Hansg

Рід *Golenkinia* Chodat

12. *Golenkinia radiata* Chodat

Рід *Acanthosphaera* Lemm

13. *Acanthosphaera Zachariasii* Lemm

Рід *Franceia* Lemm.

14. *Franceia ovalis* Lemm.

Рід *Lagerheimia* Chodat

15. *Lagerheimia genevensis* Chodat

Рід *Chodalella* Lemm

16. *Chodalella amphitricha* Lemm

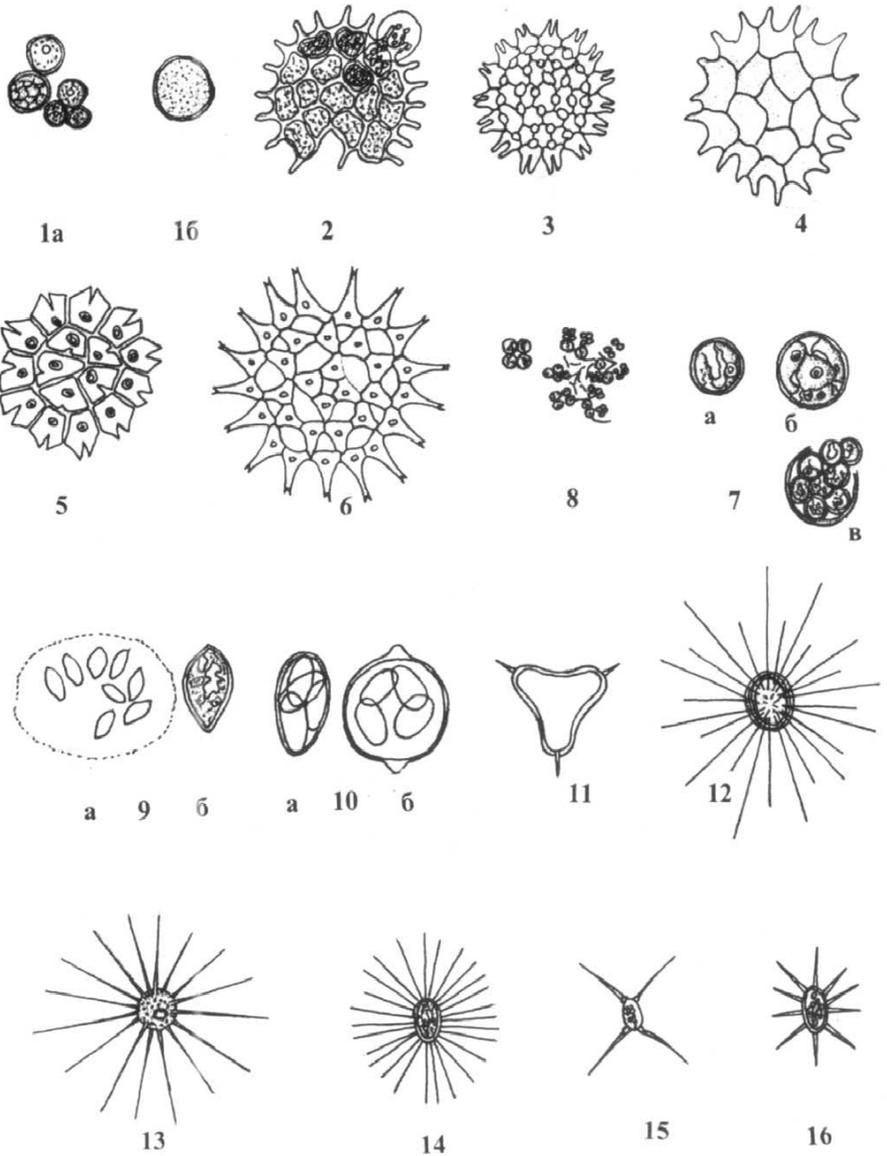


Рис. 61. Відділ зелені водорості – Chlorophyta

Пояснення до рис. 62.

Порядок хлорококові - *Chlorococcales*

Родина *Oocystaceae*

Рід *Chodatella* Lemm

1. *Chodatella longiseta* Lemm

Родина *Coelastraceae*

Рід *Scenedesmus* Meyen

2. *Scenedesmus bijugatus* Kütz
3. *Scenedesmus quadricauda* Breb. f. *Typicus* West
4. *Scenedesmus quadricauda* Breb. f. *Solosus* Kirchn
5. *Scenedesmus quadricauda* f. *abundans* Kirchn

Рід *Crucigenia* Morren

6. *Crucigenia rectangularis* Gay
7. *Crucigenia tetrapedia* W.et G.S.West

Рід *Tetrastrum* Chodat

8. *Tetrastrum multisetum* Chodat

Рід *Actinastrum* Lagerh.

9. *Actinastrum Hantzschii* f. *Fluvivatile* Schröd.
10. *Actinastrum raphidioides* Brunnth

Рід *Ankistrodesmus* Corda

11. *Ankistrodesmus falcatus* Ralfs

Рід *Dictyosphaerium* Naeg

12. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Naeg

Рід *Coelastrum* Naeg

13. *Coelastrum sphaericum* Naeg
14. *Coelastrum proboscideum* Bohl

Родина *Hydrodictyaceae*

Рід *Hydrodictyon* Roth

17. *Hydrodictyon reticulatum* Lagerh

Порядок вольвоксові - *Volvocales*

Родина *Volvocaceae*

Рід *Volvox* Ehrenb

15. *Volvox globator*

Рід *Eudorina* Ehrenb

16. *Eudorina elegans* Ehrenb

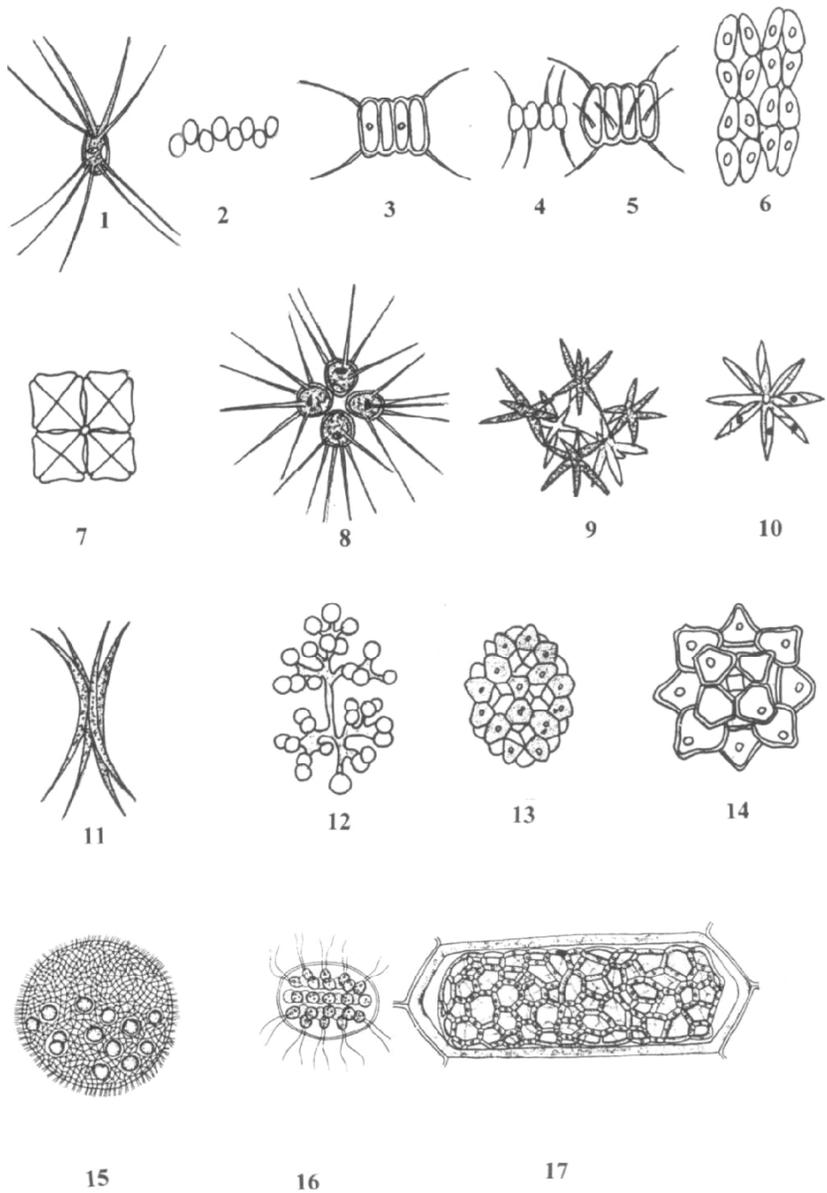


Рис. 62. Відділ зелені водорості – Chlorophyta

Пояснення до рис. 63.

Клас кон'югати – *Conjugatophyceae*

Порядок Десмідієві - *Desmidiales*

Родина *Desmidiaceae*,

Підродина *Cosmarieae*

Рід *Cosmarium* Corda

1. *Cosmarium botrytis* Menegh.

2. *Cosmarium ochthodes* Nordst.

a – спереду, *б* – збоку, *в* – зверху

9. *C. ochtodes*: скидання первинної оболонки

8. *Cosmarium*: клітина, оточена слизом з паличкової структурою у внутрішніх шарах

Рід *Arthrodesmus* Ehrenb.

3. *a* – *Arthrodesmus octocornis* (Breb)

б - *Arthrodesmus convergens* Ehrenb

Рід *Staurastrum* Meyen

4. *Staurastrum apiculatum* Breb:

клітина зверху (*a*), спереду (*б*)

5. *Staurastrum gracile* Ralfs:

клітина зверху (*a*), спереду (*б*)

6. *Staurastrum paradoxum* Meyen:

клітина зверху (*a*), спереду (*б*)

7. *Staurastrum tetracerum* Ralfs: клітини в різних положеннях

Рід *Closterium* Nitzsch.

10. *Closterium Kützingii* Breb

11. *Closterium parvulum* Näg

12. *Closterium archerianum* Cleve

Рід *Desmidium* Ag

13. *Desmidium Schwartzii* Ag

Порядок зигнемові - *Zignematales*

Родина зигнемові - *Zignemataceae*

Рід *Spirogira* Link

14. *Spirogira fluviatilis* Hilse

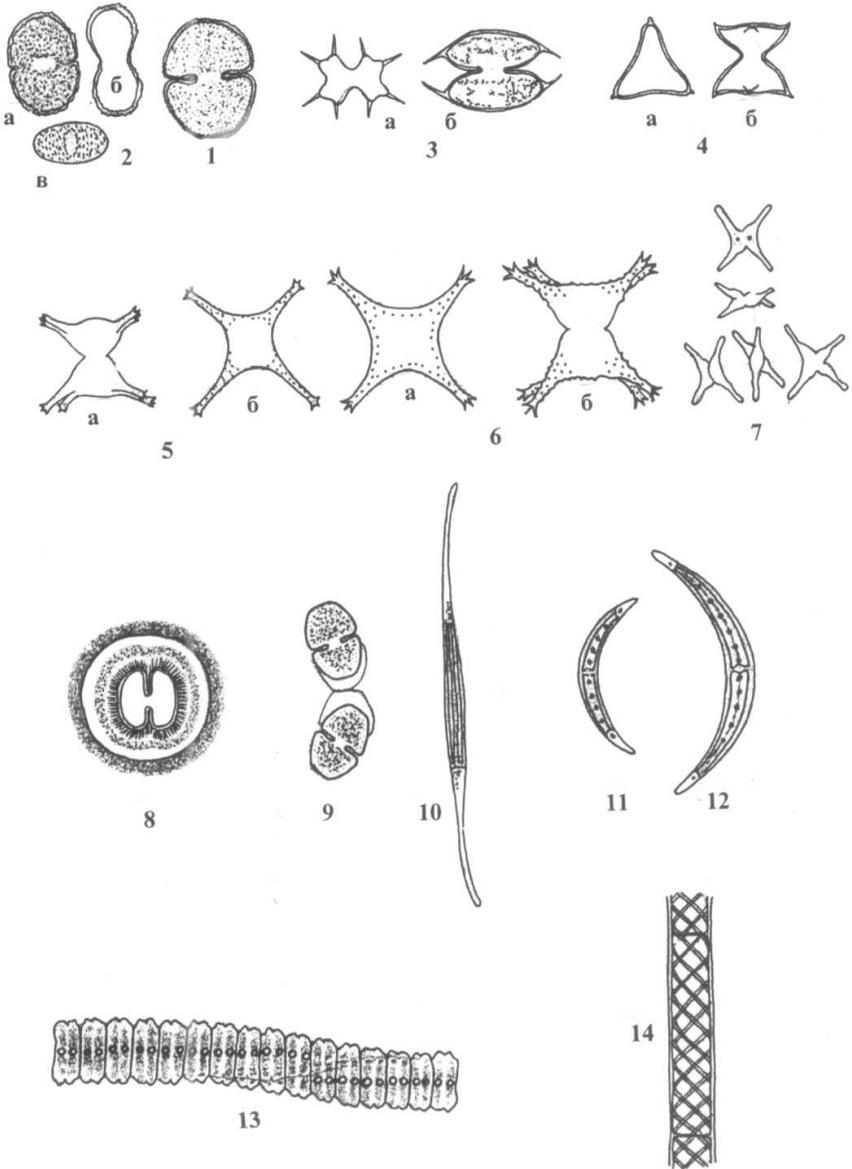


Рис. 63. Відділ зелені водорості – Chlorophyta

Пояснення до рис. 64.

Відділ евгленові водорості - Euglenophyta

Клас евгленові - Euglenophyceae

Порядок Euglenales

Під *Euglena* Ehrenb

Euglena sanguinea Ehrenb

Euglena deses Ehrenb

Euglena acus Ehrenb

Euglena spirogyra Ehrenb

Euglena viridis Ehrenb

Euglena oxyuris Schmarda

Під *Lepocinclis* Pärty

12. *Lepocinclis acicularis* Francé

11. *Lepocinclis ovum* Lemm.

Під *Phacus* Dujardin

7. *Phacus longicauda* Duj.

10. *Phacus caudata* Hübn.

Під *Trachelomonas* Ehrenb

5. *Trachelomonas hispida* Stein.

6. *Trachelomonas volvocina* Ehrenb

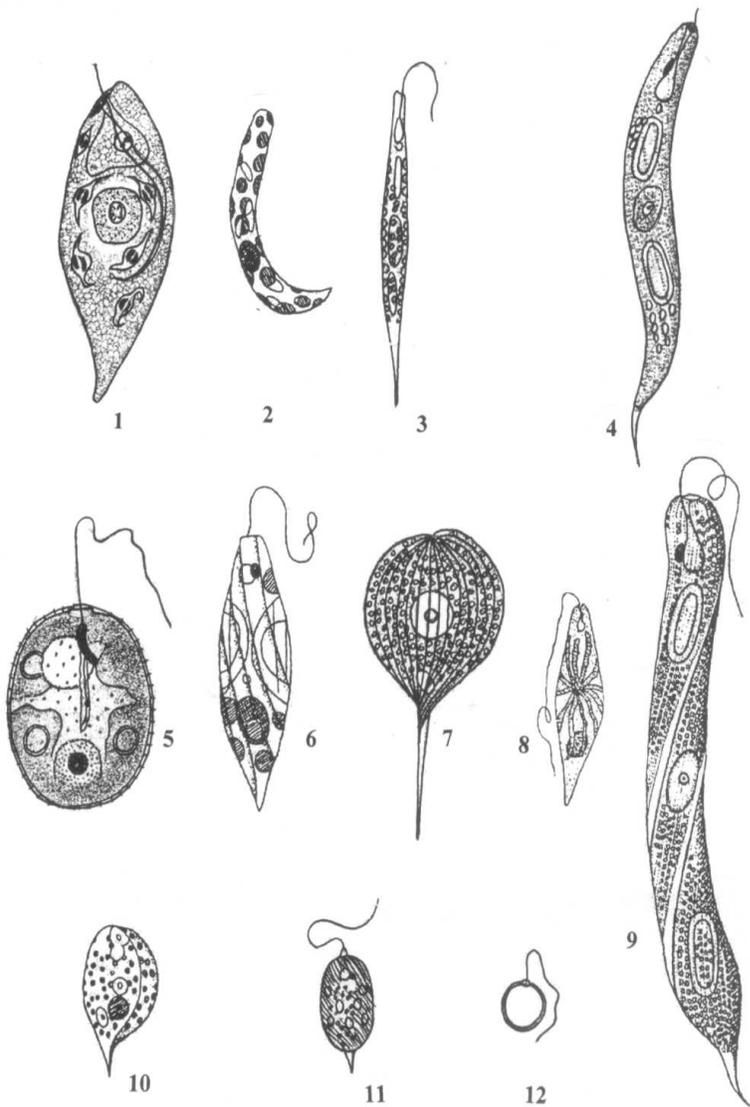


Рис. 64. Відділ евгленові водорості – Euglenophyta

Відділ динофітові водорості - Dinophyta

Клас - Dinophyceae

Порядок передінієві – Peridinales

Рід *Ceratium* Schranc

1. *Ceratium hirundinella*:

1а – тип *Furcoides*,

1б - тип *Gracile*,

1в - тип *Brachyceroides*,

1г - тип *Austriacum*,

1д – тип *Robustum*,

1е – тип *Piburgense*,

1ж – тип *Silesiacum*.

Рід *Peridinium* Ehrenb

2. *Peridinium bipes* f. *tabulatum*:

2а - з черевного боку

2б - з спинного бок

3. *Peridinium cinctum*:

3а - з черевного боку

3б - з спинного боку

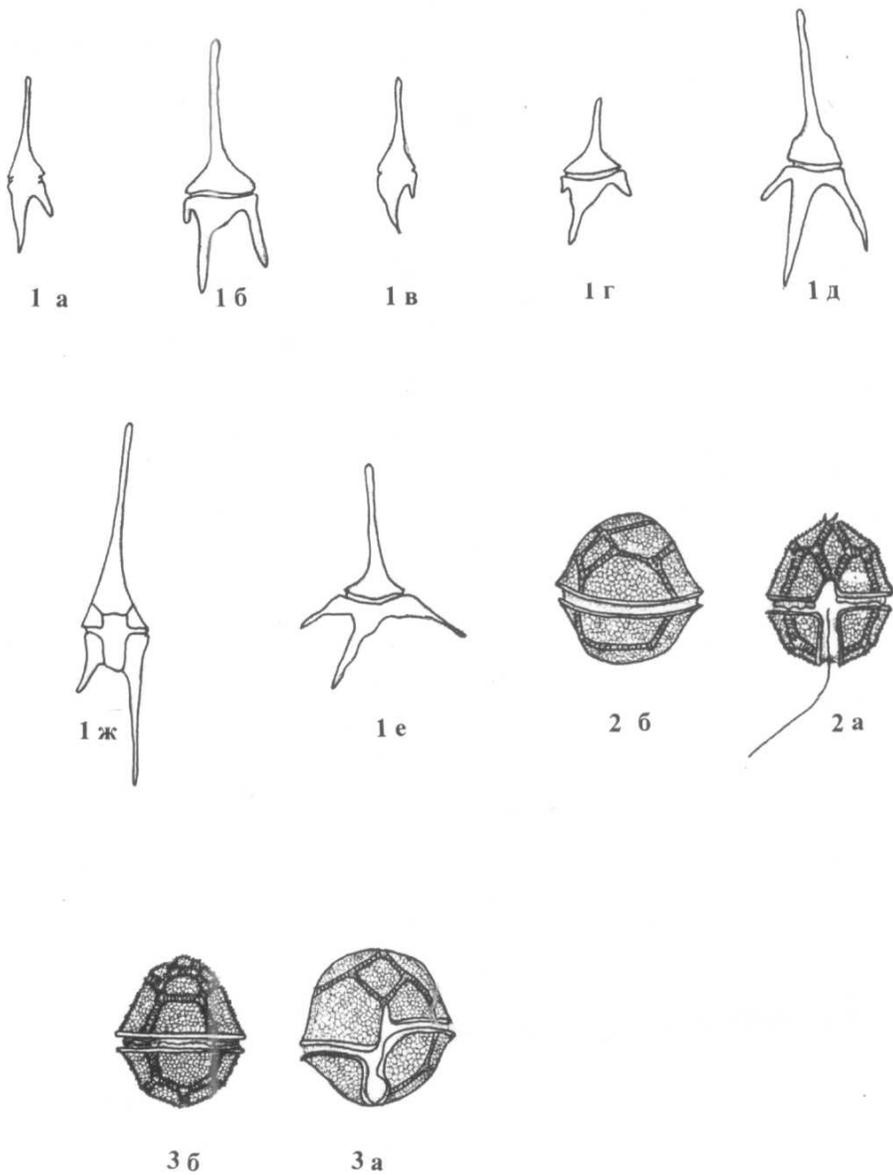


Рис. 65. Відділ динофітові водорості – Dinophyta

Пояснення до рис.66.

Відділ діатомові водорості - Bacillariophyta

Клас центричні діатомові - Centrophyceae

Порядок косцинодискові - Coscinodiscales

Родина Discaceae

Під *Melosira* Ag

1. *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs

2. *Melosira slandica* O. Müll.

Під *Meridion* Ag.

3. *Meridion circulare* (Grev.) Ag

Під *Diatoma* D.C

4. *Diatoma hiemale* var. *Mesodon* (Ehr.) Grun.:

4a – стулка, 4б – вигляд з пояски.

5. *Diatoma vulgare* Bory: стулка

Під *Fragilaria* Lyngb

6. *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun.: вигляд з пояски

7. *Fragilaria crotonensis* Kitt

8. *Fragilaria capucina* Desm

9. *Fragilaria virescens* Ralfs: колонія

Під *Synedra* Ehr

10. *Synedra ulna* (Nitzsch) Thr

11. *Synedra acus* Kütz

Клас пенатні - Pennatophyceae

Порядок Araphales

Родина Fragilariaceae

Під *Asterionella* Hass

12. *Asterionella formosa* Hass.: колонія

Порядок Monoraphales

Родина Achnanthaceae

Під *Rhoicosphenia* Grun.

13. *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun.

Порядок Diraphales

Родина Naviculaceae

Під *Navicula* Bory

14. *Navicula cryptocephala* Kütz.

15. *Navicula lanceolata* (Ag.) Kütz.

16. *Navicula amphibola* CL.

Під порядок Aulonographales

Родина Nitzschiaceae

Під *Nitzschia* Hass.

17. *Nitzschia acicularis* W. Sm.

18. *Nitzschia amphibia* Grun.

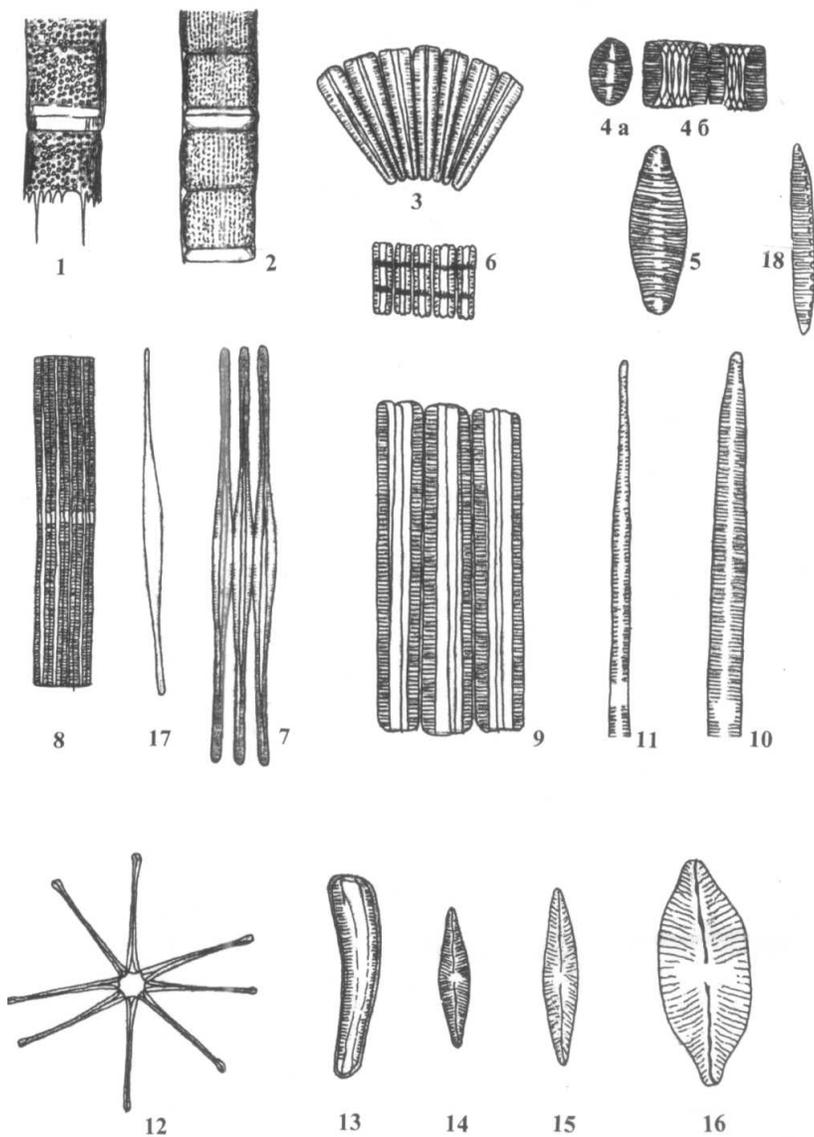


Рис. 66. Відділ діатомові водорості – Bacillariophyta

Пояснення до рис.67.

Відділ синьозелені водорості - Cyanophyta

Клас хроококові - Chroococophyceae

Порядок хроококові- Chroococcales

Родина Chroococcaceae

Рід *Microcystis* Kütz

1. *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Elenk

Рід *Merismopedia* (Meyen) Elenk

2. *Merismopedia glauca* Näg

Рід *Gloeocapsa* Hollerb

3. *Gloeocapsa magma* f. *typica* Hollerb

Рід *Nostoc* Vauch

4. *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Elenk.: доросла колонія при малому збільшенні

Рід *Wollea* Born. et Flah

5. *Wollea saccata* Born. et Flah

5а – колонія у натуральну величину; 5 б – трахоми.

Рід *Aphanizomenon* Moor

6. *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs:

а – колонія, б – частини нитки зі спорами та гетероцистою

Рід *Anabaenopsis* V.Miller

7. *Anabaenopsis Elenkinii* V.Miller:

7а – нитка, що розпадається на дві, одна зі спорою; 7 б – молода нитка, на старому кінці її сформована гетероциста, на молодому - у стадії формування

Рід *Anabaena* Bory

8. *Anabaena spiroides* f. *woronichiniana*

9. *Anabaena Scheremetievi* f. *recta*:

9 а – кулевидні спори, 9 б – овальні спори.

Родина Oscillatoriaceae

Рід *Oscillatoria* Vauch

10. *Oscillatoria princeps* Vauch.

11. *Oscillatoria tenuis* Ag

12. *Oscillatoria irrigua* Gom

Рід *Spirulina* Turp

13. *Spirulina flavorines* Wislouch

14. *Spirulina major* Kütz

Рід *Lyngbya* Ag

15. *Lyngbya spiruliides* Gom

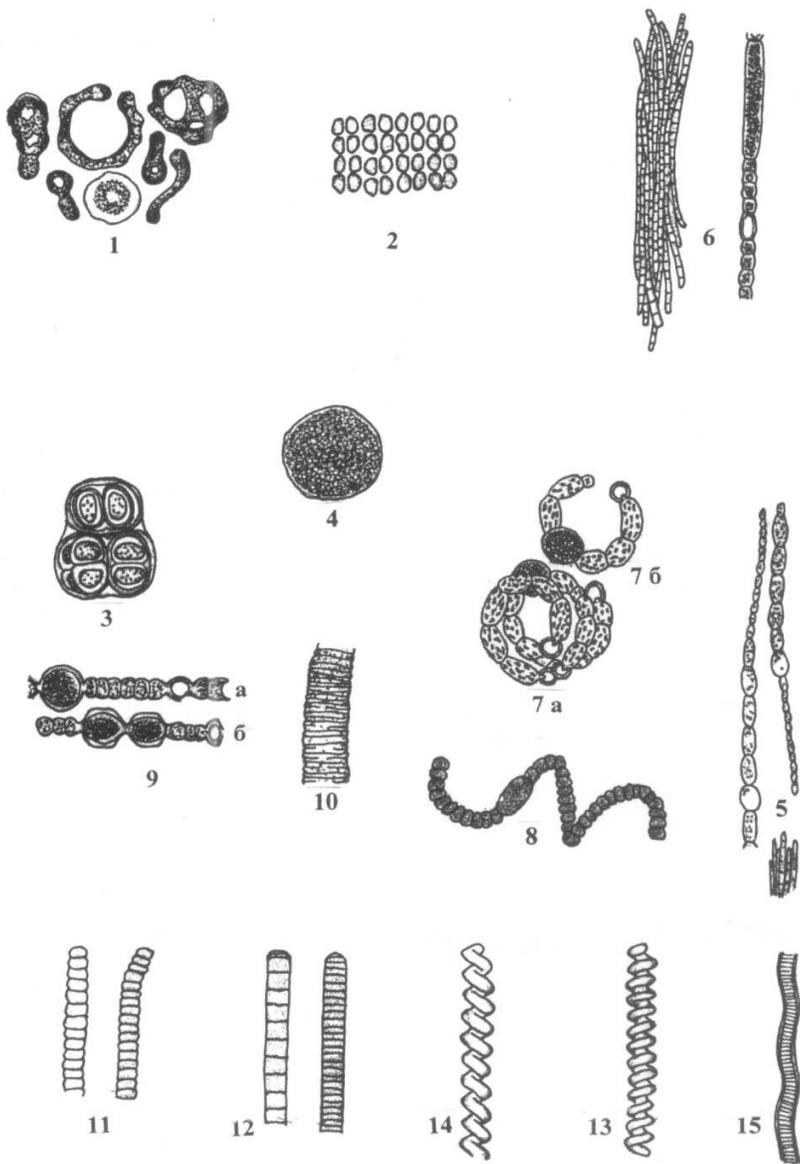


Рис. 67. Відділ синьозелені водорості – Cyanophyta

Пояснення до рис. 68.

Відділ золотисті водорості - Chrysophyta
Клас гетерохризофіцієві - Heterochrysophyceae

Порядок Euchrysomonadales

Підпорядок Chromulenales (один джгут)

Рід *Microglena* Ehrenb

1. *Microglena punctifera* Ehrenb

Рід *Mallomonas* Perty

2. *Mallomonas producta* Iwanoff:

2 а, б – цілі особини, в – зруна лусок.

3. *Mallomonas elegans* Lemm.

4. *Mallomonas acaroides* Perty

5. *Mallomonas longiseta* Lemm

Рід *Dinobryon* Ehrenb

6. *Dinobryon utriculus* Stein

7. *Dinobryon spirale* Iwanoff

8. *Dinobryon setruaria* Ehrenb

9. *Dinobryon sociale* Ehrenb

Відділ криптофітові водорості – Cryptophyta

Порядок криптомонадові – Cryptomonadales

Рід *Cryptomonas* Ehrenb

10. *Cryptomonas erosa* Ehrenb

11. *Cryptomonas ovata* Ehrenb

12. *Cryptomonas nasuta* Pasch

Рід *Chilomonas* Ehrenb

13. *Chilomonas paramaecium* Ehrenb

Рід *Cyathomonas* From

14. *Cyathomonas truncata* Ehrenb

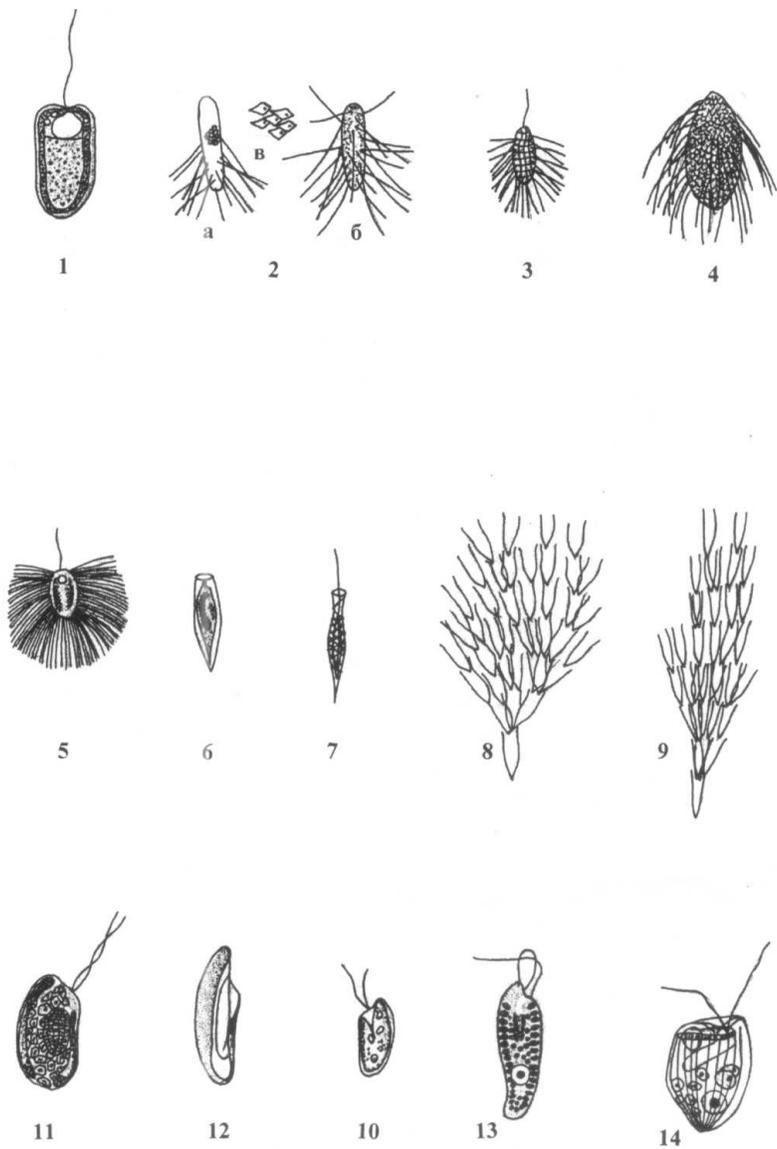


Рис. 68. Відділ золотисті водорості – Chrysophyta

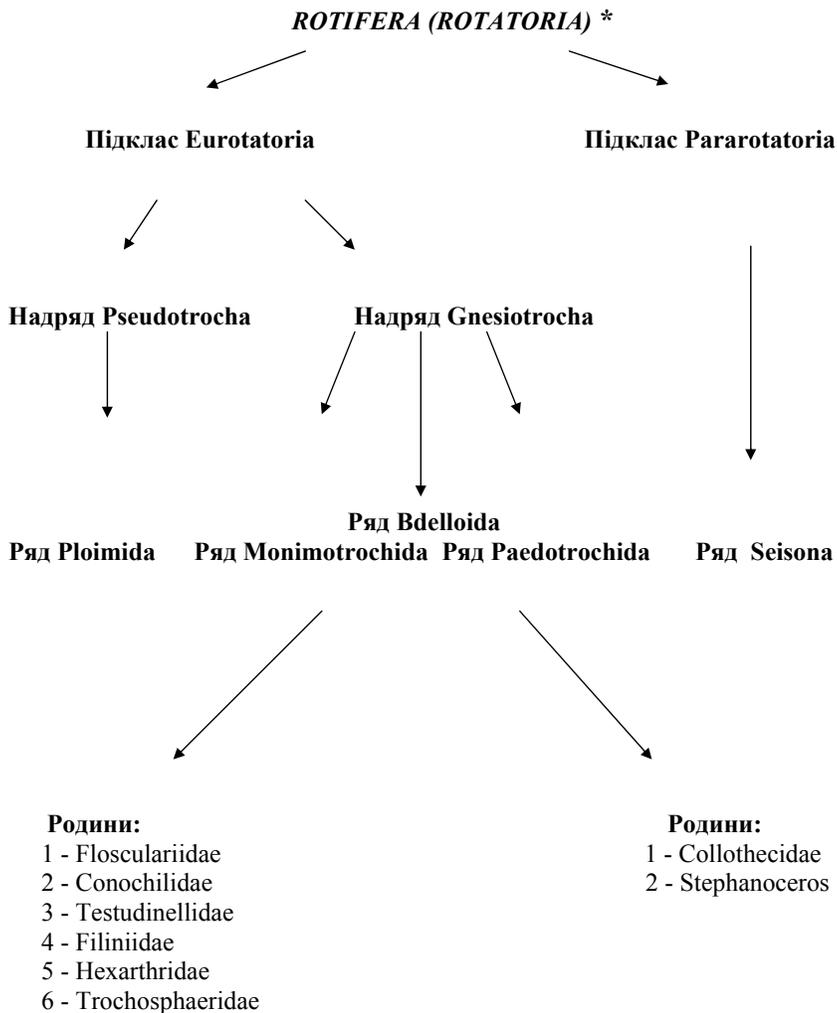
Визначники прісноводних водоростей:

1. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
2. Генкал С.И. Атлас диатомовых водорослей планктона р. Волги. - СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 128 с.
3. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 1-6, 8, 10-12. – К.: Наук. Думка, 1938 – 1984.
4. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Синьозелені водорості – Суанophyta. Ч. 2. Клас гормогонієві – Nostromoniophyceae/Кондратьєва Н.В.; Відп. ред. А.М.Окснер. – К.: Наук/ думка, 1968. – 524 с.
5. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 1. Синьозелені водорості – Суанophyta. Ч. 1. Загальна характеристика синьозелених водоростей Суанophyta. Клас хроококові водорості – Chroococcophyceae. Клас хамесифонові водорості – Chamaesiphonophyceae / Кондратьєва Н.В.; Коваленко О.В., Приходькова Л.П.: За заг. ред. Н.В.Кондратьєвої. – К.: Наук. думка, 1984. –388 с.
6. Визначник евгленових водоростей Української РСР / Асаул З.І. – К.: Наук. думка, 1975. – 408 с.
7. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли /Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. - М.: Сов. наука, 1953. – 652 с.
8. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / Царенко П.М.: Отв. ред. Г.М.Паламарь-Мордвиниева. - К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.
9. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – К.: Вища школа, 1984. – 333 с.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб фітопланктону.
2. Які консерванти використовують для фіксації проб фітопланктону?
3. У чому полягає суть підготовки проб до камерального опрацювання?
4. У чому полягає суть камерального опрацювання проб?
5. Як визначають біомасу фітопланктону?

17. ЗООПЛАНКТОН. СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПОШИРЕНІ ПРЕДСТАВНИКИ КЛАСУ *ROTIFERA*



*Систематика видів *Rotifera (Rotatoria)* представлена за: Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.

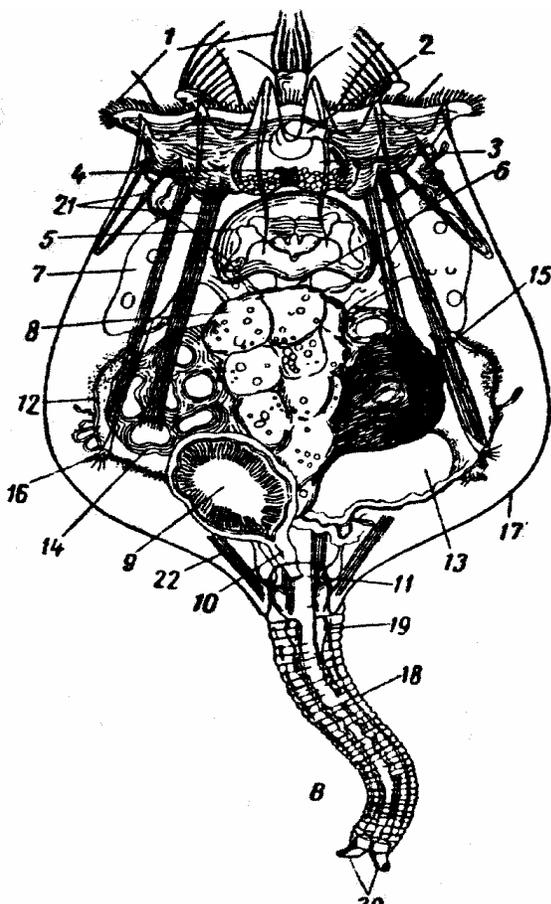


Рис.69. Прісноводна коловертка – *Brachionus urceolaris*

1 – колообертальний апарат; 2 – спинний щупик; 3 – головний ганглій; 4 – око; 5 – мастакс (жувальний апарат) з щелепами; 6 – стравохід; 7 – травна залоза; 8 – шлунок; 9 – кишківник; 10 – клоака; 11 – анальний отвір; 12- протонефридій; 13 – сечовий міхур; 14 – жовточник; 15 – яйце; 16 – боковий щупик; 17 – панцир; 18 – нога; 19 – ножна залоза; 20 – пальці; 21 – м'язи, що втягують колообертальний апарат; 22 - м'язи, що втягують ногу.

Підклас Eurotatoria
Надряд Pseudotrocha
Ряд Ploimida
Родина Notommatidae

Рід *Notommata* Ehrenberg, 1830

1. *Notommata aurita* Muller, 1780
розміри 0,25 – 0,3 мм; плаваючі і ковзаючі форми
А – вигляд зі спини; Б – вигляд з боку.

Рід *Cephalodella* Bory de st. Vincent, 1826

2. *Cephalodella forficula* (Ehrenberg, 1831)
розміри 0,16 – 0,37 мм, найчастіше зустрічається серед водної
рослинності, на дні та у піску
А – вигляд зі спини; Б – вигляд з боку.

Родина Trichocercidae

Рід *Trichocerca* Lamarck, 1801

3. *Trichocerce pusilla* Lauterborn, 1898
розміри 0,11 – 0,175 мм; планктонна форма, зустрічається серед
водної рослинності
4. *Trichocerca longiseta* Schrank, 1802;
розміри 0,2-0,37 мм; планктонні, серед водної рослинності та в
прибережному піску,
вигляд з боку

Родина Gastropodidae

Ascomorpha saltans Bartsch, 1870
розміри 0,1 - 0,165 мм

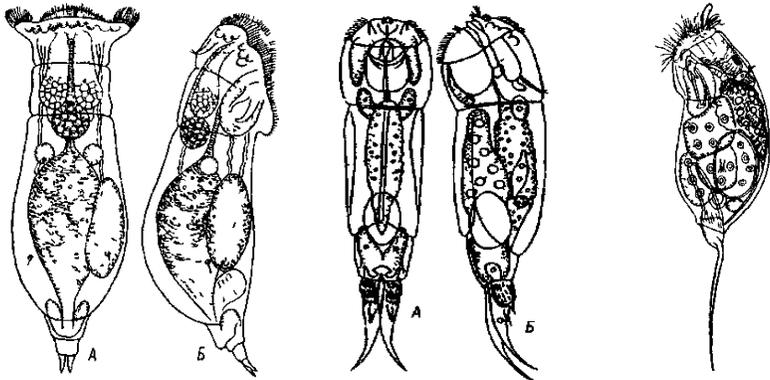
5. *Ascomorpha agilis* Zacharias, 1893
розміри 0,13 – 0,16 мм; планктонна форма
А - вигляд з боку; Б - шелепний апарат

Родина Synchaetidae

Рід *Synchaeta* Ehrenberg, 1832

6. *Synchaeta stylata* Wierzejski, 1893
розміри 0,24-0,31 мм; планктонна форма

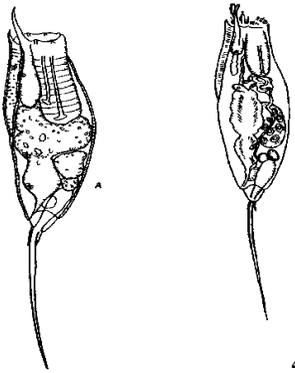
7. *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832
розміри 0,34-0,55 мм; планктонна форма



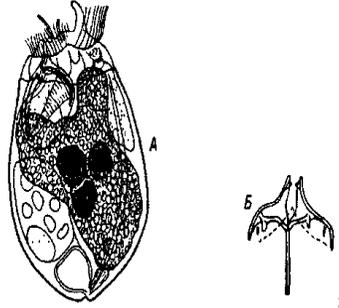
1

2

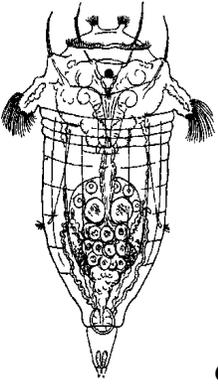
3



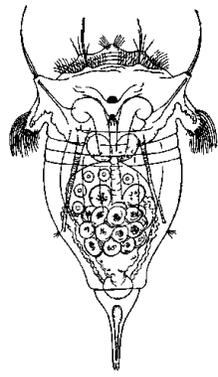
4



5



6



7

Рис. 70. Коловертки – кл. Rotatoria

Рід *Polyarthra* Ehrenberg , 1834

2 *Polyarthra major* Burckhardt , 1900
розміри 0,136 – 0,197 мм, планктонна форма
вигляд зі спини

1 *Polyarthra euryptera* Wierzejski , 1891
розміри 0,16 – 0,246 мм, планктонна форма
вигляд зі спини

3 *Polyarthra vulgaris* Carlin , 1943
розміри 0,1-0,2 мм, планктонна форма
вигляд зі спини

Рід *Ploesoma* Herrick , 1885

5 *Ploesoma lenticulare* Herrick , 1885
розміри 0,15-0,32 мм; планктонна форма
А,В – вигляд зі спини, Б – вигляд з черевця, Г – вигляд з боку

Родина **Lindiidae**

Рід *Lindia* Dujardin, 1841

4 *Lindia torulosa* Dujardin , 1841

розміри 0,25 – 0,4 мм; поширена серед водної рослинності, в мулі, на дні, в прибережному піску

А – вигляд зі спини, Б – вигляд з боку

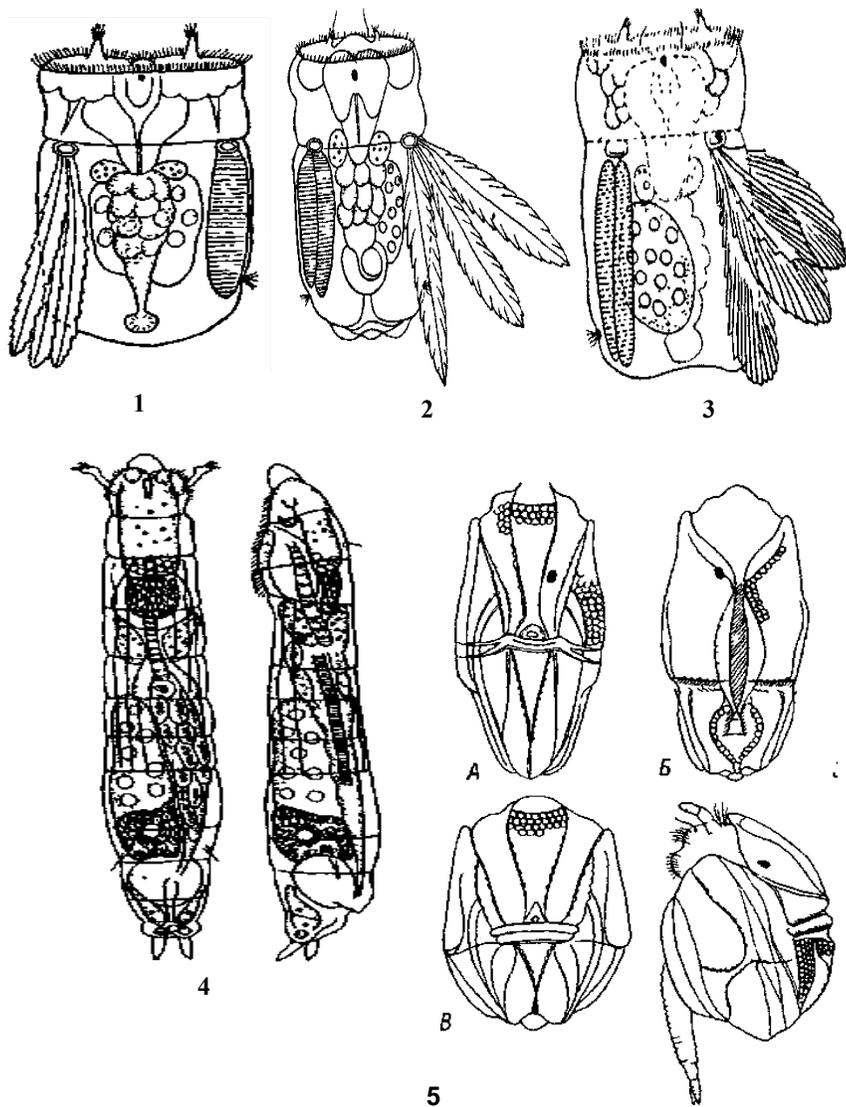


Рис. 71. Коловертки – кл. Rotatoria

Родина Dicranophoridae

Рід *Dicranophorus* Nitzsch, 1927

1 *Dicranophorus caudatus* (Ehrenberg, 1834);
розміри 0,18 – 0,31 мм; поширені серед водяної рослинності, в мулі,
в прибережній зоні
вигляд з боку

Родина Asplanchnidae

Рід *Asplanchna* Gosse, 1850

2 *Asplanchna herricki* Guerne, 1888
розміри 0,5 – 2,0 мм, планктонна форма
А, Б – вигляд з боку

3 *Asplanchna priodonta priodonta* Gosse, 1850
розміри 0,250 – 1,50 мм, планктонна форма
вигляд зі спини

4 *Asplanchna sieboldi* Leudig, 1854
розміри 0,6 – 2,0 мм, планктонна форма
вигляд зі спини

Asplanchna intermedia Hudson, 1886
розміри 0,58 – 0,87 мм; планктонна форма

Рід *Asplanchnopus* Guerne, 1888

5 *Asplanchnopus hyalinus* Harring, 1913
розміри 0,5-0,52 мм, планктонна форма
вигляд з боку

Рід *Harringia* Beauchamp, 1912

6 *Harringia eupoda* Gosse, 1887
розміри 0,6 – 0,7 мм, поширена в прибережній зоні серед
рослинності, в заростях невеликих водойм
А- зі спинної сторони; Б – з бічної сторони

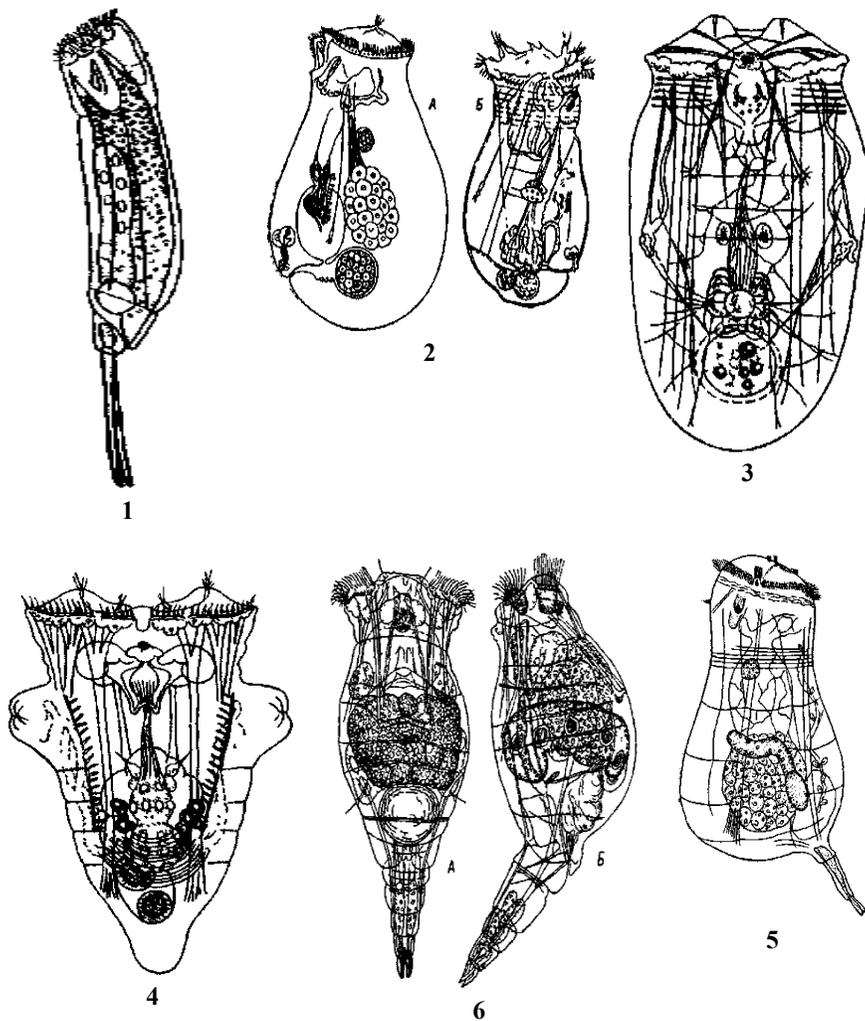


Рис. 72. Коловертки – кл. Rotatoria

Родина Lecanidae

Підрід Lecan Nitzsch, 1827

1 *Lecane luna luna* Müller, 1776

розміри 0,139-0,220 мм, планктонна форма
А- зі спини, Б- з черевця

2 *Lecane pusilla* Harringet Myers, 1914

розміри 0,075 – 0,090 мм, планктонна форма
А- з черевця; Б – зі спини.

3 *Lecane ohioensis ohioensis* (Herrick, 1885)

розміри 0,097 – 0,10 мм, планктонна форма
А – зі спини, Б – з черевця.

Підрід Monostyla Ehrenberg, 1830

4 *Lecane (Monostyla) cornuta cornuta* Müller, 1786

розміри 0,16 – 0,2 мм, планктонна форма;
А – зі спини, Б – з черевця.

Родина Proalidae

Рід Proalinopsis Weber, 1918

5 *Proalinopsis caudatus* Collins, 1872

розміри 0,195 – 0,225 мм, поширена в заростях водяних рослин,
вигляд зі спини

Рід Proales Gosse, 1885

6 *Proales sordida* Gosse, 1886

розміри 0,15 – 0,22 мм, планктонна та заростева форма
А- зі спини; Б – з бічної сторони

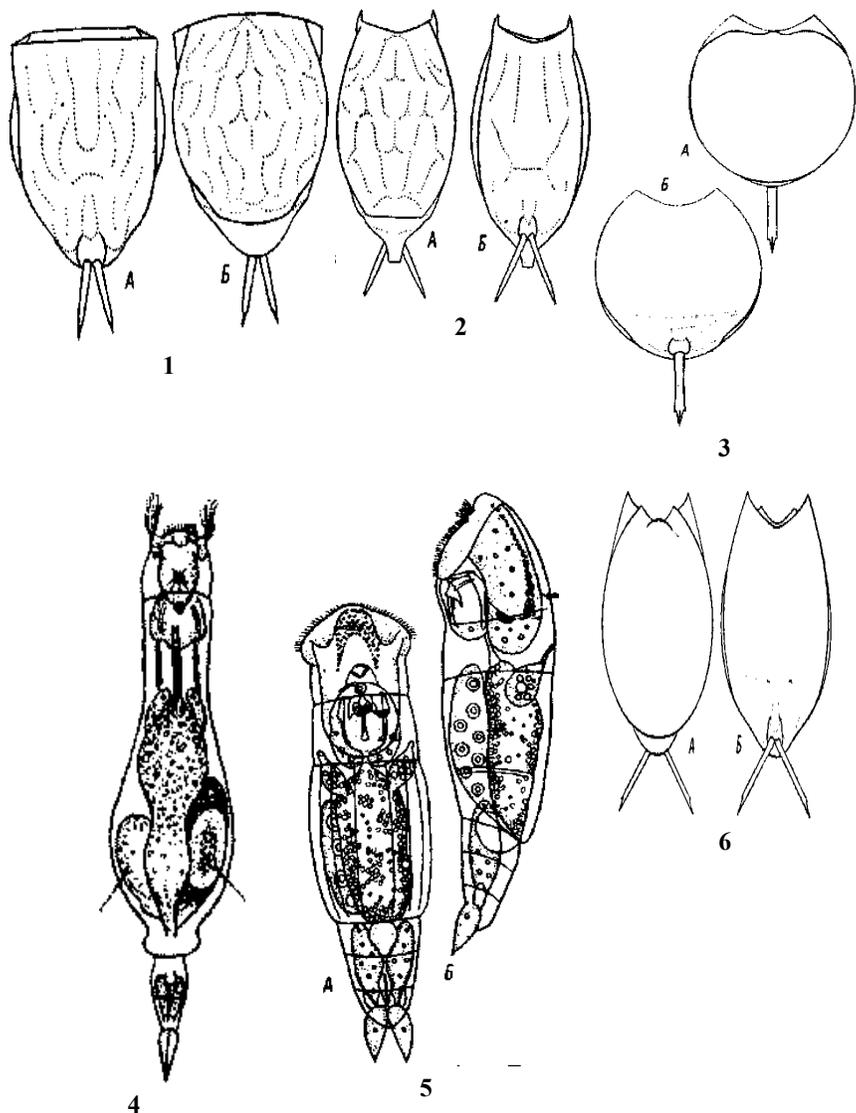


Рис. 73. Коловертки – кл. Rotatoria

Родина Eriphanidae

Рід *Proalides* Beauchamp , 1907

1 *Proalides tentaculatus* Beauchamp , 1907
розміри 0,12 – 0,135 мм, планктонна форма,
вид з боку

Рід *Eriphanes* Ehrenberg , 1832

2 *Eriphanes brachionus brachionus* (Ehrenberg, 1837)
розміри 0,45-0,60 мм, планктонна форма,
вид з черевця

3 *Eriphanes macroura* (Barrois et Daday), 1894
розміри 0,20-0,23 мм, планктонна форма;
А- вигляд з боку, Б-вкорочена форма, В- з черевця.

Родина Trichotriidae

Рід *Wolga* Skorikov, 1903

4 *Wolga spinifera* (Western , 1894)
розміри 0,20 – 0,255 мм, планктонна форма та серед детриту,
А- зі спини, Б- з боку, В- з черевця

Рід *Trichotria* Bory de st.Vincent , 1827

5 *Trichotria pocillum pocillum* (Müller , 1776)
розміри 0,190 – 0,322 мм, планктонна форма,
вид зі спини

6 *Trichotria tetractis tetractis* (Ehrenberg , 1830)
розміри 0,22 – 0,244 мм, серед рослинності, в прибережному піску
А- зі спини, Б - з черевця.

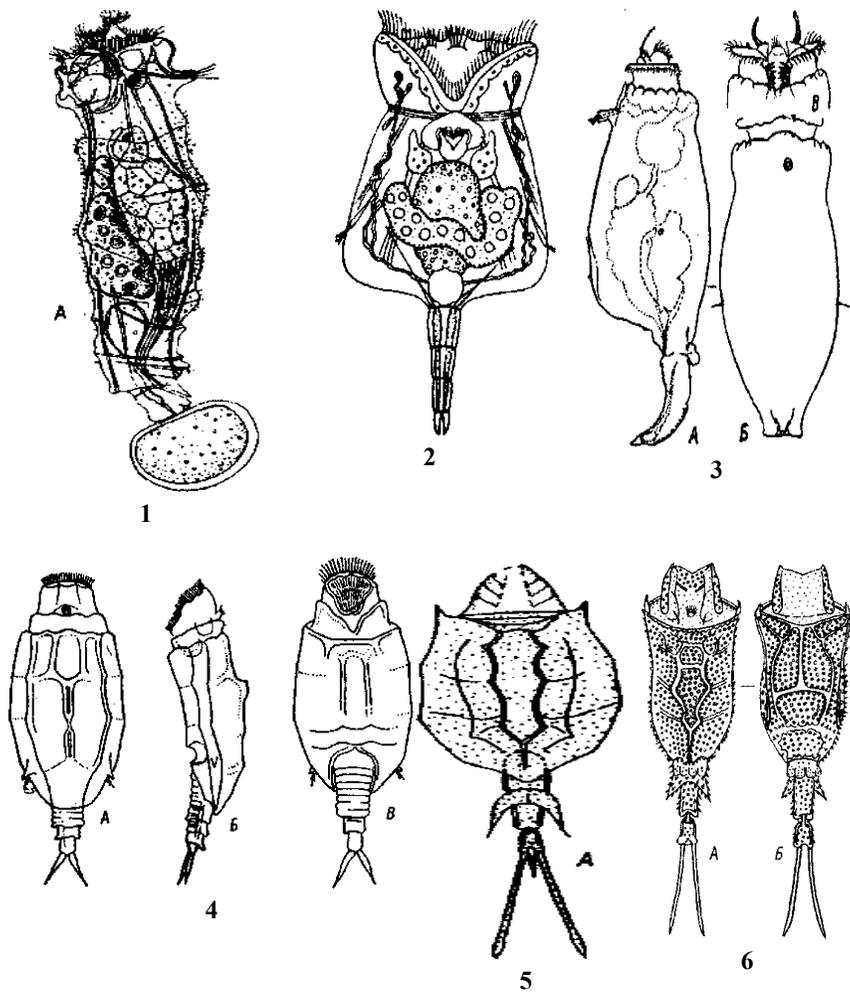


Рис. 74. Коловертки – кл. Rotatoria

Родина Mytilinidae

Рід *Mytilina* Bory de st. Vincent , 1826;

1 *Mytilina ventralis* (Ehrenberg, 1832)

розміри 0,175 – 0,250 мм, планктонна форма та серед рослинності, вигляд з боку

2 *Mytilina mucronata spinningere* (Ehrenberg, 1832)

розміри 0,22–0,25 мм,
А- з боку, Б- зі спини

Родина Colurellidae

Рід *Colurella* Bory de st. Vincent , 1824

3 *Colurella adriatica* Ehrenberg, 1831

розміри 0,074 – 0,113 мм, поширена серед водної рослинності, вигляд з боку

4 *Colurella uncinata bicuspidata* Ehrenberg, 1832;

розміри 0,069 – 0,102 мм, планктонна форма поширена в ставах, неглибоких водоймах

А,Б – вигляд з боку

Рід *Lepadella* Bory de st. Vincent , 1826

5 *Lepadella patella* (Müller , 1776);

розміри 0,07 – 0,105 мм, планктонна форма

А – вигляд зі спини; Б – з черевця

Родина Euchlanidae

Рід *Euchlanis* Ehrenberg ,1832

6 *Euchlanis dilatata dilatata* Ehrenberg, 1832

розміри 0,155 – 0,320 мм, планктонна форма та серед заростей, вигляд зі спини

Родина Brachionidae

Рід *Brachionus* Pallas , 1766;

7 *Brachionus quadridentatus quadridentatus* Hermann, 1783

розміри 0,156 – 0,353 мм, планктонна форма, серед рослинності, вигляд зі спини

8 *Brachionus leydigii leydigii* Cohn, 1862

розміри 0,180 – 0,300 мм, планктонна форма, вигляд зі спини

9 *Brachionus bennini* Leisslin, 1924

розміри 0,140 – 0,190 мм, планктонна форма, вигляд зі спини

10 *Brachionus urceus urceus* (Linnaeus, 1758)

розміри 0,140 – 0,280 мм, планктонна форма, вигляд зі спини

11 *Brachionus rubens* Ehrenberg, 1838

розміри 0,154 – 0,274 мм, планктонна форма, вигляд зі спини

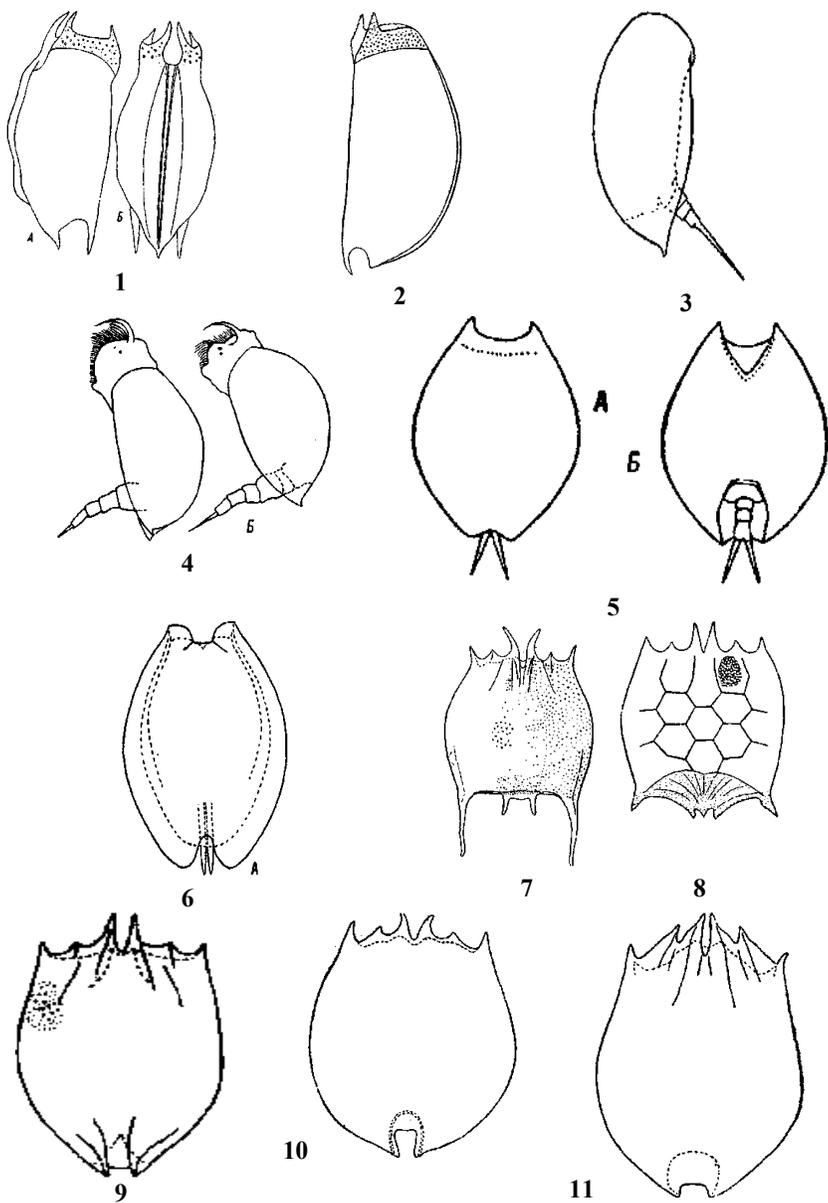


Рис. 75. Коловертки – кл. Rotatoria

Пояснення до рис. 76.

1 *Brachionus falcatus* Zacharias ,1898

розміри 0,116 – 0,432 мм, планктонна форма,
вигляд зі спини

2 *Brachionus budapestinensis* Daday , 1885

розміри 0,092- 0,182 мм, планктонна форма,
А – вигляд зі спини, **Б** – вигляд з черевця

3 *Brachionus diversicornis diversicornis* Daday, 1883

розміри 0,202 – 0,505 мм, планктонна форма,
вигляд зі спини

4 *Brachionus forficula forficula* Wierzejski , 1891

розміри 0,210 - 0,256 мм, планктонна форма,
вигляд з черевця (обидва)

5 *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766

розміри 0,150 – 0,570 мм, планктонна форма

Brachionus calyciflorus spinosus Wierzejski , 1891

розміри 0,335 мм, планктонна форма

6 *Brachionus angularis angularis* Gosse , 1851

розміри 0,082 – 0,105 мм, планктонна форма

Brachionus bidentata bidentata Anderson ,1889

розміри 0,153 - 0,455 мм , планктонна форма;

Brachionus plicatilis plicatilis Müller, 1786

розміри 0,172-0,307 мм, планктонна форма, галобіонт

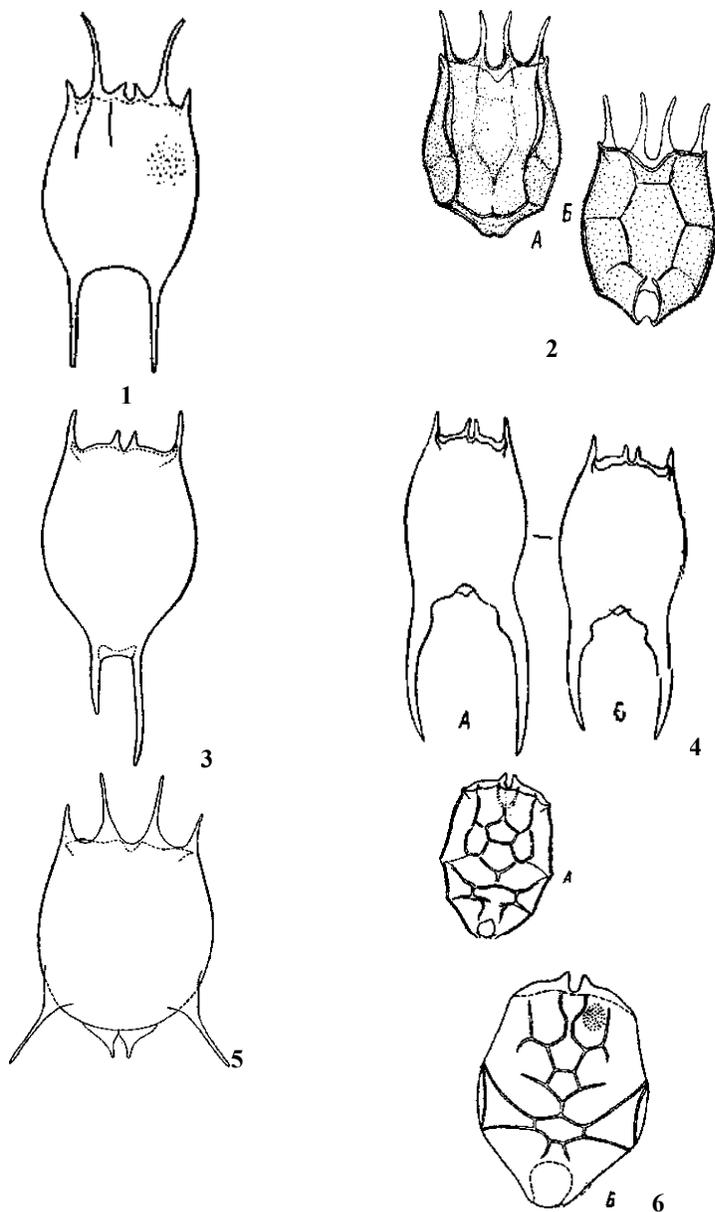


Рис. 76. Коловертки – кл. Rotatoria

Рід *Platyias* Harring, 1913

1 *Platyias quadricornis quadricornis* (Ehrenberg, 1832)
розміри 0,166 – 0,350 мм, планктонна форма, серед рослин:
А – вигляд зі спини, Б – вигляд з черевця.

2. *Platyias patulus* (Müller, 1785)
розміри 0,165 – 0,265 мм, серед рослинності,
вигляд зі спини

Рід *Keratella* Bory de st. Vincent , 1822

3. *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851)
розміри 0,130 - 0,195 мм, планктонна форма,
вигляд зі спини

4. *Keratella quadrata quadrata* (Müller, 1786)
розміри 0,146 - 0,370 мм, планктонна форма,
вигляд зі спини

Рід *Notholca* Gosse, 1886

5. *Notholca acuminata acuminata* (Ehrenberg , 1832)
розміри 0,240 – 0,340 мм, планктонна форма,
вигляд зі спини

Рід *Kellicottia* Ahlstrom, 1938

6. *Kellicottia longispina longispina* (Kellicott, 1879)
розміри 0,515 – 0,832 мм , планктонна форма,
вигляд зі спини

Рід *Anuraeopsis* Lauterborn , 1900

7. *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851)
розміри 0,080 – 0,127 мм, планктонна форма

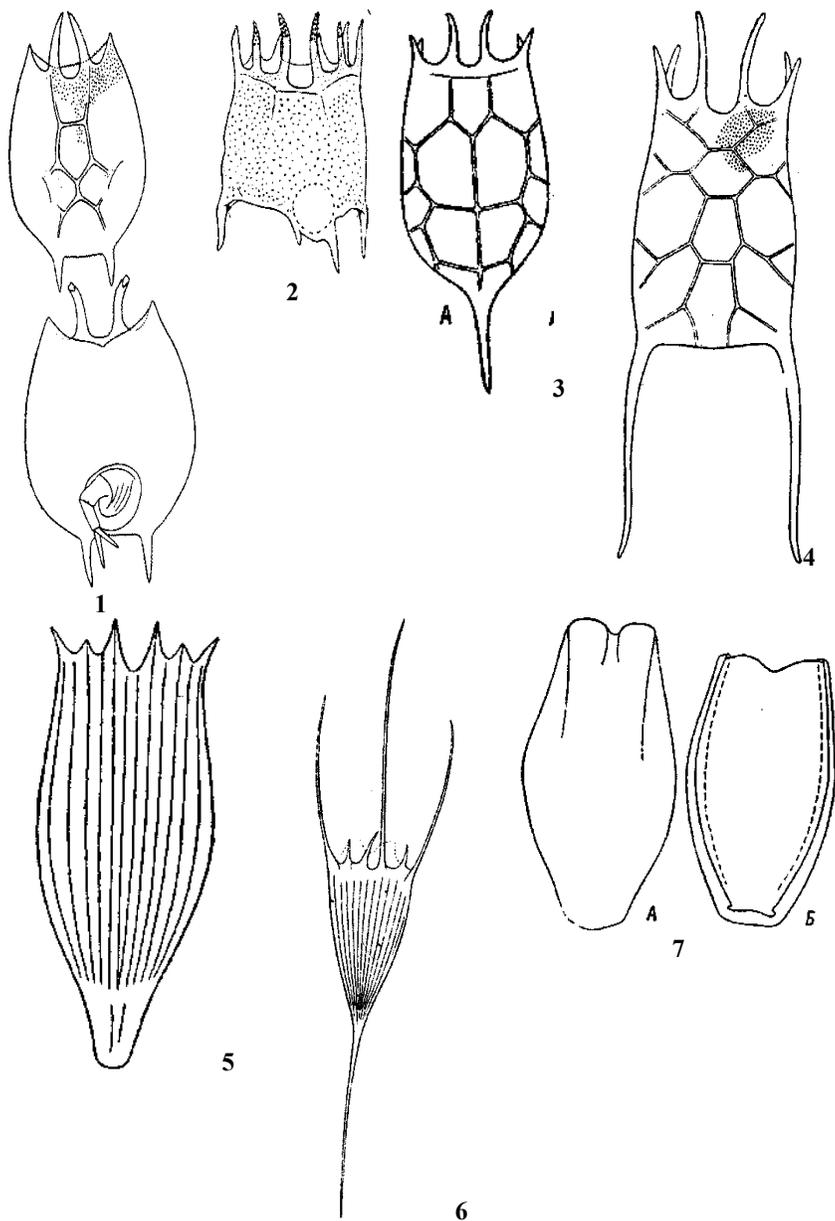


Рис. 77. Коловертки – кл. *Rotatoria*

Надряд Gnesiotrocha

Ряд Monimotrochida

Родина Flosculariidae

1 *Floscularia ringens* (Linnaeus , 1758)

розміри 1,3 – 2 мм ,сидяча форма на водяній рослинності,
самиця в будиночку

Родина Conochilidae

Рід *Conochilus* Ehrenberg , 1834

2 *Conochilus hippocrepis* (Schrank,,1803)

розміри 0,41 – 0,80 мм, планктонна, колоніальна форма,
вигляд з боку

Рід *Conochiloides* Hlava, 1904

3 *Conochiloides natans* (Heudson ,1885)

розміри 0,3 – 0,5 мм, планктонна форма

4 *Conochiloides dossuarius* (Heudson ,1885)

розміри 0,28 – 0,5 мм, планктонна форма

Родина Testudinellidae

Рід *Testudinella* Bori de St. Vincent, 1826

5 *Testudinella patina patina* (Hermann , 1783)

розміри 0,12 – 0,23 мм, планктонна форма, вигляд з черевця

Родина Filinidae

Рід *Filinia* Bori de St. Vincent, 1824

9 *Filinia longiseta* (Ehrenberg , 1834)

розміри 0,13 – 0,17 мм, планктонна форма

Родина Hexarthridae

Рід *Hexarthra* Sehmarda, 1854

6 *Hexarthra mira* (Hudson, 1871)

розміри 0,16 – 0,4 мм, планктонна форма

А - вигляд з черевця, **Б** – вигляд з боку.

Ряд Paedotrochida

Родина Collothecidae

7 *Collotheca ornata cornuta* (Dobie , 1849)

розміри 0,5 – 0,63 мм, сидяча; в будиночку

Родина Stephanoceros

8 *Stephanoceros fimbriatus* (Goldfuss, 1820)

розміри 1,0 – 1,4 мм , сидяча; в будиночку

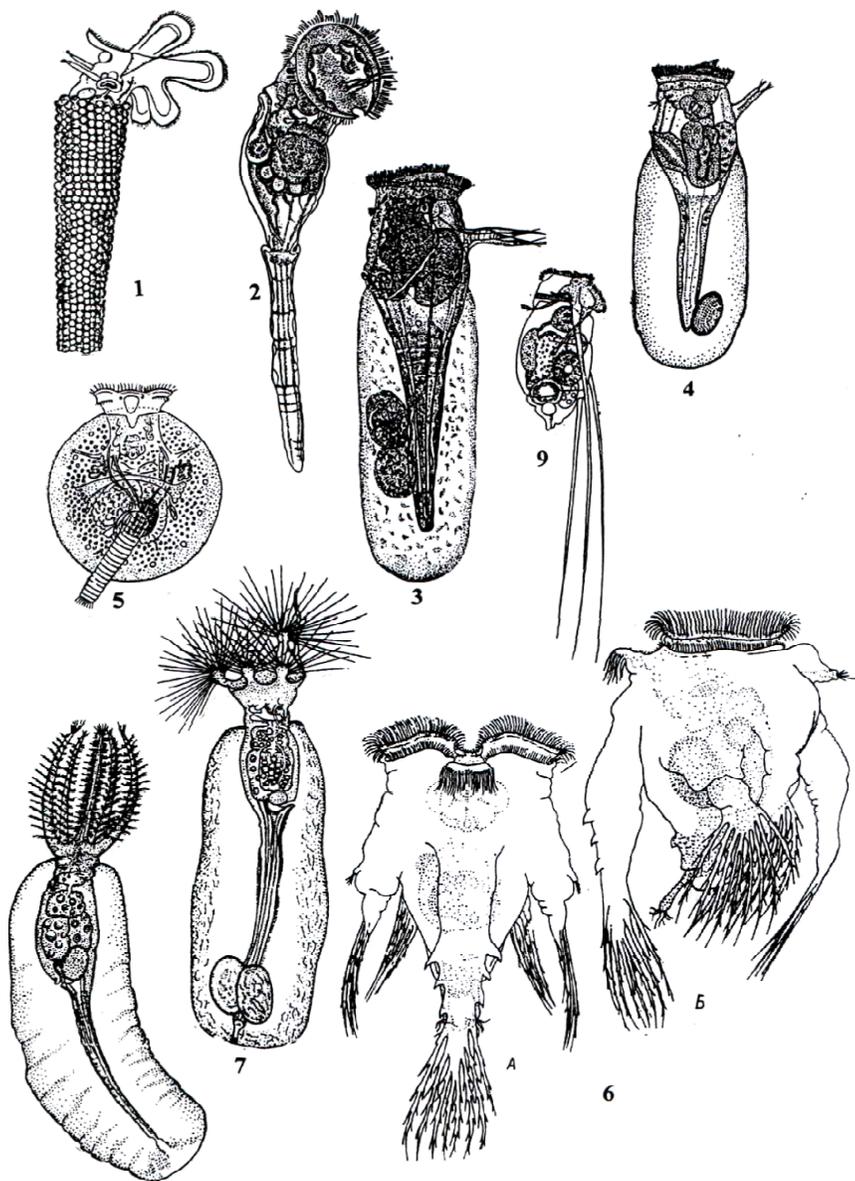


Рис. 78. Коловертки – кл. Rotatoria

**18. ЗООПЛАНКТОН. СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА
АТЛАС ПОШИРЕНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ ПІДРЯДУ
*CLADOCERA****

I. Родина Sididae Baird

1. Під *Sida* Straus
2. Під *Penilia* Dana
3. Під *Limnosida* Sars
4. Під *Diaphanosoma* Fischer
5. Під *Pseudosida* Herrick
6. Під *Latona* Straus
7. Під *Latonopsis* Sars

II Родина Holopedidae Sars

1. Під *Holopedium* Zaddach

III Родина Daphniidae (Straus)

1. Під *Daphnia* O. FMüller
2. Під *Daphniopsis* Sars
3. Під *Stimocephalus* Schoedler
4. Під *Moina* Baird
5. Під *Ceriodaphnia* Dana

6. Під *Scapholeberis* Schoedler

IV. Родина Macrothricidae Baird

1. Під *Ophryoxus* Sars
2. Під *Macrothrix* Baird
3. Під *Drepanomacrothrix* Werestschagin
4. Під *Drepanothrix* Sars
5. Під *Bunops* Birge
6. Під *Acantholeberis* Lilljeborg
7. Під *Streblocerus* Sars
8. Під *Lathonura* Lilljeborg
9. Під *Ilyocryptus* Sars

V.Родина Chydoridae Sars

1. Під *Eurycercus* Baird
2. Під *Camptocercus* Baird

3. Під *Acroperus* Baird
4. Під *Peracantha* Baird
5. Під *Anchistropus* Sars
6. Під *Monospilus* Sars
7. Під *Graptoleberis* Sars
8. Під *Leydigia* Kurz
9. Під *Alonopsis* Sars
10. Під *Kurzia* Dybowski et Grochowski
11. Під *Chydorus* Baird
12. Під *Dunhevedia* King
13. Під *Rhynchotalona* Norman et Brady
14. Під *Pleuroxus* Baird
15. Під *Cornuella* Werestschagin
16. Під *Alona* (O.F. Müller)
17. Під *Alonella* Sars
18. Під *Oxyurella* Dybowski et Grochowski

VI. Родина Bosminidae Sars

1. Під *Bosminopsis* Richard
2. Під *Bosmina* Baird

VII. Родина Polyphemidae Baird

1. Під *Polyphemus* O.F. Müller
2. Під *Bythotrephes* Leydig
3. Під *Cercopagis* Sars
4. Під *Apagis* Sars
5. Під *Podon* Lilljeborg
6. Під *Evadne* Loven
7. Під *Corniger* Pengo

VIII. Родина Leptodoridae Lilljeborg

1. Під *Leptodora* Lilljeborg

*Систематика видів *Cladocera* представлена за: Е.Ф. Мануйлова. Ветвистоусые рачки фауны СССР. – Л.: Наука, 1964. – 328 с.

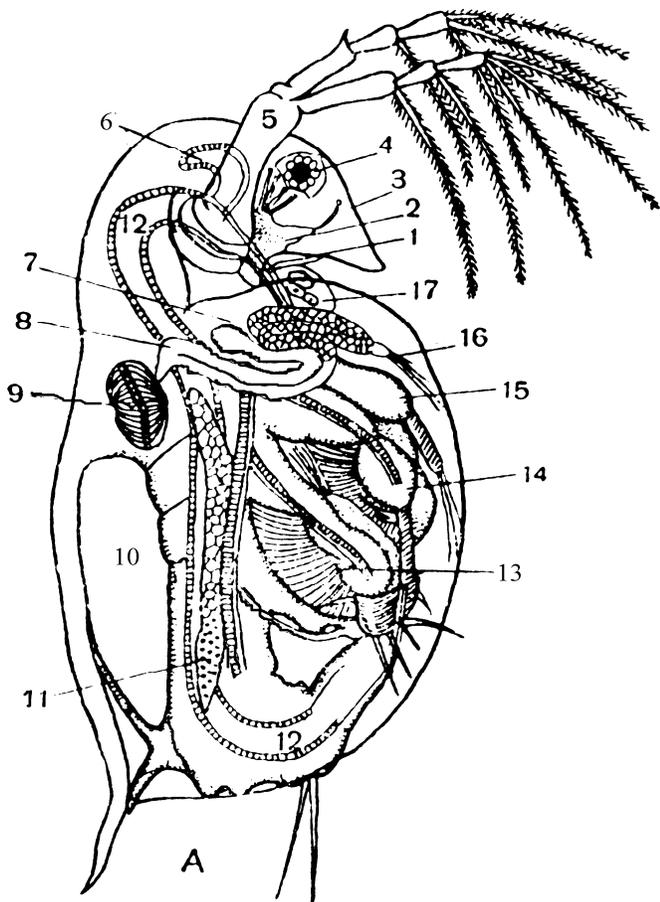


Рис. 79. Будова *Daphnia pulex*

1 – антенула; 2 – головний мозок; 3 – рostrум; 4 – складне око; 5 – антена; 6 – печінковий виріст; 7 – мандібула; 8 – панцирна залоза; 9 – серце; 10 – вивідна камера; 11 – яєчник; 12 – кишковик; 13–16 – ноги першої-пятої пар; 17 - залоза

Підряд Cladocera

Родина Sididae Baird

Рід *Sida* Straus

Sida crystallina (O.F.Müller, 1776)

розміри 1,5-4,0 мм, серед заростей рослин

1 – самиця

2 – самець

3 - постабдомен самиці

Рід *Diaphanosoma* Fischer

Diaphanosoma brachyurum Lievin, 1848

розміри 0,75-1,3 мм, планктонна форма

4 – самиця

5 - постабдомен самиці

6 – самець

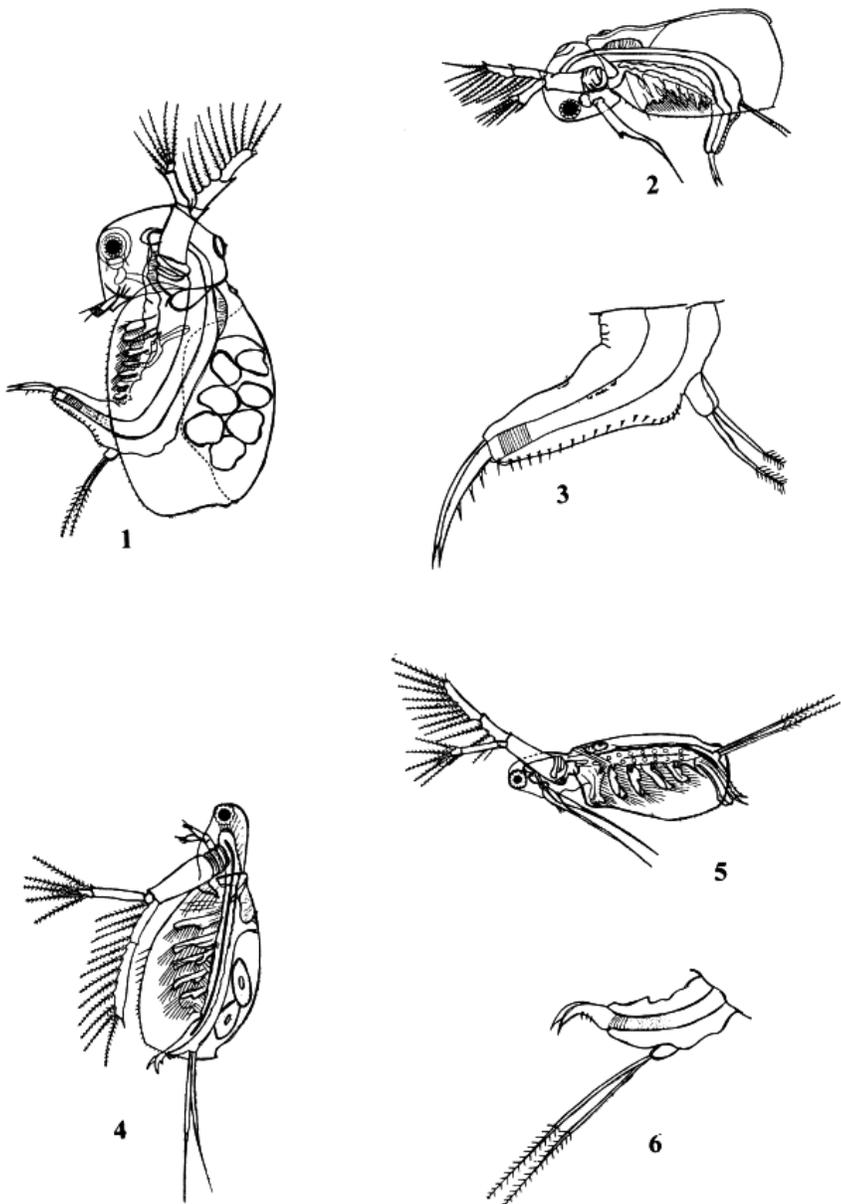


Рис. 80. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Родина Daphniidae Straus

Рід *Daphnia* O.F. Müller

Daphnia pulex (De Geer, 1778)

розміри 0,9-4,0 мм, планктонна форма

1 – самиця

2 – самець

3 - постабдомен самиці

Daphnia longispina O.F.Müller, 1785

розміри 0,8-1,8 мм, планктонна форма

4 – самиця

5 - постабдомен самиці

6 – самець

Daphnia cucullata Sars, 1862

розміри 0,8-3,0 мм, планктонна форма

7 - весняна самиця

8 - літня самиця

9 – самець

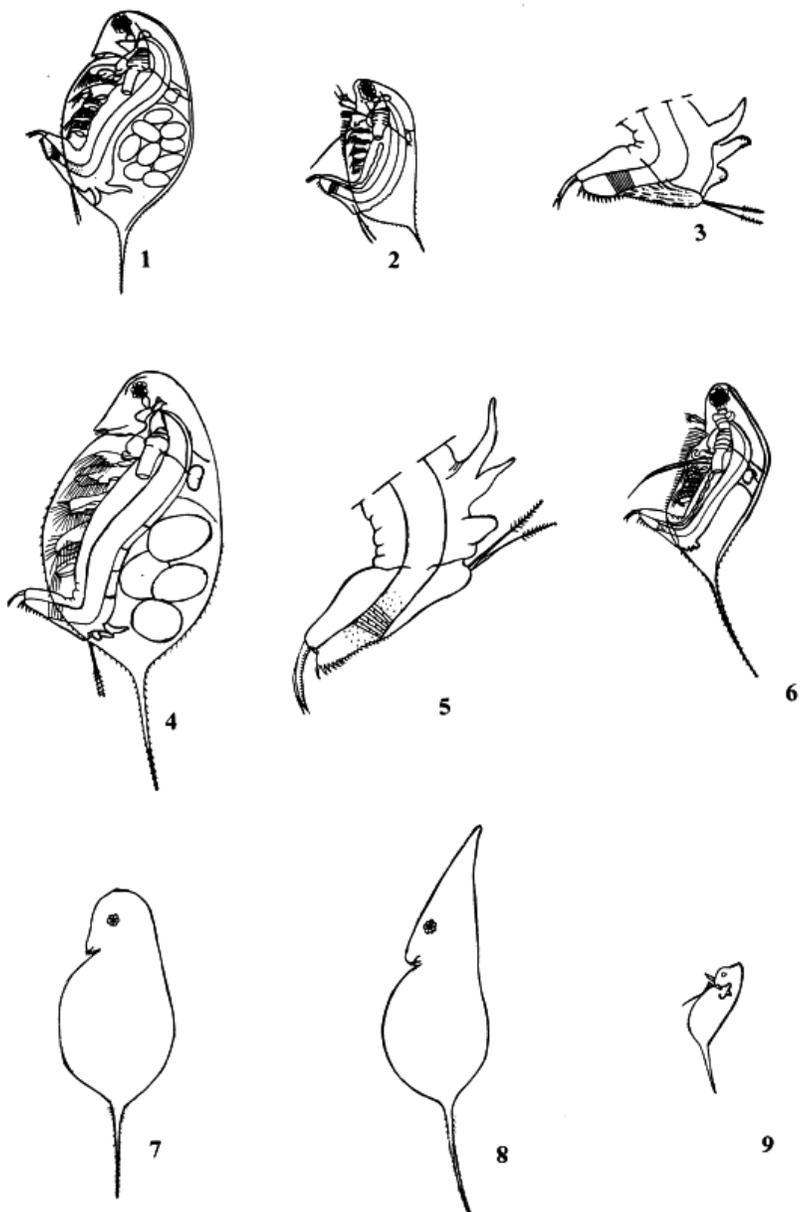


Рис. 81. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Пояснення до рис. 82.

Daphnia magna Straus, 1820,

розміри 2,0-6,0 мм, планктонна форма

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

4 – озброєння дистального кінця постабдомена самиці

5 - постабдомен самця

Daphnia atkinsoni Baird, 1859,

розміри 0,8-3,9 мм, планктонна форма

6 - самиця

7 - самець

8 - постабдомен самиці

Daphnia carinata Kind, 1853,

розміри 2,0-3,5 мм, планктонна форма

9 – самиця збоку

10 - самиця зі спинної сторони

11 - самець

12 - постабдомен самиці

13 - постабдомен самиці

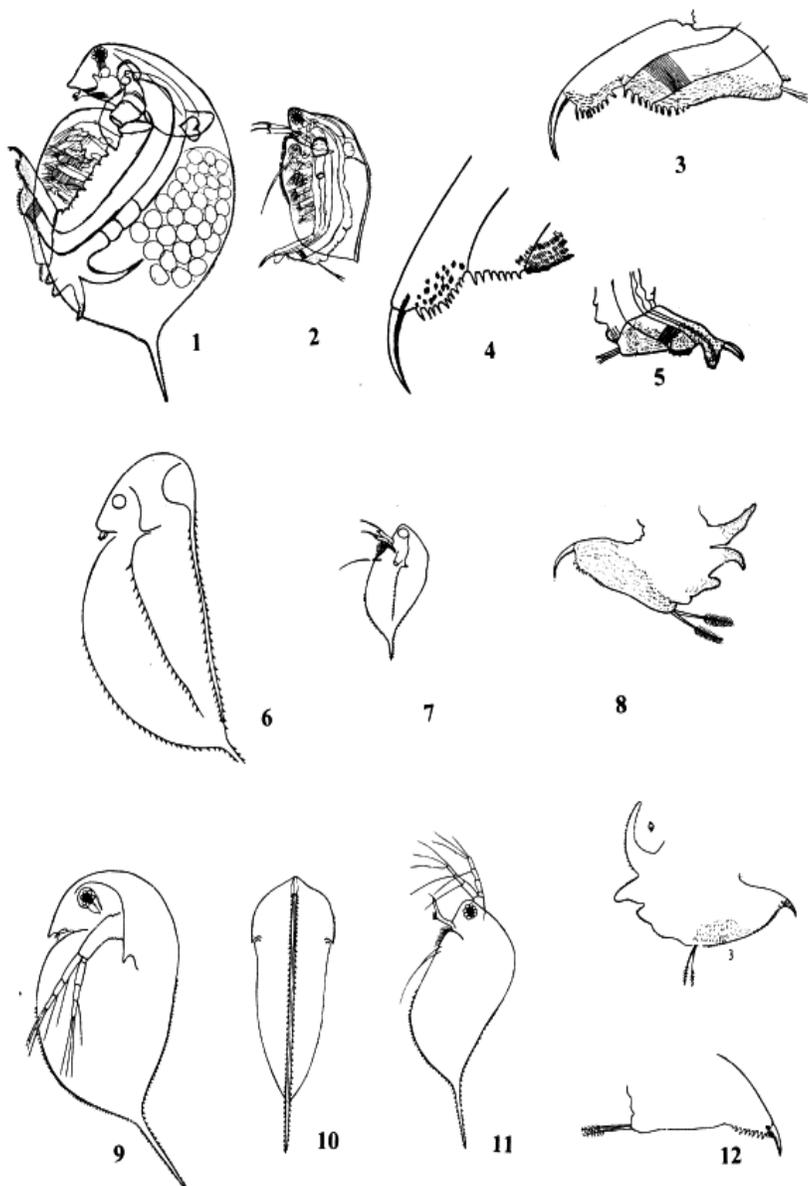


Рис. 82. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Під *Simocephalus* Schoedler

Simocephalus expinosus (Koch, 1841)

розміри 1,0-4,0 мм, планктонна форма

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

Simocephalus vetulus (O.F.Muller, 1776)

розміри 1,1-3,0 мм, планктонна форма

4 - самиця

5 - постабдомен самиці

6 - постабдомен самця

Simocephalus serrulatus (Koch, 1841)

розміри 1,0-4,0 мм, планктонна форма

7 - самиця

8 - самець

9 - постабдомен самиці

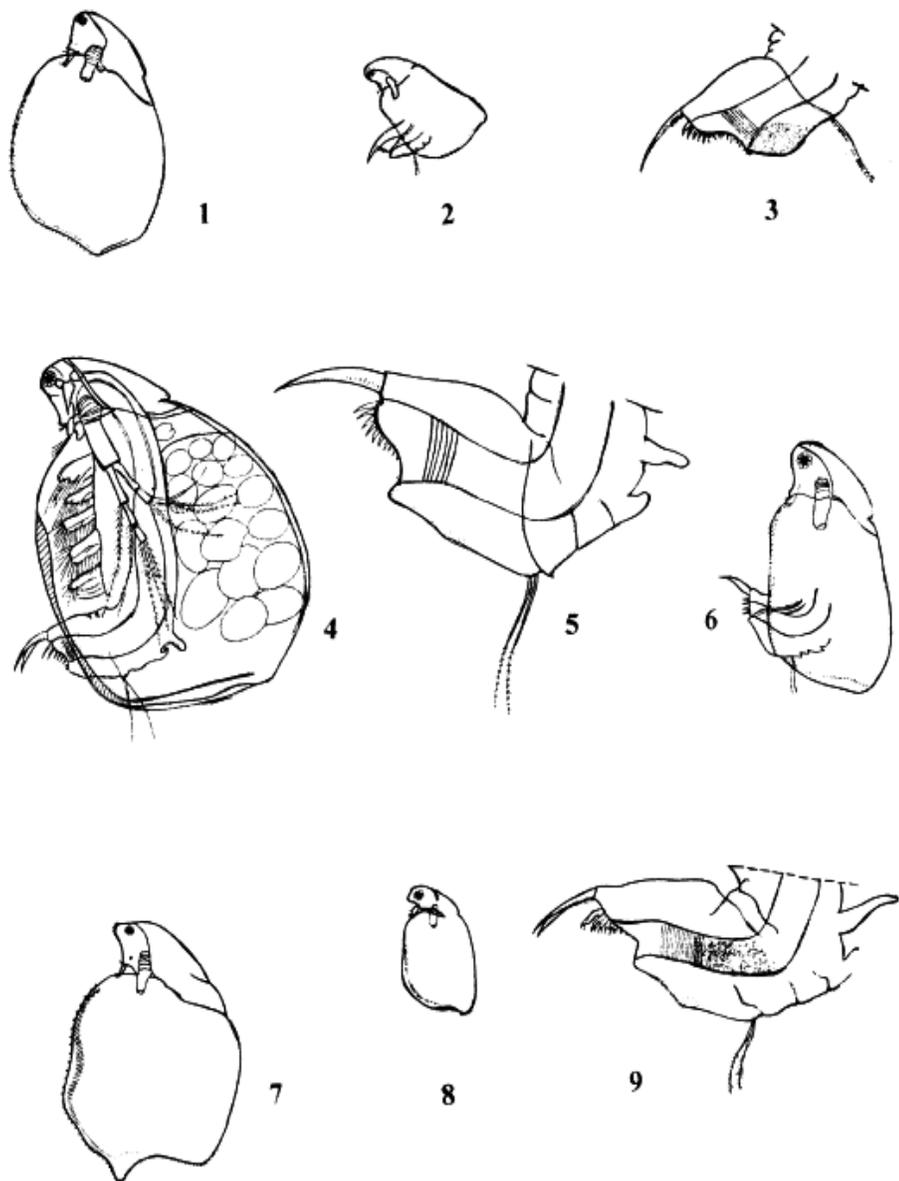


Рис. 83. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Рід *Moina* Baird

Moina rectirostris (Leydig, 1860)

розміри 0,8-1,6 мм, планктонна форма

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

4 - абдомінальний кігтик

Moina micrura Hellich, 1877

розміри 0,5-0,8 мм, планктонна форма

5 - самиця

6 - самець

7 - постабдомен самиці

Moina brachiata (Jurine, 1820),

розміри 0,7-1,6 мм,

8 - самиця

9 - самець

10 - постабдомен самиці

Moina macrosora (Straus, 1820)

розміри 0,5-1,0 мм

11 - самиця

12 - постабдомен самиці

13 - озброєння постабдомена самиці

Moina microphthalma Sars, 1903

розміри 0,8-1,0 мм

14 - самиця

15 - самець

16 - озброєння постабдомена самиці

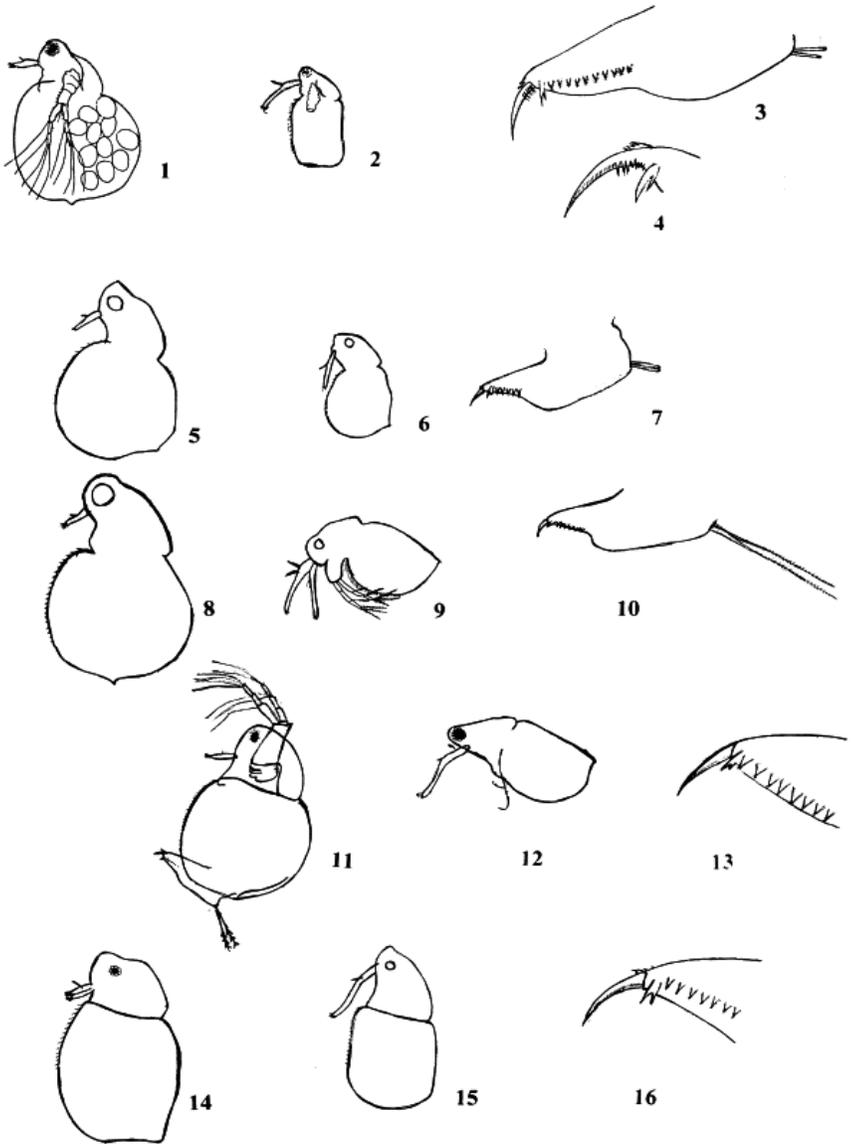


Рис. 84. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Під *Ceriodaphnia* Dana

Ceriodaphnia megalops Sars, 1862

розміри 0,8-1,5 мм, планктонна форма

1 - самиця

2 - постабдомен самиці

3 - самець

Ceriodaphnia reticulata (Jurine, 1820)

розміри 0,5-1,5 мм, планктонна форма

4 - самиця

5 - озброєння постабдомена самиці

6 - самець

Ceriodaphnia quadrangula (O.F. Müller, 1785)

розміри 0,6-0,9 мм, планктонна форма

7 - самиця

8 - постабдомен самиці

9 - самець

Ceriodaphnia laticaudata P.E.Müller, 1867

розміри 0,7-1,0 мм, планктонна форма

10 - самиця

11 - озброєння постабдомена самиці

12 – самець

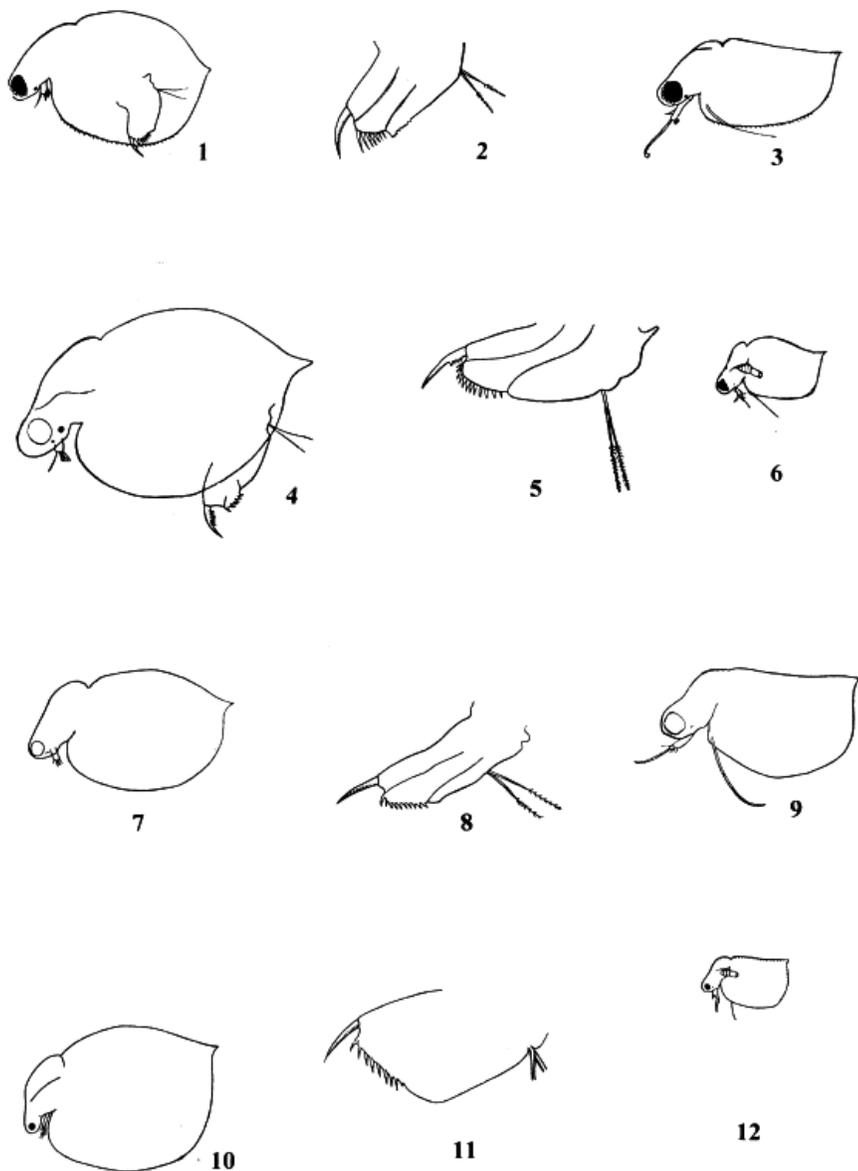


Рис. 85. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Пояснення до рис. 86.

Ceriodaphnia affinis Lilljeborg, 1900,
розміри 0,8-1,0 мм, планктонна форма
1 - самиця
2 - самець
3 - постабдомен самиці

Ceriodaphnia pulchella Sars, 1862,
розміри 0,5-0,9 мм, планктонна форма
4 - самиця
5 - постабдомен самки
6 - самеці

Родина *Macrothricidae* Baird

Рід *Bunops* Birge

Bunops serricaudata (Daday, 1888),
розміри 0,8-1,3 мм
7 - самиця
8 - постабдомен самиці
9 - самець

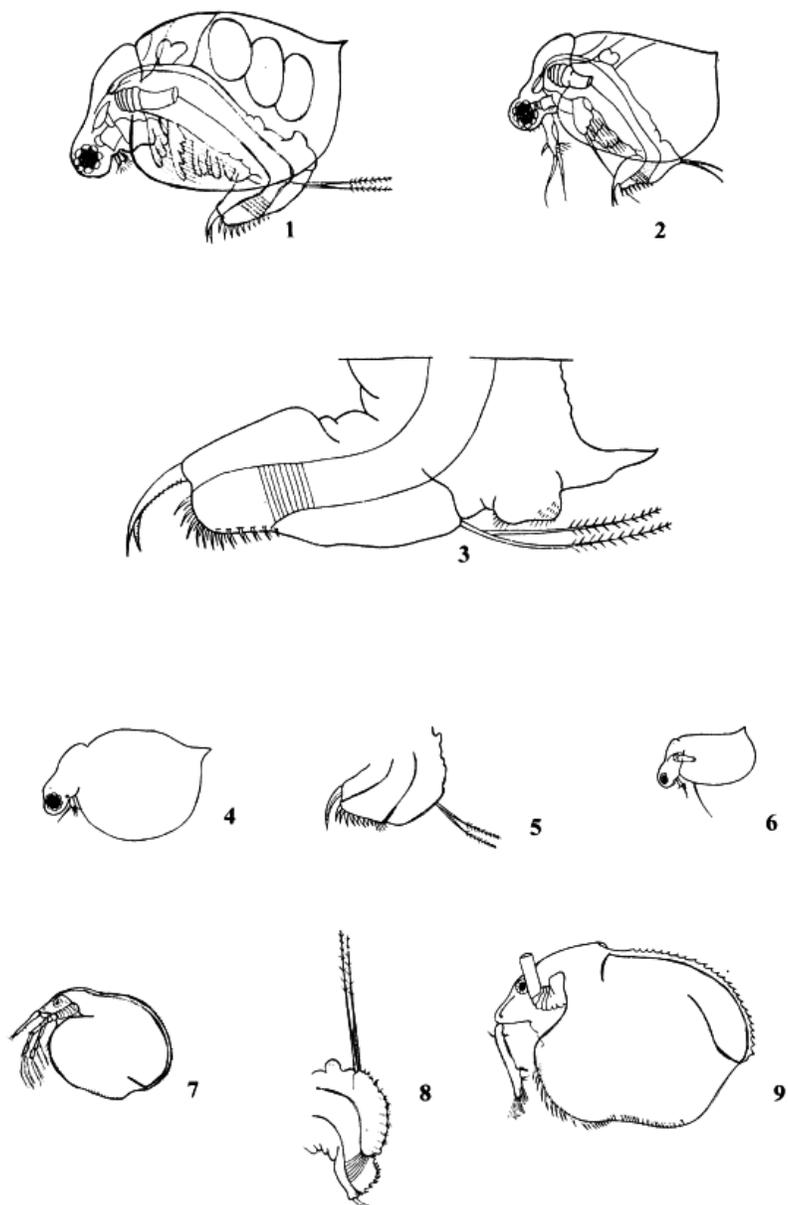


Рис. 86. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Родина Daphniidae (Straus)

Рід Scapholeberis

Scapholeberis mucronata (O.F. Muller, 1785)

розміри самиці 0,8-1,2, самця – 0,5-0,7 мм, планктонна форма

1 – 1,2 – самиця, 3 – постабдомен самиці,

4 – самець,

5 – постабдомен самця

Scapholeberis microcephala Lilljeborg, 1900

розміри самиці 0,42-0,7 мм, самця 0,42, планктонна форма,

2 – 1- самиця, 2 – передні антени самиці, 3 - постабдомен самиці,

4 – самець

Родина Macrothricidae Baird

Рід Macrothrix Baird

Macrothrix laticornis (Jurine, 1820)

розміри самки 0,6-0,7 мм, самця – 0,4, в мулі

3 - 1 – самиця, 2 - передні антени самиці, 3 – задні антени самиці,

4- самець, 5 – озброєння I пари ніг самця.

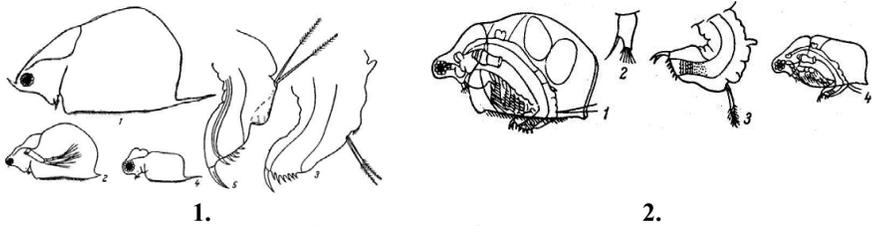
Macrothrix hirsuticornis Norman et Brady, 1867

розміри самиці 0,6-2,0, самця – 0,6 мм, в мулі

4 – 1 – самиця, 2 – передні антени самиці, 3 – плавальні антени,

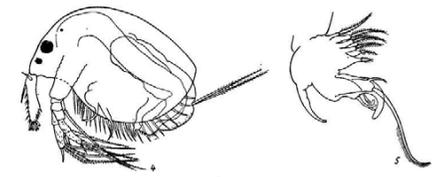
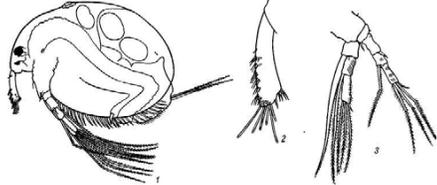
4 - постабдомен самиці,

5 – самець, 6 – передня антена самця, 7 – постабдомен самця.

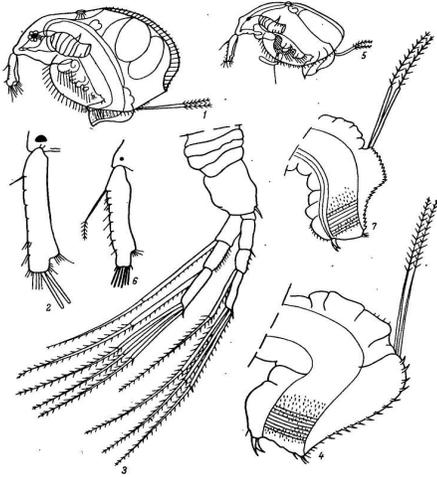


1.

2.



3.



4.

Рис. 87. Гіллястові ракоподібні – підряд Cladocera

Родина Chydoridae

Рід Camptocercus Baird, 1943

Camptocercus rectirostris Schoedler, 1862

розміри самки 1,0-1,4, самця біля 1,0 мм

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

Рід Acroperus Baird

Acroperus harpae (Baird, 1837)

розміри самки 0,7-1,0, самця 0,5-0,6 мм, в заростях

4 - самиця

5 - самець

6 - постабдомен самиці

Рід Peracantha Baird

Peracantha truncata (O.F.Muler, 1785)

розміри самки 0,6-0,65, самця 0,45-0,5 мм, в заростях

7 - самиця

8 - самець

9 - постабдомен самиці

Рід Monospilus Sars

Monospilus dispar Sars, 1862

розміри самиці 0,36-0,52, самця 0,30-0,42 мм, в мулисто-пісчаному ґрунті

10 - самка

11 - самець

12 - постабдомен самиці

Рід Graptoleberis Sars

Graptoleberis testudinaria (Fischer, 1848)

розміри самиці 0,50-0,70, самця 0,45-0,50 мм, в заростях

13 - самиця

14 - самець

15 - постабдомен самиці

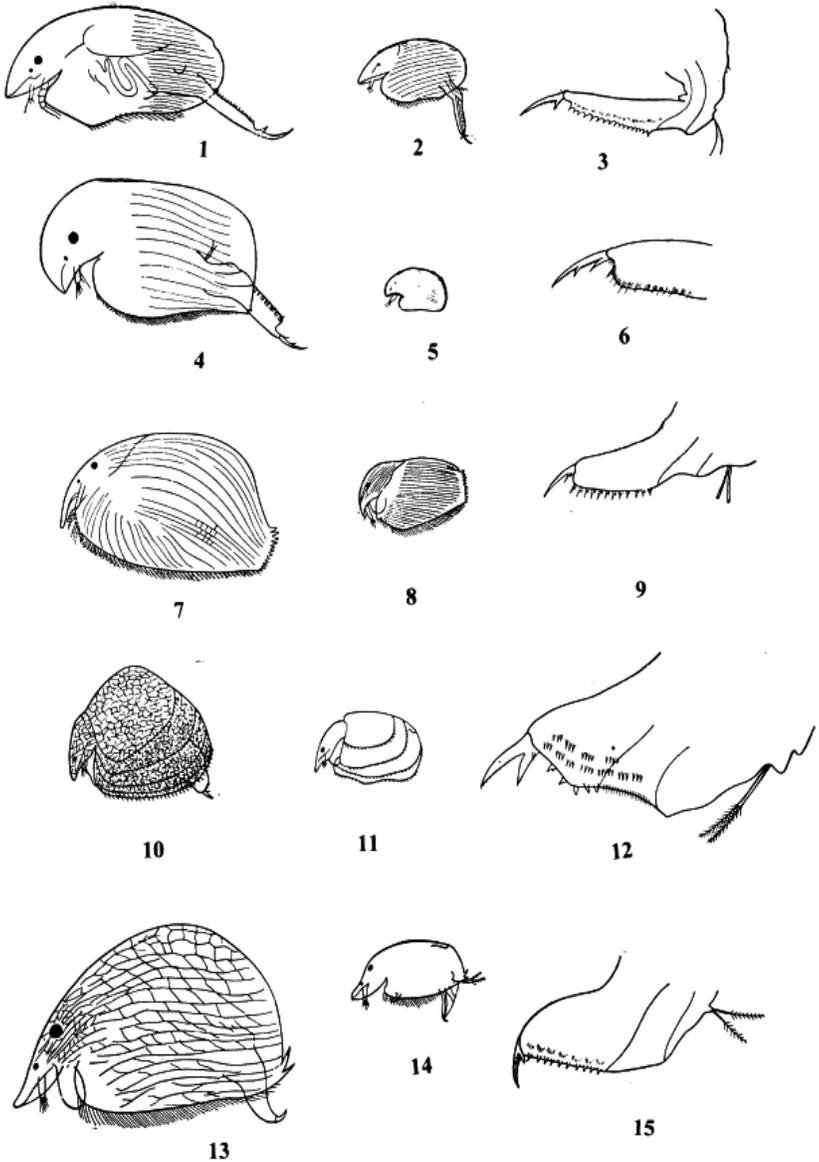


Рис. 88. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Рід *Leydigia* Kurz

Leydigia acanthocercoides (Fischer, 1854)

розміри самки 0,7-1,5, самця 0,7-1,0 мм, в мулі

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

Рід *Alonopsis* Sars

Alonopsis elongata (Sars, 1862),

розміри самиці 0,90-1,0, самця 0,60-0,65 мм, в заростях

4 - самиця

5 - постабдомен самиця

Alonopsis ambigua Lilljeborg, 1900,

розміри самиця 0,6-1,0, самця 0,5-0,75 мм, планктонна форма

6 - самиця

7 - самець (з озер Швеції)

8 - постабдомен самиці

Рід *Kurzia* Dybowski et Grochowski

Kurzia latissima Kurz, 1874

розміри самиці 0,46-0,60, самця більше 0,40 мм, в заростях

9 - самиця

10 - самець

11 - постабдомен самиці

Рід *Chydorus* Baird

Chydorus sphaericus (O.F. Muller, 1785)

розміри самиці 0,30-0,50, самця 0,30-0,36 мм, планктонна форма

12, 13 - весняна та осіння самиці

14 - самець

15, 16 - постабдомен самиці

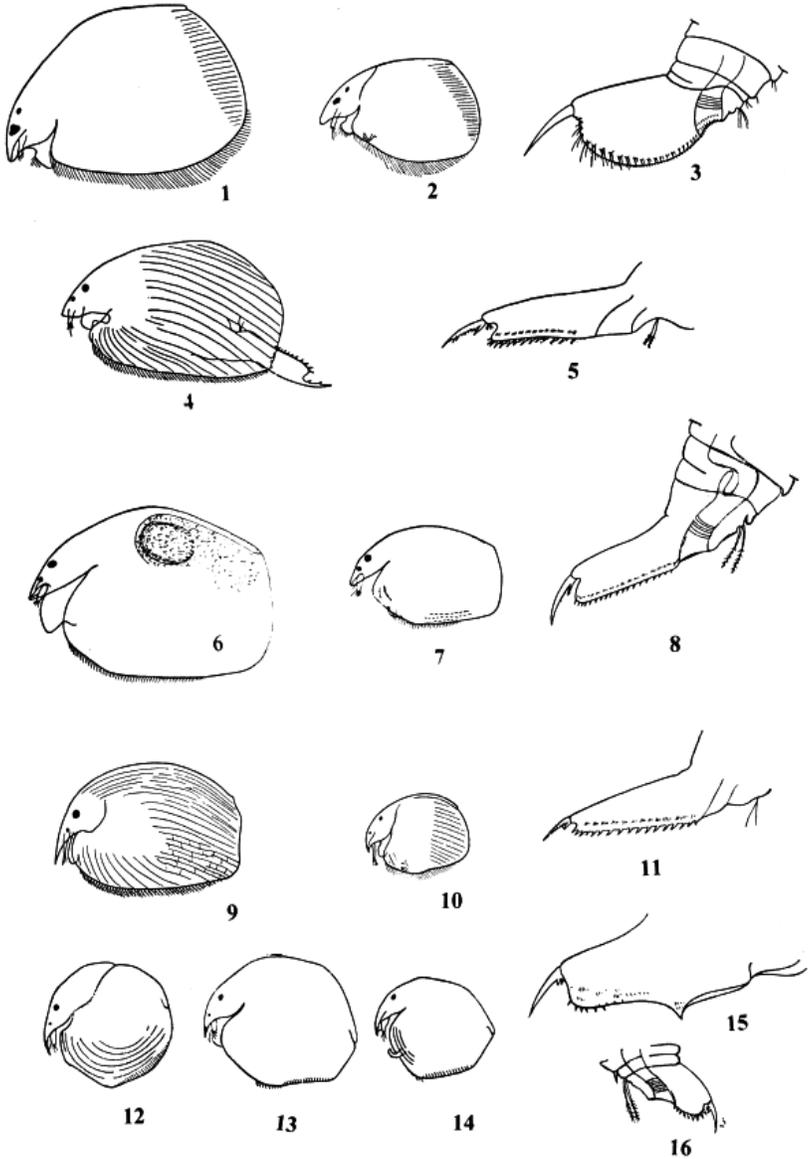


Рис. 89. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Пояснення до рис. 90.

Chydorus globosus Baird, 1850,
розміри самки 0,60-0,90 мм, планктонна форма

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

Під *Rhynchotalona* Norman and Brady

Rhynchotalona rostrata (Koch, 1841)

розміри самиці 0,40-0,50 мм, у придонних шарах води

4 - самиця

5 - самець

6 - постабдомен самиці

Rhynchotalona falcata (Sars, 1862)

розміри самиці 0,35-0,55 мм, в мулі

7 - самиця

8 - самець

9 - постабдомен самиця

Під *Pleuroxus* Baird

Pleuroxus aduncus (Jurine, 1820)

розміри самиці 0,46-0,66 мм, придонний планктон

10 - самиця

11 - самець

12 - озброєння верхнього краю постабдомена самиці

Pleuroxus uncinatus Baird, 1850

розміри самиці 0,50-0,62 мм, планктонна форма

13 - самиця

14 - самець

15 - постабдомен самиці

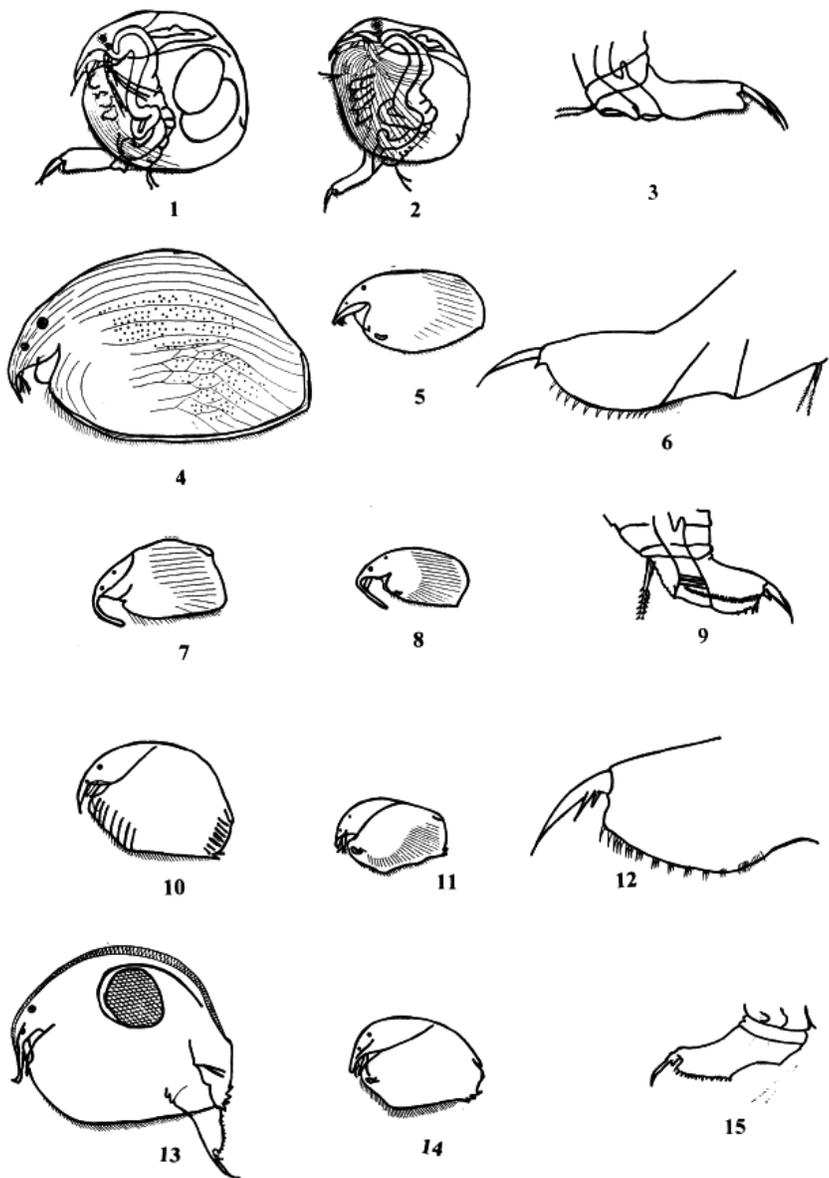


Рис. 90. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Пояснення до рис. 91.

Pleuroxus striatus Schoedler, 1863,

розміри самиці 0,80, самця -0,54 мм, в мулі

1 - самиця

2 - постабдомен самиці

3 – самець

Під Alona (O.F.Müller)

Alona affinis Leydig, 1860,

розміри самиці 0,8-1,2, самця 0,7-0,72 мм, придонна форма

4 - самиця

5 - постабдомен самиці

6 - самець

Alona quadrangularis (O.F.Müller, 1785),

розміри самиці 0,6-0,9, самця 0,58-0,60 мм, придонна форма

7 - самиця

8 - постабдомен самиця

9 - самець

Alona costata Sars, 1862,

розміри самиці 0,52-0,56, самця 0,46-0,48 мм, придонна форма

10 - самиця

11 - постабдомен самиці

Alona guttata Sars, 1862,

розміри самиці 0,30-0,40, самця 0,30-0,32 мм, придонна форма

12 - самиця

13 - самець

14 - постабдомен самиці

Alona rectangula Sars, 1862,

розміри самиці 0,25-0,50, самця 0,25-0,30 мм, придонна форма

15 - самиця

16 - постабдомен самиці

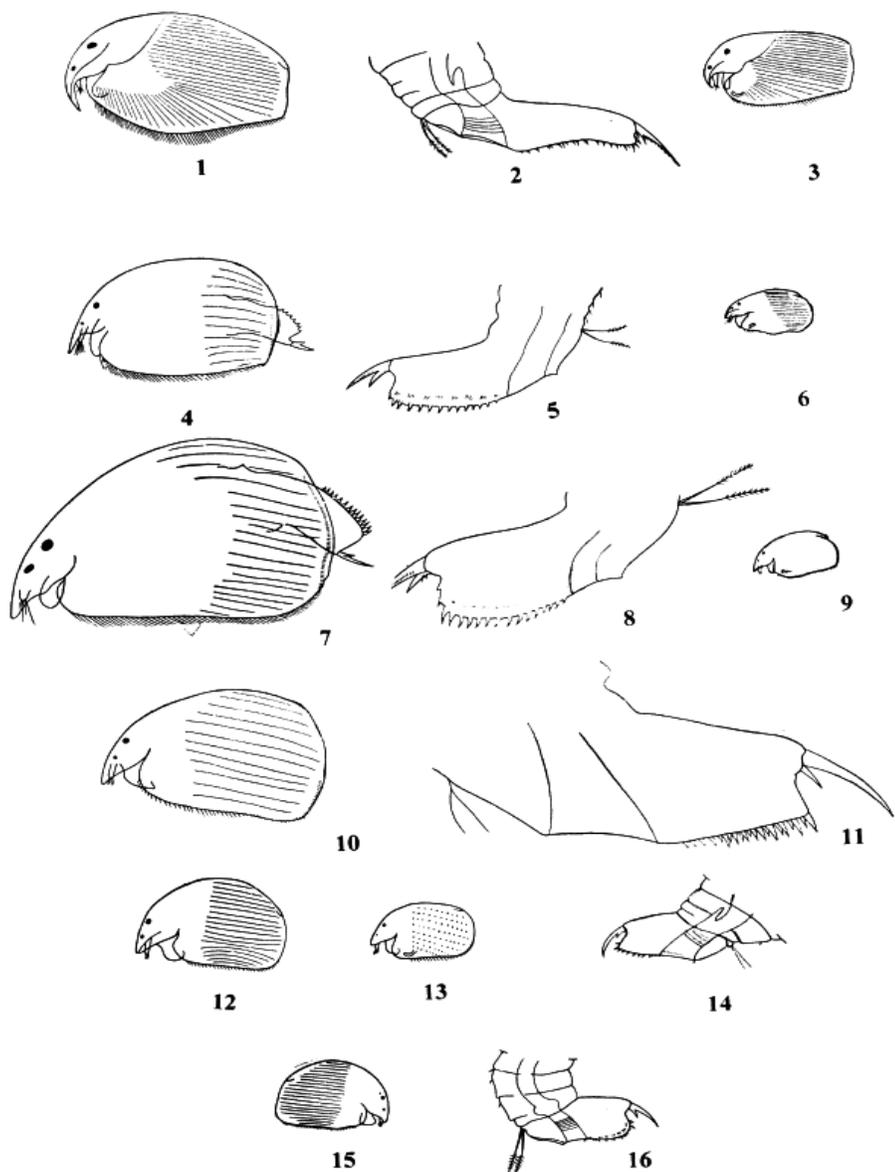


Рис. 91. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Під *Alonella* Sars

Alonella nana (Baird, 1850)

розміри самиці 0,24-0,26, самця 0,24 мм, в заростях рослин

1 - самиця

2 - постабдомен самиці

3 - самець

Alonella exigua (Lilljeborg, 1853)

розміри самиці 0,34-0,42, самця біля 0,27 мм, в заростях рослин

4 - самиця

5 - постабдомен самиці

6 - самець

Alonella excisa (Fischer, 1854), в заростях рослин

7 - самиця

8 - постабдомен самиці

9 – самець

Під *Bosmina* Baird

Bosmina coregoni Baird, 1857

розміри самиці 0,4-1,0, самця 0,3-0,6 мм, планктонна форма

10 - самиця

11 - самець

12 - озброєння кігтика

13 - постабдомен самиці

Bosmina longirostris (O.F.Muller, 1785)

розміри самиця 0,25-0,62, самця 0,25-0,44 мм, планктонна форма

14 – самиця

15 – самець

16, 17 – постабдомен і кігтик самиці

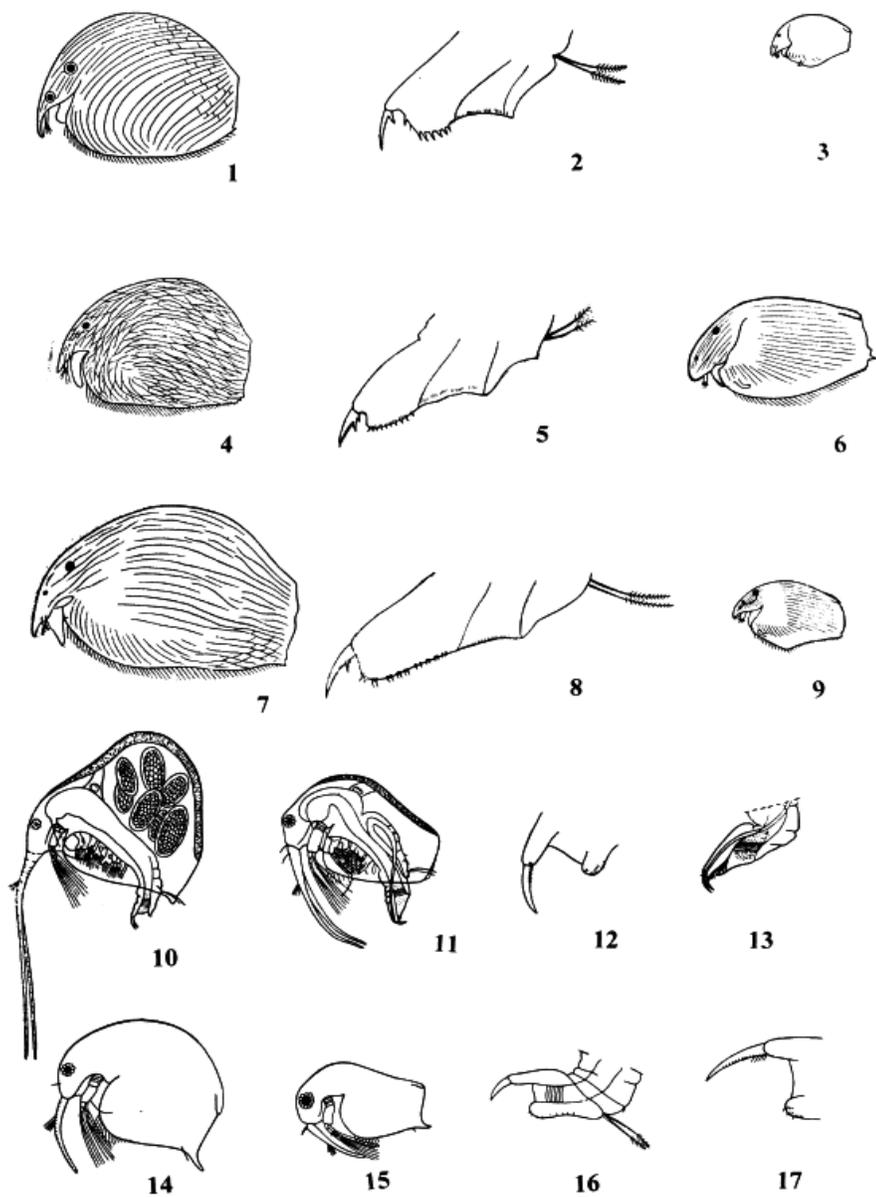


Рис. 92. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

Рід *Oxyurella* Dybowski et Grochowsky

Oxyurella tenuicaudis (Sars, 1862)

розміри самиці біля 0,60, самця 0,42-0,44 мм, в заростях рослин

1 - самиця

2 - самець

3 - постабдомен самиці

Polyphemus exiguus, 1897

розміри самиці 0,4 мм, планктонна форма

4 – самиця

Polyphemus pediculus (Linne, 1778)

розміри самиці 1,2-1,8, самця 0,9-0,95 мм, планктонна форма

15 – самиця

Рід *Bythotrephes*

Bythotrephes longimanus Leydig, 1860

розміри самиці 2,0-5,0, самця 1,8-4,0 мм, планктонна форма

5, 6 - самиця

7 - хвостова голка

Рід *Corniger* Pengo, 1879

Corniger maeoticus Pengo, 1879

розміри 0,60-0,75 мм, планктонна форма

8 - самиця

9 - плаваючі антени самиці

10 - I пара ніг

11 - I і IV пари ніг самиці

Родина Leptodoridae **Lillgeborg**

Рід *Leptodora* Lillgeborg

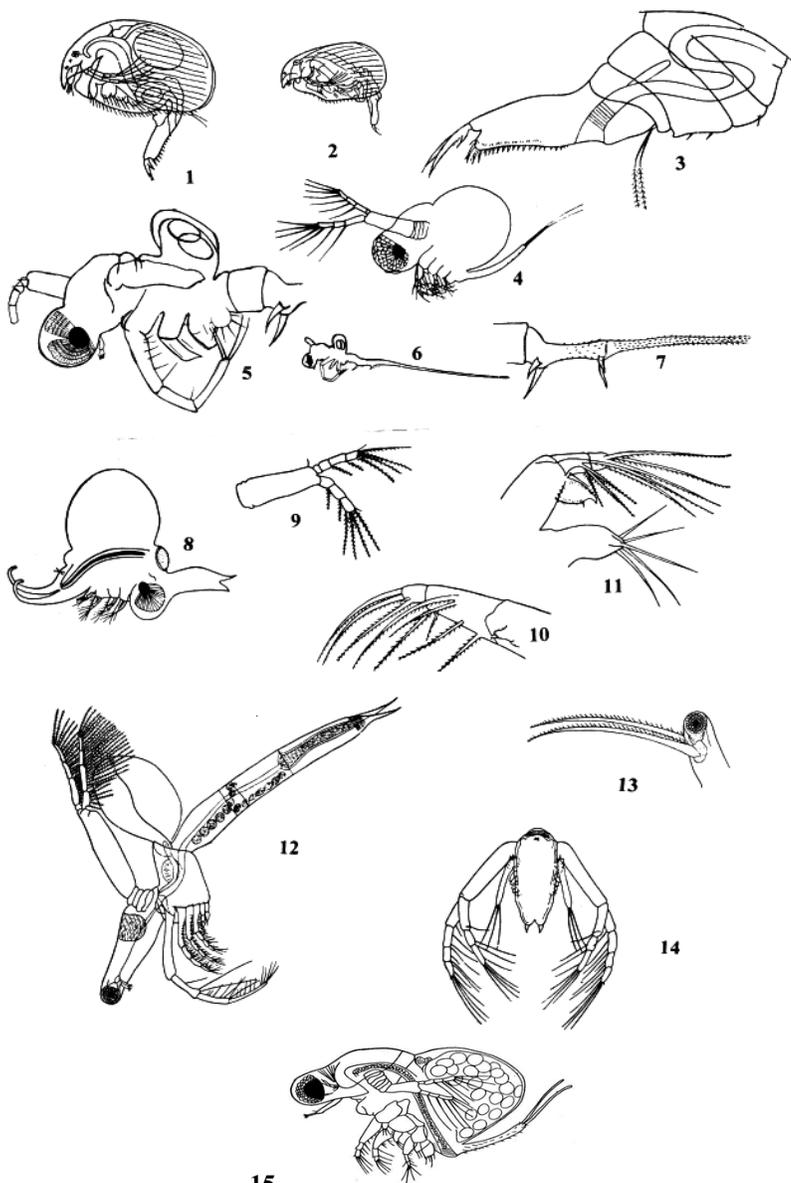
Leptodora kindtii (Focke, 1844)

розміри самиці 2,0-10,0, самця 2,0-7,0 мм, планктонна форма

12 - самиця

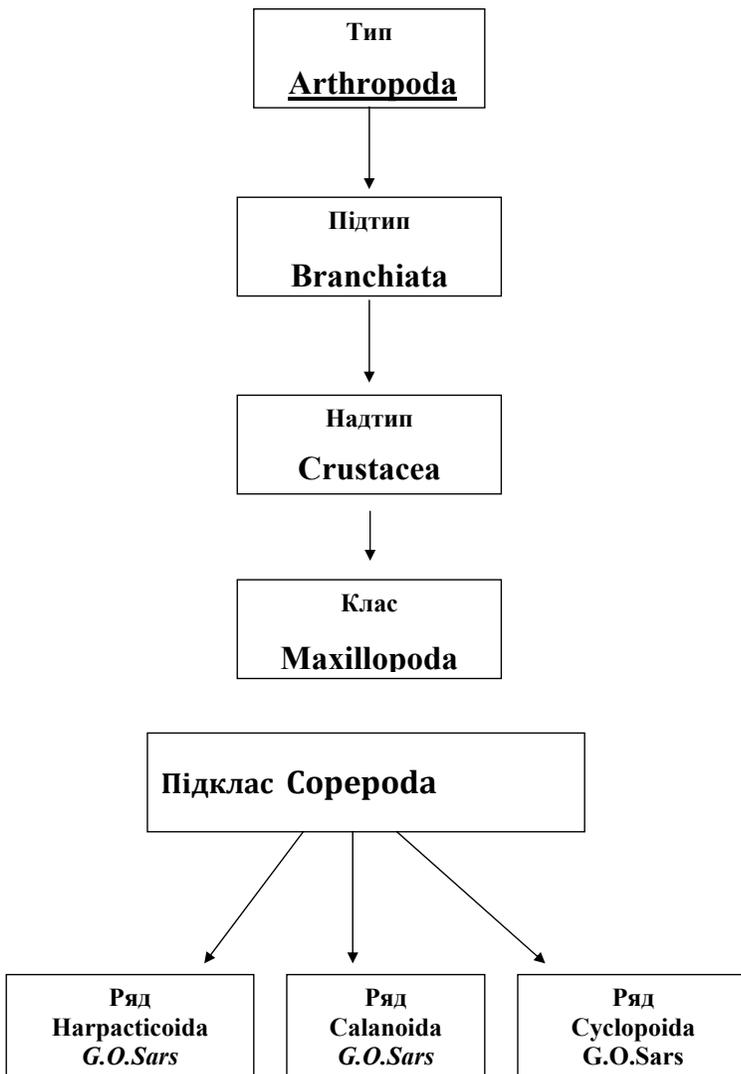
13 - передні антени самця

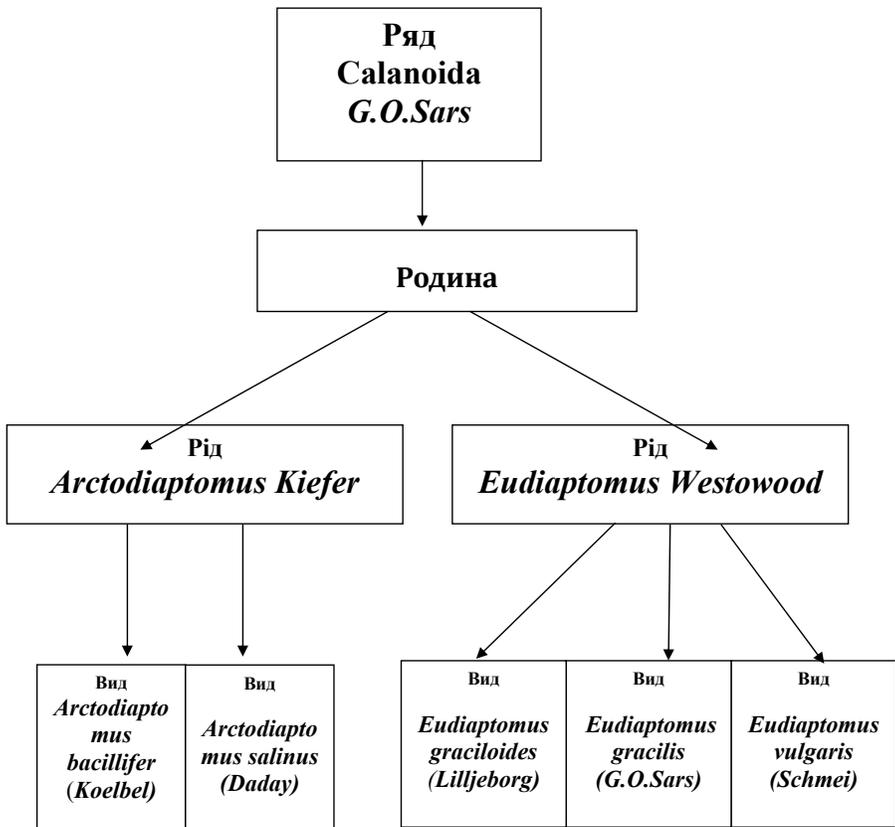
14 - личинка (метанаупліус)

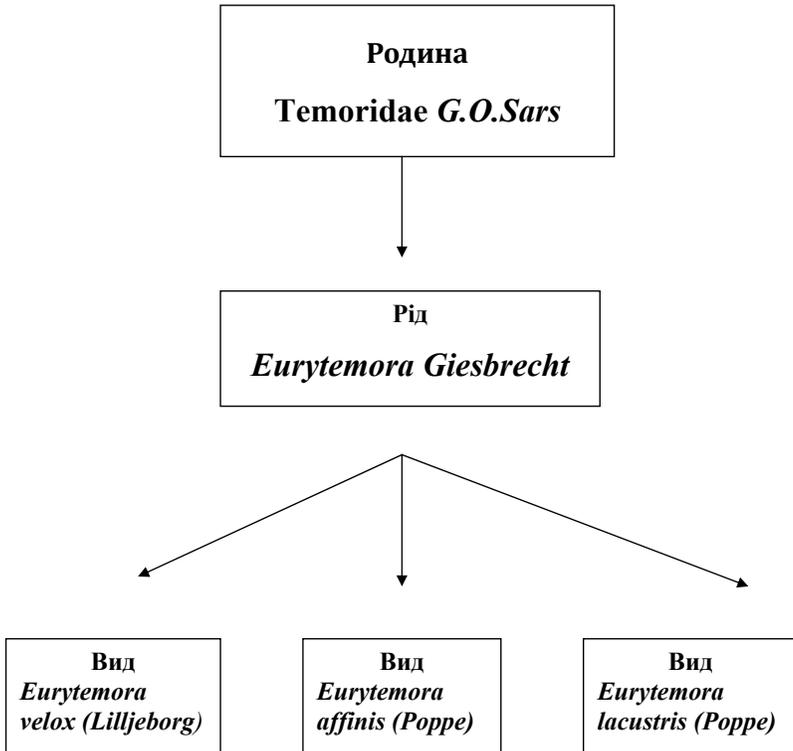


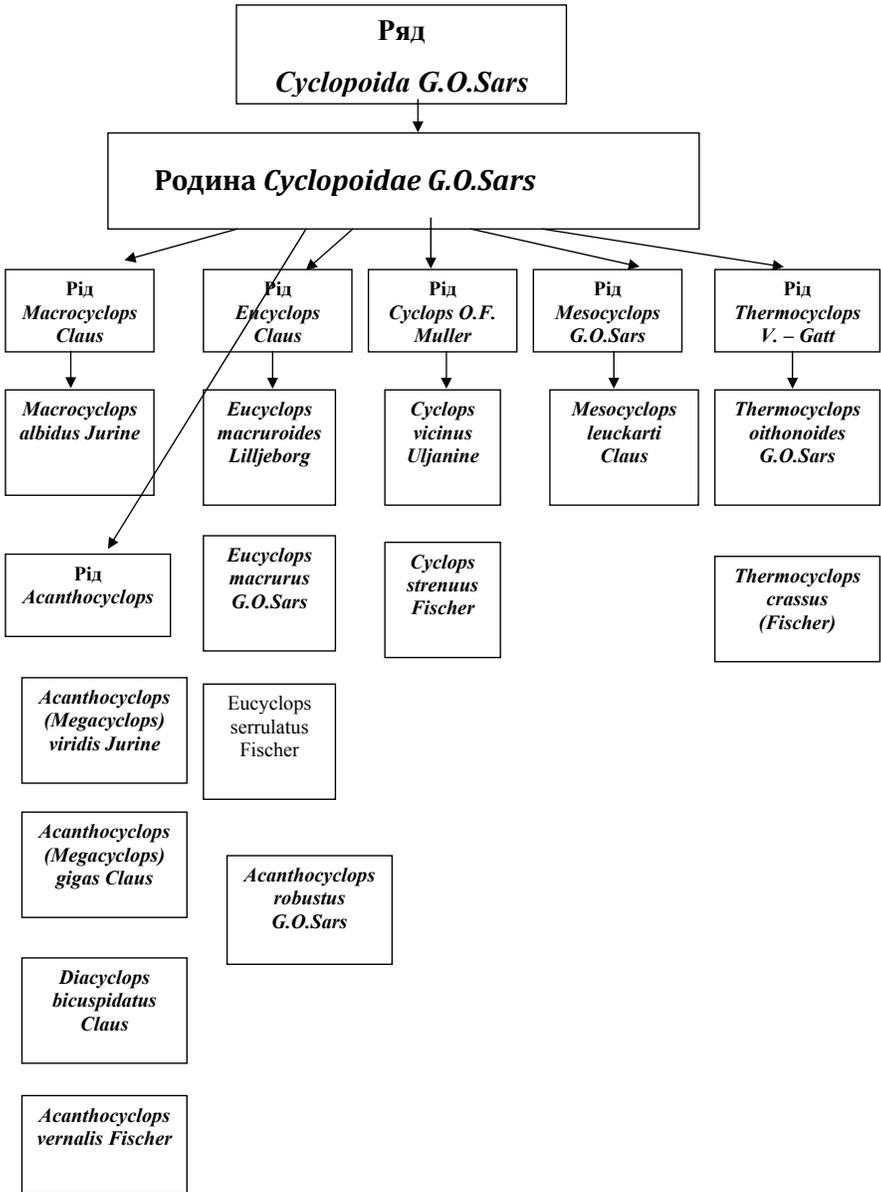
15
Рис. 93. Гіллястовусі ракоподібні – підряд Cladocera

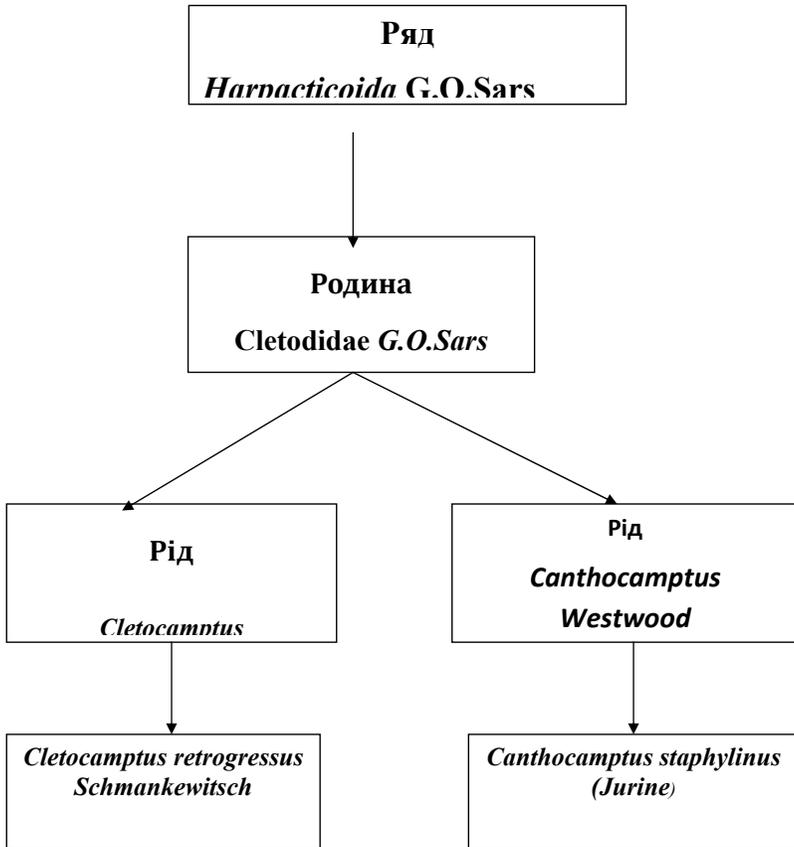
19. ЗООПЛАНКТОН. СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА
АТЛАС ПОШИРЕНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ ПІДКЛАСУ
COPEPODA











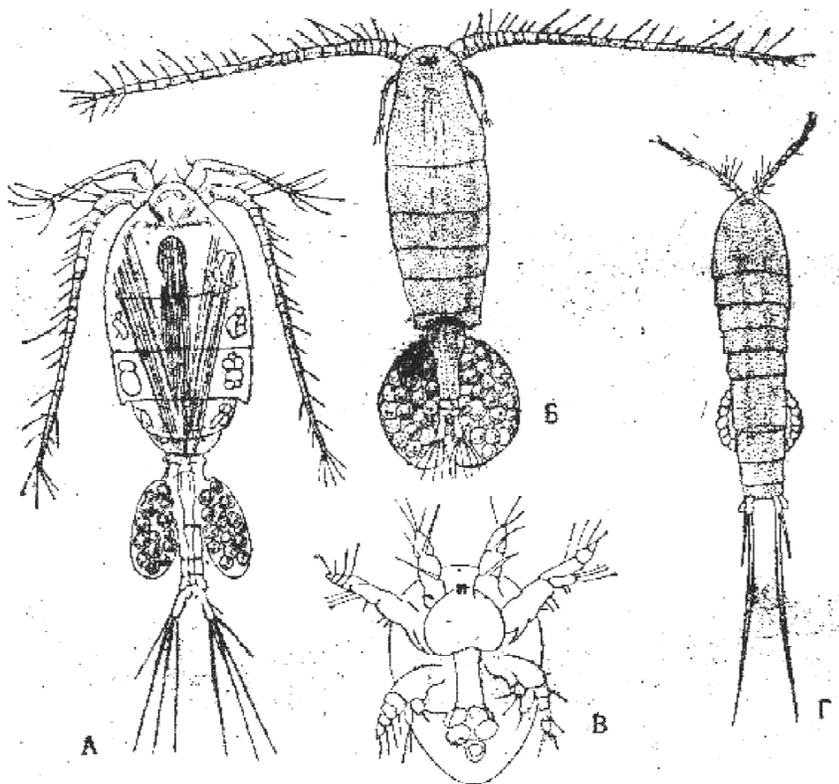


Рис. 94. Веслоногі ракоподібні – підклас Соперода

А - *Cyclops*

Б - *Diaptomus*

В - личинка наупліус

Г - *Canthocamptus*

Ряд Calanoida

Родина Diaptomidae G.O. Sars

Рід *Eudiaptomus* Kiefer

1 - *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil), розміри 1,5-2,5 мм

а- самиця: 1 - голова, 2 - торакс (груди), 3 - абдомен (черевце),
4 - генітальний сегмент, 5 - яйцевий мішок, 6 - фуркальна гілка з
фуркальними щетинками, 7 - антенула, 8 - непарне око;

б – самець,

с-5 пара торакальних ніг та абдомен самця

2 - *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg), розміри 1,0-1,3 мм

а – самець,

б - 5 пара торакальних ніг самця,

с – нога 5-ї пари торакальних ніг та абдомен самиці

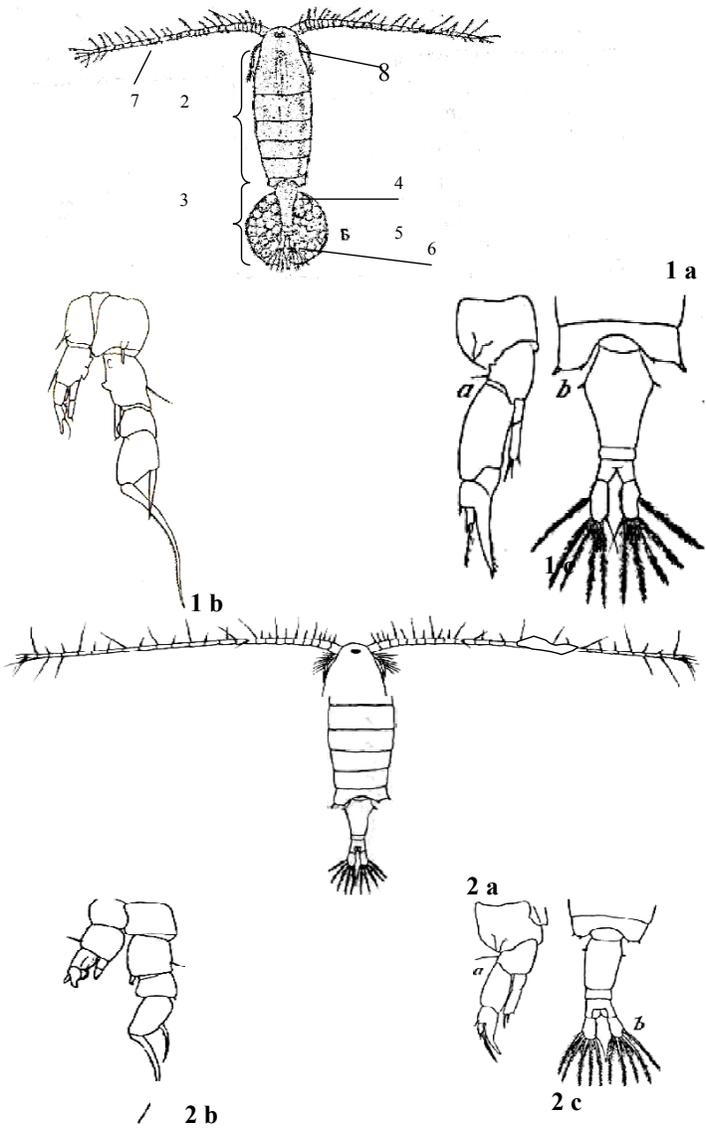


Рис. 95. Веслоногі ракоподібні – підклас Copepoda

Пояснення до рис. 96.

3 - *Eudiptomus gracilis* (G.O.Sars)

розміри 1,0-1,5 мм

a – 5 пара торакальних ніг самця

b – нога 5-ї пари торакальних ніг та абдомен самиці

Під *Arctodiptomus* Kiefer

4 - *Arctodiptomus bacillifer* (Koelbel)

розміри 1,0-1,5 мм,

a – 5 пара торакальних ніг самця

b – нога 5-ї пари торакальних ніг та абдомен самиці

5 - *Arctodiptomus salinus* (Daday)

розміри 1,0-1,2 мм;

a – 5 пара торакальних ніг самця

b – нога 5-ї пари торакальних ніг та абдомен самиці

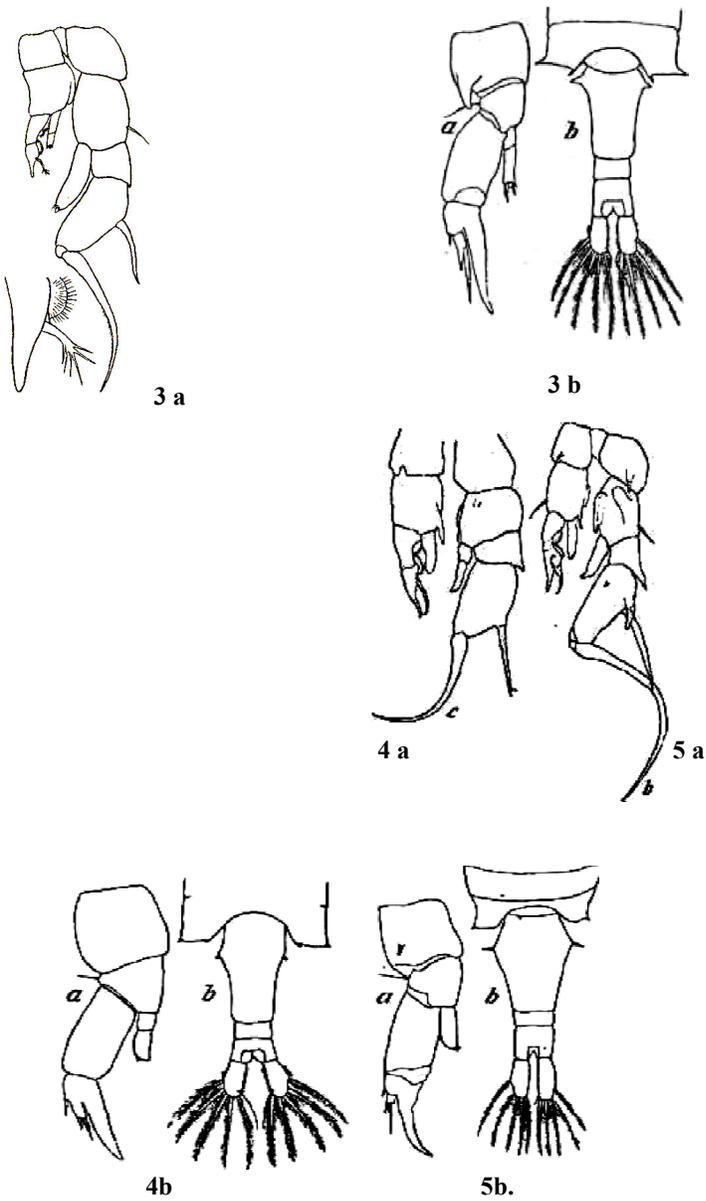


Рис. 96. Веслоногі ракоподібні – підклас Сорепода

Родина Temoridae G.O.Sars

Рід *Eurytemora* Giesbrecht

6 - *Eurytemora velox* (Lilljeborg)

розміри 2,2 мм

a – сім'єприймач

b – 5 пара ніг самиці

c – абдомен самиці

d - 5 пара торакальних ніг самця

7 - *Eurytemora affinis* (Poppe)

розміри 1,5 мм

a – сім'єприймач

b – 5 пара ніг самиці

c – абдомен самиці

d - 5 пара торакальних ніг самця

8 - *Eurytemora lacustris* (Poppe)

розміри 1,3 мм

самиця, загальний вигляд

a – сім'єприймач

b – абдомен самиці

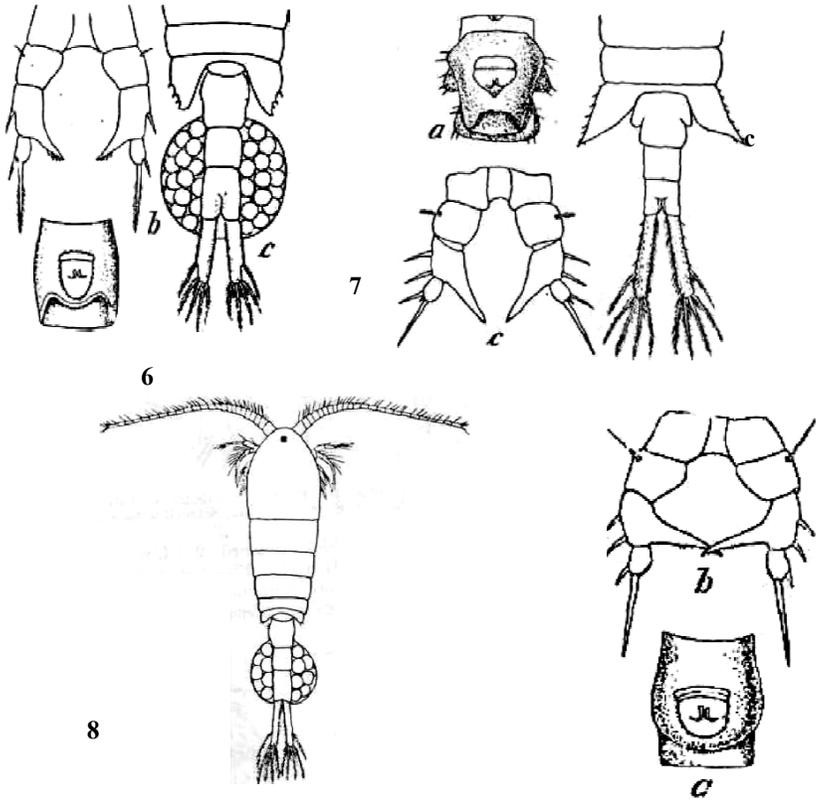


Рис. 97. Веслоногі ракоподібні – підклас Соперода

Ряд Cyclopoida G.O. Sars

Родина Cyclopidae Kieffer

Підродина Eucyclopinæ – прісноводні циклопи

Рід Macrocylops Claus

9 – *Macrocylops albidus* (Jurine), циклоп білуватий,
розміри 1,3-2,5 мм

a – нога 5-ї пари торокальних ніг самиці

b – фурка дорсально

c – генітальний сегмент самиці з сім'яприймачем

Рід Eucyclops Claus

10 – *Eucyclops macruroides* (Lilljeborg), циклоп хвостатий
розміри 1,0-1,5 мм

a – фурка самиці дорсально

b – сім'яприймач

c – дистальні членики антени

d – дистальні членики ендоподита

e – нога 5-ї пари торокальних ніг самиці

11 – *Eucyclops macrurus* (Sars), довгохвостий
розміри 1,4 мм

a – фурка дорсально

b – сім'яприймач

c – нога 5-ї пари торокальних ніг самиці

12 – *Eucyclops serrulatus* (Fischer), циклоп пилчастий
розміри 1,4 мм

a – фурка дорсально

b – сім'яприймач

c – нога 5-ї пари торокальних ніг самиці

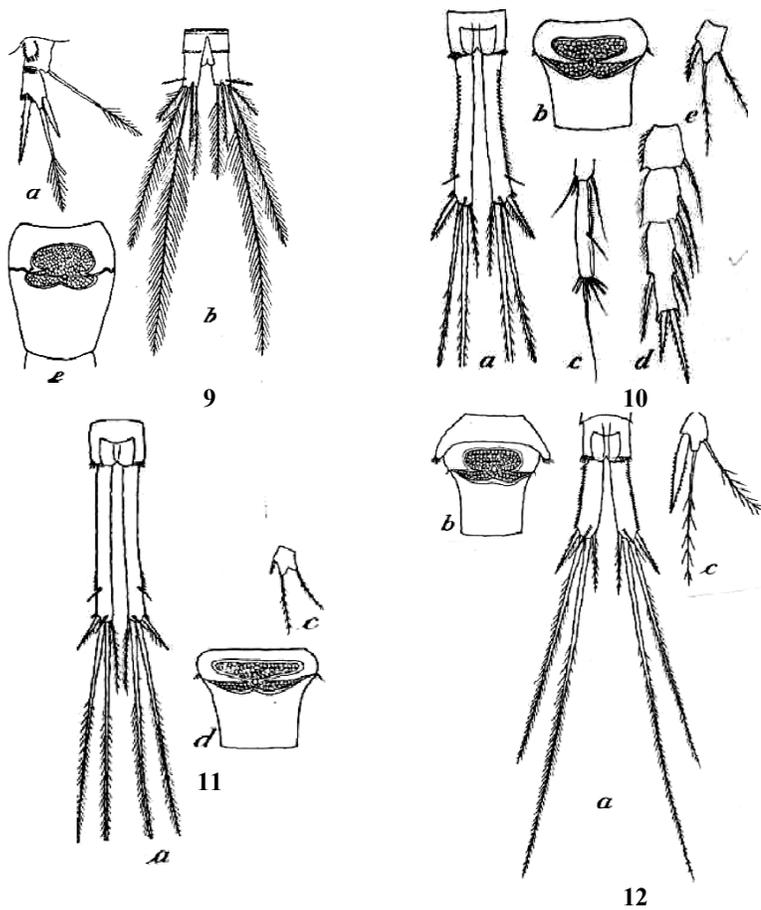


Рис. 98. Веслоногі ракоподібні – підклас Ctenopoda

Рід *Cyclops* Müller

13 - *Cyclops vicinus vicinus* Uljanin; циклоп пелагічний
розміри 1,7 мм

a – фурка з щетинками дорсально

b – 3-5 торокальні та генітальний сегменти

c – торкальна нога 5-ї пари самиці

14 - *Cyclops strenuus strenuus* Fischer, циклоп звичайний
розміри 1,5-3,5 мм

a – фурка дорсально

b – торкальна нога 5-ї пари самиці

Рід *Acanthocyclops* Kiefer

15 – *Acanthocyclops* (*Megacyclops*) *viridis* (Jurine), мегациклоп
зелений, розміри 1,5-2,5 мм;

a – фурка дорсально

b – генітальний сегмент абдомену

c – торкальна нога 5-ї пари самиці

16 – *Acanthocyclops* (*Megacyclops*) *gigas* (Claus), мегациклоп
гігантський, розміри 2 мм

a – фурка дорсально

b торкальна нога 5-ї пари самиці

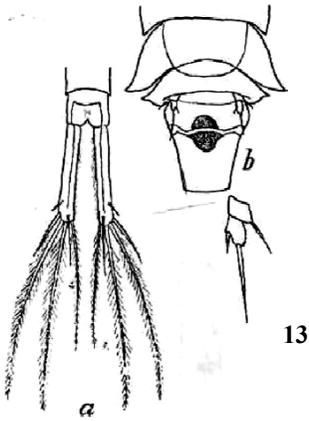
Рід *Diacyclops* Kiefer

17 – *Diacyclops bicuspidatus* (Claus), діациклоп довгохвостий

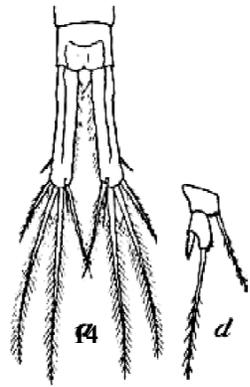
a – фурка дорсально

b – сім'яприймач

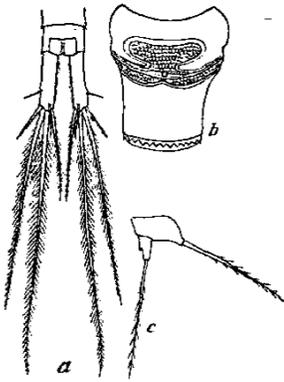
c – торкальна нога 5-ї пари самиці



13



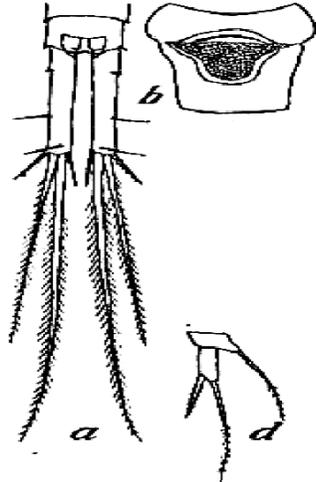
14



15



16



17

Рис. 99. Веслоногі ракоподібні – підклас Copepoda

Пояснення до рис. 100.

Рід *Mesocyclops* Sars

18 - *Mesocyclops leuckarti* (Claus), розміри 1,0-1,3 мм

a – фурка дорсально

b – сім'яприймач

c - торкальна нога 5-ї пари самиці

Рід *Thermocyclops* Kiefer

19 – *Thermocyclops oithonoides* (Sars), термоциклоп оітоноподібний, розміри 0,535-0,875 мм

a – фурка дорсально

b – генітальний сегмент з сім'яприймачем

c – торкальна нога 5-ї пари самиці

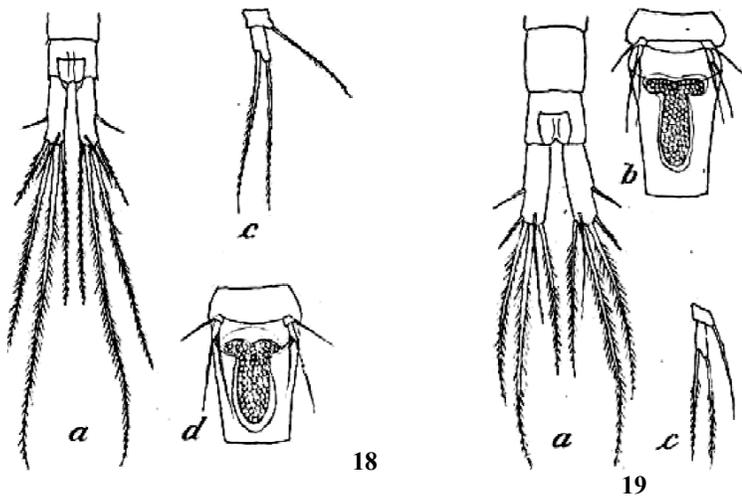


Рис. 100. Веслоногі ракоподібні – підклас Сорепода

Ряд Harpacticoida G.O.Sars

Родина Cletodidae G.O.Sars

Рід *Cletocamptus* Schmankewitsch

20 - *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch

розміри 0,65-0,75 мм

a – фурка самиці дорсально

b - нога 1-ї пари торакальних ніг самиці

c – нога 5 пари торакальних ніг самиці

d – нога 5 пари торакальних ніг самця

Родина Canthocamptidae G.O. Sars

Рід *Canthocamptus* Westwood

21 – *Canthocamptus staphylinus* (Jurine)

розміри 0,8-0,9 мм

a – фурка самки дорсально

b - нога 5 пари торакальних ніг самиці

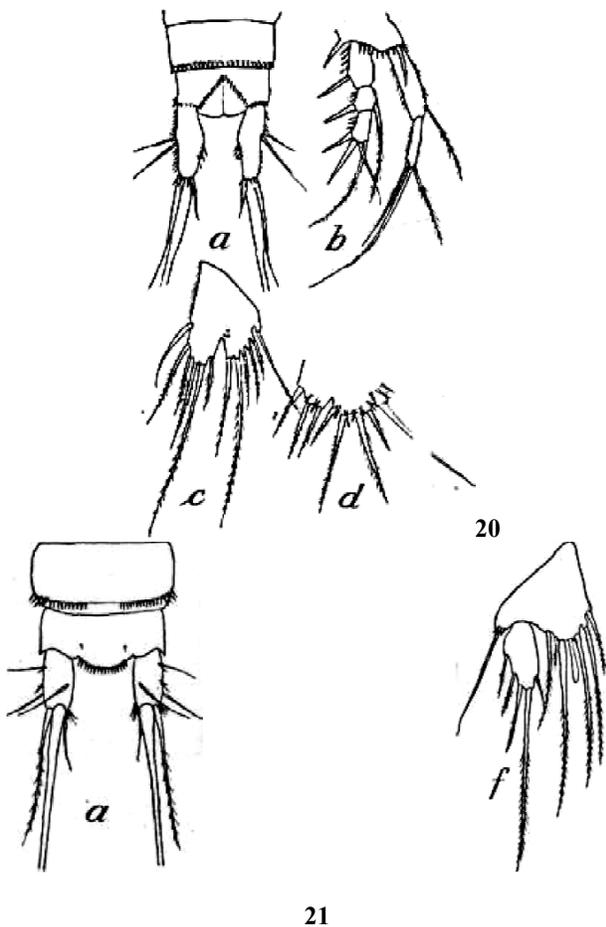


Рис. 101. Веслоногі ракоподібні – підклас Copepoda

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть прилади для відбирання проб зоопланктону.
2. Які консерванти використовують для фіксації проб зоопланктону?
3. У чому полягає суть експрес-методів визначення біомаси зоопланктону?
4. У чому полягає суть підготовки проб до камерального опрацювання?
5. У чому полягає суть камерального опрацювання проб?
6. Як визначають біомасу зоопланктону?

Використана література

1. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования / Жадин В.И. – М.: Высшая школа. – 1960. – 191 с.
2. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
3. *Кожова О.М., Мельник Н.Г.* Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. – Иркутск, 1978. – 51 с.
4. *Кражан С.А., Хижняк М.И.* Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон: Олді-плюс, 2011. – 330 с
5. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.*
6. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция/Под. ред. Г.Г.Винберга и Г.М.Лаврентьевой. – Л., 1982. – 33 с.*
7. *Ривьер И.К.* Зоопланктон и нейстон // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 138–157.
8. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.*

Визначники планктонних безхребетних

9. *Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С.* Определитель Calanoida пресных вод СССР. – С.-П.: Наука, 1991. – 504 с.
10. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
11. *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
12. *Мануйлова Е.Ф.* Ветвистоусые рачки фауны СССР. – Л.: Наука, 1964. – 328 с.

13. *Монченко В.І.* Щелепнороті циклопоподібні, циклопи (Cyclopidae) // Фауна України. – К.: Наук. думка, 1974. – Т. 27, Вип. 3. – 452 с.
14. *Определитель* организмов пресных вод СССР. Пресноводная фауна. Пресноводная Calanoida СССР /Подред. А.Л.Бенинга, Л.С.Берга. –Л., 1930. – 283 с.
15. *Определитель* пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510с.
16. *Рылов В.М.* Пресноводные Calanoida СССР. – Л. – 1930. – 288 с.
17. *Рылов В.М.* Cyclopoida пресных вод // Фауна СССР. Ракообразные. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – Т. 3, Вып. 3. – 320 с.
18. *Смирнов Н.Н.* Chydoridae фауны мира // Фауна СССР. Ракообразные. – Л.: Наука, 1971. – Т. 1, Вып. 2. – 530 с.
19. *Смирнов Н.Н.* Macrothricidae и Moinidae фауны мира // Фауна СССР. Ракообразные. – Л.: Наука, 1976. – Т. 1, Вып. 3. – 238 с.

20. ЗООБЕНТОС. СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА АТЛАС ПОШИРЕНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ ПРІСНИХ ВОДОЙМ

Пояснення до рис. 102.

Тип *Tentaculata*

Клас *Bryozoa*

Рід *Plumatella* Lamarck

Plumatella fungosa

1 – колонії на стеблах водяних рослин; **рис.2** – колонії на анодонті; **рис.3** – на довгопалому раці; **рис.4** – у збільшеному вигляді; **рис.5** – на калюжниці у розрізі, чорні крапки на черепашці – прикріплені статобласти; **рис.6** – статобласти моховаток:

А – *Fredericella sultana*; **Б** – *Plumatella fungosa*; **В** – *Plumatella repens*; **Г** – *Plumatella emarginata*; **Д** – *Plumatella fruticosa*; **Е** – *Cristatella mucedo*

Тип *Celenterata*

Підклас *Hydroidea*

Ряд *Hydrida*

Hydra oligactis

розміри до 3 см.

А – з чоловічими монадами

Б – з жіночими

В – гідра, що брунькується (за Полянським)

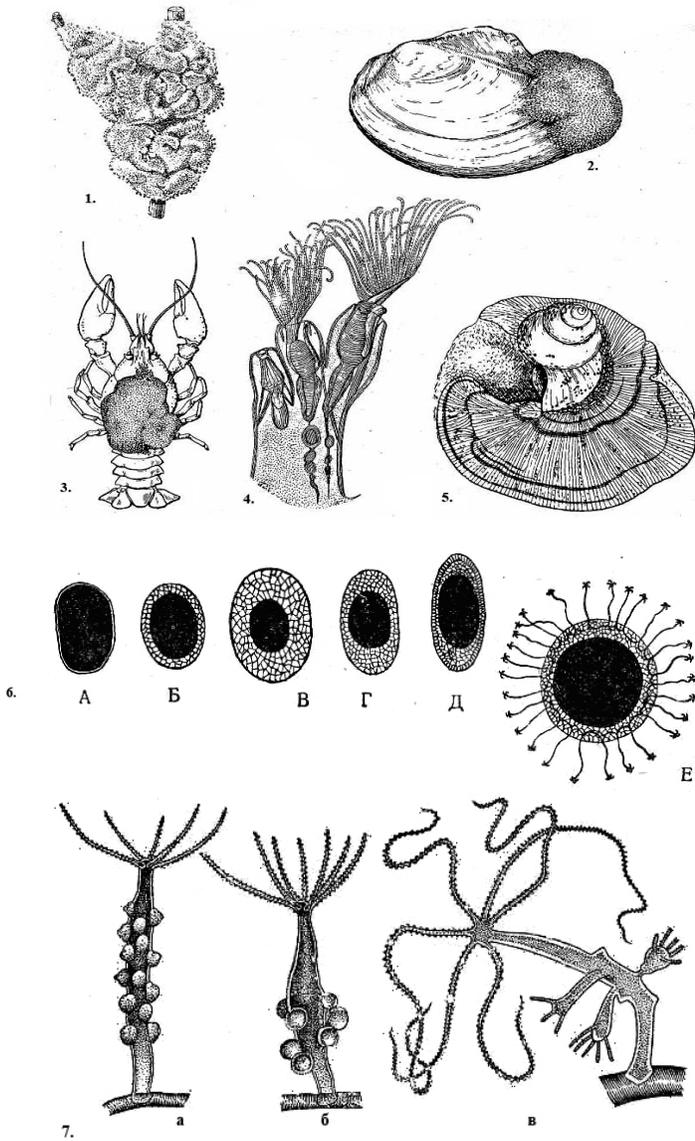


Рис. 102. Організми зообентосу – моховатки, гідри

Тип Plathelminthes

Клас Turbellaria – війчасті черви

Ряд Tricladida

Рис.1 - *Dendrocoelum lacteum* (Tricladida)

Рис.2 - *Leptoplana alcinoi* (Polycladida) (за Стрілковим)

Рис.3 - *Dorylaimus stagnalis*

Тип Annelida

Підтип Clitellata

Клас Oligochaeta – малоцетинкові черви

розміри Олігохет від 1-2 мм найдрібніші, та 200-300 мм найбільші

Рис.4 - *Aeolosoma tenebrarum*

Рис.5 - *Nais pseudobtusa*

Рис.6 - *Ripistes parasita*

Рис.7 - *Chaetogaster limnaei*

Рис.8 - *Peloscolex veliutinus*

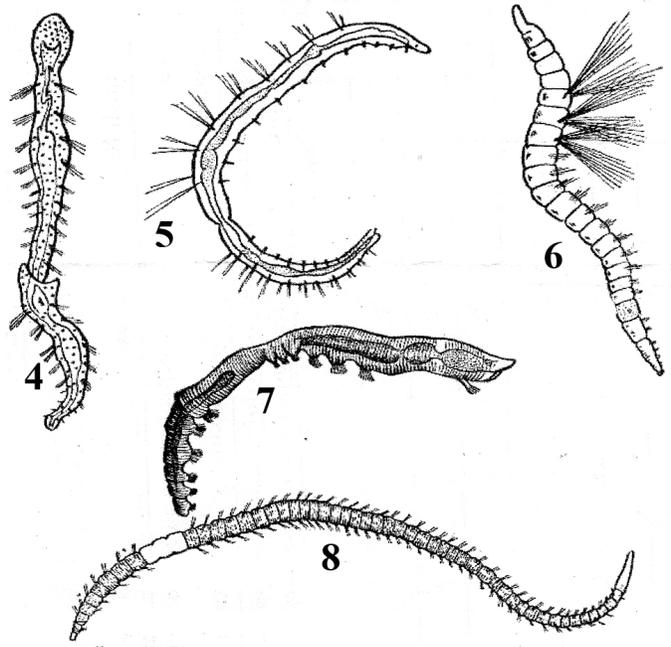
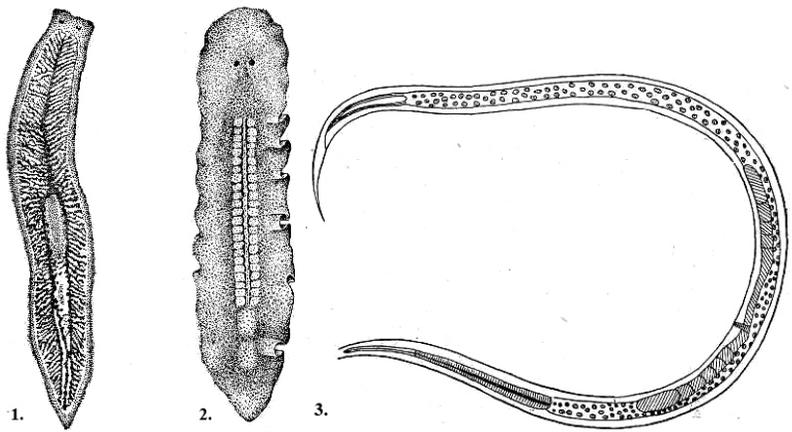


Рис. 103. Війчасті і малощетинкові черви

Клас Oligochaeta

Рід *Stylaria* Lamarch

1 - *Enchytraeus albidus*

2 - *Tubifex tubifex*

3 - *Stylaria lacustris* L.

4 - *Lumbricus herculeus*, з коконом (5)

Клас Hirudinea

Рід *Helobdella* Blanch

6 - *Hirudo medicinalis*

7 - *Piscicola geometra*

8 - *Haemopsis sanguisuga*

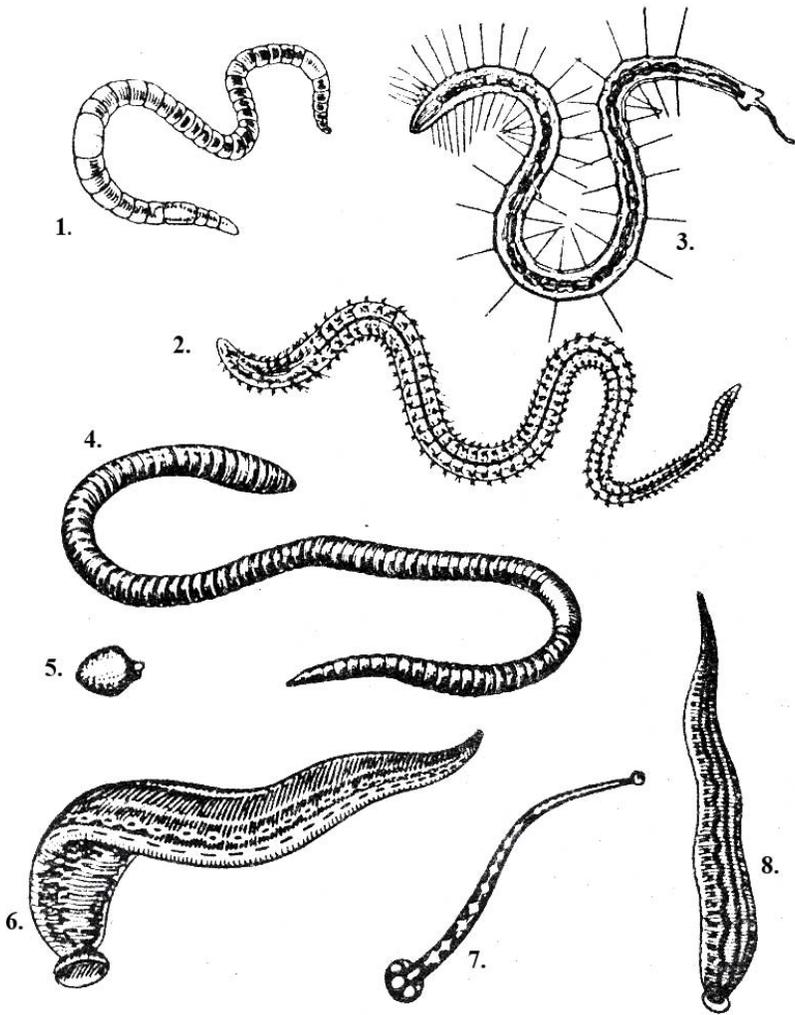


Рис. 104. Малошетинкові черви і п'явки

Тип Arthropoda
Підтип Brachiata
Entomostraca
Euphyllopoda

Родина Branhipodidae

Рід *Branchipus*

1 - *Branchipus stagnalis*, самець (з Гештекера і Ортмана):

1 – антена; 2 – антенула; 3 – печінковий виріст кишки; 4 – наксилярна залоза; 5 – серце; 6 – кишка; 7 – сім'яник; 8 – черевце; 9 – гілка вилочки; 10 – грудні ніжки; 11 – головний придаток.

2 - *Branchipus stagnalis*, абдомен самиці

розміри рачків до 11,5 мм

Родина Artemiidae

Рід *Artemia* Leach

3 - *Artemia salina* - зяброногий рачок, зовнішній вигляд самки (з Бронштейна): 1 – наупліальне око; 2 – антенула; 3- фасетироване око; 4 – антена; 5 – грудні ніжки; 6 – яйцевий мішок; 7 – черевце; 8 – вилочка.

4 - голова самця: 1 – наупліальне око; 2 – антенула; 3- фасетироване око; 4 – антена

Розміри рачків до 8-11 мм

Родина Limnadiidae

Рід *Limnadia*

5 - *Limnadia lacustri*, листоногий черепашковий рачок, ліва стулка черепашки і ліва антена усунені (за Новиковим): 1- антенула, 2 – антена, 3 – складне око, 4 – залозистий придаток кишки 5 – мандібула; 6 – кишка; 7 – м'яз замикач; 8 – остії серця; 9 – вилочка; 10 – грудні ніжки

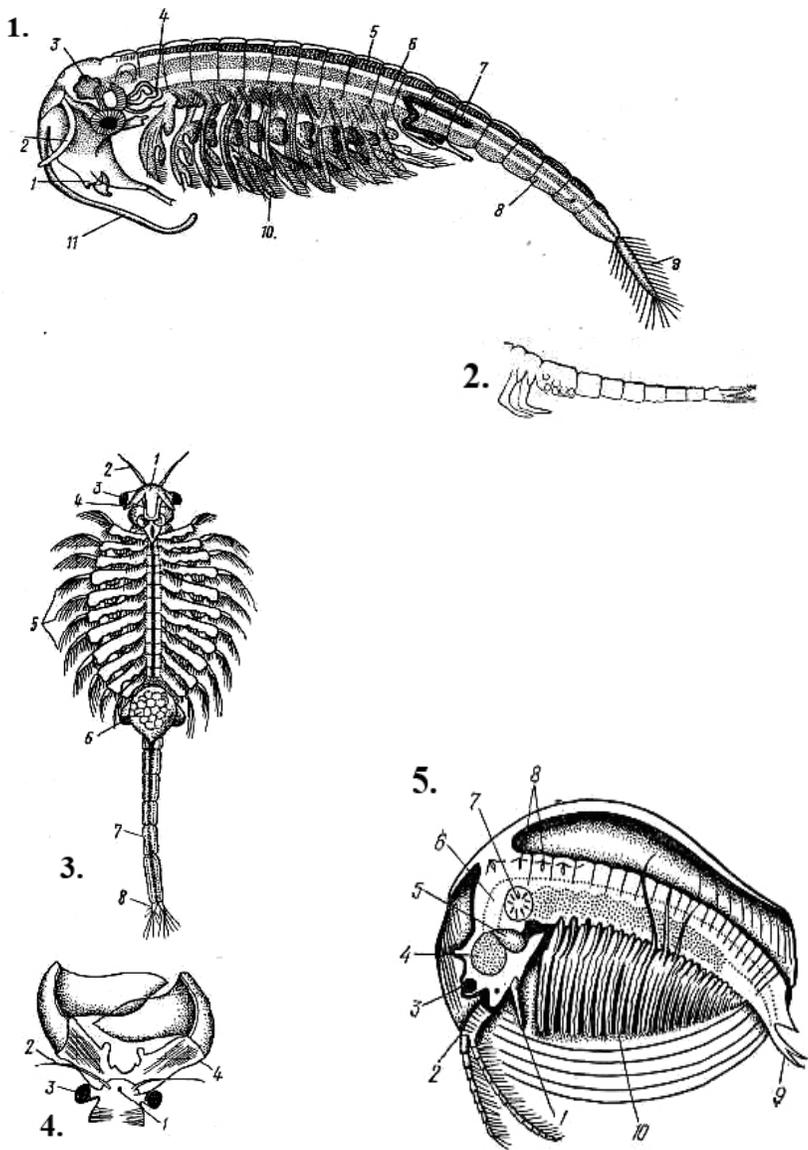


Рис. 105. Зяброні і листоногі ракоподібні

Клас Entomostraca
Ряд Anostraca
Підряд Conchostraca

Родина Lynceidae (Lymnetidae)

- 1 *Lynceus brachyurus* Muller:
- 2 - нога третьої пари
- 3 - нога десятої пари
- 4 - нога першої пари самця

Родина Limnadiidae

Рід *Syzicus audoin* (Estenia Rupp)

- 5 *Syzicus tetracerus*
розміри до 12 мм завдовжки, 7,5 мм ширина та 4,5 мм завтовшки
Triops cancriformis, щитень (з Бірштейна)
- 6 - вигляд зі спини
- 7 - вигляд з черевця

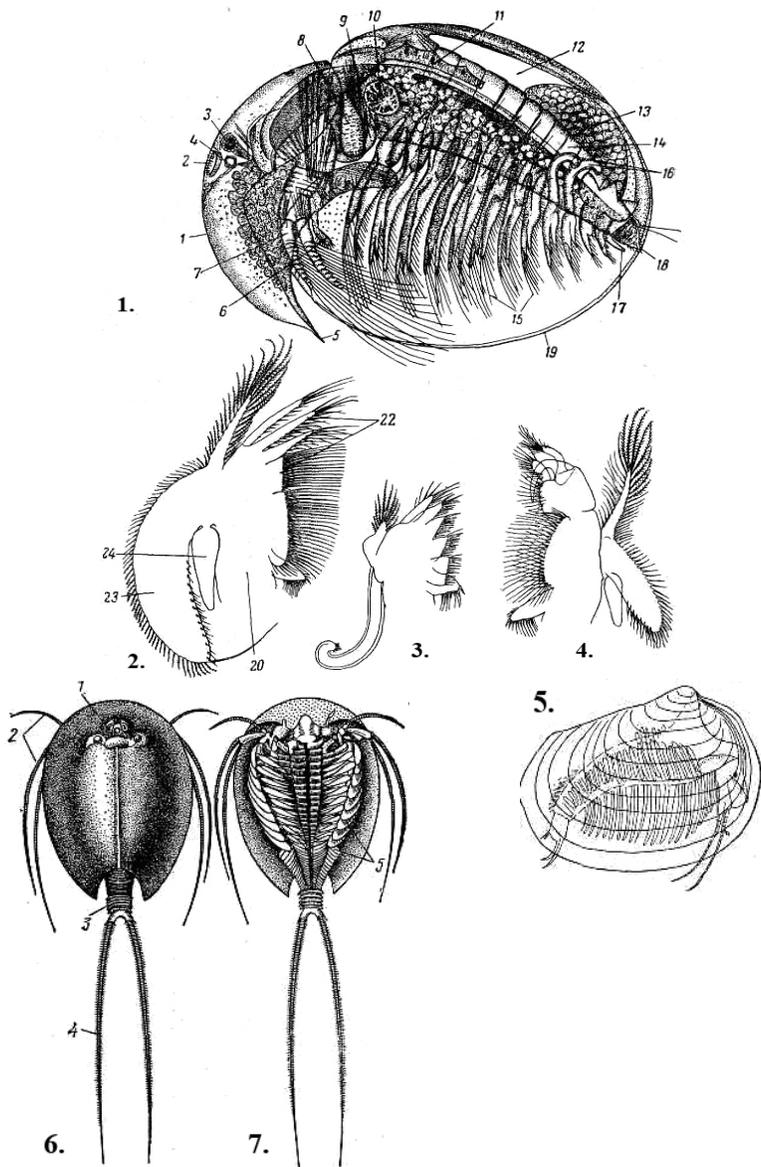


Рис. 106. Донні ракоподібні

Клас Crustacea
Підклас Branchiopoda
Ряд Isopoda

Родина Asellidae
Рід *Asellus*

1 - *Asellus aquaticus* L, водяний віслучок; розміри до 10-15 мм

Підклас Malacostraca Latreille
Ряд Mysidacea

Родина Mysidae
Рис.2 - *Mesomysis kowalevskyi*

Ряд Amphipoda
3 - *Corophium*
4 - *Gammarus pulex*
розміри до 15-20 мм
5 - *Dikerogammarus*

Ряд Decapoda Latreille, 1803
Підряд Reptantia

Родина Astacidae
Рід *Astacus*

6 - *Astacus astacus*, річковий рак:

А – око, **Б** – перша пара вусиків, **В** – вусик другої пари, **Г** – клешня,
Д – 2-5 пари грудні ніжки, **Е** – 5 черевні ніжки, **Ж** – 6-а черевна
ніжка видозмінена в хвостові лопасті, **З** – 7-й сегмент черевця

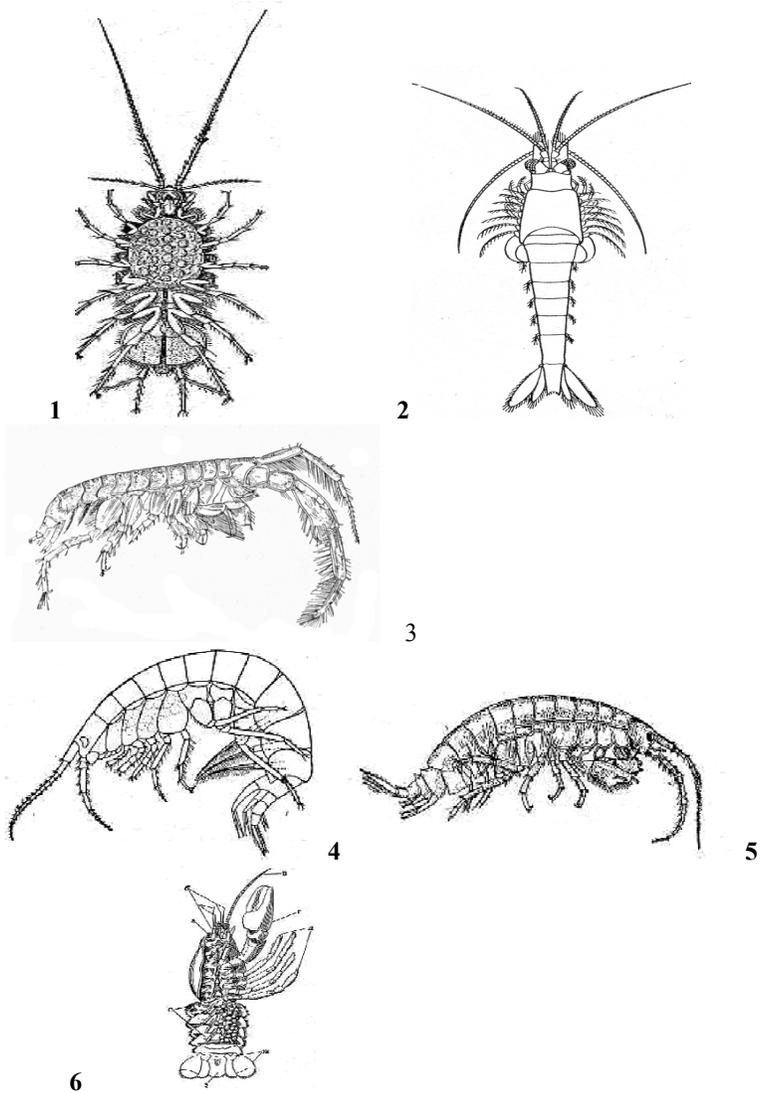


Рис. 107. Донні ракоподібні

Клас Insecta, Підклас Pterygota, Надряд Paleoptera

Ряд Бабки – Odonata, larvae, личинки

Підряд Zygoptera

Родина Calopterygidae, Під *Calopteryx*

1 - *Calopteryx splendens* Harris – личинка красуні блискучої

Родина Coenagrionidae, Під *Coenagrion*

2 - *Coenagrion* sp. – личинка стрілки

Підряд Anisoptera

Родина Corduliidae, Під *Cordulia*

3 - *Cordulia aenea* L. – личинка бабки бронзової

Родина Libellulidae, Під *Libellula*

4 - *Libellula quadrimaculata* L. – личинка бабки чотирьохплямової

Родина Corduliidae, Під *Epiheca* Charpentier

5 - *Epiheca bimaculata* Charpentier – личинка бабки двоплямової

Ряд Одноденки - Ephemeroptera

Родина Polymitarcidae, Під *Polymitarcis* Eaton

6 - *Polymitarcis virgo* (Oliver)

Родина Ephemeridae, Під *Ephemera* L.

7 - *Ephemera vulgata* L. – одноденка звичайна

Родина Potamanthidae

8 - *Potamanthus* sp.

Під *Ordella* Camp.

9 - *Ordella halterata*

10 - *Tricorythus* (*Ordella maxima*)

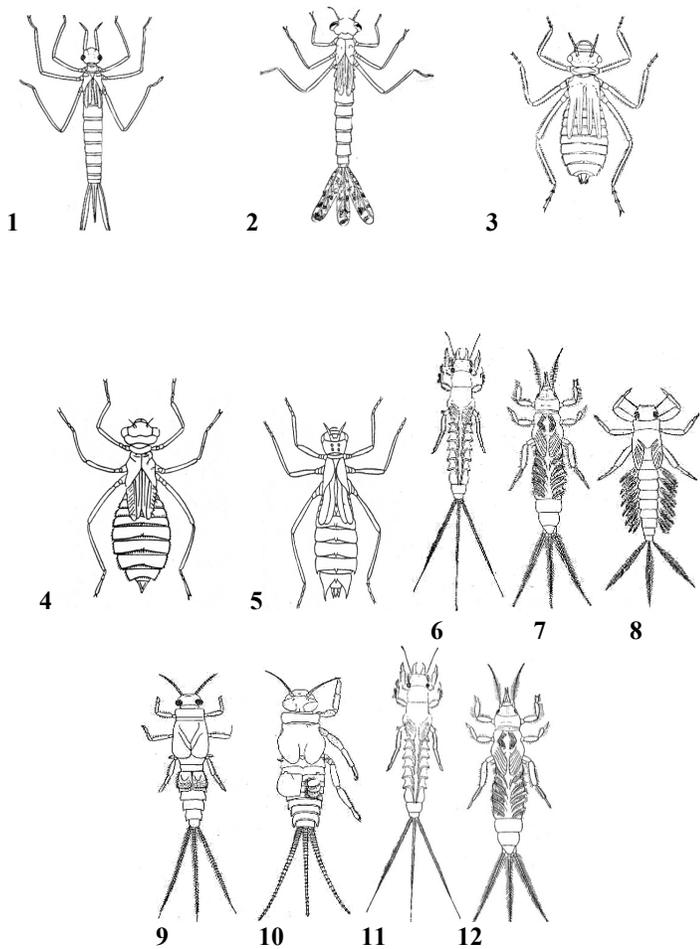


Рис. 108. Личинки бабок

Надряд Neoptera

Ряд Plecoptera - веснянки

Родина Perlidae

Рід *Perla* Kerk

1 – *Perla burmeisteriana* Claas. (=abdominalis)

Родина Perlodidae Burm.

2 - *Isoperla* sp., розміри до 12 мм

Ряд Hemiptera - напівтвердокрилі

Родина Hydrometridae – паличкоподібні водомірки

Рід *Hydrometra* Latr.

3 - *Hydrometra* sp.

Родина Gerridae - водомірки

Рід *Gerris* F.

4, 5 – личинки *Gerris* sp. різного віку

Родина Nepidae – водяні скорпіони

Рід *Nepa* L.

5 - личинка *Nepa cinerea* L. – водяний скорпіон

6 - *Nepa cinerea* L. – доросла комаха

Родина Corixidae – гребляки

Рід *Corixa* Latr. – гребляк

7 - *Corixa* sp.

8 - *Micronecta minutissima* L., розміри до 1,8–2,35 мм

Рід Ranatra F. - рана́тра

9 - *Ranatra linearis* L. – рана́тра

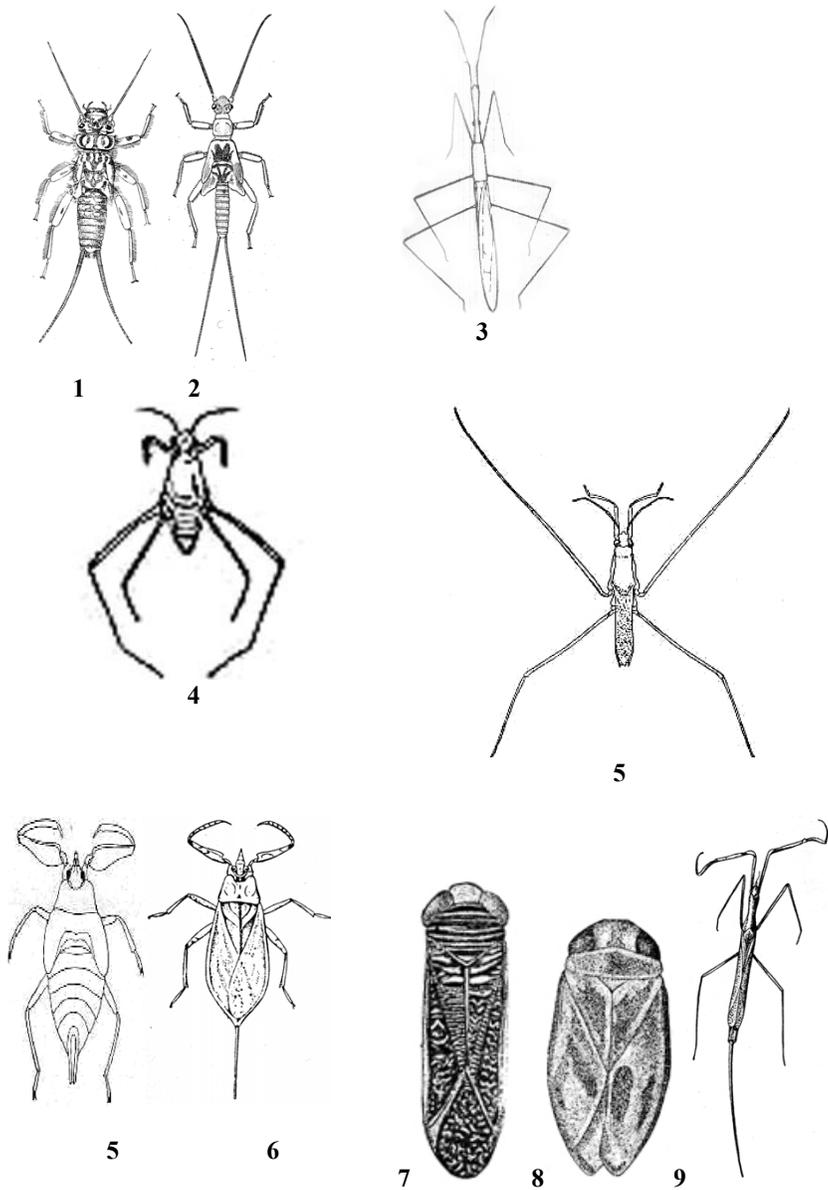


Рис. 109. Комахи та їх личинки

Пояснення до рис. 110.

Ряд Hemiptera - клопи

Родина Notonectidae - хребтоплавці

Рід *Notonecta* L. - хребтоплав

Рис. 1 *Notonecta glauca* L. – хребтоплав звичайний

Родина Naucoridae – клопи-плавці

Рід *Iliocoris* Stel.

Рис. 2 *Iliocoris cimicoides* L. – плавці звичайний

Ряд Coleoptera - жуки

Родина Dytiscidae - плавунці

Рід *Columbetes* Clairv. - ставковик

Рис. 3 *Columbetes fuscus* L.

Рід *Ilybius* – плавунець-баговинник

Рис. 4 *Ilybius fubiginosus* F.

Родина Hydrophilidae - водолюби

Рід *Hydrous* Dahl – водолюб великий

Рис. 5 *Hydrous piceus* L. – великий водолюб темний

Рід *Hydrophilus* Deg. – водолюб малий

Рис. 6 *Hydrophilus* sp.

Родина Gyrinidae - вертячки

Рід *Gyrinus* L. - вертячки

Рис. 7 *Gyrinus natator* L. – вертячка звичайна

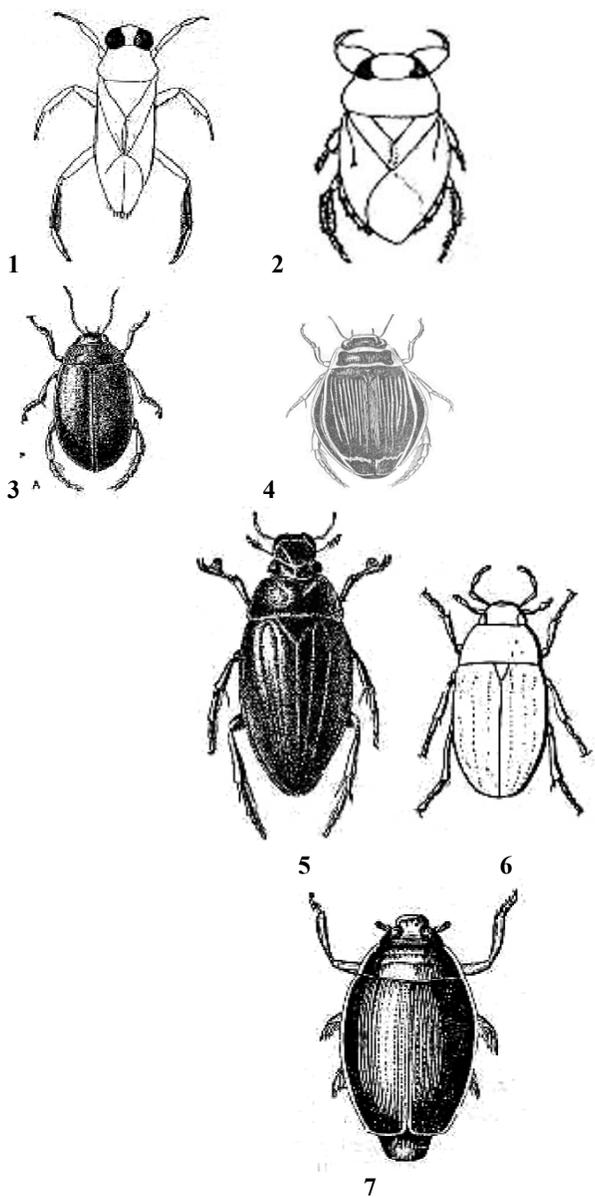


Рис. 110. Комахи водойм (імагінальні форми)

Рід *Aulonogyrus* Reg.

1 - личинка *Aulonogyrus concinnus* Klug.

Родина **Hydrophilidae** - водолюби

Рід *Hydrophilus* Deg. - водолюб малий

2 - личинка *Hydrophilus* sp.

Рід *Hydrous* Dahl. – водолюб великий

3 - личинка *Hydrous* sp.

Родина **Dytiscidae** – плавунці

Рід *Agabus* Leach - гребець

4 - личинка *Agabus* sp.

Рід *Colymbetes* Clairv. - ставковик

5 - личинка *Colymbetes* sp.

Родина **Haliplidae**- плавунчики

6 - личинка *Haliplus* sp.

7 - личинка *Peltodytes caesus* Hbst.

Родина **Dytiscidae** - плавунці

8 - личинка *Dytiscus* sp.

Родина **Hydrophilidae** - водолюби

Рід *Hydrophilus* Ded.

9 - *Hydrophilus* sp. - личинка водолюба малого

10 - *Berosus* sp. - личинка піскуна

Родина **Hygrobiidae** – водожили

Рід *Hygrobia* Latr.

11 - личинка *Hydrobia tarda* Hbst.

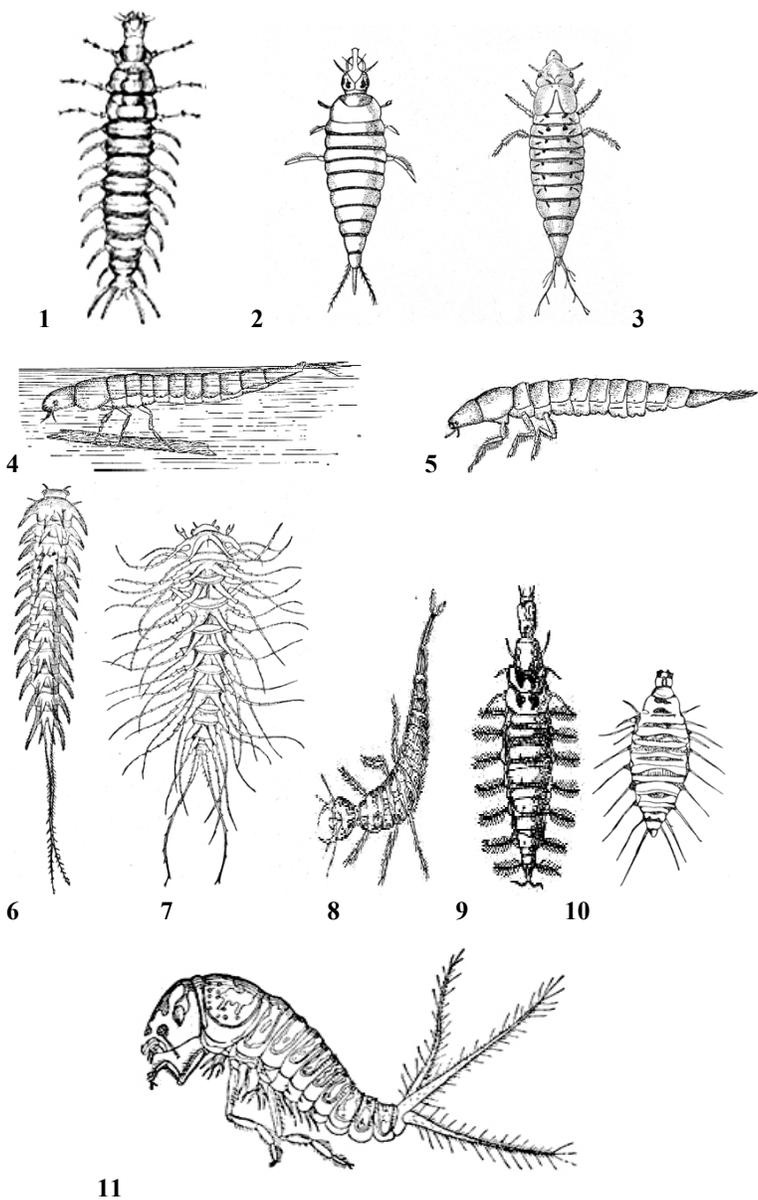


Рис.111. Комахи водойм (личинки жуків)

Пояснення до рис. 112.

Ряд Megaloptera, Larvae - вислокрилкоподібні

Родина Sialidae - вислокрилкові

Рід Sialis Latr. - вислокрилка

Рис. 1 - *Sialis lutaria* (Latr.),

розміри 2,5 см – вислокрилка звичайна (муляк)

Ряд Neuroptera - сійчастокрилі

Родина Sisyridae - сизири

Рід Sisyra Burm.

Рис. 2 - *Sisyra fuscata* F., розміри до 6 мм

Ряд Trichoptera - волохокрильці

Родина Rhyacophilidae

Підродина Rhyacophilinae

Рід Rhyacophila Pict.

Рис. 3 - *Rhyacophila septentrionis* McLach.

Рис. 4 - *Rhyacophila* sp.

Рис. 5 - *Rhyacophila nubila* Zett.

Родина Hydropsychidae

Рис. 6 - *Hydropsyche pellucidula* Curt.

розміри до 10 мм

А – вид личинки збоку, **Б** – передня нога, **В** – причіпка

Родина Glossosomatidae

Рід Agapetus Curt.

Рис. 7 - *Agapetus comatus*, розміри до 7 мм

Рис. 8 - Чохлик лялечки *Agapetus comatus*

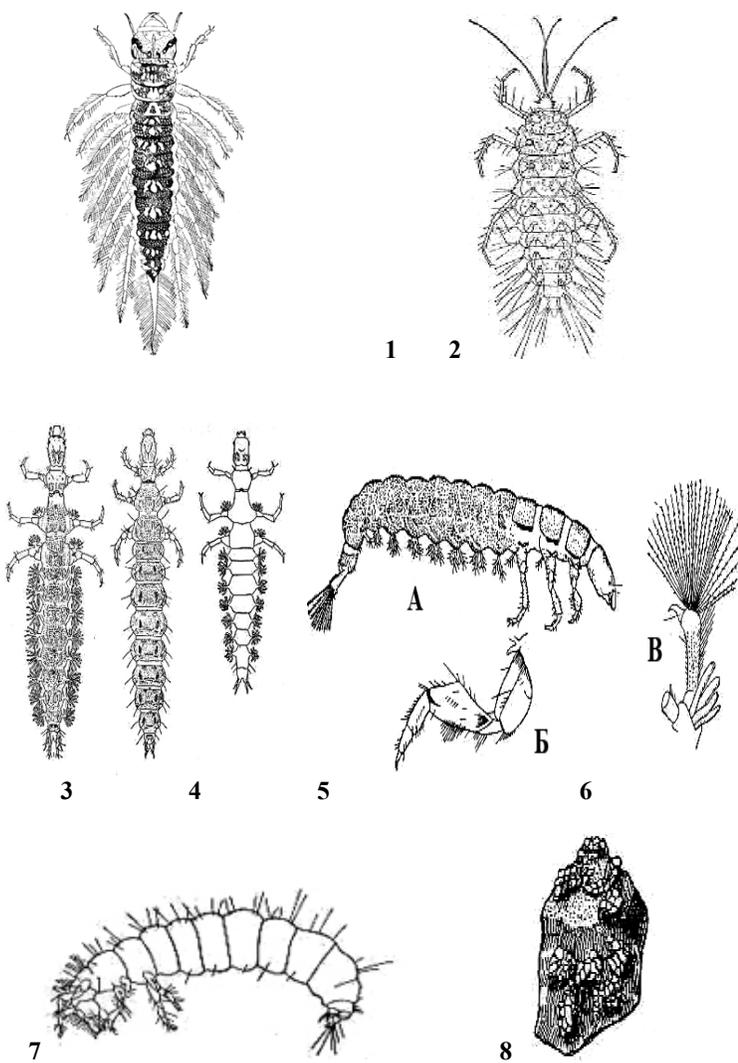


Рис. 112. Личинки комах

Родина Polycentropodidae

Рід *Polycentropus* Curt.

Рис. 1 - *Polycentropus flavomaculatus* Pict., розміри до 12 мм

Рід *Plectrocnemia* Steph.

Рис. 2 - *Plectrocnemia conspersa* Curt., розміри до 22 мм

Рід *Cyrnus* Steph.

Рис. 3 - *Cyrnus flavidus* McL., розміри до 15 мм

Родина Molannidae

Рід *Molanna* Curt

Рис. 4 - *Molanna angustata* Curt., розміри до 17 мм

Рис. 5 - чохлак личинки *Molanna angustata* Curt.

Родина Brachycentrinae

Рід *Brachycentrus*

Рис. 6 - *Brachycentrus subnubilus* Curt., розміри до 12-13 мм

Рід *Lepidostoma* Ramb.

Рис. 7 - *Lepidostoma hirtum* Fabr., розміри до 11 мм

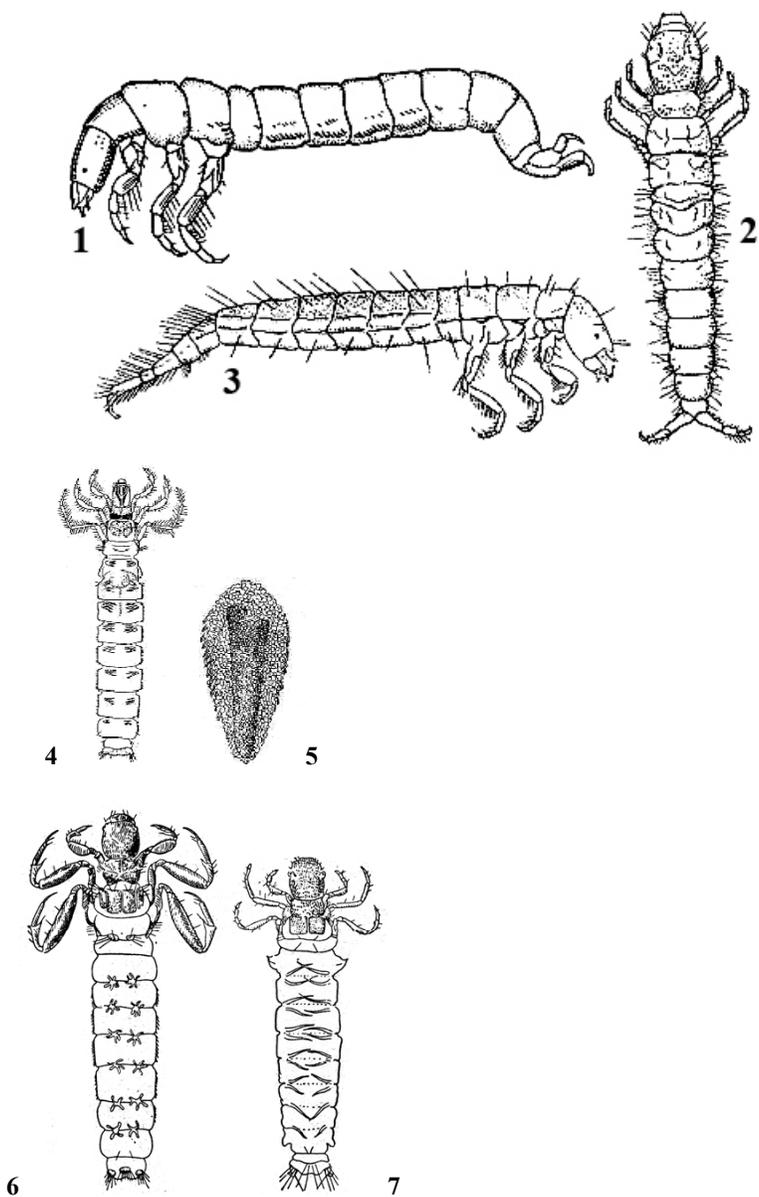


Рис. 113. Личинки волохокрильців

Родина Odontoceridae

Рід *Odontocerum* Leach.

1 - *Odontocerum albicorne* Scop.

Родина Sericostomatidae

Рід *Sericostoma* Latr.

2 - *Sericostoma personatum* Kirby et Spen

А - личинка, розміри до 12 мм, Б – чохлак

Рід *Notidobia* Steph.

3 - *Notidobia ciliaris* L.

А – личинка, розміри до 17 мм; Б - чохлак

Родина Beraeidae

Рід *Beraeodes* Eaton

Рис. 4 - *Beraeodes minutus* L., розміри до 6 мм

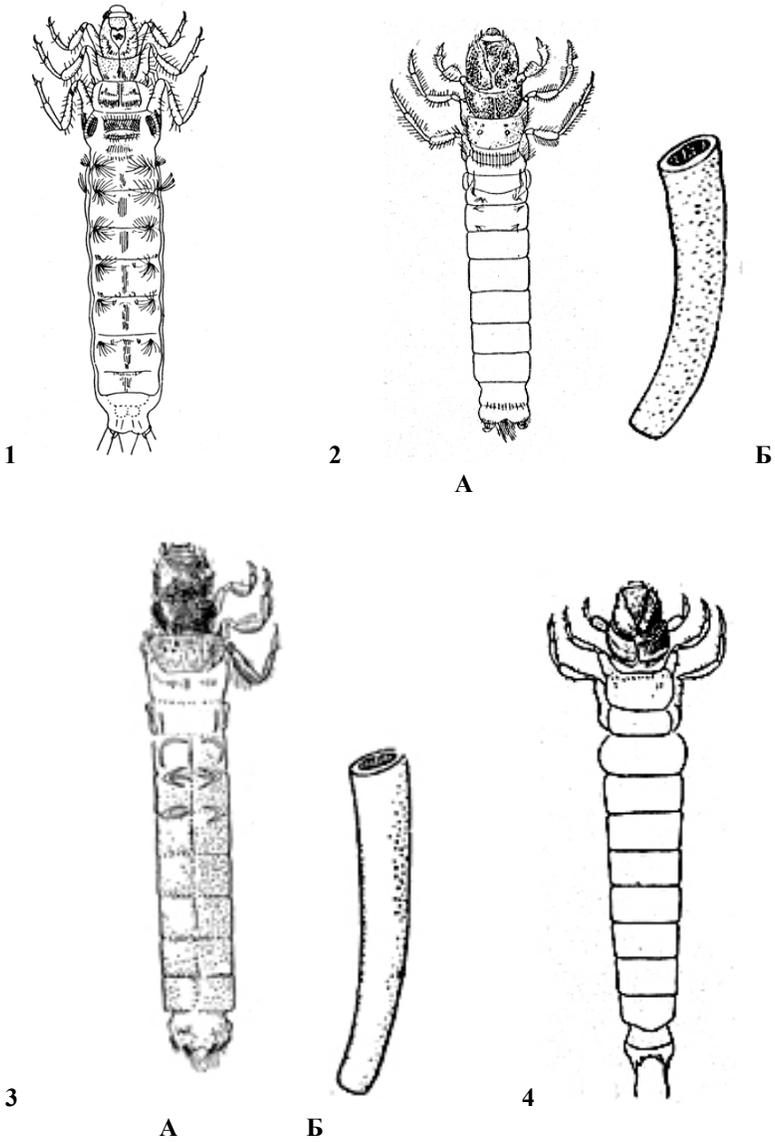


Рис. 114. Личинки та чохлики волохокрильців

Родина Limnephilidae

Підродина Limnephilinae

Під *Grammotaulius* Kolen.

1 - *Grammotaulius atomarius*, розміри до 28 мм

G. mitidus Mull.

G. nigrophnetatus Retz.

Під *Limnophilus* Leach.

2 - *Limnophilus politus* McL., розміри до 30 мм

Під *Anabolia* Steph.

3 - *Anabolia nervosa* Curt, розміри до 24 мм

Під *Glyphotaelius* Steph.

4 - *Glyphotaelius pellucidus* Retz., розміри до 32 мм

Під *Stenophylax* Kol.

5 - *Stenophylax permistus* McL.

Підродина Apataniinae

Під *Apatania* Kol.

6 - *Apatania fimbriata*, розміри до 7-8 мм

A. zonella Zett.

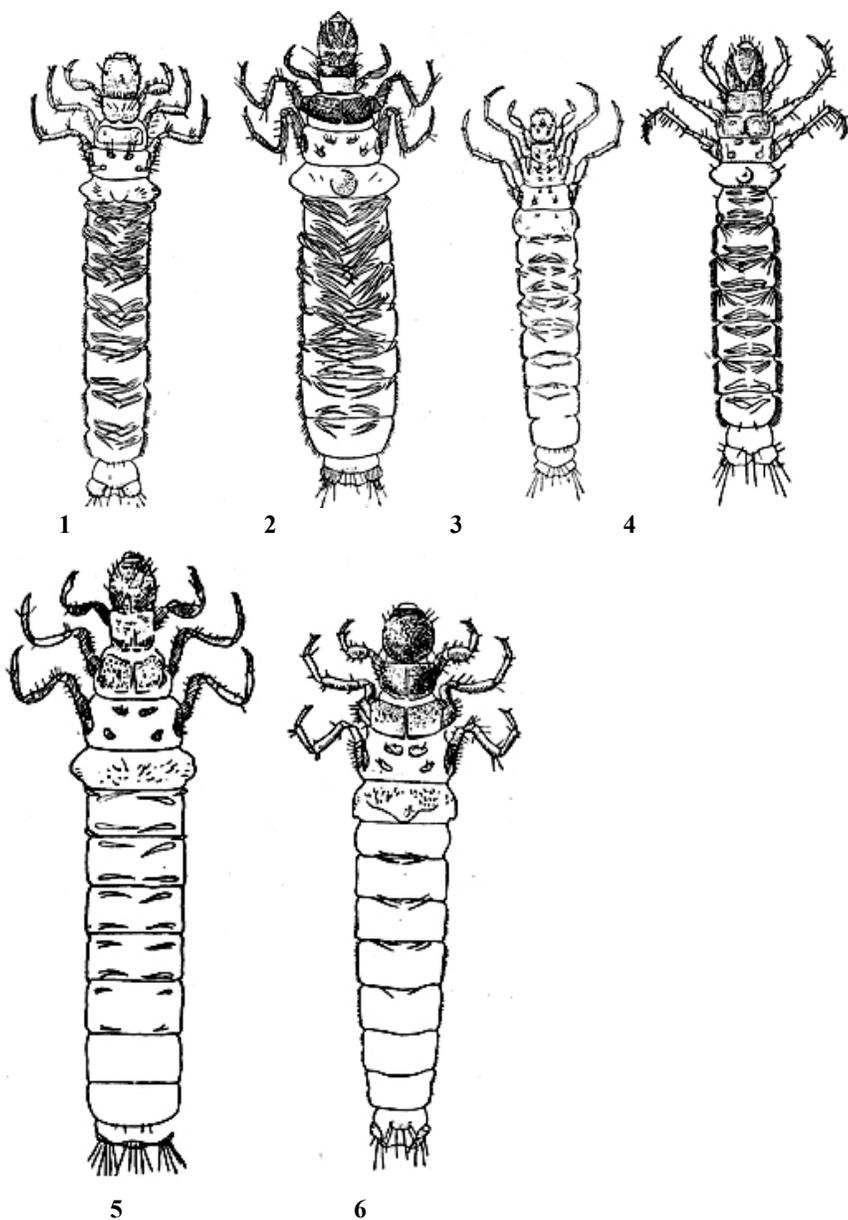


Рис. 115. Личинки волохокрильців

Родина Limnephilidae, чохлики

Рід *Limnophilus* Leach.

1 - *Limnophilus stigma* Curt.

2 - *L. decipiens* Kol.

3 - *L. politus* Mcl.

4 - *L. flavicornis* Fabr, розміри чохликів до 30 мм

Рід *Stenophylax* Kol.

5 - *Stenophylax rotundipennis*

Рід *Halesus* Steph.

6 - *Halesus auricollis*, лялечки

7 - *H. tessellatus* Ramb.

Рід *Phacopteryx* Kol.

8 - *Phacopteryx brevipennis* Curt., розміри чохликів до 20 мм завдовжки та до 6 мм завширшки

Рід *Chaetopteryx* Steph.

9, 10 - *Chaetopteryx villosa* Fabr., розміри до 15 мм

Рід *Glyphotaelius* Steph.

11-13 – *Glyphotaelius pellucidus* Retz

Рід *Limnophilus* Leach.

14 - *Limnophilus* sp., поздовжній розтин

Рід *Grammotaulius* Kol.

15 - *Grammotaulius nitidus* Mull, розміри чохликів до 40-80 мм завдовжки та 6 мм завширшки

Рід *Anabolia* Steph.

16 - *Anabolia nervosa* Curt., розміри до 28 мм, у заростях водоєм

Рід *Micropterna* Stein.

17 - *Micropterna sequox* Mcl.

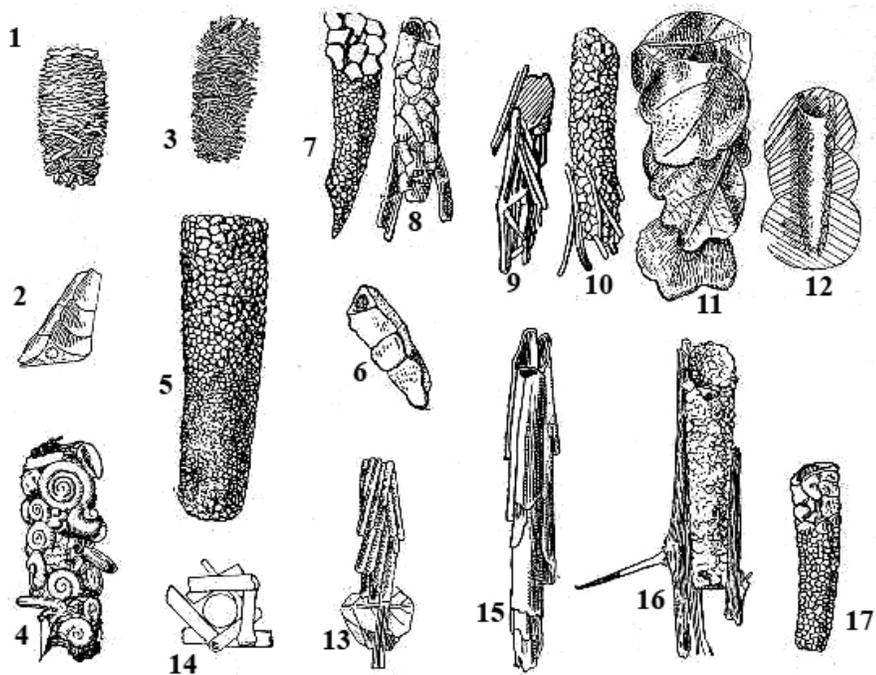


Рис. 116. Чохлики волохокрильців

Родина Hydroptilidae

Рід *Hydroptila* Dalm.

1 личинка *Hydroptila maclacheani*, розміри до 4 мм

Рід *Ptilocolepus* Kol.

2 личинка *Ptilocolepus granulatus* Pict.

Рід *Oxyethira* Eat.

3 *Oxyethira tristella* Клар., розміри до 4 мм – чохлики личинки

Рід *Agraylea* Curt.

4 *Agraylea pallidula*, розміри до 6 мм – чохлики личинки

Рід *Hydroptila* Dalm.

5 *Hydroptila maclacheani*, розміри до 4 мм – чохлики личинки

Родина Leptoceridae

Рід *Leptocerus* Leach.

6 *Leptocerus aterrimus*, розміри до 11 мм

Рід *Oecetis* McL.

7 *Oecetis furva* Ramb., розміри до 14 мм

Рід *Triaenodes* McL.

8 *Triaenodes bicolor* Curt., розміри до 13 мм

Рід *Mystacides* Berthold.

9 *Mystacides azurea* L., розміри до 12 мм

Чохлики личинок

10 *Leptocerus aterrimus*

11 – 13 *Triaenodes bicolor*, чохлики лялечки

14 *Mystacides longicornis* L.

15 *Oecetis furva*

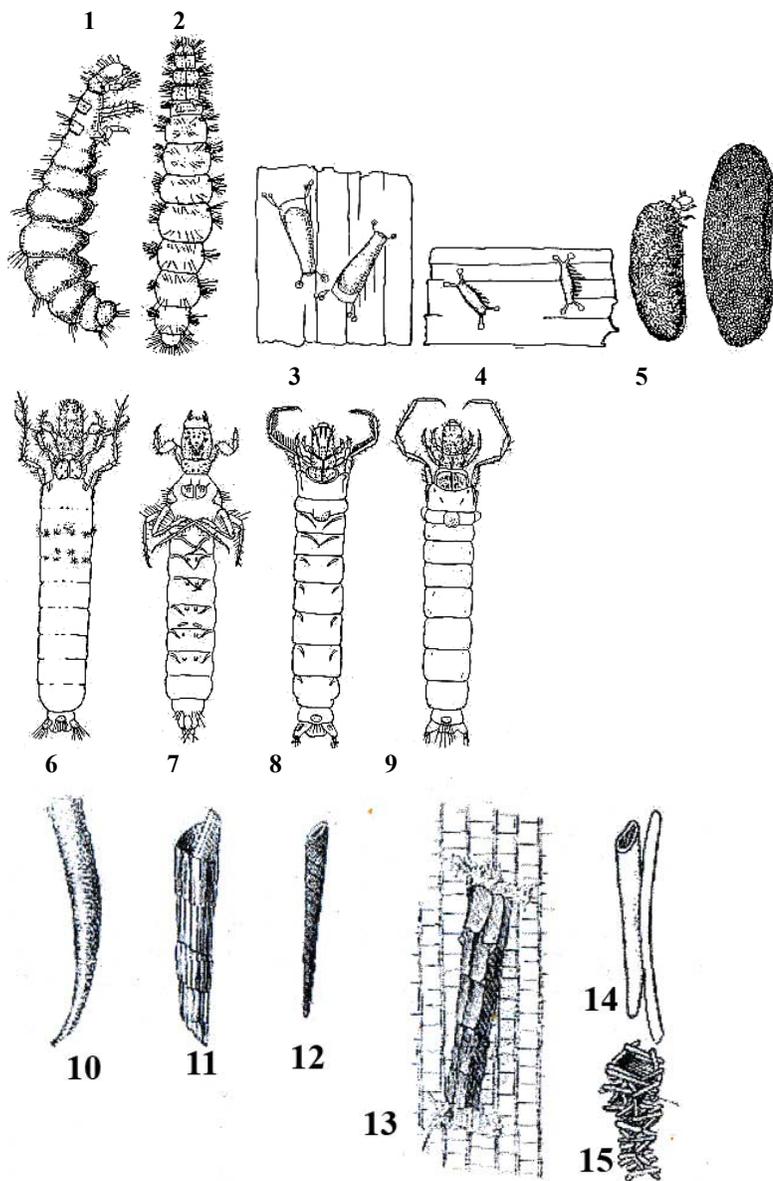


Рис. 117. Личинки та чохлаки комах

Родина Phryganeidae

Рід *Phryganea* L.

1 *Phryganea grandis* L.

розміри до 44 мм

Рід *Neuronia* Leach.

2 *Neuronia ruficrus*,

розміри до 30 мм

3 - Чохлики личинок родини *Phryganeidae*:

А, Б - *Phryganea grandis*, В - *Neuronia ruficrus*,

Г - *Agrypnia pagetana* Curt.

Родина Cecidomyiidae - галиці

4 *Cecidomyia* sp., розміри до 6-15 мм

5 *Thurauia aquatica*, розміри до 6-15 мм

Родина Deuterophlebiidae

6 - *Deuterophlebia mirabilis* Edw., в швидкоплинних річках

А - зі спини, Б - з черевця

Родина Tipulidae - довгоніжки

7 А - *Tipula* sp., 7 Б - *Phalacroceras* sp., 7 В - *Triogma* sp.

Родина Psychodidae - метеликові

8 - *Maruina* sp. - з черевця

9 - зі спини

10, 11 - *Pericoma* sp.

12 - *Psychoda* sp.

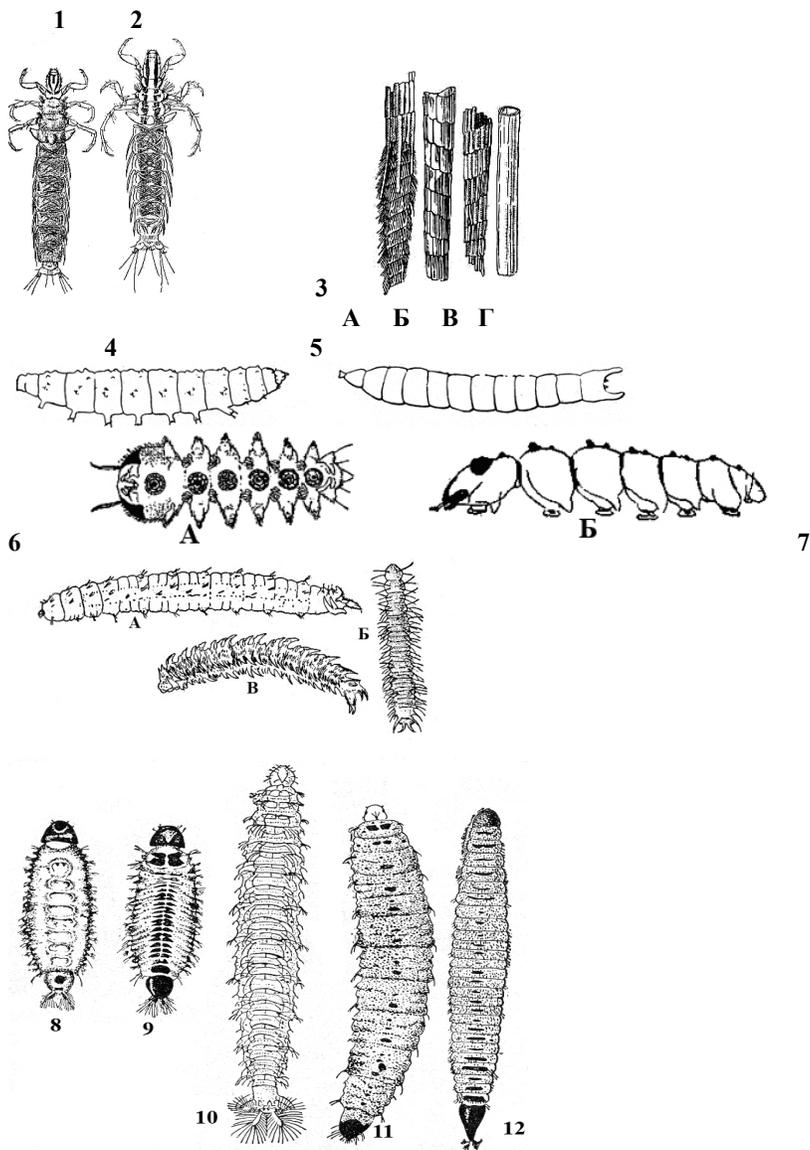


Рис. 118. Личинки комаров

Родина Chaoboridae

1 - *Chaoborus* sp.

Родина Culicidae – комари

Підродина Culicoidinae

2 - *Culex* sp.

3 - *Anopheles* sp.

Родина Ceratopogonidae (Heleidae) - мокриці

4 - *Dasyhelea* sp.

Родина Ptychopteridae

5 – *Ptychoptera* Mg. (*Liriope* Mg.)

Родина Melusinidae

6 - *Melusina* sp.

Родина Pyraustidae

7 - *Acentropus niveus* Oliv.

А - кокон, Б – лист, ушкоджений гусінь,

В – лялечка, Г – гусінь,

Д – купка яєць та щойно вилуплена гусінь,

Е – безкрила самиця

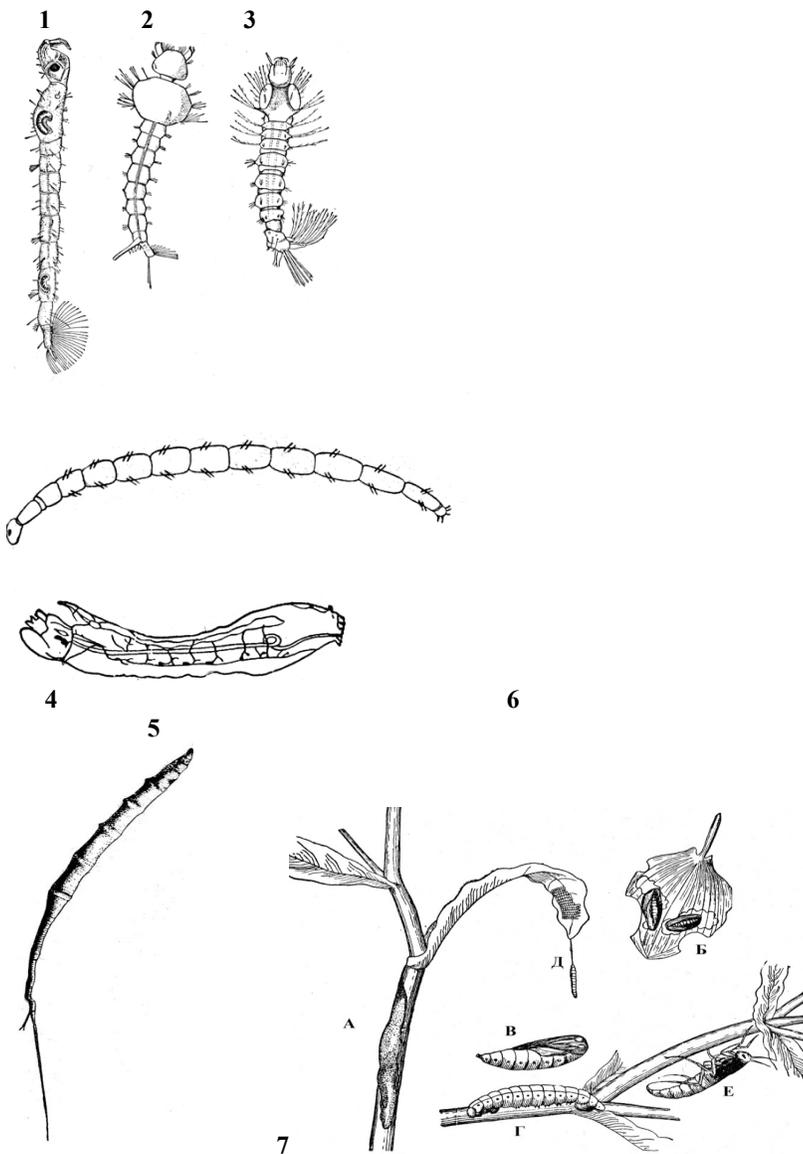


Рис. 119. Личинки комар

Пояснення до рис. 120.

Родина Chironomidae (Tendipedidae) -дзвінці

1 - *Chironomus Mg. (Tendipes Mg.)*, личинка:

А – загальна схема будови,

Б – голова

Родина Thaumaleidae

2 - *Thaumalea ruthe* sp., личинка

розміри до 14 мм

Родина Stratiomyidae – коловодниці, личинки, розміри до 5 см

3: А - *Stratiomya* sp.

Б - *Nemotelus* sp.

В - *Pachygaster* sp., задній кінець

Г - *Eupachygaster* sp., задній кінець (частина пустої шкірки)

Родина Thabanidae - гедзі, розміри до 4,5 см

4 Личинки родини *Thabanidae*

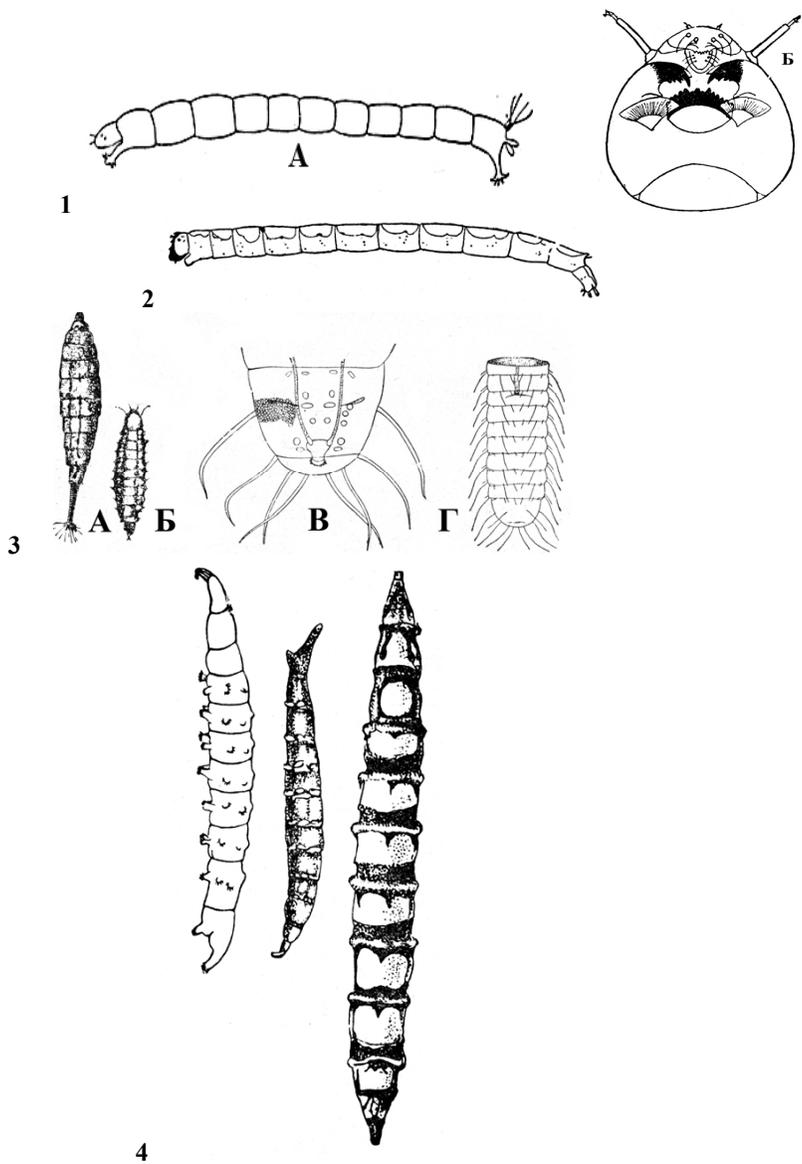


Рис. 120. Личинки комаров

Пояснення до рис. 121.

Родина Rhagionidae (Leptidae) - бекасницеві

1 - *Arterix* sp.

Родина Empididae - товкунцеві

2 - *Hemerodromia* sp.

Родина Syrphidae - дзюрчалки

3 - *Eristalis* sp.- криска

Родина Sciomyzidae, розміри до 8-15 мм.

4 А - *Calliophrys* sp., 4 Б - *Tetanocera* sp.,

4 В - *Sepedon* sp., 4 Г - *Lipara* sp.

Підклас Apterygota

Родина Poduridae – ногохвісткові

5 - *Podura aquatica*, розміри до 1,2 мм

А – самиця, Б – її скакальна вилка

Група Hydrachnella – прісноводні кліщі

Родина Eylaidae

6 - *Eylais Hamata*, з черевця, розміри 0,3-5 мм і навіть до 7-8 мм

Родина Limnocharidae

7 - *Limnochares aquatica* L., з черевця, розміри до 4 мм

Родина Hydrachnidae

8 – *Hydrachna* O.F.Müller.

Родина Argyronetidae

9 - *Argyroneta aquatica* – павук-сріблянка

Розміри самців – 15-20 мм, самиць – 10-12 мм

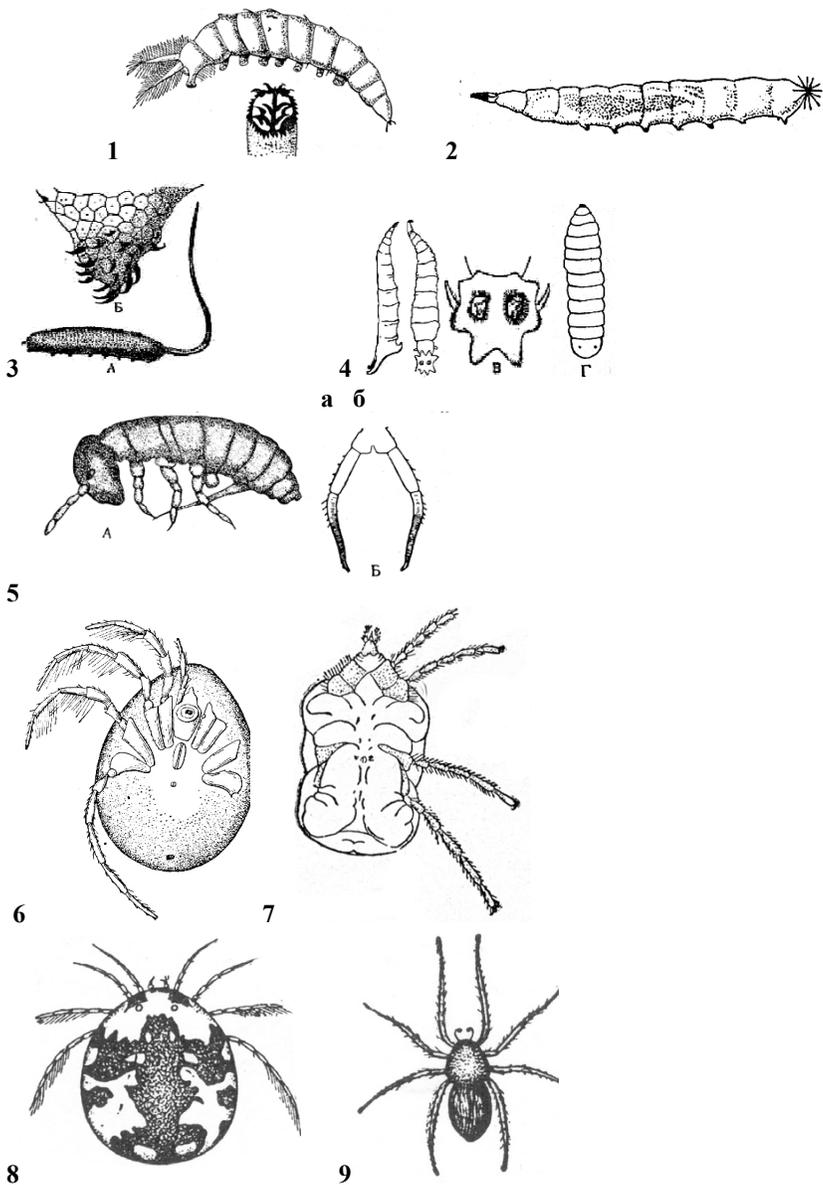


Рис. 121. Комахи і личинки комах

Тип Mollusca - молюски

Родина Ancyliidae

Рід *Acroloxus* Beck

1 А - *Acroloxus lacustris*

Рід *Ancylus* Mull. - чашечка

Б - *Ancylus fluviatilis*

Родина Planorbidae - катушка, розміри до 17 мм

2 А Б - *Planorbis planorbis*

У - *Planorbis carinatus*

В, Г - *Anisus vortex*

Д - *Anisus septemgyratus*

Е, Ж - *Bathyomphalus contortus*

З, І - *Planorbarius corneus*

К, Л - *Gyraulus albus*

М, Н, О - *Hippeutis complanatus*

П, Р, С - *Segmentina nitida*

Т - *Gyraulus crista*

Родина Physidae

Рід *Physa* Drapar. - міхурчатий равлик (пузырчатая улитка)

3 *Physa fontinalis*

Рід *Aplexa* Flem.

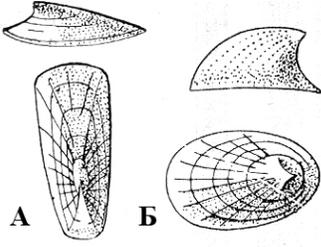
4 *Aplexa hypnorum*

Родина Limnaeidae

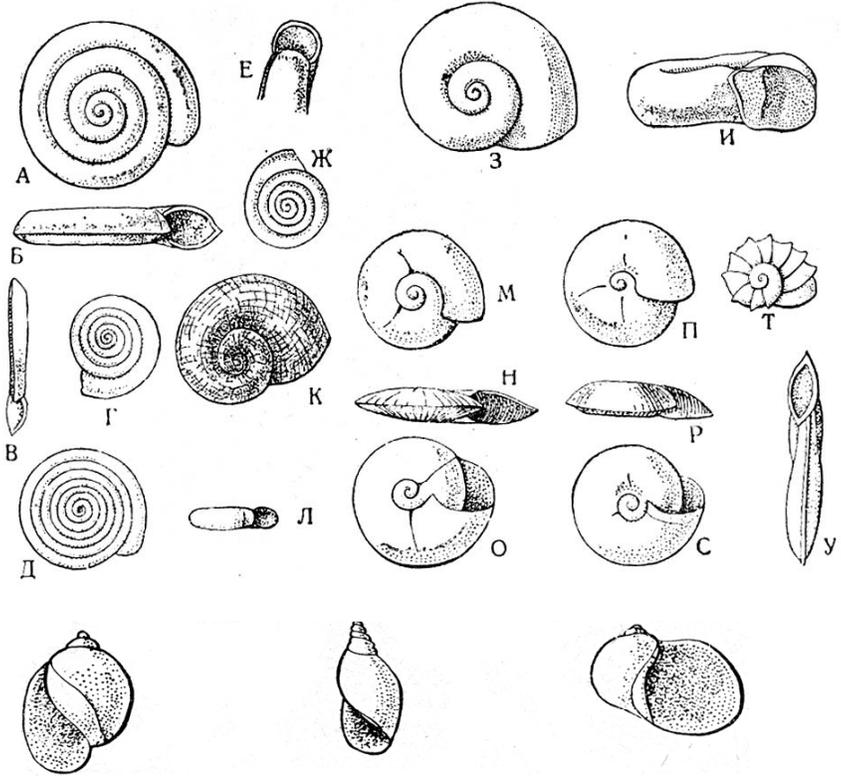
Рід *Muxas* Sowerby, 1822 - плащеносний равлик

5 *Muxas glutinosa*, розміри до 15 мм, устя до 13 мм

1



2



3

4

5

Рис. 122. Моллюски

Родина Lymnaeidae

- 1 А - *Stagnicola palustris*
Б - *Omphiscola glabra*
В - *Radix peregra*
Г - *Radix ovata*
Д - *Lymnaea stagnalis*
Е - *Radix auricularia*
Ж - *Galba truncatula*

Родина Viviparidae

Рід *Viviparus* Mont. - живородка, розміри до 40 мм

- 2 А - *Viviparus contectus*
Б - *Viv. Viviparus*

Родина Valvatidae

Рід *Valvata* Muller - затворка

- 3 А - *Valvata piscinalis*
Б, В, Г - *V. pulchella*
Д - *V. cristata*

Ряд *Melanopsis* Fer - чернушка

- 4 А - *Melanopsis esperi*
Б - *Microcolpia acicularis*

Рід *Bythinella adscharica* M. Tand, розміри до 1,5 мм

Bythinella sp.

Рід *Bithynia* Leach, розміри до 15 мм висоти

- 5 А - *Bithynia tentaculata*
Б - *B. leachi*

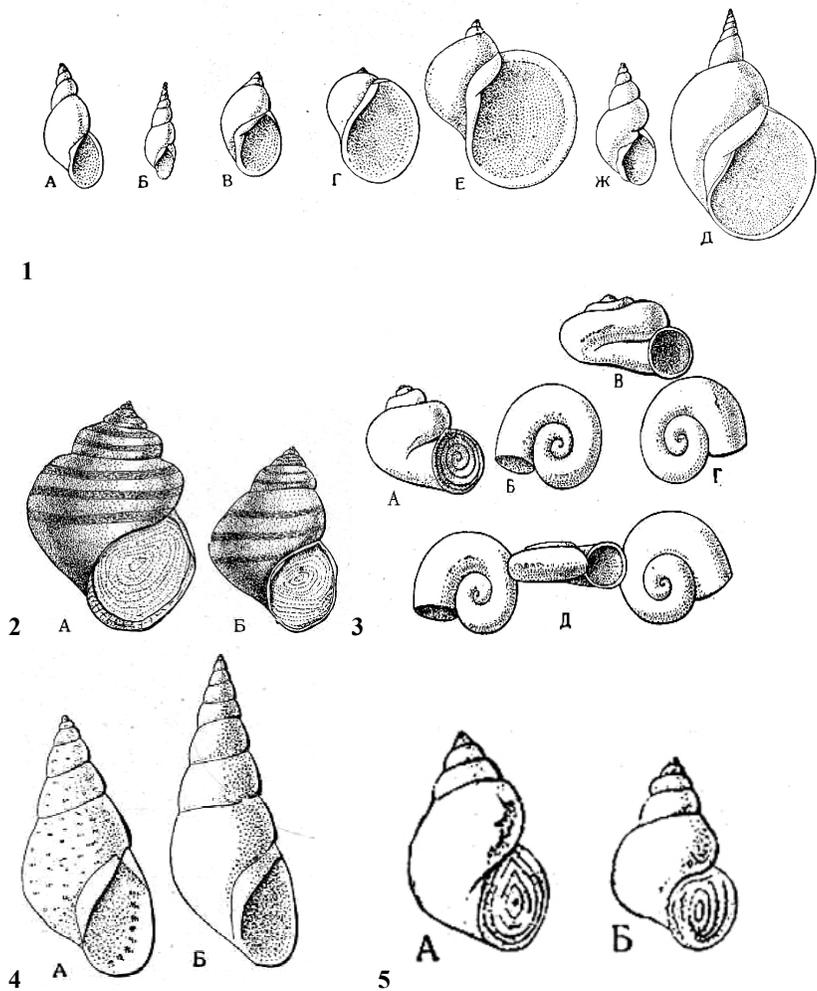


Рис. 123. Моллюски

Родина

Рід *Dreissena* V.Bened. - дрейсена

1 *Dreissena polymorpha*

Родина Sphaeridae

Рід *Anodonta* Cuv. - беззубка

2 *Anodonta cygnea*

Рід *Margaritana* Shumach. - перлівниця

3 *Margaritifera margaritifera* (зустрічається тільки у річках Півночі)

Родина Unionidae

Рід *Unio* Retz. – перлиниця, мушля велика, до 95 мм

4 А - *Unio pictorum*, Б – внутрішня поверхня стулки її мушлі

В - *Unio tumidus*

Г - *Unio crassus*

Рід *Sphaerium* Scop. - шаровка

розмір черепашки більше 10 мм

5 А - *Sphaerium solidum*

Б - *Sphaerium corneum*

В, Г - *Sphaerium rivicola*

Рід *Pisidium* C. Pfeiffer - горошинка, розміри до 10 мм

6 А,Б – *P. pusillum*, В – *P. milium*,

Г – *P. amnicum* - *P. amnicum*, Д,Е – *P. supinum*,

Ж, З – *P. henslowanum*, І – *P. casertanum*,

К – *P. nitidum*, Л,М – *P. tenuilineatum*,

Н – *P. subtruncatum*, О – *P. pulchellum*.

Використана література

1. *Жадин В.И.* Методы гидробиологического исследования. – М.: Высшая школа. – 1960. – 191 с.
2. *Кражан С.А., Хижняк М.И.* Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон: Олді-плюс, 2011. – 330 с.
3. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка.* – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
4. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция / Под ред. Г.Г. Винберга, Г.Н. Лаврентьевой.* – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 51 с.
5. *Панкратова В. Я., Балушкина Е. В.* Зависимость массы тела от длины и интенсивности обмена от массы тела у личинок хирономид. – Основы изучения преснов. экосистем. – Л.: Наука, 1981. – С. 92-97
6. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова.* – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
7. *Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биол. анализа вод.* – М.: СЭВ, 1976. – Ч. 3. – 186 с.
8. *Харченко Т. А., Ляшенко А. В., Бойко С. Е.* К методикам изучения бентоса // Гидробиол. журн. – 1988. – 24, № 5. – С. 76-81.
9. *Цалолыхин С. Я.* Зависимость между длиной тела и весом у пресноводных нематод/ Основы изучения пресноводных экосистем. – Л.: Наука, 1981. – С. 105–106.

Основні визначники прісноводних безхребетних

1. *Жадин В.И.* Жизнь пресных вод. – Изд-во АН СССР, 1940. – 460 с.
2. *Жадин В.И.* Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 376 с.
3. *Мордухай-Болтовской Ф.Л.* О методике количественного учета фауны во временных водоемах и периодически затопляемых зонах водохранилищ // Тр. биол. ст. Борок. – 1955. – Вып. 2. – С. 393-405.
4. *Мордухай-Болтовской Ф.Л.* Каспийская фауна Азовско-Черноморского Бассейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 281 с.
5. *Определитель личинок комаров семейства Tendidae/Чекановский А.А.* – Изд-во АН СССР, 1949. – 185 с.
6. *Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР.* – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.

7. *Определитель* свободноживущих пресноводных веслоногих рачков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечнике рыб / Боруцкий Е.В. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 422 с.
8. *Определитель* фауны Черного и Азовского морей в трех томах. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные ракообразные. – К.: Наук, думка, 1969. – 398 с.
9. *Панкратова В.Я.* Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaninae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). – Л.: Наука, 1977. – 343 с.
10. *Попова А.Н.* Личинки стрекоз. Изд-во АН СССР, 1953. – 231с.
11. *Чекановская О.В.* Водные малощетинковые черви фауны СССР. Изд-во АН СССР, 1962. – 410 с.
12. *Фауна СССР.* Т. 3. Вып. 3. Ракообразные. Cyclozoidea пресных вод/ Под ред. Е.Н.Павловского. Изд-во АН СССР, 1960. – 354 с.
13. *Фауна СССР.* Т. 2. Вып. 1-2. Ручейники / Лепнева С.Г. М.,Л.: Наука, 1964. – 562 с.
14. *Фауна України.* Т. 30. П'явки/Лукин Е.І. – К.: Вид-во АН УРСР. –1962. – 396 с.
15. *Фауна Украинм.* - К.: Наук. думка, 1974. – 482 с.
16. *Фауна України.* – К.: Наук, думка, 1983. – Т. 24. – 113 с.

21. МАКРОФІТИ. ПОШИРЕНІ ПРЕДСТАВНИКИ ПРІСНИХ ВОДОЙМ

Гідатофіти – рослини занурені (рис. 125)

Родина рдесникові – Potamogetonaceae Dumort.

1 *Potamogeton. perfoliatum* - рдесник пронизанолистий

Великий (2 м) багаторічник з прямим чи розгалуженим доверху стеблом, округлими без черешків листками, які охоплюють стебло основою. Утворює густі зарості.

2 *Potamogeton lucens* - рдесник блискучий

Великий (3 м) багаторічник з підводними загостреними на верхівці і хвилястими по краях листками. Поширений переважно на мулистих донних відкладах, іноді на великій течії.

3 *Potamogeton crispus* -рдесник кучерявий

Багаторічник з тонким стиснуто-чотиригранним, доверху галузистим тонким стеблом, хвилястими лінійноланцетовидними листками.

4 *Potamogeton pusillus* - рдесник маленький

Рослина з нитковидним стеблом і вузькими (1,5 мм) з трьома жилками листками, з яких середня – коричневого кольору. Прилистники розщеплені до кінця, скручені. Мешкають на невеликих глибинах, біля берегів, у ставках, болотах, рідше ріках і озерах.

5 *Potamogeton .pectinatus* - рдесник гребінчатий

Багаторічник з тонким, зверху розгалуженим, густо вкритим підводними листками стеблом. Кореневище довге, повзуче з бульбоподібними потовщеннями. Мешканець прісних і солоних водойм (до глибини 5–6 м). Утворює зарості.

Харові водорості (Charophyta)

6 *Chara sp.* - хара

Талом багатоклітинний, за зовнішнім виглядом нагадує вищу рослину, стебло, підводна частина розчленована на вузли та меживузля. У вузлах кільчасто розміщені бічні вирости та оранжеві оогонії, діаметром 1 мм. Утворює зарості і служить захистом для молоді риб.

Мохоподібні – Bryophyta

Bryales

7 *Fontinalis antipyretica* L. – фонтіналіс протипожежний

Багаторічник. Утворює невеликі дернинки, прикріплені до підводних предметів. Довжина пагонів 30 – 50 см, вони густо вкриті дрібними (3x1 мм) загостреними на верхівці листками, що розміщені як черепиця. Поширений в струмках, річках.

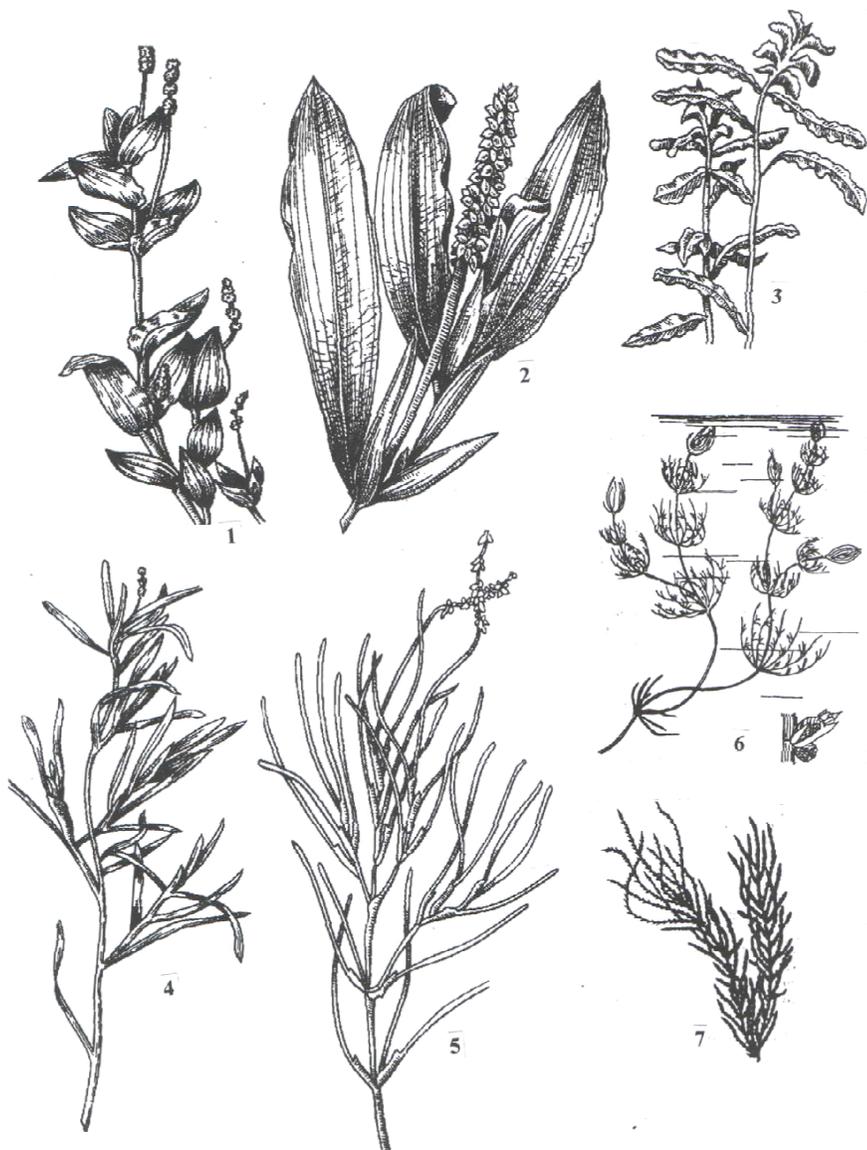


Рис. 125. Занурені макрофіти - гідатофіти

Родина молодильникові - Isoetaceae

1 *Isoetes lacustris* - молодильник озерний

Багаторічник з прямими звуженими в шиловидне довге вістря, тісно розташованими у розетці листками та вкороченим бульбовидним кореневищем. Мешканець дна оліготрофних озер, поширений до глибини 2 – 3 м. Господарське значення молодильників незначне, їх численні спори іноді поїдають риби.

Родина Пухирникові – Lentibulariaceae Rich.

2 *Utricularia vulgaris* - пухирник звичайний

Комахоїдна рослина без коріння. Підводне стебло з дуже розсіченими листками з великою кількістю маленьких міхурців. За найменшого дотику клапани відкриваються і дрібний зоопланктон (*Cladocera*, *Copepoda*) з током води потрапляє у пастку.

Родина Жовтицеві - Ranunculaceae

3 *Ranunculus polyphyllus* - жовтець водяний або багатолістий.

Стебло різної довжини. Плаваючі листки ланцетні, занурені у воду – нитковидні. Квітки дрібні, білого кольору. Поширений у водоймах різних типів.

Родина Жабурникові – Hydrocharitaceae Juss.

4 *Elodea canadensis* - елодея канадська

Багаторічник з довгим, ламким, розгалуженим стеблом з дрібними темно-зеленими, зібрани по 3 у кільця листками. Розмножується дуже швидко, вегетативно – частинками пагонів і зимуючими бруньками. Мешкає у водоймах різного типу на мілководдях, освоює значні площі („водяна чума”). Служить їжею багатьом риbam (плітці, коропу, білому амуру), птицям і безхребетним; придатна на добриво.

Родина Куширові – Ceratophyllaceae S.F. Grey

5 *Ceratophyllum demersum* L. - кушир занурений

Багаторічник без коріння, вільно плаває в товщі води або біля дна, іноді закріплюється в ґрунті. Стебла тонкі, ламкі, листки вилчато розсічені, нитковидні, жорсткі з колючими шпичачками (схожі на гілочку ялинки). Космополіт. Утворює підводні луки.

Родина столісникові – Galoragaceae R. Br.

6 *Myriophyllum spicatum* - водопериця колосова

Багаторічник з прикріпленим до ґрунту кореневищем. Листки глибоко перисторозсічені, нитковидні і м'які, розміщені по 4 кільцями на довгому стеблі (до 3 м). Квітки блідо-рожеві, дрібні, зібрані у рідкий колос, піднімаються над водою.



Рис. 126. Занурені макрофіти - гідатофіти

Плейстофіти – рослини з плаваючими на поверхні води листками

Родина рдесникові – Potamogetonaceae Dumort.

1 *Potamogeton gramineus* - рдесник травянистий

Мешкає в озерах на гальково-піщаних ґрунтах до глибини 1–1,5 м.

8 *Potamogeton natans* - рдесник плаваючий

Поширений в тихих зонах водойм, невеликих озерах, переважно на мулистих донних відкладах до глибини 2–2,5 м.

Родина Ряскові - Lemnaceae S. F. Grey

Багаторічні дрібні рослини, з вільно плаваючими на поверхні води пагонами (листочками)

2 *Lemna gibba* - ряска горбата

3 *Lemna minor* - ряска мала

4 *Lemna trisulca* - ряска триборозенчаста

5 *Spirodella polyrrhiza* - спіродела багатокоренева

Родина Сальвінієві – Salviniaceae Dumort

6 *Salvinia natans* - сальвінія плаваюча

Однорічна з тонким, розгалуженим стеблом папороть без коренів.

Родина Водяногоріхові – Trapaeeae Dumort

7 *Trapa natans* і його плід - водяний горіх плаваючий

Поширений в річках з уповільненою течією і захищених місцях водосховищ і озер до глибини 1 м.

Родина Лататтєві – Nymphaeaceae Salisb.

9 *Nymphaea alba* - латаття біле (кувшинка біла)

Багаторічні, безстеблові рослини, утворюють зарості на мулистих ґрунтах, щільно вкривають поверхню води плаваючими листками невеликих озер, заток водосховищ і річок до глибини 2 – 2,5 м.

10 *Nuphar lutea* - глечики жовті (кубышка желтая)

Мешканці стоячих водойм і рік з тихою течією. Розповсюджені на мулистих ґрунтах до глибини 1,5 – 2 м.

Родина Жабурникові Hydrocharitaceae Juss

11 *Hydrocharis morsus-ranae* - жабурник звичайний

Мешканець мілководних заток, водойм з уповільненою течією, серед заростей високих рослин, щільно вкриває листками поверхню води.

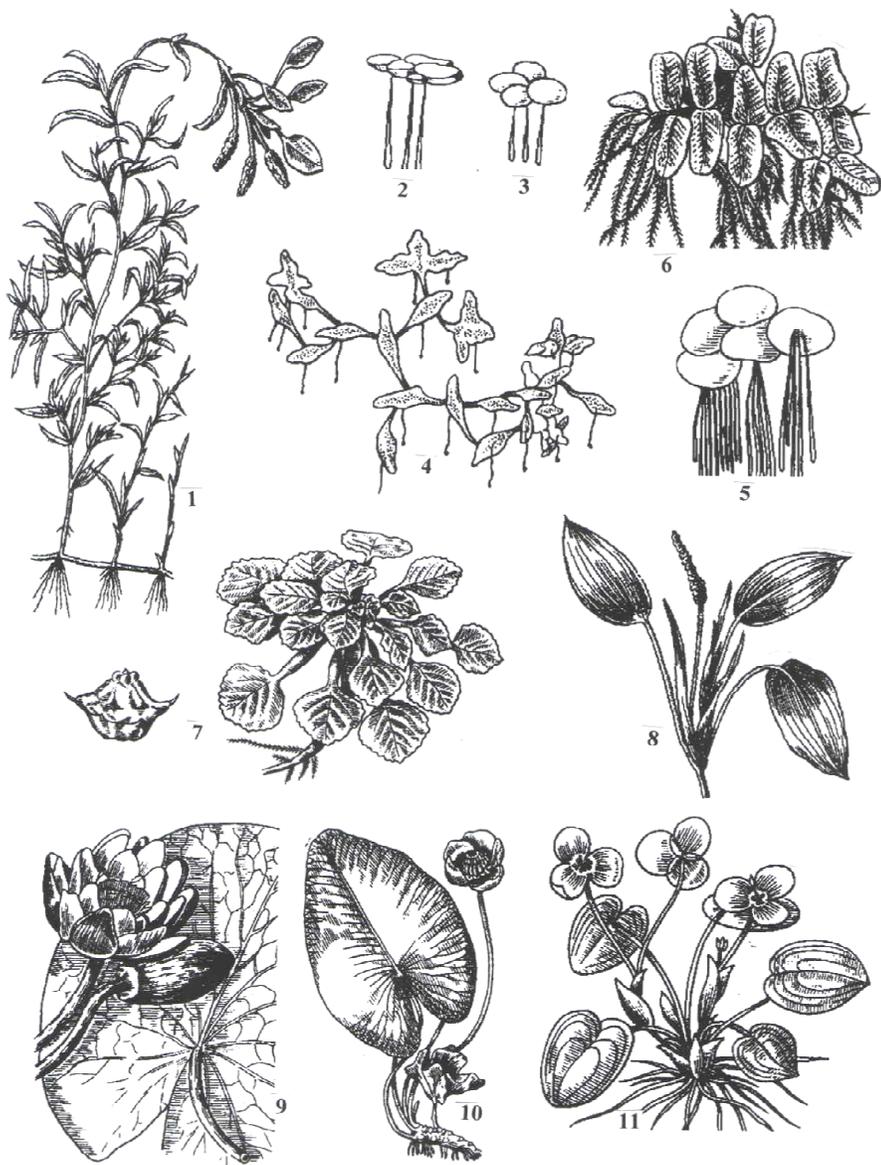


Рис. 127. Плейстофіти

Гелофіти – повітряно-водні рослини

Родина Частухові – *Alismataceae* Vent.

1 *Sagittaria sagittifolia* - стрілиця звичайна (стрілолист)

Багаторічник. Листки повітряні – на довгих черешках, стріловидні і плаваючі (часто відсутні). Суцвіття розгалужене, невеликі білі квітки зібрані у кільця по 3. Поширені на різних ґрунтах до глибини 0,5 м.

2 *Alisma plantago-aquatica* L - частуха подорожникова.

Повітряні листки на довгих черешках, широкоеліптичні, підводні - стрічковидні. Квітки білі або блідо-рожеві, зібрані у велику пірамідальну волоть. Усі частини рослини вважаються отруйними. Поширена на берегах невеликих стоячих водойм, може занурюватись у воду до 0,5 м.

Родина Злаки, Тонконогові – *Poaceae* Varnhart (Gramineae Juss)

3 *Glyceria maxima* (C.Gartm) - лепешняк великий

Багаторічник з довгим повзучим кореневищем. Стебло пряме, заввишки 1,5 – 2,5 м, листки стрічковидні, широкі, плоскі, на кінчику загострені і стягнуті у ковпачок, зверху гладенькі, знизу і на краях шерехаті. Суцвіття – китиця, велика, густа, розкидиста, багатокоскова. Росте понад берегами водойм, у струмках, рівчаках і болотах до глибини 1–1,5 м.

4. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud.- очерет звичайний

Найпоширеніший багаторічник. Стебло пряме, порожнисте; листки лінійно-ланцетовидні, загострені, по краях гостро шерехаті; суцвіття – китиця. Росте понад берегами водойм на різних донних відкладах до глибини 2-3 м. Кормова (молоді стебла) і технічна рослина.

Родина Ароїдні - *Araceae* Juss

5 *Acorus calamus* - Аір тростиновий, татарське зілля, лепеха звичайна

Трав'яниста рослина з міцним повзучим, галузистим кореневищем, від якого відходять мечеподібні листки заввишки до 1–1,5 м. Квітконосне стебло ребристе, плескате з бічним зеленуватим початком завдовжки до 8 см. Росте у заболочених місцях, добре розмножується, утворює густі зарості.

Родина Селерові (Зонтичні) - *Apiaceae* Lindl. (*Umbelliferae* Juss)

6 *Cicuta virosa* L- цикута отруйна (вех ядовитий)

Багаторічна велика рослина з порожнистим стеблом і товстим порожнистим з перегородками кореневищем. Листки лінійні або вузьколанцетні, гостропильчасті, з добре помітною жилкою посередині. Суцвіття – складний зонтик, квітки дрібні, білі; росте по берегах ставків, стариць, озер; дуже отруйна.



Рис. 128. Гелофіти

Родина Рогозові – *Tipha*ceae Juss.

1 *Tipha Angustifolia* L. - рогіз вузьколистий

Багаторічник з довгими лінійними листками. Суцвіття – початок. Жіночі (коричневі) та чоловічі (жовті) суцвіття на квітконосі між собою відокремлені невеликим проміжком.

2 *Tipha. latifolia* - рогіз широколистий

Листки ширші, чоловічі і жіночі суцвіття товстіші, не відокремлені. Фітомеліоратор, декоративна, кормова, харчова, лікарська, технічна культура. Поширені вздовж берегів озер, водосховищ, у заболочених водоймах до глибини 1,5 м Утворюють зарості.

Родина Осокові – *Cyperaceae* Juss.

3 *Carex gracilis* - осока струнка

Багаторічна рослина з міцним тригранним стеблом і довгими листками. Листки лінійні, продовгуватоскладчасті, іноді звужені до основи, з кілем, жорсткі, із замкнутими піхвами і ріжучими краями, на стеблі розташовуються трирядно. Квітки одностатеві, неяскраві, коричневого кольору, у колосках. Прибережні і водяні рослини.

Родина Сусакові – *Butomaceae* Rich.

4 *Butomus umbellatus* L. - сусак зонтичний

Велика рослина з міцним безлистим циліндричним стеблом (до 1,5 м) і бульбовидним кореневищем. У прибережних рослин розвиваються повітряні довгі, біля основи тригранні, лінійні листки, занурені – стручковидні, видовжені. Мешкає на різних ґрунтах у стоячих водоймах.

Родина Ситникові - *Juncaceae* Juss.

5 *Juncus inflexus* L. - ситник пониклий

Багаторічник, заввишки 30 - 90 см, стебло легко здавлюється, з поперечними перегородками, борознисте, при основі вкрите темно-пурпуровими піхвами. Поширена на вогких місцях, луках, по берегах річок.

7 *Scirpus lacustris* - Схеноплектус, куга озерна

Багаторічник з темнозеленим, гладеньким, гнучким високим стеблом; на розрізі стебло має вигляд білосніжних сот, розділених плівковими перегородками. Суцвіття - мітлиця у вигляді маленьких шишечок. Цінна кормова рослина для водяних тварин і природний біофільтр. Населяє озера, ставки, болота, ріки.

Родина *Sparganiaceae* Rudolphi - їжачоголівкові

6 *Sparganium erectum* -їжача голівка пряма

Баторічник. Стебла прямі, міцні, розгалужуються біля суцвіття. Листки тригранні, мечеподібні, знизу з крилатим кілем. Суцвіття велике, розгалужене. Квітки дрібні, зібрані у кулясті голівки, сидять на галузках суцвіття. Зростає переважно на мулистих ґрунтах вздовж берегів водойм до глибини 0,75 м.

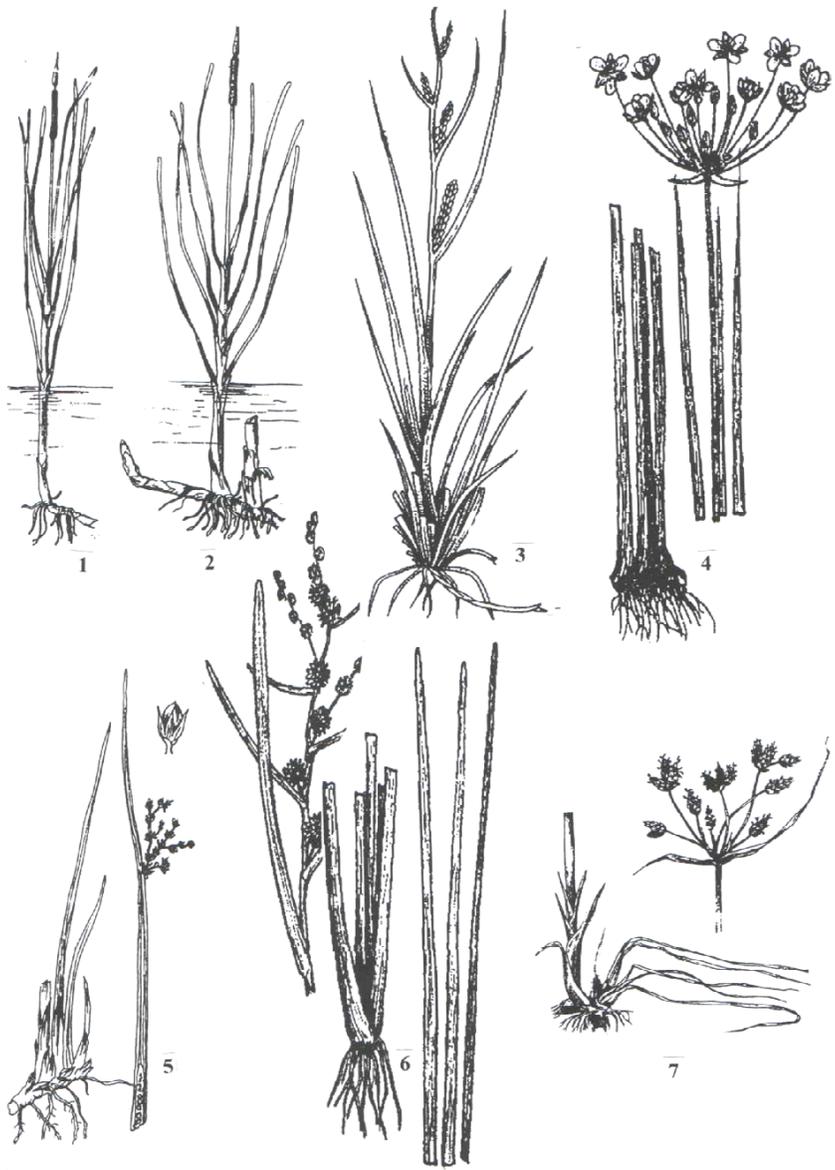


Рис. 129. Гелофіти

Використана література

1. *Гидробиотаника: методология, методы/* Материалы школы по гидробиотанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати, 2003. – С. 5-146.
2. *Гроховська Ю.Р., Ходосовцев О.Є., Пидипенко Ю.В., Кононцев С.В.* Гідробиотаника: навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013 – 376 с.
3. *Кражан С.А., Хижняк М.И.* Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон: Олді-плюс, 2011. – 330 с.
4. *Катанская В. М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. – Л.: Наука, 1981. - 187 с.
5. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод/О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За ред. В.Д. Романенка.* – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
6. *Мусянко М.М., Ольхович О.П.* Методи дослідження вищих водних рослин. – Київ: Видавництво поліграфічний центр “Київський університет”, 2004. – 60 с.
7. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений /* Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 239 с.

Визначники:

1. *Макрофиты* – индикаторы изменений природной среды /С. Гейны, К .М. Сытник – К.: Наук. думка, 1993. – 434 с.
2. *Определитель* высших растений Украины/Отв. ред. Ю.Н. Прокудин. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
3. *Чорна Г.А.* Рослини наших водойм (Атлас-довідник). – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 134 с.

22. ГЛОСАРІЙ

1. Абіосестон – дрібні, завислі у воді незруйновані органічні рештки, які потрапляють у знаряддя для відбору гідробіологічних проб.
2. Абіотичні чинник – неорганічні елементи зовнішнього середовища, що впливають на організми (освітленість, інсоляція, температура, склад води, течії, повітря, ґрунт тощо).
3. Автотрофні організми – організми, які синтезують усі необхідні для життя органічні речовини з неорганічних – вуглекислоти, води, мінеральних солей та енергії сонячного світла (фотосинтез) чи хімічних перетворень неорганічних сполук (хемосинтез). Належать усі наземні й водяні вищі й нижчі рослини та деякі групи водних та ґрунтових бактерій.
4. Автотрофія – живлення організмів (автотрофів) неорганічними речовинами, що здійснюється через фотосинтез або хемосинтез. Завдяки автотрофії утворюється первинна продукція, яка лежить в основні трофічних ланцюгів.
5. Автохтонні організми (аборигени) – організми, які виникли й живуть там, де вони виникли й розвивались в процесі еволюції.
6. Автохтонні органічні речовини – органічні речовини, синтезовані в результаті внутрішньоводоймних процесів.
7. Алохтонні органічні речовини – органічні речовини, які надійшли у водойму з навколишнього середовища.

8. Альгологія – розділ ботаніки, що вивчає водорості, їх розповсюдження, видовий склад, способи розмноження, роль у біоценозах та шляхи використання у народному господарстві.
9. Амфіподи чи бокоплав – вищі ракоподібні. В середньому довжина тіла прісноводних бокоплавів з родини Gammaridae досягає 15-20 мм, придонні чи донні тварини, всеїдні, цінний корм для риби, об'єкти культивування та акліматизації.
10. Артемія саліна (*Artemia salina* L.) – листоногий рачок довжиною до 18 мм, вагою до 8 мг, мешкає у гіпергалінних водоймах при солоності від 20 до 300 ‰. Із яєць штучно отримують наупліуси та метанаупліуси, які використовують при підрощуванні личинок цінних видів риби та безхребетних; дорослий рачок – якісний корм для риби.
11. Бабка (ряд *Odonata*) – комахи з неповним перетворенням. Стадія личинки триває від 1 до 3, інколи до 5 років з періодичним линянням. Довжина личинки до 5 см. Дорослі бабки живуть декілька тижнів, відкладаючи на рослини, у мул та у воду до 500 яєць, поодиноких чи у кладках.
12. Беззубка – поширений прісноводний двостулковий моллюск з родини *Anodonta*, представник зообентосу. Личинки беззубки (глохидії) тимчасово паразитують на зябрах риби.
13. Бентос – угруповання мешканців дна водойм.
14. Бентогіпонеїстон – організми гіпонеїстону, які перебувають у бентичному (вдень) і гіпонеїстонному

- (вночі) стані. До складу входять багато видів бокоплавів, кумових раків, поліхет, креветок тощо.
15. Бетамезосапроби – організми, що живуть у середньозабруднених або майже очищених від забруднень (амонію, нітритів і нітратів тощо) водоймах.
 16. Білий енхітрей (*Enchytraeus albidus*), вазонний черв'як відноситься до малошкетинкових черв'яків (олігохети), завдовжки 34-54 мм, з 50-70 сегментами, дихає атмосферним і розчиненим у воді киснем. Цінний корм для риб та об'єкт культивування.
 17. Біогени – хімічні елементи, які входять до складу організмів і необхідні для їх існування. Важливими біогенними речовинами є кисень, вуглець, водень, кальцій, азот, калій, фосфор, магній, сірка, хлор, натрій, залізо тощо.
 18. Біологічна продуктивність – здатність різних угруповань гідробіонтів до відтворення. Біологічну продуктивність автотрофних організмів називають первинною, гетеротрофних – вторинною продукцією.
 19. Біомаса – маса організмів на одиницю площі, під одиницею площі чи в одиниці об'єму води; її виражають в одиницях сирої маси, повітряносухої чи абсолютно сухої маси, органічного вуглецю, хлорофілу, енергії тощо. Біомасу фіто- та зоопланктону розраховують у мг/дм³, г/м³, кг/м³, а також у грамах, кілограмах, тоннах під м²; біомасу зообентосу у мг/м², г/м², кг/м², т/м².
 20. Біосестон – відфільтровані з води живі чи загиблі незруйновані організми на момент взяття проби.

21. Біотичні чинники – сукупність впливів живої природи на організми – живлення, конкуренція, паразитизм.
22. Біотоп – ділянка водойми з однотипними умовами середовища, яку займає певне угруповання організмів (біоценоз).
23. Біоценоз – сукупність рослин, тварин і мікроорганізмів, які населяють певну ділянку водойми й пов'язані між собою певними взаємовідношеннями.
24. Бітотрефес (ряд *Bythotrephes*) – відноситься до гіллястовусих ракоподібних, великий хижак завдовжки 4-5 мм без хвостової голки, небезпечний для ракоподібних і може становити загрозу для личинок коропа у нерестових ставах, кормовий об'єкт для риби.
25. Босміна (*Bosmina sp.*) – дрібні планктонні гіллястовусі ракоподібні, завдовжки 0,4-0,6 мм, які мають сильно розвинені антени у вигляді „хобота” слона. Цінний корм для риби.
26. Бульбоочерет – жорсткий надводний макрофіт, що утворює зарості в основному у мілких водоймах (стави, рисові чеки тощо), іригаційних системах (на півдні).
27. Вегетаційний період – період, протягом якого рослини, проявляючи активну життєдіяльність, проходять повний цикл розвитку.
28. Вегетація – стан активної життєдіяльності рослин, який проявляється у живленні, рості й розвитку.
29. Велігер – планктонна личинка моллюсків дрейсен.
30. Веснянки (гаївка) – ряд *Plecoptera* – комахи з неповним перетворенням. Довжина тіла дорослої личинки може

- досягати 25-32 мм. Личинковий період триває до 3,5 років, за цей час відбувається 22 линьки.
31. Вищі ракоподібні (підклас *Malacostraca*) – тіло має 20 сегментів, на 19-му є кінцівки. До вищих раків належать мізиди, рівноногі, бокоплави, десятиногі тощо.
 32. Водойми дистрофні – неглибокі внутрішні водойми (прісноводні екосистеми) з темнооричневим забарвленням води, збагачені гуміновими кислотами, що зв'язують і роблять нерухливими мінеральні речовини. Донні відклади мінералізуються не повністю, це і є причиною утворення й нагромадження торфу (невеликі лісові озера).
 33. Водойми евтотрофні – внутрішні водойми (прісноводні екосистеми), багаті на поживні для рослин речовини. Вода малопрзора. Відмерлі рослини нагромаджуються у вигляді потужних відкладів органічної маси, мінералізація яких нерідко відбувається за участю анаеробів. Розчинений у воді кисень поширений дифузно. У цих водоймах живе короп, карась тощо.
 34. Водойми оліготрофні – внутрішні водойми (прісноводні екосистеми) бідні на мінеральні речовини. Глибокі, з твердим дном і прозорою водою. Рослинність добре розвинута, а мертва органічна речовина у воді й на дні мінералізується за участю аеробної мікрофлори, завдяки цьому підтримується повний кругообіг речовин. У цих водоймах живуть лососеві, форель, окунь, щука тощо.
 35. Водні кліщі (ряд *Hydrachnellae*) – дрібні гідробіонти червоного, помаранчевого, синього й інших кольорів з круглим нечленистим тілом. Їх личинки паразитують на

- водних клопах, молюсках. Дорослі особини живляться дрібними ракоподібними. Риби споживають водних клопів погано.
36. Водяні рослини – рослини, що населяють водойми: повітряно-водні, занурені та вільноплаваючі.
 37. Водяна сіточка (*Hydrodictyon reticulatum*) – велика водорість, у комірці якої заплутуються личинки й мальки риб і гинуть.
 38. Водні тварини (водные животные) – тварини, що живуть у воді. За місцем проживання розрізняють: планктонні (живуть у товщі води й пасивно переміщуються), бентосні (живуть у ґрунті або на ґрунті), плейстонні (пов'язані з поверхневою плівкою води).
 39. Водяний різак алоєвидний (*Stratiotes aloides*) – м'який підводний макрофіт. Росте у прісних стоячих або з уповільненою течією водоймах. Зустрічається у ставах північної зони рибицтва з мулистим дном, багатим на органічні речовини, хороший субстрат для розвитку фітофільної фауни.
 40. Водопериця колосова (*Myriophyllum spicatum*) – дрібний підводний макрофіт, який утворює малі зарості на дні продуктивних, добре прогрітих сонцем прісних водойм.
 41. Волохокрильці (ряд *Trichoptera*) – комахи з повним перетворенням, личинки будують чохлики з різного матеріалу (мінеральні частки, пісок, частинки рослин тощо). Стадія личинки триває не менше року. Довжина тіла дорослої личинки до 35-40 мм. Корм для риб.
 42. Вплив антропогенний – сума прямих і непрямих впливів людини на об'єкт.

43. Галобіонти – організми, які населяють солоні озера.
44. Галофіли – солелюбні тваринні організми, пристосовані до життя в умовах високої концентрації солей.
45. Гетеротрофні організми (гетеротрофи) – організми, які живляться готовими органічними речовинами.
46. Гідробіонти – організми, що живуть у воді.
47. Гіпонеїстон – організми, які пересуваються по воді знизу поверхневої плівки води.
48. Глечики жовті (*Nuphar luteum*) – макрофіт з плаваючими листями, зустрічається у закислених водоймах.
49. Гречка земноводна (*Polygonum amphibium*) – надводний макрофіт, який має наземну та водну форму з плаваючими листями. Часто утворює густі зарості на мілководді рібницьких ставів, з якими необхідно боротися шляхом викошування у залитих ставах і видаленням кореневищ з осушеного ложа.
50. Дафнія (*Daphnia sp.*) – гіллястовусий рачок, завдовжки 4-6 мм, масою 10 мг, плодючість від 20 до 100 яєць та більше. Тривалість життя до 3-х місяців, за цей час линяє 20-25 раз. Цінний корм для риб.
51. Двостулкові молюски – пластинчастозяброві молюски (устриці, мідії, гребінці тощо), живуть у морських та прісних водоймах, є об'єктами промислу й розведення та кормом для риб.
52. Детрит: 1) мертві та частково мінералізовані органічні речовини рослинного й тваринного походження, заселені бактеріями; 2) завислі у воді частки мертвої органічної речовини, заселені бактеріями, або донні відклади

- водойм, характерний елемент біотичного середовища водяних угруповань. Цінний корм детритофагів.
53. Детритофаги – гідробіонти, які живляться детритом.
 54. Діаптомуси (*Diaptomus sp.*) – представники веслоногих ракоподібних із ряду *Calanoidae*. Відрізняються від циклопів довжиною антенул, які досягають кінця черевця та одним яйцевим мішком у самок.
 55. Дночерпач – прилад для кількісного відбору донного населення водойми – зообентосу.
 56. Донні організми – зообентос, населення дна водойм, бентичні організми.
 57. Дрейсена (*Dreissena sp.*) – невеликий двостулковий молюск в дорослому стані прикріплений до субстрату. Личинкова стадія - велігер, веде планктонний спосіб життя.
 58. Епінейстон – частина нейстону, яка складається із організмів, що проводять усе життя на поверхні плівки води, прикріплюються до неї чи пересуваються зверху.
 59. Евригалінні види – види, пристосовані до існування в умовах змін сольового або хімічного складу води. До них належать багато мешканців морської літоралі, естуаріїв рік, солонуватих та дуже засолених водойм і лиманів.
 60. Евритопні організми – організми, які живуть у місцях з різноманітними умовами середовища, на відміну від стенотопних.
 61. Еврифагія – здатність риб до харчування різноманітними кормами (наприклад, короп-еврифаг, споживає рослинну та тваринну їжу).

62. Еврибiонтні організми (еврибiонти) – эврибiонтные організми – організми, що можуть жити в різноманітних умовах навколишнього середовища або при значних їх змінах. Їм властиві широкі ареали.
63. Евритермні організми – організми, здатні жити при значних змінах температури середовища.
64. Евфаузеві – ряд вищих ракоподібних, до яких входять представники морського цінного кормового і промисло
65. Елодея (*Elodea canadensis Rich*) – поширений у внутрішніх прісноводних водоймах „м’який” підводний макрофіт, утворює щільні зарості на дні продуктивних водойм з прозорою водою, є прекрасним субстратом для відкладання ікри риб і розвитку фітофільної фауни.
66. Екологічна ніша – просторове положення, яке займають представники будь-якої життєвої форми у біоценозі (біогідроценозі). Екологічна ніша визначається сукупністю усіх чинників середовища, необхідних для існування даного організму чи популяції.
67. Екологічні фактори – фактори середовища, які впливають на гiдробiонтiв: абiотичнi, бiотичнi і антропогеннi.
68. Екологія – розділ біології, який вивчає взаємовідносини організмів між собою і з навколишнім середовищем, що утворюють єдину систему.
69. Екосистема – сукупність живих організмів, пов’язаних між собою трофічними зв’язками й неживими компонентами середовища, залучених в процес обміну речовин і енергії.
70. Епінейстон – верхня (повітряна) частина нейстонного комплексу організмів: клопи-водомірки.

71. Еуфіллопода – підряд Euphylloroda (дійсно листоногі раки) – нижчі ракоподібні, яйця яких пристосовані до несприятливих умов існування, зокрема тривалого пересушування.
72. Ефіпій (сідельце) – хітинова капсула, утворена у нижчих ракоподібних із вивідкової сумки (камери). Ефіпії оберігають запліднені яйця тварин. При житті рачок носить ефіпій на собі, після його смерті – опускається на дно чи плаває в товщі води. Із закладених у ефіпійх яєць розвиваються самиці першого партеногенетичного покоління.
73. Ефективність харчових ланцюгів (ефективність пищевих цепей) – частка біомаси організмів даного рівня, яка використовується як пожива представниками наступного трофічного рівня.
74. Жуки (ряд *Coleoptera*) (жуки) – водяні жуки – це комахи з повним перетворенням. Довжина імагінальних форм від 2 до 50 мм. Стадія личинки триває не менше 2 років. За живленням виділяють жуків зі змішаним харчуванням (рослини та тварини) і хижаків (тварини). І личинки, і жуки завдають шкоди малькам риб, виїдають гіллястовусих ракоподібних, лялечок комах та ікру риб.
75. Забезпечення їжею риб – присутність у водоймі доступних для споживання рибою кормових організмів і наявність умов, які б забезпечували рибі засвоєння корму й побудови з нього свого тіла.
76. Зоонейстон – тваринна частина нейстону.

77. Зостера (*Zostera*) – м'який підводний макрофіт солонуватоводних водойм на узбережжі Балтійського та Чорного морів.
78. Зооценоз – сукупність тварин, що входять до складу біоценозу.
79. Зяброногі (рід *Anostraca*) – представники зяброногих ракоподібних, є об'єктом культивування і цінним кормом при підрощуванні личинок, молоді цінних видів риб та безхребетних.
80. Індекс наповнення шлунково-кишкового тракту – відношення фактичної маси окремих компонентів їжі (спеціальні індекси) й маси усїєї їжі (загальні індекси) до маси риби, збільшене у 10000 раз і виражене в продецимілях (‰).
81. Індикаторні організми (біологічні індикатори) – рослини та тварини, присутність або інтенсивний розвиток яких є показником умов навколишнього середовища: макрофіти, великі молюски, риби, водорості, безхребетні, бактерії тощо.
82. Інтродукція – введення людиною тварин або рослин в нові для них місця проживання. Від акліматизації відрізняється тим, що тут мають місце умови, в яких даний організм уже жив, проте з якихось причин зник.
83. Інтродуцент – новий для даного регіону вид, цілеспрямовано або випадково введений людиною.
84. Інфауна – гідробіонти зообентосу, які закопуються у ґрунт.
85. Інфузорії – одноклітинні тварини, якими живляться личинки риб, є об'єктами для масового культивування.

86. Індекс споживання харчових компонентів (спеціальний і загальний) – відношення відновленої (реконструйованої) маси окремих харчових компонентів до маси риби збільшене у 100 разів; спеціальний – відношення відновленої (реконструйованої) маси окремих харчових компонентів до маси риби; загальний – маса усіх харчових компонентів до маси риби.
87. Індекс вибірковості – відношення відсоткового значення харчового організму у раціоні та у середовищі.
88. Їжача голівка (*Sparganium minimum*) – декілька видів надводних жорстких макрофітів, інколи з плаваючим листям, які утворюють невеликі скупчення у водоймах північних зон ставового рибництва.
89. Катаробні водойми – чисті незабруднені водойми.
90. Кишківник – частина харчового тракту риб, розташованого позаду шлунка. Внутрішні стінки складчасті, що сприяє кращому перетравленню їжі. Їжа пересувається завдяки рухам кишечника – перистальтиці. У хижаків кишківник значно коротший, ніж у рослиноїдних.
91. Кількісний аналіз – визначення чисельності організмів в одиниці об'єму води чи на площі дна, у стовпі води, під одиницею поверхні чи у інших одиницях.
92. Кліщі (ряд *Hydrachnellae*) – довжина тіла не більше 1 см, в основному яскраво забарвлені. Личинки кліщів паразитують на водних комах. Живляться дрібними ракоподібними й личинками комах.
93. Клопи (ряд *Hemiptera*) – комахи з неповним перетворенням. У личинок відбувається 5 линьок.

- Личинка та імаго водяних клопів – вороги молоді риб і конкуренти у живленні ракоподібним.
94. Коефіцієнт наповнення шлунку (кишківника) чи індекс наповнення кишківника (коэффициент наполнения желудка (кишечника) – відношення сирової маси вмісту харчового тракту до маси тіла. Добуток одержаного індексу (числа) на 10000 дає коефіцієнт наповнення шлунку у продецемілях (‰).
 95. Коефіцієнт P/B – відношення продукції (P) за певний відрізок часу до середньої, за цей же період, біомаси (B).
 96. Коловертки (*Rotatoria*) – дрібні безхребетні, відносяться до нижчих червів, завдовжки 40 мкм – 2 мм, більше ведуть планктонний спосіб життя, зустрічаються бентосні й паразитичні форми.
 97. Консументи – споживачі готових органічних речовин в екосистемі. Це всі тварини, частина мікроорганізмів та комахоїдні рослини.
 98. Кормова база – кількість рослинних та тваринних організмів і продуктів їх розпаду (детрит), які знаходяться у водоймі у певний проміжок часу й можуть бути використані в якості корму наявним видовим та віковим складом іхтіофауни.
 99. Кормова продуктивність водойм – кількість природних кормів, що знаходяться у водоймі, за рахунок яких риба харчується, росте, дає приріст.
 100. Кормові ресурси – сукупність рослинних та тваринних організмів автохтонного й аллохтонного походження і продуктів їх розпаду, які знаходяться у водоймі.

101. Креветки (підряд *Natantia*) – підряд десятиногих раків, багато з яких є об'єктом промислу та аквакультури.
102. Латаття (*Nymphaea alba*) – макрофіт з плаваючими листками, зустрічається у заболочених прісноводних водоймах із стоячою водою йі замуленим дном. Є біологічним індикатором закислених ставів.
103. Лепешняк великий (*Glyceria maxima*) – надводний, жорсткий макрофіт, що утворює зарості в неглибоких внутрішніх прісних водоймах. Біологічний індикатор багатих на кальцій рибницьких ставів середніх та південних зон.
104. Лептестерія (родина *Leptesteria G.O.Sars*) – листонігі раки, цінний корм для риб.
105. Листонігі раки (ряд *Phyllopora* – щитень, лептестерія, естерія, артемія) – мешканці тимчасових пересихаючих водойм. У нерестових, малькових і вирощувальних ставах листонігі використовують поверхневий шар мулу як джерело їжі і каламутять воду. Яйця відкладають на відкоси дамб по урізу води. Деякі з них нападають на личинок риб.
106. Лімнобіонти – організми, що живуть в озерах.
107. Макропланктон – планктонні гідробіонти, розмір яких більший від 5 мм.
108. Макрофауна – організми більші від 10 мм.
109. Макрофіти – вищі (квіткові) й нижчі водянні рослини, які утворюють ряд екологічних угруповань у водоймі.
 - Плейстофіти – макрофіти з плаваючими листками (латаття, рдесники плаваючі, сальвінія, ряска, гречка земноводна, водяний горіх тощо).

- Гелофіти – повітряно-водні макрофіти (очерет, рогіз, лепеха тощо).
 - Гідатофіти – занурені макрофіти (рдест, елодея, уруть тощо).
110. Мезопланктон – планктонні гідробіонти розміром від 1 до 10 мм.
 111. Мезосапоби – рослинні й тваринні організми, що живуть у водоймах з середньою забрудненістю органічними речовинами, є індикаторами забруднення води; своєю життєдіяльністю сприяють очищенню води.
 112. Мезотрофи – організми з помірними вимогами щодо поживних речовин.
 113. Міксотрофність – змішаний тип живлення, який полягає у тому, що організм, окрім живлення неорганічними речовинами, засвоює готові органічні речовини.
 114. Метаболіти – продукти метаболізму, які виникають у організмі в процесі обміну речовин і виділяються у воду гідробіонтами. Вони часто інгібують (види-антогоністи) чи стимулюють розвиток інших організмів.
 115. Метод роздільних керованих культур (запропонований Н.С. Гаєвською) – при цьому методі головною їжею нижчих ракоподібних – фільтраторів є бактерії та водорості.
 116. Мізиди (ряд *Mysidae*) – організми планктоно-бентосу. Довжина тіла від 10 до 20 мм, харчуються водоростями, зоопланктоном, трупами безхребетних. Цінний корм для риб.
 117. Мікропланктон – планктонні гідробіонти розміром від 50 мкм до 1 мм.

118. Мікрофлора – сукупність різних видів мікроорганізмів, які населяють певне середовище проживання.
119. Моїни (рід *Moina*) – представники гіллястовусих ракоподібних, у рибницьких ставах стають статевозрілими на 4-5 день. Не вибагливі до газового режиму. Цінний корм для риб.
120. Молюски (тип *Mollusca*) – безхребетні тварини, без внутрішнього скелету. Прісноводні молюски мають вапняну черепашку й можуть бути проміжними господарями паразитів риб. Цінний корм для коропа, чорного амура тощо.
121. Мотиль – личинки комах червоного кольору, які живуть у мулі водойм (наприклад, личинки родини Chironomidae).
122. М'яка підводна рослинність – прикріплені та неприкріплені макрофіти, вегетативні частини яких не виступають над поверхнею води (рдесники, уруть, водяний жовтець, хара, пухирчатка, елодея тощо). До цієї групи можна віднести скупчення нитчастих водоростей.
123. Найпростіші (підцарство *Protozoa*) – дрібні одноклітинні організми (до 200 мкм) різноманітної форми. Складова частина корму личинок риб і нижчих ракоподібних.
124. Наноорганізми – величина менша від 50 мкм.
125. Нанопланктон – планктонні гідробіонти, які мають розмір менший від 50 мкм.
126. Наупліус – планктонна личинка багатьох ракоподібних.
127. Нектон – організми, які живуть у товщі води і мають органи активного руху та протидіють течіям (риби, кальмари).

128. Нейстон – сукупність організмів, що плавають на поверхні води або прикріплені до її поверхневої плівки: найпростіші, одноклітинні водорості, клопи, личинки комах тощо.
129. Облігатний – організм, пов'язаний з певними факторами й пристосований розвиватися лише в певних умовах середовища.
130. Облігатні аероби – організми, пристосовані до життя винятково в умовах доступу кисню.
131. Облігатні анаероби – організми, пристосовані до життя винятково без кисню.
132. Обростання (перифітон) – угруповання організмів, які прикріплені до твердого субстрату й предметів, занурених у воді (каміння, стебла вищих водяних рослин тощо).
133. Одноденки (ряд *Ephemeroptera*) – комахи з неповним перетворенням, завдовжки близько 1 см. Біологічний цикл (від яйця до імаго) триває 2-3 роки, імаго живе від декількох годин до 2-3 тижнів. Цінний корм для риб.
134. Олігосапробіонти – організми, що живуть у водоймах з чистою водою: зелені та діатомові водорості, деякі квіткові рослини, ряд тварин – форель, стерлядь тощо.
135. Олігосапробні водойми – водойми, які за шкалою сапробності мають оцінку слабкозабруднених.
136. Оліготрофи – організми, які розвивають у середовищі з низькою концентрацією поживних речовин (личинки деяких комах, що існують в оліготрофних водоймах).
137. Оліготрофні водойми – водойми з невисоким рівнем первинної продукції.

138. Олігохети (клас *Oligochaeta*) – малощетинкові черви. Знаходяться у мулі ставів багатих органічною речовиною, складова частина зообентосу. Цінний корм для коропа та інших бентофагів.
139. Осока (*Carex sp.*) – декілька видів надводних жорстких макрофітів, які утворюють зарості на заболочених та підмоклих місцях. Наявність осоки – показник необхідності проведення меліоративних робіт у рибницьких ставах.
140. Очерет звичайний (*Phragmites australis*) – жорсткий надводний макрофіт, який утворює потужні зарості у внутрішніх водоймах, корм для білого амура.
141. Павуки (ряд *Argyroneta*) – водяні павуки, будують під водою павутинний дзвін, де відкладають яйця і харчуються. Вони прямі вороги молоді риб і конкуренти в харчуванні.
142. Первинна продукція – утворення первинної (автохтонної) органічної речовини автотрофами у процесі фотосинтезу.
143. Партеногенез – розвиток незаплідненого яйця у самок, поширене у ракоподібних.
144. Перловиця – прісноводний двостулковий молюск із родини *Unio*, який входить до складу зообентосу. Личинки (глохидії) тимчасово паразитують на зябрах риб.
145. Планктонна сітка – знаряддя для кількісного відбору планктону. Конічний сачок з млинарського сита з стаканчиком. В рибницьких ставах через планктонну сітку профільтровують певний об'єм води (частіше всього 25,50 чи 100 л).

146. Планктон – дрібні рослинні й тваринні організми, які живуть у товщі води й пасивно переносяться течіями у водоймах.
147. Планктонофаги – риби, що живляться планктоном (товстолобики, молодь багатьох риб тощо).
148. Плейстон – сукупність рослин і тварин, що пристосувались до життя в поверхневому шарі (до 15 м) води в океанах, морях, внутрішніх водоймах, де утворюються особливі умови середовища внаслідок безпосередньої взаємодії атмосфери і гідросфери. Середні та великі пелагічні організми, частина яких знаходиться у воді, а друга – над її поверхнею (сифонофори, ряска).
149. Покоління – генерація, угруповання організмів у популяції, однаково віддалених у родинному відношенні від спільних предків.
150. Полісапроби – анаеробні організми, що живуть у дуже забруднених органічними речовинами водах. Виконують важливу роль у процесах самоочищення води.
151. Полісапробні водойми – водойми, оцінка яких за шкалою сапробності визначається як сильно забруднена.
152. Поліфаги – організми, що живляться організмами різних угруповань або пристосувались до різних джерел живлення.
153. Поліхети (багатощетинкові черви) (клас *Polychaeta*) – водні тварини із типу кільчастих червів, які живуть в основному в морях. Цінний корм коропа в деяких солонуватих водоймах.

154. Популяційна абсолютна плодючість раків – кількість розвинених яйцеклітин в усіх самиць популяції за один період розмноження.
155. Популяція – сукупність особин одного виду, які населяють певну територію, вільно схрещуються між собою.
156. Провокаційне заливтя ставів – короткочасне заповнення водою рибницьких ставів за два-три тижні до запланованої посадки риби для боротьби з шкідливими гідробіонтами (щитень). Воно викликає розвиток шкідливих гідробіонтів і дозволяє боротися з ними швидким спуском води, використанням хімічних засобів, безпечних для об'єктів культивування.
157. Прорецеміле – одна сота відсотка (на 10 тис.) визначається знаком ‰ і виражає індекс наповнення шлунково-кишкового тракту при вивченні живлення риб.
158. Продуктивність виду – величина продукції, яка виробляється тим чи іншим видом. Величина валової продукції усіх ланцюгів від бактерій до вищих тварин, а також рослинність.
159. Продукційна гідробіологія – одна з дисциплін гідробіології, яка розробляє шляхи та методи прогнозування продуктивності водойм, підвищення продуктивності за рахунок спрямованих змін існування гідробіонтів.
160. Продукція популяції – сума приростів (органічної речовини чи включеної в неї енергії) усіх особин угруповання, а також тільки народжених за певний відрізок часу незалежно від того, дожили вони до кінця

чи померли від різних причин (природна смерть, промисел). Величину продукції визначають на одиниці площі чи об'єму (для риб – кг/га, планктону г/м³, бентосу г/м² тощо).

161. Продукція фітопланктону (первинна продукція) – результат фотосинтезу. Її визначають радіовуглецевим, хлорофільним чи склянковим (кисневим) методами.
162. Продуценти – автотрофні та хемотрофні організми першого трофічного рівня, які синтезують органічні речовини з мінеральних використанням сонячної енергії або енергії, що виділяється під час хімічних реакцій. Це вищі рослини, водорості та бактерії.
163. Промилле – кількість грамів усіх солей у 1000 см³ води, позначається знаком ‰, застосовується для позначення солоності.
164. Пуголовка – личинка безхвостих амфібій.
165. Пухирчатка (*Utricularia sp.*) – вищий підводний макрофіт. Зустрічається у масовій кількості у заболочених водоймах північних зон рибництва. Має властивість захоплювати й перетравлювати комах і дрібних планктонних тварин. Біологічний індикатор кислих вод і ґрунту.
166. П'явки (клас *Hirudinea*) – вільно живучі хижакі чи ектопаразити.
167. Ракоподібні – зябродихаючі членистоногі, до яких входять нижчі та вищі ракоподібні. Цінний корм для риб, об'єкти промислу й розведення, а також можуть бути паразитами.
168. Рдесники – м'які підводні макрофіти роду *Potamogeton*. Наприклад, рдесник блискучий (*Potamogeton lucens*) –

- біологічний індикатор евтрофних водойм, субстрат для розведення фітофільної фауни. Усі рдесники служать кормом для білого амура.
169. Редуценти – організми, які у процесі своєї життєдіяльності перетворюють складні органічні речовини в неорганічні й забезпечують їх кругообіг. До них належать, в основному, сапрофіти (бактерії, гриби).
170. Релікти – тварини чи рослини, область розповсюдження яких відірвана від часу чи простору, від основного ареалу даного фауністичного чи флористичного комплексу.
171. Реофіли – організми, що живуть у проточних водах, більшість з них пристосовані до проживання на течії, мають спеціальні органи прикріплення, зариваються у ґрунт, будують схованки: личинки одноденок, волохокрилець тощо або добре плавають і здатні пересуватися проти течії – прохідні риби тощо.
172. Репродукція – здатність організмів до відтворення.
173. Рівноногі (ряд *Isopoda*) – до цього ряду належать водяний віслучок (*Asellus aquaticus*) завдовжки 10-15 мм, харчується детритом, залишками рослин, листками. Цінний корм для риб, об'єкт культивування.
174. Рогіз широколистий (*Typha latifolia*) та вузьколистий (*Typha angustifolia*) – розповсюджені надводні жорсткі макрофіти, які мають характерні коричневі циліндричної форми суцвіття. Рогіз широколистий розповсюджений у північних, а рогіз вузьколистий – у південних зонах рибництва.
175. Ряска (*Lemna sp.*) – дрібні макрофіти з плаваючими листками, розповсюджені у стоячих водоймах. У

- північних та середніх зонах рибництва частіше зустрічається ряска триборозенчаста (*Lemna trisulca* L.). Цінний корм для білого амура та птиці.
176. Садок Кригсмана-Лілелунда (садок-планктоновловлювач) – пристрій для захоплення системою фільтрів, знесених рікою організмів, для годівлі личинок риб, об'єктів культивування. Садок завдовжки – 310, завширшки – 110 і заввишки 100 см.
177. Сальвінія плаваюча (*Salvinia natans*) – макрофіт з плаваючими листками із папоротникових. Характерна для заболочених ділянок рибогосподарських водойм, а у північних зонах рибництва вкриває ділянки води суцільним килимом.
178. Самоочищення – усунення забруднень біотичними факторами середовища в результаті життєдіяльності організмів.
179. Самоочищення природних вод – сукупність усіх природних процесів у забруднених водах, спрямованих на відновлення первинних властивостей і складу води.
180. Сапробність – властивість організмів існувати при певних концентраціях органічних речовин у водоймах.
181. Сапропель – озерний мул, який утворюється при відсутності кисню на дні озера, з високим вмістом органічних речовин. Використовується для удобрення полів та як добавка до кормів.
182. Сестон – завислі органо-мінеральні тверді частки та дрібні планктонні організми, які відфільтровані з води, що виловлюється планктонною сіткою, корм сестонофагів.

183. Сіртон (дріфт) – сукупність організмів, які зносяться течією. Застосовується при характеристиці організмів пелагіалі.
184. Ставовики – черевоногі молюски родини *Lymnaeidae*, у рибницьких ставах можуть бути проміжними господарями збудників деяких паразитарних захворювань (наприклад, трематодозів риб) і є кормом для деяких риб.
185. Стадії спокою гідробіонтів – водорості, безхребетні тварини, їх яйця, які знаходяться у стані анабіозу (коловертки та їх яйця, статобласти моховаток, гемули губок, ефіпіуми гіллястовусих ракоподібних тощо).
186. Стартовий корм – штучний корм чи живі організми, які застосовуються у перші дні підрощування личинок риб в індустріальних господарствах.
187. Спектр живлення – склад їжі тварин, який характеризується певним спожитим кормом і їх кількісним співвідношенням.
188. Стенобатні організми – водні тварини і рослини, існування яких можливе лише на певній глибині, при певному тиску води.
189. Стенобіонтні організми (стенобіонти) – організми, що можуть жити лише за певних умов середовища, при дуже незначному коливанні його факторів (температури, солоності, кислотності тощо).
190. Стеногалінні організми – водні тварини, що не витримують значних коливань солоності води.
191. Стенотермні тварини – тварини, існування яких можливе лише при постійній або малозмінній температурі середовища.

192. Стенофаги – організми, що живляться обмеженою кількістю видів корму або навіть одним (наприклад, дорослий чорний амур стенофаг – моллюскоїд).
193. Стенофоти – організми, що здатні жити лише в певних, вузько обмежених умовах освітлення.
194. Стрептоцефал (*Streptocephalus torvicornis*) – представник зяброногих (листоногі рачки), прісноводний рачок завдовжки до 3 см, який стає статевозрілим у віці 20 діб і розмножується статевим шляхом. Перспективний об'єкт культивування для живлення риб.
195. Стрілиця звичайна (*Sagittaria sagittifolia* L.) – багаторічна рослина, що поширена завглибшки до 60 см. Листки на останній фазі розвитку стріловидної форми з гостро розгалуженими назад базальними лопостями.
196. Субдомінанти – види рослин, що переважають у другорядних, не головних ярусах рослинного угруповання.
197. Сукцесія – зміна видів, мінливість біоценозу у напрямку до клімаксу.
198. Супранейстон (епінейстон) – верхня (повітряна) частина нейстонного комплексу.
199. Таксобність – ступінь забруднення водойми чи її частини токсичними речовинами.
200. Таксон – класифікаційна одиниця у систематиці рослин та тварин. Основні таксони – підвид, вид, рід, родина, ряд, клас, тип. Таксон – група окремих об'єктів, що пов'язані тим чи іншим ступенем спільності властивостей та ознак і завдяки цьому дають підставу для присвоєння їй певної таксономічної категорії. Таксон завжди характеризує конкретну сукупність.

201. Таксономічні одиниці – будь-які класифікаційні одиниці в систематиці, починаючи з нижчих і закінчуючи вищими підрозділами будь-якої системи.
202. Термофіти – теплолюбні рослини, які не витримують зниження температур, нормально розвиваються при температурі 26⁰С з незначними добовими й річними коливаннями.
203. Термофоби – організми, які не витримують високих температур, нормально розвиваються при порівняно низьких температурах (верхня межа становить 10⁰С).
204. Тихопланктон – випадковий планктон, організми бентосу, які зустрічаються у пробах планктону.
205. Толерантність – стійкість живих організмів проти дії факторів середовища та високої температури (термотолерантність), підвищеної концентрації солей (галотолерантність) тощо.
206. Трофічна структура – структурна організація екосистеми, яка базується на трофічних зв'язках популяцій і складається з циклів живлення. Вона визначає функціонування екосистеми.
207. Трофічні ланцюги – ланцюги живлення – ряд видів організмів або їх груп, пов'язаних між собою харчовими відносинами, що створює певну послідовність у передачі речовин і енергії; кожна попередня ланка певною мірою є поживою для наступної.
208. Трофічні зв'язки – зв'язки живлення організмів у біоценозі.
209. Трофічні рівні – положення організмів у ланцюгу живлення, що визначається кількістю етапів передачі

- енергії, характеризуються певною формою організації та утилізації енергії.
210. Трофічний потенціал – здатність виробляти органічну речовину за рахунок діяльності живих організмів із розрахунку на одиницю площі чи об'єму в одиницю часу.
 211. Трофічний глухий кут – кут, що виникає, коли харчовий ланцюг закінчується організмом, якого у водоймі ніхто більше не споживає.
 212. Трофічність водойми – те ж саме, що і кормова продуктивність водойми, наявність рослин та тварин, придатних для споживання.
 213. Трубочник – малощетинковий черв'як із роду *Tubificidae* – поширений представник зообентосу у прісноводних водоймах.
 214. Убіквісти – види, здатні пристосовуватись до різноманітних умов навколишнього середовища, завдяки чому вони зустрічаються у різних екосистемах.
 215. Угруповання – сукупність видів, об'єднаних певними взаєминами між собою, певною територією проживання і впливом комплексу умов існування. Рослинне угруповання – фітоценоз, угруповання тварин – зооценоз.
 216. Фауна (від лат. *Faunus* – бог полів і тваринних стад) (фауна) – історично складена сукупність тварин якої-небудь території, тваринний світ. Термін «фауна» застосовується і по відношенню до окремих систематичних груп. Наприклад, фауна риб – іхтіофауна, фауна молюсків – малакофауна.
 217. Фіксація – консервування гідробіонтів шляхом додавання консервантів: формаліну, спирту тощо. Фіксують організми зообентосу та риб 10% формаліном,

- фітопланктону та зоопланктону – 2-4%. Для молюсків і інших гідробіонтів, які мають черепашку, використовують 70-80%-ий спирт.
218. Фітобентос – рослинність дна водойм.
 219. Фітонејстон – рослинна частина нейстону.
 220. Фітопланктон – сукупність нижчих рослин, в основному водоростей, завислих у товщі води.
 221. Фітофільна фауна – організми, які живуть на поверхні (онфауна) й в тканинах водяних рослин (інфауна).
 222. Флора – історично складена сукупність рослин, яка населяє певну територію.
 223. Фотосинтез – синтез зеленими рослинами органічних речовин з неорганічних – вуглекислого газу, біогенних речовин та світлової енергії. Вночі фотосинтез припиняється, вдень запаси кисню підвищуються, вночі – знижуються.
 224. Фототаксис – поведінка організмів у освітленій зоні. Розрізняють позитивний та негативний фототаксис.
 225. Фотофіли – світлолюбні організми.
 226. Харові водорості (*Chara sp.*, *Nitella sp.*) – нижчі м'які підводні макрофіти, які утворюють щільні зарості на дні водойми і є біологічними індикаторами високого вмісту кальцію на дні водойми.
 227. Харчовий ланцюг (трофічний ланцюг) – шлях, по якому органічна речовина продуцентів трансформується трофічними рівнями. Це ряди видів організмів, пов'язаних між собою харчовими взаємовідносинами, що утворюють певну послідовність передачі речовин і енергії.

228. Хірономіди (тендипедиди) – некровосисні комарі-дзвінці з родини *Chironomidae*. Для рибицтва важливі личинки та лялечки хірономід, які населяють мулові відкладення. Цінний корм риб.
229. Хлорофіл – основний фотосинтетичний пігмент водоростей і вищих водяних рослин. Визначення вмісту хлорофілу використовується для оцінки первинної продукції водойм.
230. Хребтоплав (*Notonecta glauca*) – шкідлива для рибного господарства водяна комаха із ряду клопів, що нападає на личинок та мальків риб.
231. „Цвітіння води” – масовий розвиток фітопланктону, що викликає зміну забарвлення води, значне погіршення умов існування у водоймах, особливо кисневого режиму, може призвести до літньої задухи риби. Однією з причин „цвітіння” води є надходженням у водойми неорганічних, органічних речовин, синтетичних миючих засобів тощо.
232. Ценобіоз – угруповання живих організмів, сумісне життя організмів в угрупованнях.
233. Циклопи – веслоногі ракоподібні із роду *Cyclopidae*, в основному хижі форми. Звичайні організми зоопланктону прісних та солонуватих водойм, важливий компонент природної кормової бази риб. Є проміжними господарями збудників деяких інвазійних хвороб риб (ботріоцефальоз). Цінний корм риб.
234. Циста – тимчасова форма існування багатьох одно- та багатоклітинних організмів. Спосіб переживання несприятливих умов середовища. Для цист характерна наявність оболонки. Розрізняють цисти спокою та цисти розмноження.

235. Частуха подорожникова (*Alisma plantago-aquatica*) – розповсюджений м'який надводний макрофіт мілких водойм з невеликою кількістю мулових відкладень, не утворює великих заростей. Як і стрілолист, вважається біологічним індикатором великого вмісту калію у ґрунтах водойм.
236. Черевоні молюски (кл. *Gastropoda*) – фільтратори, цінний корм для риби, проміжні господарі багатьох гельмінтів, небезпечних для людей, сільськогосподарських тварин та риби.
237. Черепашкові раки (підклас *Ostracoda*) – розмір остракод коливається від 0,3 до 7,3 мм. Із яєць виходить наупліус, який має черепашку. Харчується рослинною та тваринною їжею, є хижі форми. Корм для риби.
238. Щільність популяції – середня кількість особин на одиницю площі чи об'єму.
239. Шкала сапробності – таблиця оцінки ступеню забруднення водойм: полі-, мезо- і олігосапробні у співвідношенні з особливостями гідрохімічного режиму та присутністю характерних для кожної групи гідробіонтів–індикаторів (біоіндикаторів).
240. Ювеніли – рослини та тварини у ранній фазі свого розвитку до формування органів розмноження.
241. Ювенільний період – період нестатевозрілого організму.
242. Якісний склад – визначення таксономічної належності окремих організмів угруповання (визначення родин, родів, видів, підвидів тощо).

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

УКЛАДАЧІ:

Меланія Іванівна ХИЖНЯК

Микола Юрійович ЄВТУШЕНКО

Наталія Ярославівна РУДИК-ЛЕУСЬКА

**ПРАКТИКУМ З
ГІДРОБІОЛОГІЇ
(ЧАСТИНА 1)**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЗА НАПРЯМОМ
«ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА»

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку 07.12.2017 р. Формат 60x84 1/16.
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 32,25. Тираж 300 прим.

ТОВ «Центр учбової літератури»
вул. Лаврська, 20 м. Київ

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДКС № 2458 від 30.03.2006 р.