

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

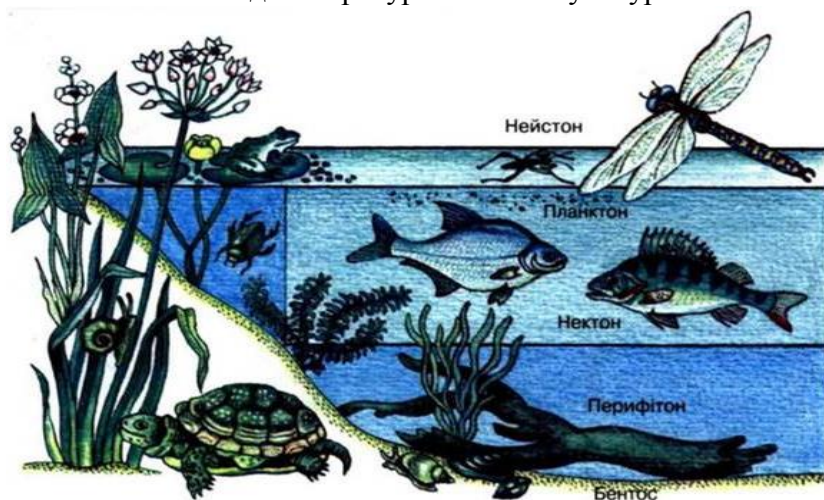
**Львівський національний університет ветеринарної  
медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького**

**Кафедра водних біоресурсів та аквакультури**

В.В.Сенечин

## **«ГІДРОБІОЛОГІЯ»**

Навчально-методичний посібник  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 207 “Водні біоресурси та аквакультура”  
ОП «Водні біоресурси та аквакультура»



**Львів – 2023**

**УДК 574.5/6 (073)**

Сенечин В.В. Навчально-методичний посібник з дисципліни “Гідробіологія” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 207 “Водні біоресурси та аквакультура” / Укладач: В.В.Сенечин. – Львів, 2023. – 201 с.

Рецензент: **Півторак Я.І.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри годівлі тварин та технології кормів.

Навчально-методичний посібник розглянуто і схвалено на засіданні кафедри водних біоресурсів та аквакультури (протокол № 10 від 03 жовтня 2023 р.)

Навчально-методичний посібник розглянуто і рекомендовано до друку навчально-методичною підкомісією зі спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» навчально-методичної комісії біолого-технологічного факультету Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького (протокол № 1 від 16 жовтня 2023 р.)

Навчально-методичний посібник розглянуто і рекомендовано до друку навчально-методичною комісією біолого-технологічного факультету Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького (протокол № 2 від 26 жовтня 2023 р.)

© В.В.Сенечин 2023

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>4</b>
<b>ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ</b>	<b>5</b>
ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	35
<b>ІІІ СЕМЕСТР</b>	<b>35</b>
Лабораторне заняття 1	35
Лабораторне заняття 2	37
Лабораторне заняття 3	40
Лабораторне заняття 4	44
Лабораторне заняття 5 - 6	47
Лабораторне заняття 7	58
Лабораторне заняття 8	63
Лабораторне заняття 9	65
Лабораторне заняття 10	67
Лабораторне заняття 11	69
Лабораторне заняття 12	71
Лабораторне заняття 13	73
Лабораторне заняття 14	86
Лабораторне заняття 15	89
Лабораторне заняття 16	97
<b>ІV СЕМЕСТР</b>	<b>100</b>
Лабораторне заняття 17	100
Лабораторне заняття 18	107
Лабораторне заняття 19	109
Лабораторне заняття 20	114
Лабораторне заняття 21	116
Лабораторне заняття 22	127
Лабораторне заняття 23	143
Лабораторне заняття 24	154
Лабораторне заняття 25	159
Лабораторне заняття 26	163
Лабораторне заняття 27	166
Лабораторне заняття 28	178
Лабораторне заняття 29	183
Лабораторне заняття 30	185
Лабораторне заняття 31	189
Лабораторне заняття 32	195
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>200</b>

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Гідробіологія» є складовою частиною спеціальності – “Водні біоресурси та аквакультура”, яка базується на знаннях дисциплін фундаментальної і професійної підготовки: біології, зоології, ботаніки, іхтіології, хімії тощо.

Гідробіологія є вагомим інструментом у вирішенні таких питань, як створення наукових засад раціонального використання біологічних ресурсів природних вод, розробка основ прогнозування і моделювання стану водних екосистем за умов антропогенного впливу, управління їхньою біопродуктивністю, контроль за якістю вод та інших.

У результаті вивчення курсу гідробіології студенти отримують знання про водне середовище, видовий склад та життєві форми гідробіонтів, структурно-функціональні характеристики водних екосистем та шляхи і методи впливу на них, шляхи підвищення біологічної продуктивності водойм, процеси самоочищення та методи визначення якості природних вод.

Видання містить опис навчальної дисципліни, зміст лабораторних робіт, під час яких студенти зможуть розширити та узагальнити результати вивчення теоретичних питань курсу, контрольні запитання для оцінювання якості знань, перелік тем і основні вимоги до написання курсових робіт з нормативного курсу «Гідробіологія» для студентів, які навчаються за спеціальністю 207 “Водні біоресурси та аквакультура”, першого бакалаврського рівня освіти у відповідності до чинного стандарту освіти.

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Семестр	III – IV	III – IV
Кількість кредитів/годин	8,5/255	9,5/285
Усього годин аудиторної роботи	112	34
в т. ч.:		
лекційні заняття, год.	48	16
лабораторні заняття, год	64	18
Усього годин самостійної роботи	143	251
Форма контролю	залік, курсова робота, екзамен	

**Примітка.** Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми навчання – 44%

для заочної форми навчання – 12%

### МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета** - формування у студентів теоретичних основ цілісного екологічного підходу у пізнанні гідросфери і її біотичного компоненту, базових знань про структуру та функціонування водних екосистем, принципах управління ними.

Вивчення навчальної дисципліни «Гідробиологія» ґрунтується на таких засвоєних навчальних дисциплінах: *хімія, біологія, зоологія, гідрохімія, вступ у спеціальність.*

Здобуті знання з «Гідробиологія» є основою для

вивчення наступних навчальних дисциплін: *загальна і спеціальна іхтіологія, біологічні основи рибного господарства, годівля риб, аквакультура природних водойм, аквакультура штучних водойм.*

### **Завдання навчальної дисципліни (ЗК, ФК)**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування у студентів необхідних компетентностей:

#### **загальні компетентності:**

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК<sub>5</sub>);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел(ЗК<sub>7</sub>);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК<sub>8</sub>);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях(ЗК<sub>9</sub>);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК<sub>10</sub>);
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК<sub>11</sub>);
- здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК<sub>12</sub>).

#### **фахові компетентності:**

- здатність аналізувати умови водного середовища природного походження, у тому числі антропогенні впливи з погляду фундаментальних принципів і знань водних біоресурсів та аквакультури (ФК<sub>1</sub>);
- здатність досліджувати біохімічні, гідробіологічні, гідрохімічні, генетичні та інші зміни об'єктів водних біоресурсів та аквакультури і середовища їх існування (ФК<sub>2</sub>);
- здатність прогнозувати динаміку чисельності та біомаси,

- складати прогноз рибопродуктивності (ФК<sub>4</sub>);
- здатність використовувати математичні та числові методи, що їх застосовують у біології, гідротехніці та проектуванні (ФК<sub>5</sub>);
  - здатність використовувати загальне та спеціалізоване програмне забезпечення для проведення гідробіологічних, біохімічних, іхтіологічних, генетичних, селекційних, рибницьких досліджень (ФК<sub>6</sub>);
  - здатність виявляти вплив гідрохімічного та гідробіологічного параметрів водного середовища на фізіологічний стан водних живих організмів (ФК<sub>7</sub>);
  - здатність виконувати іхтіопатологічні, гідрохімічні, гідробіологічні дослідження з метою діагностики хвороб риб, оцінювання їх перебігу, ефективності лікування та профілактики (ФК<sub>8</sub>);
  - здатність сприймати нові знання в галузі водних біоресурсів та аквакультури та інтегрувати їх з наявними (ФК<sub>9</sub>);
  - здатність виконувати експерименти з об'єктами водних біоресурсів та аквакультури незалежно, а також описувати, аналізувати та критично оцінювати експериментальні дані (ФК<sub>10</sub>).

### **Програмні результати навчання (ПРН)**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним продемонструвати такі результати навчання:

1. Знати та розуміти основи рибництва: в гідробіології, гідрохімії, біофізиці, іхтіології, біохімії та фізіології гідробіонтів, генетиці, розведенні та селекції риб, рибальстві, гідротехніці, іхтіопатології, аквакультурі природних та штучних водойм на відповідному рівні для основних видів професійної діяльності (ПРН<sub>5</sub>);

2. Використовувати знання і розуміння біотопів водойм,

життєвих форм гідробіонтів, впливу факторів на водні організми, їх життєдіяльність, популяції гідробіонтів та гідробіоценози, гідроекосистем, гідробіології морів, океанів, континентальних водойм під час вирощування об'єктів водних біоресурсів та аквакультури (ПРН<sub>8</sub>);

3. Використовувати знання і розуміння походження та будови, способів життя, поширення рибоподібних і риб, принципів і методів систематики, біологічних особливостей рибоподібних і риб під час вирощування об'єктів водних біоресурсів та аквакультури (ПРН<sub>9</sub>);

4. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до гідробіології, гідрохімії, іхтіології, вирощування та вилову водних біоресурсів та аквакультури, використовуючи належне програмне забезпечення (ПРН<sub>17</sub>);

5. Аналізувати результати досліджень гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних та іхтіологічних показників водойм, фізіолого-біохімічний, іхтіопатологічний стан гідробіонтів, оцінювати значимість показників (ПРН<sub>18</sub>).



## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Розподіл навчальних занять за розділами дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин							
	Денна форма здобуття освіти (ДФЗО)				Заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)			
	Усього го		у тому числі		Усього о		у тому числі	
	л.	лаб.	с.р.	л.	лаб.	с.р.	л.	лаб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Розділ 1. Водне середовище та його населення</b>								
Тема 1: Предмет, методи і задачі гідробіології.	6	2		4	11	1		10
Тема 2: Біотопи та життєві форми гідробіонтів.	10	4		6	11	1		10
Тема 3: Поділ водяних тварин залежно від походження	4		2	2				
Тема 4: Населення Світового океану	4		2	2	8			8
Тема 5: Пристосування організмів до перебування у товщі води	4		2	2	2			2
Тема 6: Пристосування організмів до перебування на дні водойм	4		2	2	2			2
Тема 7: Методи збору планктону	4		2	2	5		1	4
Тема 8: Методи обробки планктону	4		2	2	5		1	4
Тема 9: Методи збору та обробки бентосу	4		2	2	5		1	4

Тема 10: Методи збору макрофітів	4		2	2	5		1	4
<b>Разом за розділом 1</b>	48	6	16	26	54	2	4	48
<b>Розділ 2. Водні організми і чинники середовища</b>								
Тема 11: Вплив температурного чинника на життя гідробіонтів	6	2		4	7	2		5
Тема 12: Значення світла у функціонуванні гідробіонтів	6	2		4	12	2		10
Тема 13: Водно-сольовий обмін гідробіонтів	6	2		4	12	2		10
Тема 14: Основні розчинені гази у житті уводяних тварин	6	2		4	10			10
Тема 15: Активна реакція середовища та гідробіонти.	6	2		4	5			5
Тема 16: Цикломорфоз гідробіонтів	6		2	4	1		1	
Тема 17: Розподіл температури за глибиною у Світовому океані	5		2	3				
Тема 18: Фототропізм гідробіонтів	5		2	3	1		1	
Тема 19: Розподіл солоності за глибиною у Світовому океані	5		2	3	5			5
Тема 20: Адаптації гідробіонтів до водно-сольових умов середовища	5		2	3	1		1	
Тема 21: Органи руху планктонних організмів	5		2	3				

Тема 22: Визначення швидкості занурення організмів	5		2	3				
Тема 23: Захисні пристосування водних організмів до несприятливих умов	5		2	3	6		2	4
<b>Разом за розділом 2</b>	71	10	16	45	60	6	5	49
<b>Розділ 3. Екологічні основи життєдіяльності гідробіонтів</b>								
Тема 24: Живлення та трофічні взаємовідносини гідробіонтів.	6	2		4	12	2		10
Тема 25: Газообмін гідробіонтів.	6	2		4	10			10
Тема 26: Ріст та розвиток водяних тварин.	6	2		4	10			10
Тема 27: Роль мікроелементів та біогенних речовин у функціонуванні гідробіонтів.	6	2		4	8			8
Тема 28: Способи добування їжі водяними тваринами	4		2	2				
Тема 29: Експрес-методи визначення біомаси фітопланктону	4		2	2	1		1	
Тема 30: Органи дихання водяних тварин	4		2	2	4			4
Тема 31: Визначення меж виживання організмів за різних величин активної реакції середовища	4		2	2				

<b>Разом за розділом 3</b>	40	8	8	24	45	2	1	42
<b>Розділ 4. Популяції, гідробіоценози та водні екосистеми</b>								
Тема 32: Популяції водних організмів	5	2		3	7	2		5
Тема 33: Відтворення і динаміка популяцій гідробіонтів	5	2		3	10			10
Тема 34: Гідробіоценози, їх структура	7	4		3	7	2		5
Тема 35: Міжпопуляційні відносини у гідробіоценозах	5	2		3	10			10
Тема 36: Особливості водних екосистем	5	2		3	10			10
Тема 37: Біопродуктивність водойм	8	4		4	12	2		10
Тема 38: Водорості із відділів синьо-зелені, золотисті, пірофітові, бурі, червоні.	3		2	1	1		1	
Тема 39: Водорості із відділів зелені, діатомові, євгленові	3		2	1	1		1	
Тема 40: Будова та визначення видового складу коловерток	3		2	1	1		1	
Тема 41: Будова та визначення видового складу гіллястовусих раків	3		2	1	1		1	
Тема 42: Будова та визначення видового складу веслоногих раків	3		2	1	1		1	

Тема 43: Екологічні групи водяних рослин (плейстофіти, нейстофіти, гідатофіти, гелофіти)	3		2	1	1		1	
<b>Разом за розділом 4</b>	53	16	12	25	62	6	6	50
<b><i>Розділ 5. Забруднення водойм і їх самоочищення</i></b>								
Тема 44: Забруднення водних екосистем	4	2		2	10			10
Тема 45: Самоочищення водойм	5	2		3	10			10
Тема 46: Методи оцінки стану водних об'єктів	5	2		3	10			10
Тема 47: Біоіндикація водних екосистем	5	2		3	10			10
Тема 48: Визначення видового різноманіття та подібності водойм	4		2	2	1		1	
Тема 49: Методи визначення вторинної продукції гідробіонтів	4		2	2				
Тема 50: Методи оцінки якості води за допомогою зоопланктону	4		2	2	7		1	6
Тема 51: Методи оцінки якості води за допомогою бентосу	4		2	2				
Тема 52: Методи оцінки якості води за допомогою макрофітів	4		2	2	6			6
Тема 53: Промислові безхребетні	4		2	2	10			10
<b>Разом за розділом 5</b>	43	8	12	23	64		2	62
<b>Усього годин</b>	<b>255</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>143</b>	<b>285</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>251</b>

### Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
<b>Семестр 3-й</b>			
<i><b>Розділ 1. Водне середовище та його населення</b></i>			
1	Тема: Предмет, методи і задачі гідробіології.	2	1
2-3	Тема: Біотопи та життєві форми гідробіонтів.	4	1
<i><b>Розділ 2. Водні організми і чинники середовища</b></i>			
4	Тема: Вплив температурного чинника на життя гідробіонтів.	2	2
5	Тема: Значення світла у функціонуванні гідробіонтів.	2	2
6	Тема: Водно-сольовий обмін гідробіонтів.	2	2
7	Тема: Основні розчинені гази у житті водяних тварин.	2	
8	Тема: Активна реакція середовища та гідробіонти.	2	
<b>Семестр 4-й</b>			
<i><b>Розділ 3. Екологічні основи життєдіяльності гідробіонтів</b></i>			
9	Тема: Живлення та харчові взаємовідносини гідробіонтів.	2	2
10	Тема: Газообмін гідробіонтів.	2	
11	Тема: Ріст та розвиток водяних тварин.	2	
12	Тема: Роль мікроелементів та біогенних речовин у функціонуванні гідробіонтів.	2	
<i><b>Розділ 4. Структура і функціональні особливості гідроекосистем</b></i>			
13	Тема: Популяції водних організмів.	2	2
14	Тема: Відтворення і динаміка популяцій гідробіонтів.	2	

15	Тема: Гідробіоценози, їх структура.	2	2
16	Тема: Гідробіоценози, їх структура.	2	
17	Тема: Міжпопуляційні відносини у гідробіоценозах.	2	
18	Тема: Особливості водних екосистем.	2	
19-20	Тема: Біопродуктивність водойм	4	2
<b><i>Розділ 5. Забруднення водойм та роль гідробіонтів у їх очищенні</i></b>			
21	Тема: Забруднення водних екосистем.	2	
22	Тема: Самоочищення водойм.	2	
23	Тема: Методи оцінки стану водних об'єктів.	2	
24	Тема: Біоіндикація водних екосистем.	2	
<b>Усього годин</b>		<b>48</b>	<b>16</b>

### **Практичні (лабораторні, семінарські) заняття**

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
<b><i>Розділ 1. Водне середовище та його населення</i></b>			
1	<b>Тема:</b> Поділ водяних тварин залежно від походження	2	
2	<b>Тема:</b> Населення Світового океану	2	
3	<b>Тема:</b> Пристосування організмів до перебування у товщі води	2	
4	<b>Тема:</b> Пристосування організмів до перебування на дні водойм	2	
5	<b>Тема:</b> Методи збору планктону	2	1
6	<b>Тема:</b> Методи обробки планктону	2	1
7	<b>Тема:</b> Методи збору та обробки бентосу	2	1
8	<b>Тема:</b> Методи збору макрофітів	2	1
<b><i>Розділ 2. Водні організми і чинники середовища</i></b>			
9	<b>Тема:</b> Цикломорфоз гідробіонтів	2	1

10	<b>Тема:</b> Розподіл температури за глибиною у Світовому океані	2	
11	<b>Тема:</b> Фототропізм гідробіонтів	2	1
12	<b>Тема:</b> Розподіл солоності за глибиною у Світовому океані	2	
13	<b>Тема:</b> Адаптації гідробіонтів до водно-сольових умов середовища	2	1
14	<b>Тема:</b> Органи руху планктонних організмів	2	
15	<b>Тема:</b> Визначення швидкості занурення організмів	2	
16	<b>Тема:</b> Захисні пристосування водних організмів до несприятливих умов	2	2
<b><i>Розділ 3. Екологічні основи життєдіяльності гідробіонтів</i></b>			
17	<b>Тема:</b> Способи добування їжі водяними тваринами	2	
18	<b>Тема:</b> Експрес-методи визначення біомаси фітопланктону	2	1
19	<b>Тема:</b> Органи дихання водяних тварин	2	
20	<b>Тема:</b> Визначення меж виживання організмів за різних величин активної реакції середовища.	2	
<b><i>Розділ 4. Структура і функціональні особливості гідроекосистем</i></b>			
21	<b>Тема:</b> Водорості із відділів синьо-зелені, золотисті, пірофітові , бурі, червоні.	2	1
22	<b>Тема:</b> Водорості із відділів зелені, діатомові, евгленові	2	1
23	<b>Тема:</b> Будова та визначення видового складу коловерток	2	1
24	<b>Тема:</b> Будова та визначення видового складу гіллястовусих раків	2	1
25	<b>Тема:</b> Будова та визначення видового складу веслоногих раків	2	1



26	<b>Тема:</b> Екологічні групи водяних рослин (плейстофіти, нейстофіти, гідатофіти, гелофіти)	2	1
<b><i>Розділ 5. Забруднення водойм і роль гідробіонтів у їх очищенні</i></b>			
27	<b>Тема:</b> Визначення видового різноманіття та подібності водойм	2	1
28	<b>Тема:</b> Методи визначення вторинної продукції гідробіонтів	2	
29	<b>Тема:</b> Методи оцінки якості води за допомогою зоопланктону	2	1
30	<b>Тема:</b> Методи оцінки якості води за допомогою бентосу	2	
31	<b>Тема:</b> Методи оцінки якості води за допомогою макрофітів	2	
32	<b>Тема:</b> Промислові безхребетні	2	
<b>Усього годин</b>		<b>64</b>	<b>18</b>

### Самостійна робота

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
<b><i>Розділ 1. Водне середовище та його населення</i></b>			
1	Тема: Методика і тривалість дослідів. Середовище зовнішнє, внутрішнє, проміжнє. Об'єм басейну і величина організмів. Гетерогенність організмів. Формули плавучості. Геотропізм, стереотропізм, реотропізм. Рух води і його значення у житті гідробіонтів. Періоди стійкості і нестійкості організмів і явище індукції.	20	40
<b><i>Розділ 2. Водні організми і чинники середовища</i></b>			

2	Тема: Дія чинників. Правило мінімуму Лібиха і правило сукупної дії чинників Мітчерліха. Непостійність солоності водних басейнів. Роль окремих елементів солоності. Захисна дія іонів. Загальне поняття про активну реакцію середовища. Діапазон і розподіл рН у природних водних басейнах. Залежність рН середовища від організмів і залежність організмів від рН середовища. Температурний діапазон морських, прісних вод. Тропічні прісні озера. Гарячі басейни і джерела (терми). Термотропізм. Морфологічні та інші особливості гідрбіонтів, зумовлені температурою.	20	40
<b><i>Розділ 3. Екологічні основи життєдіяльності гідрбіонтів</i></b>			
3	Тема: Порівняння процесів дихання у воді, атмосфері і за різних умов солоності. Роль газів у розподілі водяних тварин. Анаеробіоз. Пристосування до газообміну у вищих водяних рослин. Морські басейни. Сірководневе бродіння у Чорному морі. Прісноводні басейни; типи озер і кількість кисню.	20	40
<b><i>Розділ 4. Структура і функціональні особливості гідроекосистем</i></b>			
4	Тема: Екосистеми причорноморських лиманів. Басейн Дніпра. Населення дніпровських водосховищ. Угрупування гідрбіонтів різних екологічних зон Дністра. Біота Південного Бугу. Екосистеми Шацьких озер. Гідрбіонти болотних екосистем. Гідрбіологічний режим водоймоохолоджувачів та рибницьких ставів. Гідрбіоценози каналів. Формування якості	20	40

	водойм у водних екосистемах різного типу.		
5	Тема: Основні біоценози континентальних водойм і морів. Індокси різноманітності для вивчення біорізноманіття гідробіоценозів (Маргалєфа, Сімпсона, Шеннона, Харллберта). Індокси подібності Чекановського-Сьоренсена.	13	21
<b><i>Розділ 5. Забруднення водойм і роль гідробіонтів у їх очищенні</i></b>			
6	Тема: Основні біогеохімічні цикли у гідросфері. Біологічні ресурси гідросфери, їх засвоєння і відтворення. Аквакультура і марикультура. Екологічні основи очищення вод і боротьби з біологічними перешкодами. Нафтове забруднення Світового океану.	20	40
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		113	221
<b>Усього годин</b>		<b>143</b>	<b>251</b>

### **Індивідуальні теми**

Індивідуальне завдання – це одна з форм організації навчального процесу у вищих навчальних закладах, яка передбачає узагальнення, поглиблене вивчення та закріплення знань, отриманих студентом на аудиторних заняттях. Дає змогу студенту вивчити теми, які виносяться на самостійне опрацювання та захистити їх, покращивши, таким чином, свій бал поточного контролю.

## **КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

### **Вступ**

Курсове проектування – важлива форма самостійної роботи студента з метою закріплення і поглиблення знань та отримання навиків творчого застосування теоретичних знань для вирішення конкретних практичних завдань.

Курсовий проект – один із видів навчальної та науково-дослідної роботи студентів, який засвідчує рівень набутих ними знань і вміння використовувати їх під час опрацювання теоретичних і практичних питань у виробничій сфері.

**Мета** курсового проектування – закріпити та поглибити теоретичні знання, набуті студентами у процесі вивчення дисципліни «Гідробіологія», розвинути у них навички самостійної роботи зі спеціальною літературою, довідниками, посібниками, джерелами статистичної інформації тощо; виробити вміння узагальнювати теоретичні матеріали, обробляти і інтерпретувати зібрані дані, самостійно формулювати висновки, розробляти пропозиції, обґрунтовувати та відстоювати власну точку зору з проблем, що досліджуються.

**Завдання**, що безпосередньо ставляться перед студентами під час написання курсового проекту:

- вивчення літератури, нормативно-правових актів, довідкових, наукових, документальних та інших джерел з обраної проблеми, включаючи зарубіжні;
- самостійний аналіз основних концепцій, положень із досліджуваної теми, пропонувані вітчизняними і зарубіжними фахівцями;
- чіткий, послідовний виклад своїх поглядів під час аналізу проблем розвитку гідробіології, здатність творчо застосовувати отримані на заняттях знання, зв'язувати їх із практикою;
- закріплення і поглиблення знань студентів за напрямком підготовки «Водні біоресурси та аквакультура»;
- вивчення практичного досвіду (вітчизняного і зарубіжного) з обраної теми, широта використання й аналіз документів, фактичних даних та показників, що характеризують діяльність підприємств аквакультури;
- планування виробництва продукції аквакультури,

обґрунтування висновків.

Курсовий проект також може стати підготовчою ланкою до написання студентом випускної магістерської роботи.

### **Основні вимоги до написання курсового проекту**

До найважливіших вимог, які висуваються до написання курсового проекту, належать:

1. Знання теорії питання, основних понять теми.
2. Виявлення основних підходів, поглядів, концепцій із розглянутої теми та їх аналіз.
3. Наявність власної позиції і її аргументація. Послідовність і доказовість викладу.
4. Самостійне і творче виконання роботи.
5. Наявність практичних пропозицій.
6. Правильне оформлення роботи.

Невиконання зазначених вимог певною мірою служить підставою для зниження оцінки курсового проекту чи повернення її студенту на доопрацювання.

### **Порядок виконання курсового проекту**

Виконання курсового проекту здійснюється у певній послідовності:

**1-й етап – тему курсового проекту** студент визначає, враховуючи зміст завдання викладача на курсове проектування.

**2-й етап – складання плану курсового проекту.** План проекту складається студентом самостійно, виходячи з орієнтовної структури: вступ; огляд літератури за змістом завдання на проектування; 3-4 ключових розділи, розміщені у логічній послідовності, в яких має бути розкрита сутність обраної теми; висновки.

**3-й етап – добір та вивчення літератури.** Студент складає бібліографію, у чому йому надає допомогу керівник. Значно прискорить процес добору літератури використання каталогів, реферативних журналів, бібліографічних

довідників та інших джерел інформації, що є в бібліотеці.

Поглиблене вивчення підібраної літератури доцільно починати з розгляду найновіших публікацій. Решту літератури вивчають у порядку, зворотному до хронологічного.

#### ***4-й етап – написання та оформлення роботи.***

Зібраний на попередньому етапі матеріал класифікується, систематизується та опрацьовується відповідно до послідовності пунктів плану курсового проекту. На цьому ж етапі проводяться розрахунки, обґрунтовуються пропозиції, формулюються висновки та здійснюється редагування тексту роботи загалом.

#### **Орієнтовні теми курсових проектів**

- 1. Біотичний потенціал рибогосподарських водойм та його складові*
- 2. Особливості життєвих умов та формування флори і фауни озер.*
- 3. Роль гідробіонтів у формуванні біологічної продуктивності водойм*
- 4. Токсичне забруднення та його вплив на гідробіонтів.*
- 5. Кисень, шляхи надходження та вплив на життєдіяльність гідробіонтів.*
- 6. Зоопланктон та його роль у функціонуванні водойм.*
- 7. Вплив температури на життєдіяльність гідробіонтів.*
- 8. Біологічне самоочищення водойм та роль гідробіонтів в процесах формування якості води.*
- 9. Біологічні основи класифікації водойм по сапробності.*
- 10. Гіллястовусі ракоподібні і їх роль в живленні риб.*
- 11. Природна кормова база ставів і методи здійснення контролю за її розвитком.*
- 12. Роль бактеріопланктону у водоймах.*
- 13. Основні групи макрофітів та їх роль в водоймах і житті риб.*
- 14. Фітопланктон та його роль у функціонуванні водойм.*

15. *Бентос та його роль у функціонуванні водойм.*
16. *Роль розчинених у воді органічних сполук у живленні гідробіонтів.*
17. *Вплив освітленості на життєдіяльність гідробіонтів.*
18. *Особливості життєвих умов та основні риси населення озер.*
19. *Особливості життєвих умов та основні риси населення рік.*
20. *Значення біогенних та органічних речовин у житті водних організмів.*
21. *Типи забруднення водних екосистем.*
22. *Методи біологічної очистки вод.*
23. *Методи оцінки забруднення водойм та їх біологічна індикація.*

### **Обсяг і структура курсового проекту**

Обсяг курсового проекту повинен становити 30-40 сторінок комп'ютерного тексту, виконаного на аркушах формату А4.

На **титულій сторінці** розміщують назву університету, навчально- наукового інституту, факультету і кафедри, на якій виконано проект. Розміщують прізвище та ініціали виконавця проекту, ступінь, звання, прізвище й ініціали керівника, назву міста і рік виконання.

У **змісті** послідовно перелічують назви розділів, підрозділів і пунктів з обов'язковим зазначенням сторінок, на яких вони починаються. Зміст повинен включати всі заголовки, які є в курсовому проекті.

У **вступі** необхідно стисло охарактеризувати сучасний стан питання, якому присвячено курсовий проект, висвітлити значення цього питання для розвитку галузі та обґрунтувати необхідність подальшого його вивчення. Закінчують вступ обґрунтуванням розробки моделі технологічного процесу виробництва виду продукції, визначеного темою курсового

проекту.

**Аналітична частина** курсового проекту повинна відображати аналіз джерел спеціальної літератури відповідно до теми. Для зручності зібраний літературний матеріал у розділі слід поділити на 3-4 підрозділи, кожен із яких повинен мати свою назву та номер (рубрикацію).

**Розрахункова частина** повинна включати стислу характеристику господарства, основні нормативні технологічні та економічні показники, які повинні бути використані в розрахунках потреби господарства в сировині, матеріалах, виробничій площі, механізмах і обладнанні та під час розрахунку економічної ефективності виробництва певного виду продукції аквакультури природних водойм.

**Висновки** є стислим викладенням підсумків проведеного дослідження. Саме тут стисло наводяться найважливіші теоретичні та практичні положення, які містять формулювання розв'язаної проблеми, оцінювання результатів дослідження з точки зору відповідності меті курсового проекту та поставлених у вступі завдань. Обсяг висновків не повинен перевищувати 2-х сторінок.

### **Методи навчання**

Для навчання використовуються лекції із застосуванням мультимедійного проектора та Power Point презентацій, друкований конспект лекцій, практичні заняття з використанням розроблених методичних рекомендацій, самостійне опрацювання навчального матеріалу із використанням рекомендованої літератури, робота із довідниками, атласами, картами.

### **Методи контролю**

Успішність студентів оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль проводиться на лабораторних



заняттях упродовж семестру у вигляді тестування та усного опитування.

Поточний тестовий контроль охоплює 2–3 теми лабораторних занять і 1–2 тем лекцій. Варіанти поточного тестового контролю включають 15-18 запитань залежно від об'єму теми. Тестові завдання мають 4 варіанти відповідей. Результат тестового контролю оцінюється по 1 балу за одну вірну відповідь.

Покращити сумарну модульну оцінку студенти можуть шляхом здавання екзамену.

Варіанти контрольних та екзаменаційних робіт включають тестові та описові запитання.

### **Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти**

#### **Критерії оцінювання студентів денної форми здобуття освіти**

**Максимальна кількість балів** за дисципліну «Гідробіологія», яку може отримати студент протягом третього семестру за всі види навчальної роботи, становить **100**.

Поточний контроль проводиться протягом семестру шляхом опитування (усного, тестового, експрес-контролю і ін.), перевірки виконання тем самостійної роботи тощо.

Максимальна кількість балів за засвоєння змістових модулів дисципліни протягом семестру становить 100:

$$100 \text{ (ПК)} = 100, \text{ де:}$$

**100 (ПК)** – 100 максимальних балів з поточного контролю, які може набрати студент за семестр.

$$\text{ПК} = \frac{100 \cdot \text{САЗ}}{20} = 20 \cdot \text{САЗ}$$

### **5**

За підсумками семестрового контролю в залікову відомість студентові у графі «за національною шкалою» виставляється оцінка «зараховано/незараховано».

Присутність студента при виставленні підсумкової оцінки не обов'язкова, якщо ним виконані усі передбачені види робіт.

Бал з поточного контролю може бути змінений за рахунок заохочувальних або штрафних балів: студентам, які не мають пропусків занять протягом семестру, додається 1 бал; студентам, які мають пропуски занять без поважних причин більше 20% від кількості аудиторних годин, віднімається 1 бал; за участь в університетських студентських олімпіадах, наукових конференціях - додається 1 бал, на міжвузівському рівні - додаються 2 бали тощо за рішенням кафедри.

**Максимальна кількість балів** за дисципліну «Гідробіологія», яку може отримати студент протягом четвертого семестру за всі види навчальної роботи, становить **100** (таблиця 1).

*Таблиця 1*

**Оцінки за 100-бальною шкалою (максимальні)**

<b>Поточний контроль</b>	<b>Екзамен</b>	<b>СО</b>
50	50	100

Результати **поточного контролю** (ПК) оцінюються за 4-бальною шкалою («2», «3», «4», «5») таблиця 2.

*Таблиця 2*

**Критерії оцінювання знань студентів**

<b>Оцінка</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
5 «відмінно»	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі завдання.

	Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами і відомостями.
4 «добре»	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та лабораторних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових/тестових завдань. Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.
3 «задовільно»	В цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки.
2 «незадовільно»	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань,

	допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання. Безсистемне відділення випадкових ознак вивченого; невміння робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.
--	--

Наприкінці семестру обчислюється **середнє арифметичне значення (САЗ)** усіх отриманих студентом оцінок із наступним переведенням його у бали за формулою:

$$ПК = \frac{50 \cdot САЗ}{5} = 10 \cdot САЗ,$$

де:

**ПК** – поточний контроль; **САЗ** – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); **maxПК** – максимально можлива кількість балів за поточний контроль у семестрі (50); 5 – максимально можливе САЗ.

Бал поточного контролю може бути змінений за рахунок заохочувальних або штрафних балів. Студентам, які не мають пропусків занять без поважних причин протягом семестру, додається 1 бал. За участь у студентських конференції та олімпіаді студентам додається 1 бал, а за участь у міжвузівській конференції – 2 бали. Студентам, які мають пропуски занять без поважних причин, за кожні 20 % пропусків від кількості аудиторних годин віднімається по одному балу.

**Сумарна оцінка (СО)** є сумою балів за поточний контроль та екзамен.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок із навчальної дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

здійснюється відповідно до таблиці 3 і заноситься в додаток до диплому фахівця.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100 – бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS здійснюється відповідно до таблиці 3 і заноситься в додаток до диплому фахівця.

Таблиця 3

**Шкала оцінювання успішності студентів:  
національна та ECTS**

За 100 - бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Екзамен, диференційований залік	Залік	
90 - 100	Відмінно	Зараховано	A
82 - 89	Добре		B
74 - 81			C
64 - 73	Задовільно		D
60 - 63			E
35 – 59	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання		FX
0 - 34	Незадовільно (незараховано) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни		F

Максимальна кількість балів за курсову роботу (проект) становить 100, компонентами яких є бали за виконання практичної і теоретичної частини роботи, її оформлення та захист. Захист курсових робіт (проектів) проводиться перед комісією у складі 2-3 викладачів кафедри, у тому числі керівника курсової роботи (проекту). Курсова робота (проект) зберігається на кафедрі впродовж 1 року а потім списується у встановленому порядку.

**Оцінка курсового проекту** здійснюється за 100-бальною шкалою, яка складається з двох частин:

- 1). Виконання курсового проекту (до 90 балів)
- 2). Захисту курсового проекту (до 10 балів).

**Розподіл балів, які отримують студенти  
за виконання курсового проекту**

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 60	до 30	до 10	100

**Оцінка «Відмінно» (90-100 балів) ставиться,  
якщо студент:**

- 1) показав глибокі теоретичні знання дисципліни по якій виконана робота;
- 2) оволодів первинними навиками дослідної роботи: збирати дані, аналізувати, творчо осмислювати, оформити висновки;
- 3) дає свої пропозиції і рекомендації з предмету дослідження;
- 4) виконав роботу грамотно, літературною українською мовою;
- 5) оформив роботу у відповідності до вимог і подав її до захисту у визначений кафедрою термін;
- 6) на захисті продемонстрував глибокі знання теми дослідження, впевнено відповів на запитання членів комісії.

**Оцінка «Добре» (78-89 балів) ставиться, якщо студент:**

- 1) показав досить високі теоретичні знання цієї дисципліни, з якої виконана робота;
- 2) оволодів первинними навиками дослідної роботи: збирати дані, аналізувати, осмислювати їх, формулювати висновки, але не завжди критично ставиться до використаних джерел та літератури;
- 3) дає свої пропозиції і рекомендації з предмету

дослідження, однак відчуває труднощі щодо їх обґрунтування;

- 4) виконав роботу грамотною літературною українською мовою, але допустив нечисленні граматичні та стилістичні помилки;
- 5) оформив роботу у відповідності до вимог і подав її до захисту у визначений кафедрою термін;
- 6) на захисті продемонстрував добрі знання з теми дослідження, відповів на запитання членів комісії.

**Оцінка «Задовільно» (60-73 бали) ставиться, якщо студент:**

- 1) показав достатні теоретичні знання тієї дисципліни, з якої виконана робота;
- 2) в основному оволодів первинними навиками дослідної роботи: збирати дані, аналізувати, осмислювати їх, формулювати висновки, однак допускає в роботі порушення принципів логічного і послідовного викладу матеріалу, мають місце окремі фактичні помилки і неточності;
- 3) не може сформулювати пропозиції і рекомендації з теми дослідження, або обґрунтувати їх, допускає помилки в оформленні роботи та її науково-довідковій частині;
- 4) допускає численні граматичні та стилістичні помилки;
- 5) на захисті продемонстрував задовільні знання з теми дослідження, та не зміг чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії.

**Оцінка «Незадовільно» (до 59 балів) ставиться в тому разі, якщо на захисті студент проявив повне незнання досліджуваної проблеми, не зумів задовільно відповісти на поставленні питання, що свідчать про не самостійне виконання курсового проекту.**

## **Критерії оцінювання студентів заочної форми здобуття освіти**

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю (екзаменаційного, залікового контролю та державної атестації). Максимальна кількість балів за кожний заліковий кредит з навчальної дисципліни, яку може отримати студент протягом семестру, становить 100.

Дані про успішність студента заносяться викладачами у «Журнал обліку відвідування занять та контролю успішності студентів», «Залікову відомість», «Екзаменаційну відомість».

У зв'язку з тим, що для студентів заочної форми навчання співвідношення обсягу годин, відведених на аудиторні заняття та самостійну роботу, має значні відмінності від денної форми (для кожної дисципліни визначається навчальною та робочою програмами), відповідно є відмінності у розподілі балів для дисциплін та критеріїв оцінювання.

Так, розподіл балів для дисциплін, які завершуються *екзаменом*, є таким:

$$50 \text{ (ПК)} + 50 \text{ (ЕК)} = 100, \text{ де}$$

*50 (ПК)* – 50 максимальних балів з поточного контролю (ПК), які може набрати студент під час настановної та лабораторно-екзаменаційної сесії.

Бал з поточного контролю може включати бали за відвідування, активність на заняттях тощо за рішенням кафедри.

*50 (ЕК)* – бали за екзамен (ЕК), які максимально можуть становити 50.

**Поточний контроль** проводиться викладачами під час аудиторних занять. Основне завдання поточного контролю – перевірка рівня підготовки студентів до виконання конкретної навчальної роботи. Основна мета



поточного контролю – забезпечення зворотного зв'язку між викладачами та студентами у процесі навчання, забезпечення управління навчальною діяльністю студентів. Інформація, отримана в процесі поточного контролю, використовується як викладачем – для коригування методів і засобів навчання, так і студентами – для самоаналізу та самооцінки своєї навчальної діяльності.

Поточний контроль може проводитись у формі усного опитування, письмового експрес-контролю (наприклад, на лекціях), комп'ютерного тестування, виступів студентів при обговоренні питань на семінарських заняттях тощо.

**Екзамен** – це форма підсумкового контролю засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу з окремої навчальної дисципліни за семестр. Екзамен проводиться з метою оцінки роботи студента за курс (семестр), набутих навичок роботи, вміння використовувати отримані теоретичні знання і застосовувати їх до вирішення практичних задач.

Екзамени складають в період екзаменаційної сесії, строки проведення яких встановлюють відповідно з календарним графіком навчального процесу. Форма проведення іспитів встановлюється робочою програмою дисципліни. Як правило, екзамени проводяться за білетами у письмовій чи усній формі.

Питання екзаменаційного білета повинні охоплювати матеріал програми навчальної дисципліни у повному обсязі за семестр. Екзаменаційні білети обов'язково повинні бути затверджені на засіданні кафедри перед початком навчального семестру, підписані лектором та завідувачем кафедри.

Максимальна оцінка відповідей на всі питання білета становить 50 балів.

### **Навчально-методичне забезпечення**

1. Підручники та навчальні посібники.
2. Конспект лекцій з дисципліни.
3. Мультимедійні презентації для проведення лекцій.
4. Матеріали для самостійного вивчення на електронних носіях.
5. Контрольні питання для поточного контролю знань.
6. Модульні питання для проведення модульних контрольних робіт.
7. Навчальні схеми та таблиці.

### **Інформаційні ресурси**

Нормативною базою вивчення дисципліни «Гідробиологія» є навчальна програма, навчальний план та робоча програма дисципліни. Джерелами інформаційних ресурсів вивчення дисципліни є наступні:

Бібліотеки:

1. Львівська наукова бібліотека ім. В. Стефаника (вул. В. Стефаника, 2); URL: <http://www.lsl.lviv.ua>
2. Львівська обласна наукова бібліотека (просп. Шевченка, 13); URL: <https://lounb.org.ua>
3. Наукова бібліотека ЛНУ імені Івана Франка (вул. Драгоманова, 17); URL: <https://lnulibrary.lviv.ua>
4. Центральна міська бібліотека імені Л. Українки (вул. Мулярська, 2а); URL: <http://cbs.lviv.ua>
5. Бібліотека ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького (вул. Пекарська, 50). URL: <http://books.lvet.edu.ua>

### III СЕМЕСТР

#### Лабораторне заняття № 1. (2 год.)

#### Тема: Поділ водних організмів залежно від походження

**Матеріал та обладнання:** набір фіксованих комах та їх личинок, черепашок та фіксованих прісноводних молюсків, препарувальні голки, кювети, чашки Петрі, пінцети, предметні скла, лупи, таблиці.

**Завдання:** визначити систематичне положення (тип, клас, ряд, підряд, рід) комах і прісноводних молюсків, користуючись при цьому визначниками. Замалювати загальний вигляд та деякі деталі будови досліджуваних організмів; встановити належність їх до групи за походженням.

**Теоретичні відомості.** Водні організми залежно від їх походження поділяються на дві групи: первинноводні та вторинноводні.

Первинноводними називаються ті організми, вся еволюція яких проходила у водному середовищі.

До групи відносяться:

Типи : Protozoa - Найпростіші  
Spongia - Губки  
Coelenterata - Кишковопорожнинні  
Stenophora - Гребневики

Всі типи червів

Phylozoa - Мохуватки  
Brachiopoda - Плечоногі  
Mollusca - за винятком підкласу Pulmonata (Легеневі)  
Echinodermata - Голкошкірі  
Chaetognatha - Щетинкощелепові  
Pogonophora - Погонофори  
Hemichordata - Напівхордові  
Tunicata - Оболонкові

Arthropoda - Членистоногі підтип Branchiata (Зябродихаючі)  
Всі класи риб  
Всі відділи водоростей

Для первинноводних організмів характерне водне дихання, тобто здатність використовувати для дихання кисень, розчинений у воді.

Вторинноводні - це організми, предки яких були мешканцями суші, а потім перейшли у водне середовище і виробили ряд пристосувань для перебування у водоймах.

Тип: Mollusca - підклас Pulmonata  
Arthropoda - клас Insecta (Комахи)  
Agachnoidea - клас (Павукоподібні)  
Chordata - клас Mammalia (Водні ссавці)

Вищі водні рослини

Більшість вторинноводних організмів не змогло перейти до водного дихання і, подібно до своїх предків, дихає атмосферним повітрям. Вторинноводні складають значну частку прісних водойм. В морських басейнах число їх незначне.

Серед первинноводних і вторинноводних організмів, залежно від способу життя, виділяють групу амфібійних, що проводять частину життєвого циклу у водному середовищі, а частину – на суші.

***Питання для самоконтролю***

1. На які типи поділяються первинноводні організми?
2. Дайте характеристику первинноводних організмів.
3. На які типи поділяються вторинноводні організми?
4. Дайте характеристику вторинноводних організмів.
5. До якої групи за походженням відносяться представники типу Pogonophora?
6. До якої групи за походженням відносяться представники типу Vryozoa?
7. До якої групи за походженням відносяться представники

типу Hemichordata?

8. До якої групи за походженням відносяться представники типу Chaetognatha?

9. До якої групи за походженням відносяться представники типу Tunicata?

10. Дайте характеристику амфібійних організмів.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 2. (2 год.)**

#### **Тема: Населення Світового океану.**

Гідросфера, як арена життя, підрозділяється на більш-менш відмежовані одна від одної ділянки – біотопи, або екотопи, що характеризуються специфічними умовами існування. До найбільш великих біотопів водойм належать їхня товща, або пелагіаль (pelagos – відкрите море), дно із прилеглим до нього шаром води, або бенталь (bentos – глибина), і поверхневий шар води, що граничить із атмосферою, або нейсталь (nein – плавати). Населення пелагіалі називається пелагосом, бенталі – бентосом, нейсталі – нейстоном.

До пелагобентосу відносять форми, здатні поперемінно вести як пелагічний, так і бентосний спосіб життя. Населення, що виявляється на різних предметах і живих тілах, які перебувають у товщі води, одержало назву перифітона (peri – навколо, phyton – рослина). Серед населення пелагіалі розрізняють представників планктону і нектону (planktos – ширяючий, nektos – плаваючий). До першого належать форми або не здатні до активних рухів, або рухливі, але не здатні протистояти токовищам води, якими переносяться з місця на місце (водорості, найпростіші, коловертки, рачки й інші дрібні тварини). Пелагічні

організми, частина тіла яких перебуває у воді, а частина над її поверхнею (деякі сифонофори, ряска й ін.), одержали назву плейстона (plein – плавати на кораблі). До нектонних форм належать великі тварини, рухова активність яких достатня для подолання водних течій (риби, кальмари, ссавці). Представників бентосу, планктону, нектону, нейстону, плейстону й перифітону відповідно називають бентонтами, планктонтами, нектонтами, нейстонтами, плейстонтами й перифітонтами. Сукупність зважених у воді органічно-мінеральних частинок (детрит) і планктонних організмів називають сестоном (sestos – просіяний). Поряд з гологідробіонтами – видами, адаптованими до життя тільки у водному середовищі, гідробіологія вивчає також ті форми, які можуть існувати як у воді, так і на суші. Деякі з таких форм (водний жовтець, земноводна гречка, стрілолист та ін.) однаково добре живуть в обох середовищах, інші (жаби, тритони, деякі раки й риби) переважно адаптовані до життя у воді, але можуть значний час перебувати на суші. Всі перераховані форми, адаптовані до життя як у воді, так і в повітряному середовищі, називають амфібіонтними або мерогідробіонтами. Серед них в особливу групу виділяють напівводні організми, частина тіла яких перебуває у воді, а частина – на повітрі (очерет, осока та ін.). До мерогідробіонтів належать і водні стадії гетеротопних, або повітряно-водних організмів, частина життєвого циклу яких здійснюється в повітряному, а частина – у водному середовищі (наприклад, багато комах, що ведуть в імагінальній стадії повітряний спосіб життя, а в личиночній – водний).

### ***Основні зони пелагіалі Світового океану.***

Пелагіаль (від грець. pelagos – відкрите море) – це товща води морів й океанів, що є середовищем перебування водних організмів, не пов'язаних із дном водойми. Її межа простирається від літоралі до самих віддалених від берегів

ділянок океану. Пелагіаль ділиться на три зони: епіпелагіаль, або шар води, що покриває материкову обмілину (глибина 0–200 м), батіпелагіаль, або товща води над материковим схилом, і абісопелагіаль – товща води над океанічним ложем.

Епіпелагіаль – найбільш продуктивна зона морських екосистем. У її верхній частині найбільш інтенсивно протікають біологічні процеси (фотосинтез автотрофних організмів – фітопланктону) і створюється первинна органічна продукція, що використовується тваринними організмами, які живуть у батіпелагіалі, абісопелагіалі й бенталі. На глибині 2,5–3 км, біля підземних термальних вод, органічні речовини можуть утворюватися також у результаті хемосинтезу, що здійснюється хемотрофними бактеріями. Великомасштабні циркуляційні процеси в екосистемі океану формують своєрідний хімічний, гідрологічний і гідробіологічний режим його окремих зон. Кожна з них характеризується певними умовами, до яких пристосовуються морські організми. Циркуляція водних мас визначає розподіл зважених і розчинених речовин абіотичного й біотичного походження як по акваторії, так і по глибині морів й океанів. Під водною масою розуміють не всю воду моря або океану, а лише певний, невеликий її обсяг, пов'язаний з конкретним районом Світового океану. Її формування пов'язане із кліматичними та фізико-географічними умовами певних морських акваторій. Водні маси не поширюються по всій акваторії і не змішуються повністю із сусідніми водами. На перший погляд, це здається неможливим. Якщо ж урахувати, що в океані внаслідок температурної та сольової різниці формуються зони з неоднорідною щільністю води і різко обмежується турбулентний обмін між ними, то стане зрозумілою можливість існування серед просторів океану окремих водних мас. У межах більших водних мас можуть формуватися водні маси не тільки першого, але й другого,

третього і наступного порядків, обсяг яких менший, а властивості не так різко відрізняються між собою. Як правило, первинні водні маси прив'язані до певних кліматичних районів океану, а вторинні утворюються на межі двох сусідніх первинних, або в районах проникнення в океан водних мас із прилеглих морів. Циркуляційні води, які при цьому формуються, швидше обновляються, їхні властивості не такі постійні, як властивості первинних водних мас. Загальна циркуляція водних мас у Світовому океані відбувається внаслідок вітрової напруги на поверхні води, нерівномірного розподілу атмосферного тиску й температурного режиму окремих його зон. У шельфовій зоні морів й океанів внаслідок невеликих глибин і сусідства суши формуються найбільш сприятливі умови для розвитку життя (високої біологічної продуктивності).

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 3. (2 год.)**

**Тема: Пристосування організмів до перебування у товщі води.**

**Матеріал та обладнання:** проби з фіксованим прісноводним планктоном, що містять різні види водоростей та безхребетних (ракоподібні, коловертки), мікроскоп, лупа, піпетки для взяття проб планктону, предметні та покривні скельця, таблиці.

**Завдання:** вивчити під мікроскопом кілька крапель з планктоном, знайти організми з різними пристосуваннями до перебування в товщі води, а також форми, що відносяться до різних конвергентних і розмірних груп. Замалювати загальний вигляд і деякі особливості будови досліджуваних організмів.

**Теоретичні відомості.** Планктон (від грецького



planktos - блукаючий) є сукупністю рослинних (фітопланктон) та тваринних (зоопланктон) організмів, що заселяють товщу води. Лише деякі представники планктону тимчасово використовують субстрат для опори. Характерна риса планктонних організмів - повна, або майже повна відсутність органів руху, тому вони не здатні протистояти рухові води і пасивно захоплюються хвилями та течіями.

Планктонні організми, для того щоб постійно утримуватися в товщі води у завислому стані, мають ряд пристосувань:

- *зводнення тіла*. Кількість води у планктонних організмів в середньому дорівнює 80-85%, а у деяких з них вона досягає 95-97% (медузи, гребневики). Завдяки значній кількості води густина цих організмів наближається до густини води;

- *редукція скелетних утворень*. Всі планктонні організми позбавлені важкого скелету і тому різко відрізняються від споріднених форм, що проводять донний спосіб життя. Наприклад, крилоногі і киленогі молюски характеризуються повною відсутністю черепашки, або дуже незначним її розвитком;

- *жирові включення*. Це перш за все резервні речовини, однак одночасно вони зменшують густину тіла. У планктонних водоростей продуктом фотосинтезу є не відносно важкий крохмал, а легка олія. Багато жирових включень міститься у планктонних ракоподібних;

- *газові включення*. Широко поширені у планктонних організмів, вони змінюють свій об'єм залежно від зміни температури та тиску в оточуючому середовищі. Тому організми з газовими включеннями здатні за допомогою цього гідростатичного апарату не тільки зберігати рівновагу, але й підніматися доверху чи опускатися вниз. Так, планктонні водорості містять у своїх клітинах багаточисельні газові вакуолі, за допомогою яких піднімаються з нижніх шарів води до її поверхні.

Часто зменшення густини досягається завдяки кільком пристосуванням. Наприклад, у личинок комарів хаоборуса тканини надзвичайно зводнені, що робить їх тіло майже прозорим. Поряд з цим, у личинок спостерігається редукція скелетних утворень і наявний добре розвинений гідростатичний апарат.

Здатність до завислого у воді стану залежить і від форми тіла. Пристосування до збільшення опору форми планктонних організмів можна поділити на три групи;

- *подовження однієї вісі.* У багатьох рослинних і тваринних організмів паличкоподібна форма тіла. Вона спостерігається у діатомових водоростей, а також у щетинкощелепових і багатьох ракоподібних;

- *подовження двох вісей.* У багатьох представників фіто- та зоопланктону тіло сплющене, дископодібної форми. Такі форми спостерігаються серед діатомових та синьо-зелених водоростей, радіолярій, медуз;

- *утворення виростів.* Багаточисельними шипами, голками, війками, наприклад, вкрите тіло радіолярій, інфузорій, личинок голкошкірих червів.

Здатність планктонних організмів до постійного перебування у товщі води в значній мірі залежить від їх розмірів. Планктон представлений в основному мікроскопічними формами. Залежно від розмірів планктон поділяють на п'ять груп:

- мегапланктон (*megalos* - величезний), складається з небагатьох організмів, довжина яких більше 1 м (деякі медузи, гребневики, сифонофори);

- макропланктон (*makros* - великий), розміром 1-100 см (медузи, деякі вищі ракоподібні);

- мезопланктон (*mesos* - середній), розміром 1-10 мм (нижчі ракоподібні, личинки багатьох донних безхребетних);

- мікропланктон (*mikros* - малий), розміром 0,05-1 мм

(більшість представників фітопланктону, найпростіші);  
– нанопланктон (nanos - карликовий), розміром менше 0,05 мм (бактерії, джгутикові).

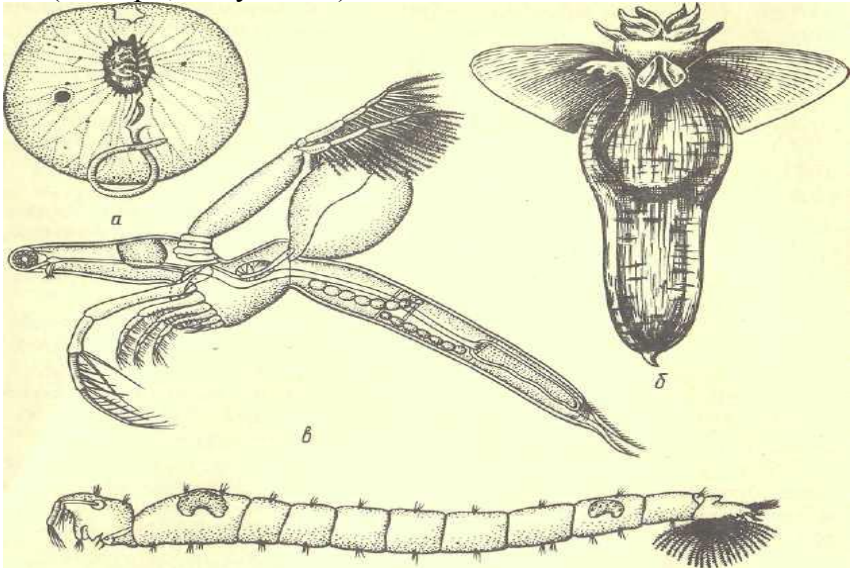


Рис.1. Пристосування до зменшення щільності і конвергентні групи планктону:

а. *Noctiluca miliaris*; б. *Clione limacine*; в. *Leptodora kindti*;  
г. *Chaoborus crystallinus*.

**Питання для самоконтролю**

1. Дайте визначення планктону.
2. Що таке фітопланктон?
3. Що таке зоопланктон?
4. Перерахуйте пристосування планктонних організмів до перебування у товщі води і наведіть приклади.
5. Назвіть конвергентні групи планктону і наведіть приклади.
6. На які розмірні групи поділяють планктонні організми?
7. Які розміри відповідають організмам, що відносяться до мегалопланктону?
8. Які розміри відповідають організмам, що відносяться до

- макропланктону?
9. Які розміри відповідають організмам, що відносяться до мезопланктону?
  10. Які розміри відповідають організмам, що відносяться до мікропланктону?
  11. Які розміри відповідають організмам, що відносяться до нанопланктону?
  12. Назвіть основних представників кожної розмірної групи планктону.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

#### **Лабораторне заняття № 4. (2 год.)**

**Тема: Пристосування організмів до життя на дні водойм.**

**Матеріал та обладнання:** набір донних безхребетних у фіксованому стані (черевоні та двостулкові молюски, комахи та їх личинки, прісноводні губки), препарувальні та ручні лупи, бінокляр, пінцети, препарувальні голки, чашки Петрі, кювети, таблиці.

**Завдання:** визначення систематичного положення, замальовування організмів, що відносяться до різних біологічних груп бентосу.

**Теоретичні відомості.** Донні організми (бентос), залежно від їх відношення до субстрату, поділяються на 5 груп:

1. *Прикріплені організми.* До цієї групи відноситься більшість рослин (як водоростей, так і вищих). Донний спосіб життя поширений серед представників зообентосу, (губки, гідроїди, корали, мохуватки, деякі черви, двостулкові молюски, вусоні раки, личинки комах та ін.). Одні тварини прикріплені постійно, інші тимчасово. У прикріплених

тварин сформувався ряд пристосувань. Більшість з них втратили кінцівки, якщо ж вони збереглися, то виконують іншу функцію. Наприклад, у вусоногих раків вони є засобом захоплення їжі.

У багатьох форм редуковані органи зору і рівноваги, і разом з тим добре розвинені органи чуття. Форма тіла більшості прикріплених тварин видовжена. Деякі з них розміщені на стеблині (інфузорії, губки, деякі голкошкірі), а на верхньому кінці тіла утворений хапальний отвір, оточений вінцем щупалець. Більш ефективному добуванню їжі сприяє деревоподібна форма багатьох організмів, що виникає внаслідок колоніального способу життя і розмноження брунькуванням.

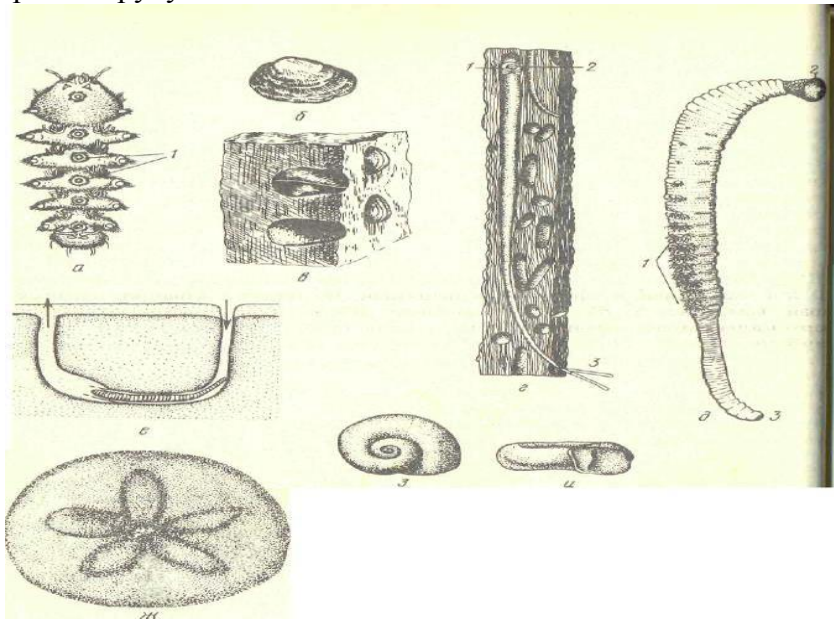
2. *Свердлячі організми.* До них відносяться переважно мешканці моря. Серед них зустрічаються мікроскопічні водорості, гриби, губки, черви, ракоподібні, двостулкові молюски. Вони просвердлюють такі тверді породи як вапняк, мармур, бетон, сланець, піщаник, дерево як хімічним, так і механічним шляхом, і можуть занурюватись на глибину до кількох сантиметрів,

3. *Організми, що закопуються у ґрунт.* Більшість тварин занурюються у ґрунт із захисною метою. Вони живуть у ходах або трубках, що, зазвичай, укріплені рівними виділеннями. Такі форми чисельні серед червів, личинок комах, черевоногих і двостулкових молюсків, ракоподібних. У будові цих організмів є ряд пристосувань. Так, черепашка молюсків, що живуть у ґрунті, стає тонкою і гладкою, у них добре розвинена нога, а сифони, які служать для взаємодії із зовнішнім середовищем, дуже довгі.

4. *Тварини, що мешкають на поверхні ґрунту.* Вони відрізняються сильно сплющеним, широким тілом. У деяких наявні вирости, розташовані в одній площині. Одні представники цієї групи плавають у придонних шарах води і лише тимчасово використовують субстрат для опори

(камбали, скати, креветки, краби); інші постійно мешкають на дні (двостулкові та черевоногі молюски). У них вироблені різні захисні пристосування: черепашки, чохлаки, трубки, утворення на тілі шипів, голок, маскувальне забарвлення під фон оточуючого середовища.

5. *Організми, що вільно пересуваються по дну.* Органи руху водних тварин різноманітні. Ракоподібні і комахи пересуваються за допомогою грудних кінцівок, голкошкірі користуються амбулакральними ніжками. У молюсків органом руху є нога.



**Рис. 1. Представники різних біологічних груп бентосу:**  
 а - личинка *Vlepharocera* sp. (1 - присоски);  
 б - *Petricola lithophaga*, в - нори *Petricola*; г - *Teredo navalis* всередині частини дерева; (1 - черепашка, 2 - ротовий отвір, 3 – сифони); д - *Arenicola marina*: 1 - зябра, 2 - глотка, 3 - анальний отвір; е - нора *Arenicola*; ж - морський їжак *Echinarachnius* (вигляд зверху); з, и - *Planorbis corneus* (вигляд зверху і збоку).

### ***Питання для самоконтролю***

1. На які групи, залежно від їх відношення до субстрату, поділяються бентосні організми?
2. Які водні тварини відносять до групи прикріплених організмів?
3. Які пристосування характерні для прикріплених організмів?
4. Які водні тварини відносять до групи свердлячих організмів?
5. Які водні організми закопуються у ґрунт?
6. Дайте характеристику організмів, що закопуються у ґрунт.
7. Які водні тварини відносяться до групи організмів, що живуть на поверхні ґрунту?
8. Які пристосування характерні для організмів, що живуть на поверхні ґрунту?
9. Які водні тварини відносяться до групи організмів, що вільно пересуваються по поверхні ґрунту?
10. За допомогою яких пристосувань пересуваються по поверхні ґрунту організми зообентосу?

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття 5 – 6. (4 год.)**

**Тема: Методи збору та обробки планктону.**

***Матеріал та обладнання:*** зразки млинового і капронового сита, марля, сітка Апштейна, фіксовані проби планктону, мірні циліндри, бюветки, предметні і покривні скла, чашки Петрі, кристалізатор, градуйовані пробірки, конічні колби, рахівні пластинки, камера Горяєва, камера Богорова, рендокамера, восковий олівець, фільтрувальний

папір, пінцет, препарувальні голки, аналітичні ваги, бінокляр, мікроскоп, визначники.

***Завдання:***

- за допомогою бінокляра визначити номер млинового і капронового сита;
- ознайомитися із зняряддями збору планктону – їх будовою та принципами роботи;
- визначити об'єм проби планктону;
- визначити масу окремих представників мікро- і мезопланктону;
- встановити видовий склад організмів планктону;
- провести розрахунок організмів планктону на 1 м<sup>3</sup> води;
- розрахувати чисельність планктону під 1 м<sup>2</sup> водної поверхні;
- одержані результати оформити у вигляді таблиці за формою 1.

***Теоретичні відомості.*** Всі відомі методи збору планктону поділяються на дві групи: 1. Відділення планктону від води безпосередньо у воді (планктонні сітки, планктонні трали, планктонозачерпувачі); 2. Зачерпування або насмоктування води з відділенням планктону від води після вийняття приладу на поверхню шляхом фільтрації через сітку або відстоювання, а також центрифугування.

***1. Метод лову планктону сітками.***

Вода, що містить планктон, фільтрується через спеціальну сітку з матеріалу, який пропускає воду і затримує планктон (шовкове млинове сито, капрон, нейлон). Млинове сито буває різної щільності, що позначається номерами від 7 до 77, кожний з яких відповідає кількості комірок у 10 мм тканини. Ситу № 7 відповідають розміри комірок 1,364 мм, а ситу № 77 – 0,064 мм. Товщина ниток капрону та нейлону менша, внаслідок чого нумерація їх відмінна. Наприклад: № 38 млинового сита відповідає № 49; № 64 відповідає № 73.

Розрізняють сітки якісні, призначені для масового



збору планктону і кількисні, за допомогою яких проводиться кількісний облік організмів.

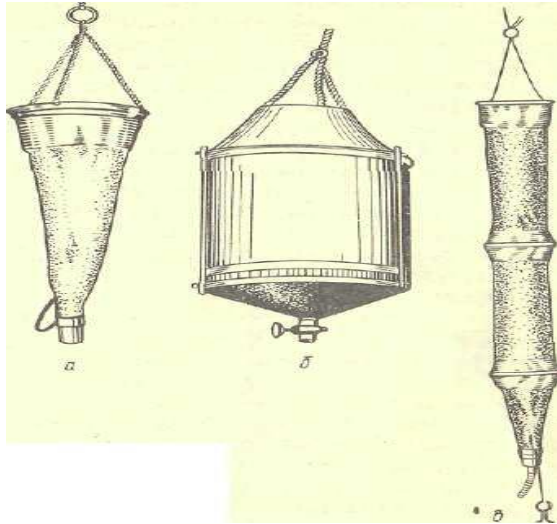
Якісні сітки мають форму конусу чи циліндра, виготовленого з фільтруючого матеріалу. Широким кінцем торба пришта до металевого кільця, а до вузького кінця прикріплюють знімну металеву склянку, в якій концентрується відфільтрований з води планктон. Для якісних зборів прісноводного планктону найчастіше застосовують сітку Апштейна 55-100 см завдовжки і діаметром 25-40 см. Для збору планктону біля берегів можна зачерпувати воду вимірною посудиною з наступною фільтрацією води через густу сітку.

Кількісні сітки на передньому кінці мають надставку різної форми з щільної матерії (брезент) для послаблення зворотніх струмів води, що утворюються під час протягування сітки.

Для вертикальних ловів найбільш часто використовують сітку Апштейна і сітку Джеді.

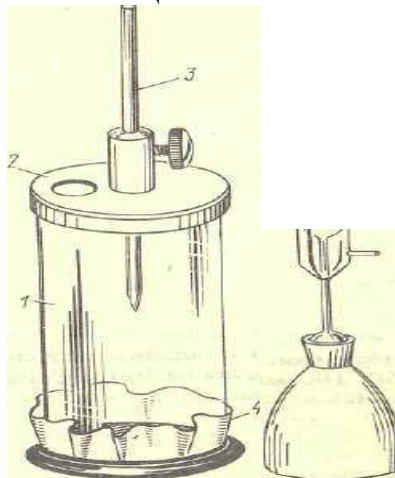
В прісних водоймах широко застосовують сітку Апштейна з надставкою. Розміри середньої моделі цієї сітки: діаметр кільця вхідного отвору 14 см, другого кільця 40 см, довжина надставки 20 см, довжина фільтруючої частини 90-100 см.

Сітка Джеді має високий надставний конус, друге її кільце знаходиться приблизно посередині довжини сітки. Вона скидається з тросу за допомогою замикаючого механізму. По тросу посилається спеціальний тягар, який вдарає по замкачу, передній конус сітки перегинається і закриває вхідний отвір. Швидкість підйому сітки має бути в межах 0,25-0,5 м/с.



**Рис. 1. Якісні планктонні сітки:**

а - сітка Апштейна; б - сітка Ліпіна; в - циліндрична сітка “Цепелін”.



**Рис. 2. Прилади для визначення кількості планктону:**

а - волюменометр Яшнова: 1-скляний циліндр; 2 - металева кришка з двома отворами; 3 - стрижень; 4 - пластинчата гума; б - колба для спалювання проб зі зворотнім холодильником.

Для горизонтальних ловів застосовують замикаючі сітки різноманітних констукцій. Вхідний отвір сіток, призначених для горизонтальних ловів, прикріплюється до масивної металевої рами і забезпечується системою посильних тягарів і замикаючих механізмів. Для обліку профільтрованої води користуються різноманітними лічильниками.

Трали призначені для збору планктону в морських водоймах і складаються з конічної сітки, яка прикріплена до U-подібної дошки. Розміри вхідного отвору трала – 3-4,5 м. Трап обладнаний приладами, що реєструють об'єм профільтрованої води і глибину збору. Працюють з тралом до глибини 3700 м.

Планктонозачерпувачі працюють за принципом батометрів, тобто вирізають відповідний об'єм води разом з планктоном, що міститься в ній. Стінки приладу виконані з газу, верхня і нижня частина кришки – металеві. Об'єм планктонозачерпувачів коливається від 5-10 (прісні водойми) до 25-50 л (морські водойми).

## **2. Метод зачерпування води.**

Для збору планктону у рибницьких ставах користуються приладом Ляховича. Він складається із металевого циліндру 120 см завдовжки і діаметром 3 см із запираючим пристрієм. Загальна місткість приладу 6 л. Зверху до циліндру припаяна кришка з отвором, через який пропущений стрижень з рукояткою зверху і запираючою нижньою кришкою. Прилад з човна занурюють у воду до дна, а потім опускають циліндр на нижню запираючу кришку і за допомогою ручки відводить стрижень у боковий зазір верхньої кришки. Піднятий на поверхню прилад відкривається, і вода проціджується через планктонну сітку.

**Консервування проб планктону**, як правило, проводиться формаліном. 40%-ний формалін додають у пробу з таким розрахунком, щоб концентрація його складала

4 % (у 40 %-ний формалін додають у воду з розрахунку 1 : 9). Формалін нейтралізують насиченим розчином соди (гідрокарбонату натрію) до одержання нейтральної реакції (встановлюють лакмусовим папірцем). Склянка з планктоном має бути заповнена фіксуючою рідиною до корку, щоб не відбувалося збовтування, яке може спричинити розпад крихких організмів.

Кожну пробу етикетують, вказуючи № проби, № станції, дату, назву водойми, глибину, знаряддя лову. Найбільш зручним для етикеток є пергамент, або калька. Етикетки вміщують всередину склянки під корком.

**Якісна обробка планктону** проводиться шляхом визначення систематичного складу організмів, що його складають.

### ***Методи кількісної обробки планктону:***

**1. Об'ємний метод.** Для виміру об'єму планктону користуються методом витіснення рідини. Пробу планктону відфільтровують крізь шовковий газ і після просушування фільтрувальним папером переносять на шматочки газу (об'єм якого у вологому стані визначають завчасно) у мірний циліндр. Різниця між висотою рідини у циліндрі до і після внесення в неї планктону дає величину об'єму вимірюваної проби.

**2. Ваговий метод.** Найбільш простим способом визначення маси планктону є переведення отриманих даних з об'єму у вагові одиниці. Для цього питома вага планктону приймається за 1,02-1,05 (виходячи з цього, мілілітри переводяться у грами). Представників мікро- і мезопланктону вимірюють, висушують протягом 1-2 хвилин фільтрувальним папером (до зникнення вологих плям) і зважують у щільно закритому бюксі. Дрібні організми зважують окремо за видами, розмірними групами, стадіями.

Діленням отриманої величини на кількість зважених

організмів встановлюють середню масу сирої речовини одного екземпляру. При цьому враховують, що під час фіксації формаліном маса організмів збільшується в середньому на 15 %.

3. Рахунковий метод. Підраховуються за окремими видами або всі організми у пробі (якщо їх не багато), або організми в окремій частині проби з наступним перерахунком на всю пробу.

### ***Підрахунок за методом Гензена.***

Якщо планктону небагато, пробу концентрують. З встановленого таким чином об'єму беруть для підрахунку послідовно 3-4 порції, з отриманих даних виводять середнє і за ним визначають кількість організмів кожного виду у цілій пробі. Організми мікропланктону перераховують по всій пробі. Взяття частини проби проводиться розділювачами і піпетками. В якості розділювачів використовують невеликий кристалізатор або чашку Петрі (діаметр 10 см), на дні яких зі зворотнього боку восковим олівцем малюють хрест, що ділить дно на 4 сектори. Пробу виливають у кристалізатор, розмішують і відстоюють. Далі осаджений планктон пінцетом чи голкою ділять на 4 частини, обережно відсмоктують з одного сектора і підраховують. Для взяття проб мікро- і мезопланктону використовують спеціальні піпетки Гензена на 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мл, макропланктону – на 20 та 50 мл, або звичайні градуйовані піпетки з відрізнаним кінцем, щоб вхідний отвір був достатньо широким. Підрахунок організмів у взятій порції здійснюють або у рахівній камері, або на рахівній пластинці.

Для підрахунку мікро- та мезопланктону використовують камеру Богорова. Дно кожної камери за шириною відповідає полю зору оптичного приладу (бінокуляра, лупи), за допомогою якого проводиться підрахунок.

### ***Підрахунок за методом рендомізації (випадковості)***

Підрахунок проводиться у рендокамері, яка є пластинкою зі скла або плексигласу площею 10 x 10 см з бортиками по краях. Дно камери розкреслено на 100 квадратів площею по 1 см<sup>2</sup>, пронумерованих від 0 до 99. Концентровану пробу виливають у камеру, а осад рівномірно розподіляють по площі камери. Спочатку перераховують всі крупні форми (макропланктон). Потім за таблицею двозначних випадкових чисел (таблиця 1) знаходять номери квадратів, в яких під бінокляром підраховують число всіх організмів. Кількість квадратів, у яких потрібно провести підрахунок, залежить від об'єму проби: якщо на кожному квадраті не менше 100 організмів, достатньо обмежитися 1-3 квадратами; за меншої чисельності проводиться підрахунок до 10 квадратів. За середнім числом організмів у квадраті (шляхом множення на 100) визначається число організмів у всій пробі.

**Таблиця 1**

**Таблиця випадкових чисел**

17	39	54	61	71	65	63	06	49	50
64	94	33	19	39	74	46	51	22	49
80	86	87	84	05	26	75	88	70	34
36	02	16	40	38	53	81	62	14	15
93	00	42	03	12	59	29	25	83	32
69	21	85	96	56	87	04	24	01	43
31	55	08	28	27	11	92	73	66	67
45	77	91	52	44	20	10	30	09	41
72	68	60	35	81	82	37	99	57	76
18	28	79	97	90	78	51	07	95	38

Кількість організмів розраховують або на одиницю об'єму або під одиницю площі.

1. Якщо проба відібрана шляхом проціджування певного об'єму води через сітку Апштейна, розрахунок на 1 м<sup>3</sup> проводиться наступним чином:

$$X = \frac{n \times 1000}{V}, \quad (1)$$

де,  $X$  – кількість організмів в  $1 \text{ м}^3$ , екз./ $\text{м}^3$ ;  
 $n$  – кількість організмів у пробі, екз.;  
 $V$  – об'єм води, процідженої через сітку.

2. Розрахунок числа організмів під  $1 \text{ м}^2$  проводиться наступним чином: об'єм профільтрованої води ( $V$ ) при облові шару глибиною  $h$  м розраховують за формулою:

$$V = \pi \times R^2 \times h, \quad (2)$$

де,  $R$  – радіус вхідного отвору сітки, м.

Середнє число організмів в  $1 \text{ м}^3$  даного шару  $N_i$  визначають за формулою:

$$N_i = \frac{1}{V} \times n_i$$

де,  $n_i$  – число організмів у пробі;

$1/V$  – коефіцієнт переведення числа організмів у пробі на їх кількість в  $1 \text{ м}^3$ .

За вихідну приймають величину, обернену об'єму профільтрованої води при  $h = 1 \text{ м}$ . Для переходу від числа організмів в  $1 \text{ м}^3$  до середнього для водойми числа під  $1 \text{ м}^2$  ( $N_{is}$ ) необхідно знати об'єми обловлених шарів ( $V_h$ ) і площу водойми ( $S$ ), тоді:

$$N_{is} = \frac{N_i \times V_h}{S} \quad (3)$$

Для підрахунку нанопланктону користуються камерою Горяєва. Перед підрахунком пробу перемішують шляхом продування повітря через капіляр з вхідним отвором не менше  $2 \text{ мм}$  і одну краплю капіляром вносять у камеру і швидко закривають покривним склом. Через  $10-15$  хвилин

проводять підрахунок. Рекомендується підраховувати кожну п'яту смугу, а за високої кількості організмів – кожну десяту. Для статистичної вірогідності підрахунку необхідно, щоб кожний вид зустрічався у камері не менше 100 разів. За одиницю підрахунку приймають одну клітину. Перерахунок числа на 1 л води проводиться за формулою:

$$N = \frac{n \times V \times 1000}{W}, \quad (4)$$

де, N – число клітин в 1 л води;

n – число клітин у камері об'ємом 1 см<sup>3</sup>;

V – об'єм концентрату проби;

W – об'єм води, профільтрованої через мембранний фільтр.

### ***Послідовність операцій при виконанні роботи***

#### ***Методом Гензена***

1. Доводять пробу до відповідного, зручного для підрахунку об'єму. За великого осаду пробу розводять, доводячи її об'єм до 50, 70, 100 і 200 мл. Проби з невисоким вмістом планктону концентрують: частину рідини відсмоктують піпеткою з кінцем, затягнутим ситом. Об'єм проби зменшують до 20-30 мл.

2. Перед взяттям порції планктону порцію збовтують і відбирають відповідний об'єм. Потім його переносять на рахункове скло або камеру. Під бінокляром послідовно підраховують 2-4 порції. Приблизний порядок запису розрахунку: об'єм проби 50 мл, піпетка на 0,5 мл.

Організми	1-а порція	2-а порція	Середнє	У пробі
Daphnia longissima	20	18	18	1900
Keratella quadrata	16	14	14	1500

3. Дані, отримані для всієї проби, перераховують для зоопланктону на 1 м<sup>3</sup> за формулою (1).



4. Кінцевий результат заносять у таблицю за формою:

Форма 1

Назва водойми				
Організми	Число в 1 м <sup>3</sup> , екз.			Число екз. під 1 м <sup>2</sup> поверхні
	Проба № 1 Станція № Дата, глибина, знаряддя лову	Проба № 2 Станція № Дата, глибина, знаряддя лову	Проба № 3 Станція № Дата, глибина, знаряддя лову	

### ***Питання для самоконтролю***

1. Які організми відносять до планктону?
2. На які групи залежно від розмірів поділяють планктонні організми?
3. За якими основними принципами проводиться відбір проб планктону з води?
4. В яких одиницях позначається щільність матеріалу сіток для вилову планктону?
5. Яке призначення, конструкція і принцип дії якісних сіток для відбору планктону?
6. Яке призначення, конструкція і принцип дії кількісних сіток для відбору планктону?
7. Яке основне призначення тралів?
8. За яким принципом працюють планктонозачерпувачі?
9. Яке призначення і конструкція приладу Ляховича?
10. Як консервують проби планктону?
11. Назвіть перелік інформативних даних, що вносяться під час етикетування проб планктону.
12. В чому полягає якісна обробка планктону?
13. Які основні методи відносяться до кількісної обробки планктону?
14. Описати об'ємний метод визначення маси планктону.
15. Які є вагові методи визначення маси планктону?
16. Як проводиться рахункова обробка проб планктону?

17. Які прилади застосовують при рахунковій обробці планктону різноманітних вагових груп?
18. Як проводиться визначення кількості планктонних організмів на одиницю об'єму?
19. Як проводиться визначення кількості планктонних організмів на одиницю площі?
20. В чому полягає принцип визначення чисельності планктонних організмів за методом рендомізації?

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 7. (2 год.)**

**Тема: Методи збору та обробки бентосу.**

#### **МЕТОДИ ЗБОРУ БЕНТОСУ**

**Матеріал та обладнання:** знаряддя для якісного збору бентосу: сачок, скребок, драга. Знаряддя для кількісного збору бентосу (рами, грабельки) і зообентосу (днозачерпувач).

**Завдання:** ознайомлення з приладами для збору макрофітів і зообентосу, їх конструкцією та принципами роботи. Замалювати розглянуті прилади.

**Теоретичні відомості.** Знаряддя, що застосовуються при вивченні макрозообентосу (розміром більше 2 мм) поділяються на знаряддя для якісного та кількісного його збору.

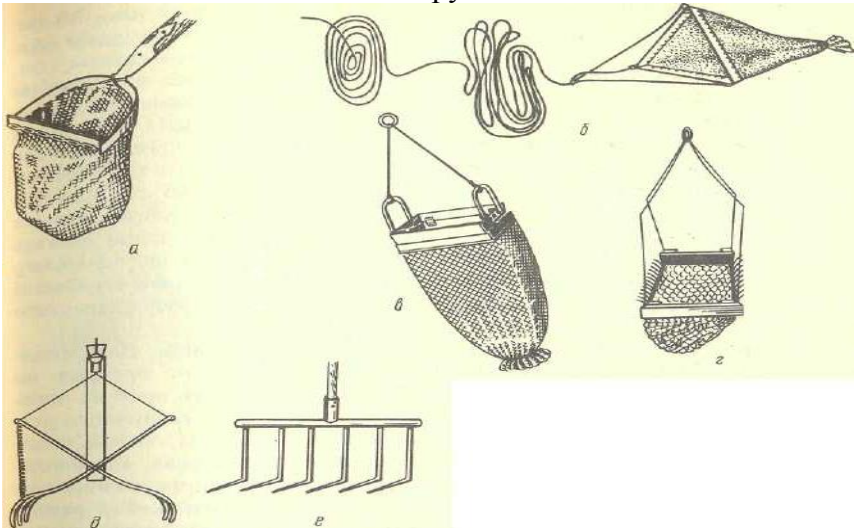
Перші служать для встановлення донної фауни. До них відносяться сачки, скрепки, драги і трали. Сачки складаються із металевого обруча круглої чи трикутної форми діаметром 20-30 см. Торбину сачка виготовляють із міцної тканини. Обруч сачка насилують на палицю довжиною 2-3 м. Сачок використовують для збору фауни заростей, яка представлена переважно червононогими молюсками, комахами та їх личинками.

Скребок являє собою торбину з міцного сита, прикріплену до металевого ободу, який насилують на палицю довжиною 2-3 м. Протилежний край ободу являє собою заточену із зовнішнього краю пластину довжиною 6-18 см. Висота ободу 8-20 см. Скребок використовують для збору фауни твердих ґрунтів.

Драга складається з торбини і міцної тканини та металевої масивної рами трикутної чи чотирикутної форми, верхній і нижній край якої заточений. Драга призначена як для збору організмів, так і для захоплення ґрунту.

Трали відрізняються від драг тим, що не захоплюють ґрунт, а обловлюють його поверхню, а також придонний шар води.

*Знаряддя для кількісних досліджень рослин.* Для відбору проб на визначення маси рослин використовують рами площею 0,25; 0,5 і 1 м<sup>2</sup>, виготовлені з дерева, алюмінієвих або синтетичних труб.



**Рис.1. Знаряддя для якісного збору донної фауни і макрофітів:**

а – скребок; б – закидна драга; в – драга з ножами; г – зубчата

драга; д – каменепідіймач Рубцева; е – водяні граблі.

Вільноплаваючу рослинність збирають з площі, обмеженої рамою, сачком. Рослини з глибини до 1 м збирають вручну, граблями або скошують косою з коротким лезом (20-25 см).

*Знаряддя для кількісного визначення зообентосу.* Використовують сачки та скребки. Для одержання даних про кількість екземплярів на площі 1 м<sup>2</sup> сачком діаметром 20 см проводять по дну 5 разів на віддаль 1 м. Для отримання кількісних проб за допомогою скребка проводять по дну на визначену віддаль. Помноживши довжину сталевієї пластини ободу на довжину смуги облову, отримують площу облову скребком.

Кількісні збори зообентосу також проводяться ковшовими днозачерпувачами з визначеною площею захоплення.

### ***Питання для самоконтролю***

1. Які знаряддя використовують для якісного збору бентосу?
2. Які знаряддя використовують для кількісного збору бентосу?
3. Яка конструкція і призначення сачка?
4. Яка конструкція і призначення скребка?
5. Яка конструкція і призначення драги?
6. У чому відмінність тралу від драги?
7. Які конструкції використовують для відбору проб на визначення маси рослин?
8. Як проводиться кількісний підрахунок вільноплаваючої рослинності?
9. Як проводиться кількісне визначення зообентосу?
10. Яке призначення ковшових днозачерпувачів?

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

## **МЕТОДИ ОБРОБКИ БЕНТОСУ**

**Матеріал та обладнання:** проби фіксованого бентосу, біокуляр, препарувальна лупа, пінцети, кювети, годинникові скельця, чашки Петрі, ваги, бюкси, фільтрувальний папір, лінійка, визначники, таблиці.

**Завдання:** провести якісну та кількісну обробку проб бентосу. Результати обробки внести в таблицю за формою 2.

**Відбір та фіксація матеріалу.** Отримані проби бентосу відмивають від надлишку ґрунту. Для відділення організмів від м'якого ґрунту (глина, мул) проби переносять у промивне сито з млинового чи капронового газу № 19-23, закріплене за бортом човна. Пробу промивають. Якщо проба містить піщаний ґрунт, її переносять у таз і відмучують. Пісок збовтують і воду з зависсю кількаразово зливають у промивний сачок із газу № 4-38. Ґрунт, що залишився, переглядають, організми що знаходяться у ньому вибирають пінцетом і невеликими порціями вміщують в емальовані ванночки або пластмасові кювети. При вмісті у бентосі великої кількості дрібних форм користуються методом флотації (вспливання): пробу частинами вміщують в насичені розчини кухонної солі. Усі організми, крім моллюсків, вспливають на поверхню і їх вибирають маленьким ситом з газу. Після цього ґрунт переглядають під мікроскопом. Організми, зібрані таким чином, відмивають від солі, розкладають за окремими систематичними групами, вміщують у пробірки, склянки чи бюкси, етикетують, вказуючи назву водойми, номер станції, дату, глибину, знаряддя збору і фіксують 10%-ним розчином формаліну.

**Визначення систематичного положення організмів.** Тваринні організми, що переважають у бентосі даної проби, визначають до виду, або роду за допомогою визначників.

**Підрахунок, вимірювання і зважування організмів.** У кількісних пробах представників кожної групи підраховують, вимірюють і зважують. Вимір організмів необхідний для

характеристики вікового складу кожної систематичної групи. Зазвичай вимірюють довжину тіла (мм). У личинок хірономід для визначення вікової стадії вимірюють ширину головної капсули. Зважування організмів проводять після їх висушування фільтрувальним папером до зникнення вологих плям на ньому. Зважування проводять на вагах з точністю до 0,01 г, при цьому наважка не повинна перевищувати 1 г. Результати визначення підрахунків і зважування організмів приводяться до 1 м<sup>2</sup> площі дна (екз/м<sup>2</sup>, г/м<sup>2</sup>) і заносяться в таблицю за наступною формою: водойма, знаряддя лову, дата, № проби.

Такі карточки із записами результатів проб є матеріалом для різноманітних співставлень, обчислень, зведень відносно складу, розподілу донної фауни, ролі в ній окремих видів та груп організмів.

№ з/п	Види	У пробі		Розмір, мм	Чисельність, екз/м <sup>2</sup>	Біомаса, г/м <sup>2</sup>
		кількість	маса			

### ***Питання для самоконтролю***

1. Як відділяють організми бентосу від ґрунту в пробах?
2. Як проводиться фіксація організмів зообентосу?
3. У чому полягає метод флотації?
4. Визначення яких показників проводиться при кількісному дослідженні проб зообентосу?
5. Які записи проводять при етикетуванні проб зообентосу?
6. Як визначають вікові стадії личинок хірономід?
7. Як проводиться систематичне визначення організмів зообентосу?
8. Як проводять зважування організмів зообентосу?
9. В яких показниках проводиться підрахунок чисельності і біомаси зообентосу?
10. Які записи результатів відібраних проб заносять у

карточки?

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

### **Лабораторне заняття № 8. (2 год.)**

#### **Тема: Методи збору макрофітів.**

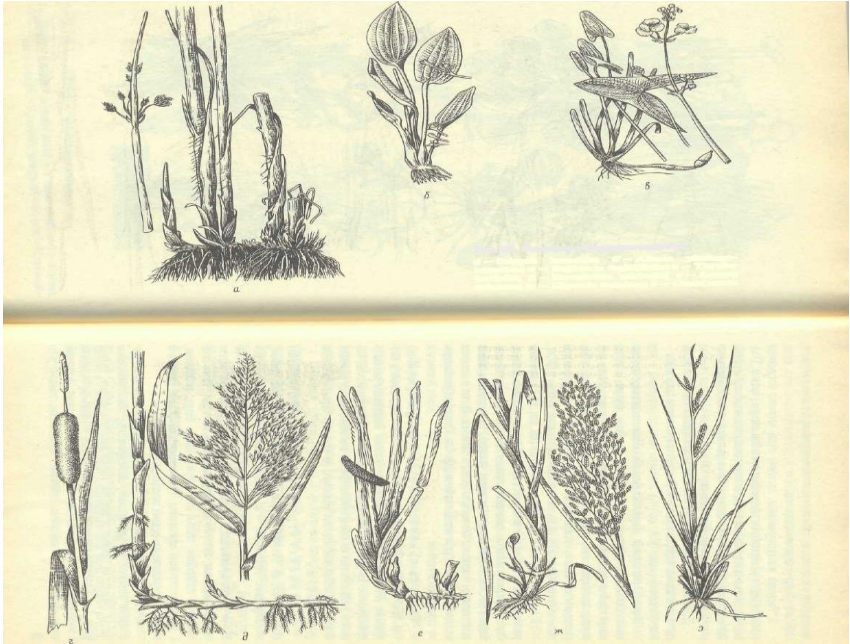
**Матеріал та обладнання:** набір макрофітів, які відносяться до різних екологічних груп – живих, фіксованих, гербарних екземплярів, препарувальна або ручна лупа, лезо, пінцети, препарувальні голки, кювети, таблиці.

**Завдання:** використовуючи фіксований і живий матеріал, гербарій, ознайомитися з представниками різних екологічних груп. За поданими в роботі визначальними таблицями і рисунками встановити систематичну приналежність розглянутих рослин. Замалювати їх загальний вигляд і деякі деталі будови – форму стебла, листя, суцвіття. В характеристиці вказати місця поселення.

#### ***Теоретичний матеріал.***

Сукупність прибережно-водних рослин називають макрофітами. До них відносяться не тільки вищі рослини (квіткові, папоротеві, хвощі, мохи), але і харчові водорості, які за своєю морфологією та іншими ознаками належать до вищих рослин.

Прибережно-водні рослини можна розділити на наступні основні екологічні групи: 1) повітряно-водні рослини, 2) плаваючі рослини із плаваючим листям, 3) водні рослини. В останніх двох групах можна виділити підгрупи – прикріплені рослини і вільно плаваючі. Окрім вище згаданої класифікації існують і інші, які також ґрунтуються на екологічних ознаках, характеру зв'язку рослин з водним середовищем.



**Рис.1. Повітряно-водні рослини:**

а - *Scirpus lacustris*; б - *Alisma plantago-aquatica*; в - *Sagittaria sagittifolia*; г - *Thypha latifolia*; д - *Phragmites australis*; е - *Acorus calamus*; ж - *Glyceria maxima*; з - *Carex acuta*.

***Питання для самоконтролю***

1. Які водні рослини відносять до макрофітів?
2. Які вищі водні рослини відносяться до макрофітів?
3. На які основні екологічні групи поділяють макрофітів?
4. Дайте характеристику повітряно-водним рослинам.
5. Дайте характеристику плаваючим рослинам із плаваючим листям.
6. Дайте характеристику водним рослинам.
7. Які особливості біології водних рослин?
8. Які особливості біології повітряно-водних рослин?
9. Які особливості біології плаваючих рослин із плаваючим листям?

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_



## Лабораторне заняття № 9. (2 год.)

### Тема: Цикломорфоз гідробіонтів.

**Матеріали і обладнання:** проби фітопланктону, зоопланктону, мікроскоп, біокуляр, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, піпетки.

**Завдання:** розглянути і замалювати під мікроскопом загальні деталі морфологічних змін представників фітопланктону і зоопланктону.

#### *Теоретичні відомості.*

Цикломорфоз (або сезонна мінливість) – явище зміни форми тіла особин протягом року. Спостерігається в організмів, які мають велике число генерацій протягом року. Найбільш різко виражений у прісноводних планктонних організмів, які відносяться до діатомових, перидінеєвих водоростей, коловертток (*Keratella*, *Brachionus*) і гіллястовусих рачків (*Daphnia*, *Bosmina*).

Явище до кінця не з'ясоване. До певної міри воно пов'язане з сезонними коливаннями температури: цикломорфоз може спостерігатися при потеплінні, коли з'являються покоління організмів з менш компактною формою тіла, при похолоданні – навпаки; може відображати періодичне посилення пресу хижаків (має захисне значення).

Цикломорфоз діатомових водоростей: колонії *Asterionella gracilima* взимку містять 4-5 коротких клітин, влітку – 12-18 клітин, які вирізняються більшою довжиною; водорість *Tabellaria fenestrata* з ланцюговими колоніями взимку і зірчастими влітку.

Цикломорфоз перидінеєвих водоростей: водорість *Ceratium hirundinella* у холодну пору має два антапікальних роги (трьохрога форма), влітку – три антапікальних роги (чотирьохрога форма).

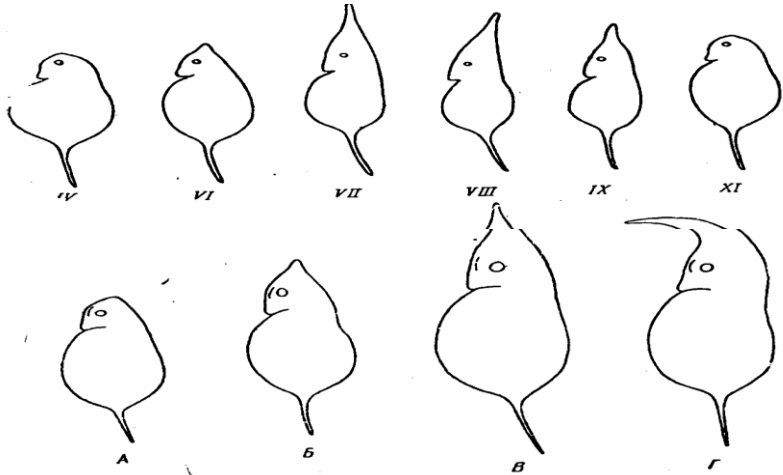
Цикломорфоз коловертки *Keratella quadrata*: із

зимового яйця виходить форма із сильно розвиненими задніми шипами → через ряд партеногенетичних поколінь із цієї форми утворюється форми:

- 1) із короткими задніми шипами;
- 2) із шипами різної довжини;
- 3) з одним заднім шипом → закінчується ряд формою без задніх шипів.

Звичайним видом дафній в планктоні озер є *Daphnia cucullata*, яка називалася раніше, по причині великої твердості тіла, *Hyalodaphnia cucullata*. Вона відноситься до моноциклічних видів, протягом теплого часу року розмножується портогенетично і тільки восени переходить до різностатевого розмноження. Цикл закінчується відкладенням лотентних яєць. Партогенес у популяції великих озер продовжується і в зимовий період.

Генерації мають різний зовнішній вигляд, який змінюється з часом. Зимові форми, які мають невелику голову, при настанні весняного потепління, коли температура води протягом 3 тижнів підвищується до 12-16°C, дають нові покоління, які відрізняються від материнського сильним розвитком передньої частини голови за рахунок утворення шолому. Інколи в виводковій камері зимової генерації можуть бути знайдені ембріони з загостреними шоломами. При подальшому розвитку популяції утворюються типові літні генерації, які характеризуються сильним розвитком шолома, в декілька разів подовжуючих голову і зберігаючи свої ознаки протягом всього літа. З наближенням холодного періоду року зміни будуть в зворотному порядку. Осінні ембріони не мають шолома (рис.1).



**Рис.1.Цикломорфоз дафнії:**

*верхній ряд-генерації дафнії (цифрами позначені місяці);*

*нижній ряд - літні форми різних каріотипів дафнії:*

*A-var, apicata; B-var, befolinensis; B-var bahlbergiensis;*

*Г-var. Procurva.*

Цикломорфоз гіллястовусого рачка *Bosmina coregoni*: зимові форми мають коротші антени і порівняно низьку висоту тіла; у крайніх літніх форм антени стають довгими, збільшується висота тіла.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

**Лабораторне заняття № 10. (2 год.)**

**Тема: Розподіл температури за глибиною у Світовому океані.**

Розподіл температури поверхневих вод тісно пов'язаний із розподілом сонячної радіації і витратою тепла на випаровування, внаслідок чого він має в значній мірі

зональний характер. Хоча ця зональність під впливом місцевих чинників (океанічних течій, вітрів, близькість материків) у багатьох районах значно порушується.

Найвищі температури спостерігаються північніше екватора. Тут знаходиться термічний екватор (лінія найвищих температур), положення якого змінюється в залежності від сезонів. Термічний екватор знаходиться приблизно в межах 7-10° північної, а в окремих місцях південної широти.

Найвищі температури спостерігаються на поверхні Світового океану в серпні (32°C) поблизу берегів Америки і Азії в Тихому океані. Поверхневі води Світового океану в Північній півкулі тепліші ніж в Південній внаслідок ізоляції вод помірних і низьких широт від холодних полярних вод у порівнянні з Південною півкулею. Середня річна температура поверхневих вод Світового океану –17,4°C, в Атлантичному океані –16,9°C, в Тихому –19,1°C, Індійському –17,1°C.

Добові коливання температури поверхневих вод не перевищують 0,2-0,3°C, а у високих широтах –0,1°C. найбільші добові коливання спостерігаються в тропіках, де вони досягають 1°C. Добові коливання температури влітку вищі ніж взимку.

Річні коливання температури поверхневих вод значно вищі ніж добові і залежать від географічної широти. Найбільші ці коливання в помірному поясі між 30° і 40°, що пояснюється впливом материкових вод. Добові коливання температури спостерігаються до глибини 25-30 м, в окремих районах до 50 м. Річні коливання можуть спостерігатися до глибини 300-400м.

*Лід в океанах.* Лід в океанах і морях існує завдяки сприятливим кліматичним умовам. Великі площі зайняті льодом в Арктичній і Антарктичній областях. Із зниженням температури до точки замерзання деяким переохолодженням вода та наявністю в ній центрів кристалізації стає можливим утворення льоду. І при видаленні теплоти льодоутворення

починають з'являтися кристалики чистого льоду, завислі у порівняно тонкому поверхневому шарі води. Це льодяні голки, що ростуть у довжину. При більшій концентрації льодяні голки зіштовхуються, обламуються, змерзаються до купи і утворюють своєрідну льодяну сітку, а пізніше – суцільний шар або плями, подібні до застиглого сало, так зване льодяне сало. Скупчення льодяного сала при вітрі й хвилюванні та внутрішньо-водного льоду, що спливає, називається шугою. Потім відбувається утворення ніласового льоду, 15 еластичного, товщиною до 10 см, що вигинається на хвилі. З часом нілас перетворюється на молодик товщиною 10-30 см світло-сірого кольору, менш еластичний, що під впливом вітру ламається. Лід товщиною понад 30 см, що проіснував більше однієї зими, називається однолітнім. Лід, що не встиг розтанути протягом літа, переходить в розряд старого, а той, в свою чергу, поділяється на дворічний і багаторічний. Товщина льодяного покриву в Північному океані досягає 2-5 м. Лід не завжди утворюється на поверхні. При перемішуванні замерзаючої води сильними течіями або хвилюванням лід утворюється у водній товщі або навіть на дні. На неглибоких місцях лід може примерзати до дна і утворювати донний лід. З часом донний лід підіймається на поверхню і примерзає до поверхневого.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 11. (2 год.)**

**Тема: Фототропізм гідробіонтів.**

Фототропізм виявляється у зміні росту гідробіонтів у відповідь на однобічну дію світла. У водоймах можна спостерігати, як сидячі кишковопорожнинні вигинають своє тіло у бік більш освітленої частини водойми. Більшість з

організмів зоопланктону морів і прісноводних водойм знаходяться вдень на визначеній глибині, увечері піднімаються у вище розташовані шари, у яких перебувають деякий час, а потім опускаються вниз на ту глибину, з якої починався підйом. Коливання вертикальних добових міграцій у морських тварин, що живуть у низьких широтах, де світлові промені найбільш глибоко проникають у воду, досягає 500-600 м.

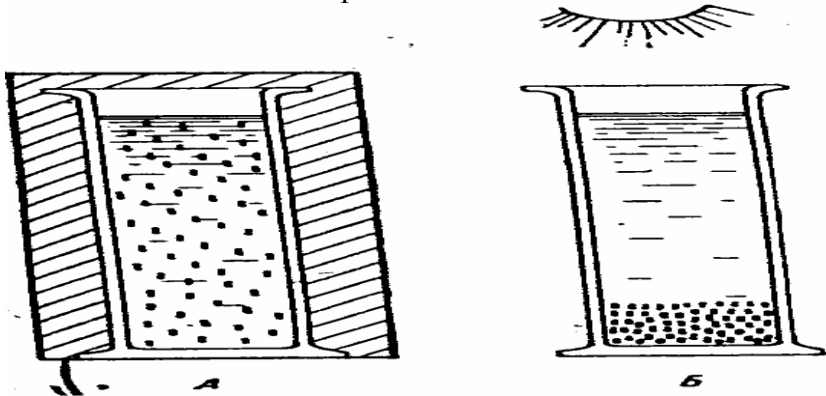
У прісноводних водоймах коливання добових міграцій не перевищує декількох десятків метрів. Підйом організмів і опускання їх відбувається шляхом активних рухів, тому добові вертикальні міграції найбільше виражені в тварин, що мають добре розвинуті органи руху, наприклад гідромедузи, веслоногі раки, гіллястовусі раки, мізиди, сагіти та ряд інших організмів. Причини, що викликають у них добові рухи, залежать від декількох факторів, серед яких головна роль належить світлу, тому що вертикальні міграції організмів пов'язані з добовим ходом змін інтенсивності світла у воді.

У багатьох морських організмів, риб і безхребетних, що живуть переважно в напівсвітловій області, органи зору сильно збільшені і можуть функціонувати навіть при тій невеликій кількості світла, яке проникає в цю область. У глибоководних тварин, що мешкають в абсолютній темряві, очі тою чи іншою мірою редуковані або повністю відсутні. Велика кількість морських організмів мають здатність до світіння. До їх числа належить багато з одноклітинних тварин і рослин, кишковопорожнинних, червів, ракоподібних, головоногих моллюсків, голкошкірих, оболонників і риб. Деякі з них світяться дифузним світлом, в інших є спеціальні органи світіння, особливо складно побудовані останні, у деяких представників вищих раків, головоногих моллюсків і риб. Значення цих органів полягає в освітленості простору, приваблюванні здобичі, захисту від ворогів і розпізнаванні особин одного виду.

**Завдання 1.** Спостерігати явище фототропізму у дафній (або інших найпростіших).

Для вивчення явища фототропізму деяку кількість дафній вмістимо в наповнений водою високий скляний циліндр і затінемо його картонним футляром з кришкою (рис. 1). Переконавшись в рівномірному розподілі дафній в темноті по циліндру, що контролюється швидким підніманням футляру, знімемо верхню кришку і освітимо циліндр зверху за допомогою сильної електричної лампи. При сильному освітленні дафнії негативно фототропічні, при слабкому освітлюванні позитивно фототропічні.

Аналогічні спостереження можна провести над іншими планктонними організмами.



**Рис.1. Фототропізм дафнії:**

*А-розташування в темряві (циліндр затінений футляром);*

*Б-розподілення при наявності сильного джерела світла*

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 12. (2 год.)**

**Тема: Розподіл солоності за глибиною у Світовому океані.**

Океанська за хімічним складом є слабким (4%)

розчином. У ній розчинені всі елементи, відомі на Землі, насамперед перші 20 елементів періодичної системи Менделєєва. До складу океанської води входять гази (переважно у вигляді молекул), солі – у вигляді іонів, комплексів і молекул, органічні речовини – у молекулярних і високомолекулярних сполуках і в колоїдному стані.

Солоність визначається як маса в грамах всіх твердих мінеральних розчинених речовин, що містяться в 1 кг морської води за умови, що бром та йод заміщені еквівалентною кількістю хлору, всі вуглекислі солі переведені в оксиди, а всі органічні речовини спалені при температурі 480°C. Кількісно солоність виражається в тисячних частинах – проміле (‰). Маса солей, розчинених у океанській воді, практично залишається постійною і коливається від 33 до 37%. Середня солоність Світового океану – 35‰ найвища солоність у тропіках, де наявні оптимальні умови для значного випаровування. У екваторіальному поясі солоність знижена і становить 34,4‰. У помірних і полярних широтах солоність зменшується у напрямі полюсів. Солоність кожного океану дещо відрізняється. З глибиною солоність розподіляється дещо складніше. Там де солоність на поверхні підвищена, вглиб вона зменшується і навпаки. З глибини 2000м солоність змінюється мало і становить 34,6...35‰. 4 У морях солоність досить різна внаслідок впливу стоку річок і кліматичних умов навколишніх материків.

**Солоність льоду.** Неоднорідність орієнтування кристалів, різна швидкість їх росту приводять до утворення між ними пустот, заповнених морською водою (розсолон). Солоність льоду залежить від температури повітря, швидкості вітру в період його формування тощо. При низькій температурі швидкість росту кристалів більша, а розміри менші. Вітер і хвилювання сприяють хаотичному перемішуванню кристалів, при цьому швидкість витікання



розсолу менша, ніж при впорядкованій орієнтації. Солоність буває підвищеною тоді, коли лід утворюється із снігу, який випав на поверхню моря і утримує велику кількість води. Зі збільшенням товщини льоду розміщення кристалів стає впорядкованішим, розміри більшими, що сприяє витіканню розсолу через капіляри, дрібні тріщини й пустоти, тому морський лід поступово прісніє, і чим він старіший, тим прісніший. Середня солоність багаторічного льоду становить 1-2%. Щільність чистого льоду менша від щільності води і становить приблизно  $900 \text{ кг/м}^3$ .

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 13. (2 год.)**

**Тема: Адаптації гідробіонтів до водно-сольових умов середовища.**

#### **Пойкілоосмотичні гідробіонти**

У процесі еволюції сформувались різні механізми сольової адаптації. За концентрацією осмотичне активних речовин у біологічних рідинах внутрішнього середовища та цитоплазмі клітин пойкілоосмотичні організми не відрізняються від водного середовища, в якому вони мешкають. Так, у морських мікроорганізмів, безхребетних та примітивних хребетних (міксини) тварин осмолярність крові і навколишнього водного середовища мало відрізняються. Наприклад, осмотична концентрація крові міксини *Eptatretus stouti* (круглороті) становить  $1031 \text{ мосм/дм}^3$ , що майже відповідає осмолярності морської води -  $1029 \text{ мосм/дм}^3$ . На відміну від інших хребетних водяних тварин у сироватці міксин дуже висока концентрація натрію, хлору і магнію, і вона ізоосмотична з морською (океанічною) водою.

Серед пойкілоосмотичних - гідробіонти, які

витримують лише незначні зміни солоності води (головноногі молюски, голкошкірі). Це стеногалінні пойкилоосмотичні організми.

Є й такі, які можуть витримувати значні коливання солоності води, відповідно міняючи осмотичний тиск внутрішнього середовища (евригалінні). Це переважно багатощетинкові черви, мідії. Загальна реакція на зміни солоності води у таких гідробіонтів чітко визначена. При зниженні солоності концентрація деяких іонів (особливо  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$ ) та амінокислот у їх клітинах зменшується, а при підвищенні солоності, навпаки, вміст амінокислот і іонів зростає. Завдяки цьому забезпечується відносна стабільність трансмембранних іонних градієнтів, клітинна осморегуляція та підтримання об'єму клітин. Збільшення осмотично активних речовин у клітинній цитоплазмі запобігає відтоку води з неї.

Механізми підтримання осмотичної концентрації в організмі одноклітинних і багатоклітинних гідробіонтів різні.

Морські найпростіші - ізоосмотичні з середовищем, і тому легко підтримують осмотичний тиск свого внутрішньоклітинного середовища. Серед великого різноманіття окремих форм найпростіших є евригалінні організми, які здатні переходити від ізоосмотичної до гіперосмотичної регуляції. Особливо це стосується прісноводних форм, гіперосмотичних середовища. Підтримання гіперосмотичності у них забезпечується шляхом виведення надлишку води скорочувальними вакуолями. Багато прісноводних видів вільчастих інфузорій можуть виживати в досить широкому діапазоні змін мінералізації води (до 5%). Морські евригалінні види також витримують зниження солоності води (до 3%).

Вода надходить у клітини найпростіших шляхом обмінної дифузії, відповідно до осмотичного концентраційного градієнта та через живильні вакуолі. Серед

найпростіших у кореніжки проникає менше води, ніж в інфузорії. Так, у кореніжки кількість рідини, що дифундує протягом однієї години в клітину і з неї, перебільшує об'єм самої клітини у 13 разів. При цьому осмотичне активною є тільки 2% клітинного об'єму, а це означає, що саме така кількість рідини може виділитись скорочувальними вакуолями.

Скорочувальні вакуолі являють собою пульсуючі утворення, які, наповнюючись рідиною з цитоплазми, скидають її у навколишнє середовище, тобто виконують осморегулюючу функцію. Завдяки цьому механізмові клітини найпростіших не схильні до гіпергідратації. У найпростіших може бути одна або більше вакуоль. При пошкодженні їх клітина різко набухає (обводнюється) і інфузорія гине.

Скорочувальні вакуолі є у всіх найпростіших, але серед морських форм вони зустрічаються тільки у окремих представників і функціонують значно менш ефективно. У прісноводних найпростіших для виведення об'єму води, рівного об'єму самої клітини, потрібно від 4 до 50 хв, а у морських це займає від 3 до 5 год. Така різниця пов'язана з тим, що прісноводні найпростіші безперервно змушені «відкачувати» яка постійно проникає в клітини, а морським формам, які мешкають у солонішій воді, необхідно виводити лише ту частину води, яка надходить з кормом. Вважається, що скорочувальні вакуолі є не лише елементом відведення води, яка постійно надходить в напрямку осмотичного концентраційного градієнта, а й системою регуляції водного обміну на рівні клітини.

У евригалінних видів найпростіших вакуолі з'являються тих випадках, коли організми потрапляють у розбавлену морську воду. Так, при перенесенні морської інфузорії *Amphipletus* у 70%-ну морську воду швидкість скорочення вакуоль зростала на 21%. І навпаки, коли прісноводну амебу тримали у воді із зростаючою солоністю,

скорочувальна активність вакуоль з підвищенням солоності води різко знижувалась, а при 50% морської води вона зовсім зникала.

Підтвердженням існування механізму запобігання гіпергідратації найпростіших при перебуванні у прісній воді є той факт, що із зниженням мінералізації води частота скорочень водовивідних вакуоль зростає, а із збільшенням солоності, навпаки, її активність спадає.

У механізмі адаптації найпростіших до змін солоності води важлива роль належить і внутрішньоклітинним процесам, пов'язаним із синтезом осмотичне активних речовин. Якщо інфузорія потрапляє в більш розпріснену воду, в її цитоплазмі зростає вміст таких амінокислот, як аланін, гліцин та пролін.

Аналогічний механізм регуляції обміну води за участю скорочувальних вакуоль характерний і для кишковопорожнинних.

Нижчі черви забезпечують регулювання обміну води і солей за допомогою так званих полум'яних клітин протонефридія. Цитоплазма такої клітини має гранулярну структуру і входить паростками в паренхиму тіла. Зсередини вона має порожнину, в якій розміщені численні вії, що при скороченні нагадують полум'я. Порожнина клітини переходить у тонкі трубочки, які утворюються з одного шару епітеліальних клітин. Зливаючись, вони формують більш широкі канали, які впадають у вивідну протоку, що відкривається на поверхні тіла (протонефридії). Їх функціональне при. значення - виділення води і продуктів метаболізму з тканинної гемолімфи шляхом активної секреції. Висловлюється думка, що в нижчих прісноводних черв'яків протонефридії виконують також осморегуляторну функцію, видаляючи надлишок води.

Спостереження за поліосмотичними пісковиками *Arenicola marina* (Polychaeta) під час їх перебування у

літоральній зоні Кандалакшської Губи (Біле море), яка періодично опріснюється, показали, що вміст натрію і калію у їх організмі змінюється одно-направлено, як і солоність води. Евригалінність пісковика ґрунтується на процесах, які відбуваються на рівні клітини і забезпечують їх високу резистентність до ушкоджуючої дії гіпотонії.

У цих процесах важлива роль належить механізмам внутрішньоклітинної регуляції калію, концентрація якого у цитоплазмі може урівноважувати осмотичний тиск з навколишнім середовищем.

У коловерток видільний орган представлений протонефридіями, які відкриваються у клоаку. Протонефридії складаються з цибулин (всередині них розміщені пучки вій), каналців та сечового міхура. Вода, що надходить в організм коловерток під час їх перебування у прісній воді, дуже швидко виводиться. Встановлено, що сеча утворюється із швидкістю  $47 \cdot 10^{-9} \text{ см}^3/\text{хв}$ . Разом з нею виділяється і натрій  $0,63 \cdot 10^{-9} \text{ мекв/хв}$ . Завдяки інтенсивному виведенню води у рідинах тіла коловерток підтримується вища концентрація  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$ , ніж у водному середовищі. Так, при концентрації натрію у воді  $4,2 \text{ мекв/дм}^3$  у рідинах тіла коловерток його рівень досягав  $21 \text{ мекв/дм}^3$ , а калію відповідно  $1,7$  і  $7,0 \text{ мекв/дм}^3$ . Така різниця у концентраційних показниках  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$  свідчить про досить високу ефективність регулювання обміну води і солей у цих безхребетних.

Найбільш розбавлене внутрішнє середовище у прісноводних губок, кишковопорожнинних та двостулкових молюсків. У них осмотична концентрація мало відрізняється від водного середовища. Так, у гідри стебельчастої при перебуванні у середовищі з більш високою концентрацією солей спостерігається зменшення тіла, а при перенесенні у гіпотонічне середовище тіло, навпаки, набухає. При цьому гідри можуть акумулювати калій і виводити з організму натрій, що важливо при адаптації до різкої зміни солоності

води. У механізмі адаптації до різної солоності води у цих безхребетних важливу роль відіграє видільна система.

У тіло двостулкових молюсків жабурниць дуже легко проникає вода, що і визначає невисоку осмолярність (42 мосм) їх внутрішнього середовища. При перенесенні з прісних вод (0,4%) до солонуватих (близько 2%) тіло молюсків швидко зменшується внаслідок віддачі води. У прісних водах гідростатичний тиск крові у цих молюсків становить близько 6 см вод. ст., а колоїдно-осмотичний тиск — лише 3,8 мм. При такому низькому колоїдно-осмотичному тиску у жабурниць досить легко може розвинути гіпергідратація організму, а в солонуватих водах, навпаки, дегідратація. В умовах прісних вод підтримання водно-сольової стабільності тварин (гомеостазу) пов'язане з виділенням дуже розбавленої сечі (до 23,6 мосм), яка за об'ємом виведення за добу досягає близько 50% об'єму тіла.

При різких змінах мінералізації води двостулкові молюски можуть утримувати на певний час відносно стабільність внутрішнього середовища, змикаючи (закриваючи) стулки. Це перериває контакт води зовнішнього середовища з м'якими тканинами тіла, які у цих молюсків легко пропускають воду.

Як і жабурниці, інші прісноводні молюски мають дуже низький осмотичний тиск крові (57 мосм), а вміст  $\text{Na}^+$  і  $\text{Ca}^{++}$  в тілі залежить від концентрації у воді. При рівні вмісту у воді 0,35 ммоль натрію його надходження в організм досягає 0,132 мкмоль на 1 г маси тіла за 1 год. Із такої кількості постійному обмінові підлягає 0,053 ммоль. Якщо концентрація натрію у крові зменшується, його надходження з води може зростати майже у два рази.

Прісноводні молюски поглинають з води і іони  $\text{Ca}^{++}$ . Із збільшенням вмісту кальцію у воді інтенсивність його надходження в організм зростає. Молюски можуть утилізувати кальцій проти концентраційного градієнта (із

середовища з меншою порівняно з організмом концентрацією) при його дуже низьких концентраціях у воді.

У регуляції обміну води і солей у прісноводних молюсків важливу роль відіграє видільна система. Вона представлена протонефридіями. Починається нефростомом, через який у нефридіальний канал надходить рідина, де вона і перетворюється У сечу. На відміну від червів, у молюсків немає чітко окресленої Целомічної порожнини, а є лише порожнина статевих залоз та навколосерцева сумка, у яку і відкривається нефростом.

Нефридіальна система жабурниці отримала назву боянусів орган. Особливістю обміну води і натрію у молюсків є те, що внаслідок фільтрації рідини через стінку серця у перикардіяльній порожнині утворюється рідина, яка ні за осмотичним тиском, ні за концентрацією розчинених у ній речовин не відрізняється від крові. Після проходження її через систему каналців боянусова органа і реабсорбції натрію та інших речовин осмолярна концентрація утвореної сечі стає дуже низькою (еквівалентна 0,06% хлористого натрію). Вона становить лише половину осмотично активних речовин крові, яка і так дуже низька у жабурниці.

У представників різних кільчастих червів (поліхет, олігохет, п'явок), які мають вторинну порожнину тіла, система регуляції і обміну води і солей має багато спільного з протонефридіями, з тією різницею, що їх відгалуження не входять у паренхіму тіла, а контактують безпосередньо з целомічною рідиною. Такі структурні елементи видільної системи мають назву метанефридії.

Функціонування метанефридіальної системи і описаної вище видільної системи молюсків схожі. Рідина, яка накопичується в процесі фільтрації у целомічній (вторинній) порожнині, далі проходить через трубки нефридіального каналу, де відбувається реабсорбція натрію та інших речовин, а утворена сеча стає приблизно у 7 разів більш гіпотонічною

порівняно з целомічною рідиною.

У прісноводних олігохет підтримання більш високої осмотичної концентрації рідини по відношенню до навколишнього середовища здійснюється шляхом екскреції метанефридіями сечі, розведеної у 2-3 рази по відношенню до целомічної рідини, і утримання в організмі натрію і хлору.

Підтримання осмотичної концентрації рідин тіла у п'явок при їх перебуванні у прісних водах здійснюється за загальними принципами виведення гіпотонічної сечі і утримання в організмі натрію, хлору та інших речовин.

У ракоподібних видільний орган складається із целомічного міхура, який сполучається отвором із губчастою структурою, або лабіринтом. Отвір за своєю структурою і функціональним призначенням є нефростомом, позбавленим вій. У прісноводних раків від губчастої структури (лабіринту) відходить вузький нефридіальний канал (30 мкм), який утворює кілька завитків і закінчується впадінням у сечовий міхур. Сечовий міхур відкривається біля антен, що і визначило назву видільного органу - антенальна залоза.

Функціонування цього органу здійснюється за фільтраційно-реабсорбційним принципом, тобто фільтрат, який надходить у целомічний міхур і має схожу з кров'ю концентрацію хлоридів, при подальшому проходженні через лабіринт стає дещо більш концентрованим у зв'язку із засмоктуванням води і певної кількості іонів. Але при наступному проходженні через нефридіальний канал, де інтенсивно здійснюється реабсорбція хлоридів натрію, сеча стає обезсоленою і в такому вигляді виділяється назовні.

У прісноводних широконогих раків осморегуляція протікає за чітко вираженим гіпотонічним типом. Сеча представників морської фауни ізотонічна щодо крові. Морські ракоподібні не мають нефридіального каналу, де відбувається реабсорбція солей, яка для них непотрібна, оскільки основна функція видільної системи якраз і полягає у



збереженні води і екскреції хлоридів, що надходять в організм із морською водою.

Пристосування личинок деяких комах, які на цій стадії можуть жити в різних за сольовим складом водах, пов'язане з наявністю спеціальних анальних пагорбків. Вони відрізняються за розмірами: у мешканців слабосолоних вод пагорбки великі, у морських - маленькі. Ці утворення відіграють важливу роль в адаптації личинок комах до умов водного середовища. Так, у евригалінних личинок комара *Aedes mosquito* через ці пагорбки надходить в організм вода, поглинається натрій і хлор з навколишнього середовища. Абсорбція хлору відбувається вже при концентрації його у воді на рівні 0,2-0,5 мад а натрію - 0,55 мм. їх вміст у гемолімфі личинок комара може утримуватись на відносно постійному рівні при концентрації солей у воді, еквівалентній не більше 0,65% хлористого натрію. При більш високій мінералізації водного середовища осмотична концентрація гемолімфи змінюється відповідно із змінами концентрації солей у середовищі.

Прісноводні личинки хірономід *Chironomus plumosus* можуть адаптуватись лише у межах солоності води, що не перевищує 0,5%, а личинки солонуватоводного *Chironomus salinarius* виживають у досить широкому діапазоні солоності води (від 1 до 37%).

Виведення надлишкової води і солей у личинок комах на стадії перебування у водному середовищі здійснюється мальпігієвими судинами і прямою кишкою.

### **Гомойоосмотичні гідробіонти**

У прісноводних організмів концентрація біологічних рідин гіпертонічна по відношенню до водного середовища. Тому підтримання осмотичного тиску внутрішнього середовища є багатофункціональним процесом, який включає певну ізоляцію організму від проникнення прісних вод через зовнішні покрови тіла, активне виведення надлишку води, що

надходить в організм, та абсорбцію іонів із води зябрами проти концентраційного градієнта. Виключно важливу роль у цьому процесі відіграє ренальна система, яка забезпечує екскрецію гіпотонічної сечі і затримання найбільш важливого для осморегуляції натрію шляхом його реабсорбції у ниркових каналцях.

Нагадаємо схематичну будову нирки, загальний принцип функціональної організації якої властивий риbam та іншим водяним тваринам. Основною морфофункціональною одиницею нирки є нефрон. До його елементів входить двостінна капсула (Боумена), всередині якої розміщена капілярна сітка у вигляді клубочка (мальпігіїв клубочок). Між шарами капсули утворюється порожнина, вона переходить у звивисті каналці першого порядку (проксимальний канадець). На розрізі нирка має чітко окреслені зовнішній більш темний кірковий і внутрішній мозковий шари. На межі кіркового і мозкового шарів канадець звужується і спрямляється, а на рівні мозкового шару утворює петлю, що має назву петля Генле.

Петля Генле своїми закрутами входить у кірковий шар нирки. У цьому шарі вона набуває звивистого вигляду і має назву вторинного, або дистального каналця, який переходить у збірну трубочку. Збірні трубочки, зливаючись, утворюють загальні вивідні протоки, які входять у порожнину ниркової миски. Саме до неї надходить утворена сеча, яка сечоводом виводиться з організму.

Утворення сечі включає такі процеси: фільтрацію плазми за рахунок витиснення води і розчинених у ній органічних і неорганічних речовин у кровоносному капілярному клубочку. На цій стадії утворюється первинна сеча. При просуванні по каналцях петлі Генле та по вторинних каналцях, які також обплетені густою капілярною мережею, із первинної сечі всмоктуються (реабсорбуються) більша частина води, іони  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , амінокислоти,

глюкоза і низькомолекулярні білки. Утворена після реабсорбції вторинна сеча не має білку, глюкози та деяких інших речовин. Але в ній збільшується концентрація сечової кислоти, сечовини, аміаку, сульфатів, фосфатів,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  та інших елементів.

Нирки водяних хребетних мають особливості, пов'язані як з рівнем філогенетичного розвитку, так і з екологічною характеристикою середовища. У кісткових риб здійснюється гіпотонічна регуляція, в ній надзвичайно важлива роль належить ниркам. На відміну від міног, у яких фільтруючий апарат представлений одним великим гломусом (клубочок кровоносних капілярів разом з каналцями для відведення первинної сечі), у риб їх значна кількість, і вони входять до кожного нефрону. Завдяки такій розгалуженій системі фільтрувальних гломусів у прісноводних риб може виводитися така кількість води, яка дозволяє утримувати стабільний осмотичний тиск крові. Ефективність функціонування нирок риб залежить від гломерулярного процесу фільтрації, тобто початкового етапу утворення сечі, її формування включає три процеси: фільтрацію, реабсорбцію у проксимальній і дистальній частині каналців та каналцеву секрецію деяких двовалентних катіонів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), ферментів та інших речовин.

На відміну від прісноводних кісткових риб, які мають типову гломерулярну нирку (має значну кількість гломусів для фільтрування великих об'ємів рідини), у морських риб нирки можуть бути як гломерулярними, так і агломерулярними. Агломерулярна нирка не має клубочкового фільтрувального апарата. При цьому парієнтальний канадець починається відразу від капсули Боумена, а далі він продовжується у середній і дистальній сегменти нефрону. Залозисті клітини, якими утворені каналці, можуть здійснювати виведення іонів  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HPC}^{-4}$ ,  $\text{SC}^{-4}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  за рахунок їх секреції. Вважається, що у морських і прохідних

риб нирки є основним органом, який здійснює виділення двовалентних катіонів із крові.

Завдяки такій структурі нирок відбувається фільтрація плазми у просвіт капсули Боумена, з якого при проходженні по системі каналців реабсорбуються Na, K, Cl, амінокислоти та деякі інші низькомолекулярні сполуки. Внаслідок цього виділяється гіпотонічна сеча, а осмотичне активні речовини залишаються в організмі. Деякі іони можуть абсорбуватись безпосередньо з води зябровим апаратом.

На відміну від прісноводних у морських риб цей процес має зворотний характер, тобто виводяться солі і утримується вода. По відношенню до водного середовища прісноводні види риб - гіперосмотичні, а морські - гіпоосмотичні. Вода, яка надходить в організм риб через зовнішні покриви тіла та слизову оболонку травного шляху гіпоосмотична по відношенню до внутрішнього середовища риб. Прісноводні риби не п'ють активно воду, але значні кількості її надходять в організм через зябровий апарат та слизові оболонки ротової порожнини та інших частин тіла. Певна частина води потрапляє під час заковтування поживи. Усе це створює постійну загрозу гіпергідратації організму.

У морських кісткових риб вода через шкіру і зябра не надходить, а навпаки, втрачається і, щоб попередити обезвожування організму, риби заковтують морську воду. Кількість спожитої води у окремих видів риб може бути досить значною. У більшості морських риб вона становить 10-20 см<sup>3</sup>/кг ваги, а у тилапії досягає 200-234 см<sup>3</sup>/кг.

Морські риби виділяють набагато менше сечі, ніж прісноводні. Так, у опсануса (*Opsanus*) і морського чорта (*Lophius*) виділяється протягом доби біля 2,5 см<sup>3</sup>/кг, але така сеча досить концентрована. У морських риб дуже низька швидкість гломерулярної фільтрації, яка становить за добу: у вугра - 1,5, камбали - 1,4, у фундулюса (*Fundulus heteroclitus*) - 1,0, а у тихоокеанського морського в'юна (*Xiphister*) - тільки

0,34 % маси тіла. Морські риби змушені весь час зберігати воду і виділяти солі. Цим пояснюється, що морські риби заковтують воду, яка, проходячи по кишковому тракту, всмоктується разом з  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  та іншими речовинами. Більшість же неорганічних речовин виводиться з організму різними шляхами. Так,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  та  $\text{SO}_4^{2-}$  виводяться з фекальними масами та екскретуються з сечею, а більша частина  $\text{Na}$ ,  $\text{Cl}$  та невелика частка калію залишають організм через залозистий апарат зябер, які у риб відіграють надзвичайно важливу роль у сольовому обміні, їх поверхня значно більша, ніж навіть поверхня шкіряного покриву. Так, у опсануса (*Opsanus*) вона перевищує поверхню тіла у 10 разів, а у макрелі (*Scomber scombrus*) - у 60 разів.

Висока інтенсивність обміну натрію як найбільш важливого іона, з яким пов'язаний перенос молекул води через біологічні мембрани та який відіграє значну роль у осмотичній концентрації рідин, забезпечує риbam адаптацію до прісних і солоних вод. Інтенсивність обміну натрію в організмі водяних тварин залежить від його концентрації у воді. При цьому сольовий склад прісних і солоних вод відображається і на плазмовій концентрації натрію у риб. Так, якщо при перебуванні вугрів у прісних водах концентрація  $\text{Na}^+$  у плазмі крові становила в середньому 108 мекв/дм<sup>3</sup>, а його екскреція не перевищувала 8,3 мекв на 100 г маси тіла за годину, то під час морського періоду життя плазмова концентрація підвищувалась до 153 мекв/дм<sup>3</sup>, а його виведення з організму зростало до 700 мекв на 100 г маси тіла за годину.

На відміну від натрію, вміст у крові якого знаходиться у прямій залежності від концентрації у воді, концентрація калію, кальцію і магнію у біологічних рідинах риб більше залежить від їх надходження з кормом, а не з водою.

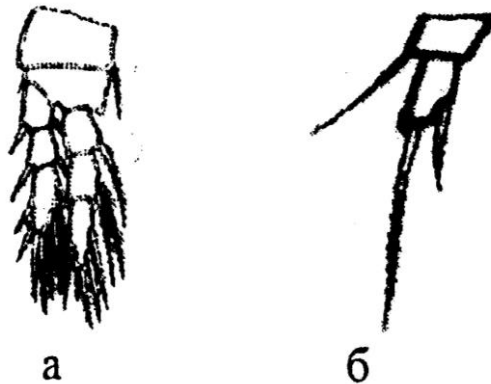
**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

**Лабораторне заняття № 14. (2 год.)**  
**Тема: Органи руху планктонних організмів.**

**Завдання.** Розглянути рис. 1, 2, 3 та ознайомитись з різними видами органів руху планктонних організмів: грудними ногами (циклоп), антенами (дафнія), коловертальним апаратом (коловертки). Зарисувати будову одного із видів органів руху.

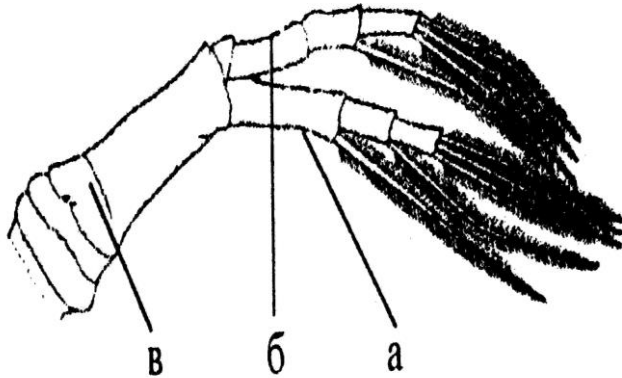
*Пояснення.* Органи руху, якими слугують грудні ноги, розглядають на циклопах, що належать до підкласу веслоногих класу максилоподи. Спочатку необхідно повторити їх будову (домашнє завдання).

Циклопи – мешканці прісних водойм. Пересуваються стрибкоподібно, одночасно торкаючись чотирма парами грудних (плавальних) ніжок (п'ята пара редукована) (рис. 1., а, б). Обидві ноги кожної пари з'єднанні між собою хітиною пластинкою, тому вони рухаються одночасно; при швидкому ударі ніг циклопи роблять поривчасті стрибкоподібні рухи, які можуть бути спрямовані в будь-яку сторону. Як тільки плавальні ноги припиняють свою роботу, циклопи досить швидко опускаються вниз, займаючи майже вертикальне положення.



**Рис 1. Ногощелпи, або грудні кінцівки циклопа:**  
*а - нога четвертої пари; б - нога п'ятої пари*

Органи руху – антени – розглядають на представниках дафній ряду гіллястовусих класу зяброногих ракоподібних. Насамперед, необхідно повторити будову дафнії (домашнє завдання).

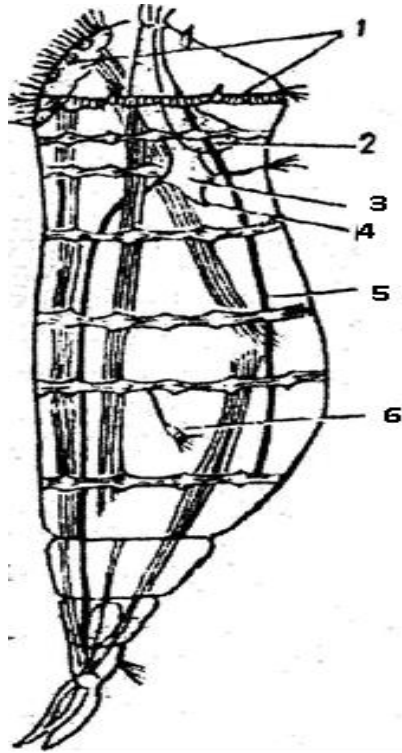


**Рис. 2. Будова антени дафнії:**

*а - ендоподит, б – екзоподит, в - протоподит*

Антени – єдині органи руху, добре розвинуті, двогіллясті – складаються з великого протоподита, зовнішньої антени або екзоподита, і внутрішньої, або ендоподита, вкритих плавальними щетинками (рис. 2., а, б, в). Всередині антени розвинута сильна мускулатура. Кожна антена приводиться в рух трьома абдукторами, трьома аддукторами і одним леватором; два перших абдуктори і леватор своїми віялоподібно розширеними кінцями прикріплені до хітину спинної частини голови. Підйом антени здійснюється внаслідок скорочення аддукторів і леватора, абдуктори є їхніми антагоністами.

Такі органи руху, як коловертальний апарат розглядають на представниках одного класу і одного типу – Коловертки (рис. 3.).



**Рис. 3. Схема будови коловерток збоку:**

**1 – коловертальний апарат, 2 - ретроцеребральний орган,  
3 - мозковий ганглій, 4 - мозкове око, 5 – нервові стовбури,  
6 – щупальце**

Більшість коловерток ведуть вільний спосіб життя. Органом руху є так званий коловертальний апарат, розташований на головному відділі тіла. Він є сукупністю війок, які тісно розміщені по краях дископодібних виростів голови й своїм биттям нагадують миготіння спиць колеса. Якщо ж коловертка прикріплюється до субстрату, рух війок створює вир, який затягує до ротового отвору поживні частинки. Будова коловертального апарата може бути простою – у вигляді війчастої ділянки навколо рота або



ускладненою, але функції його залишаються тими ж. На голові в коловороток часто є різні вирости й придатки, у сидячих форм край голови перетворюється на більш-менш широку лійку.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

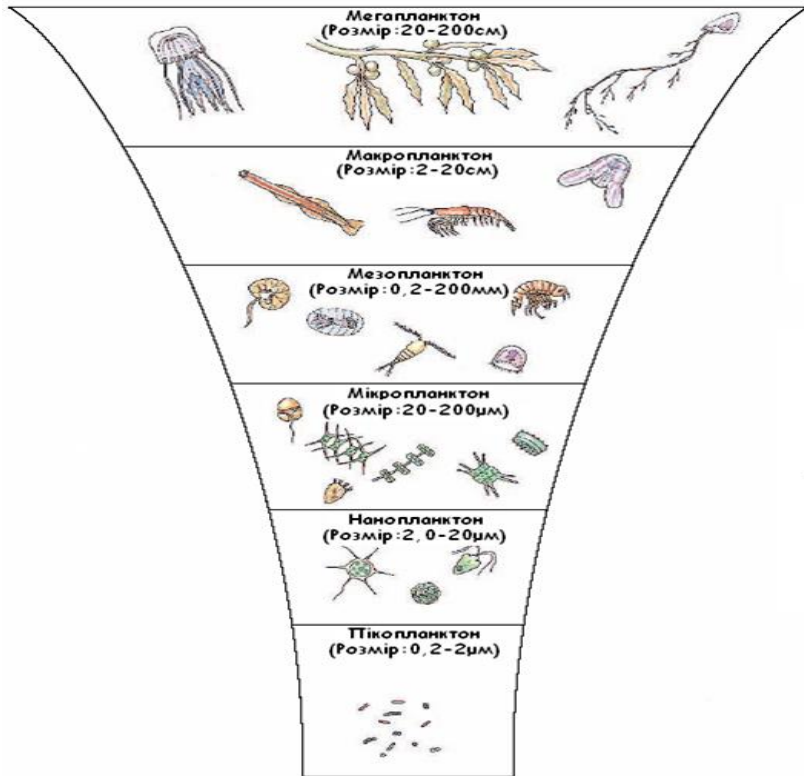
### **Лабораторне заняття № 15. (2 год.)**

**Тема: Визначення швидкості занурення організмів.**

#### *Теоретичні відомості*

Планктон складається з організмів, які вільно живуть у товщі води і не здатні протидіяти рухам водного середовища (течіям, конвекційним потокам і т. п.) через відсутність або відносно слабкий розвиток у них органів руху. З погляду систематизації планктон поділяється на рослинний, або фітопланктон, і тваринний, або зоопланктон.

До складу планктону входять, по-перше, *голопланктонні організми*, які все своє життя, включаючи і період розвитку, проводять поза зв'язком з твердим субстратом, і по-друге – *меропланктонні організми*, які деякий період свого життя проводять на дні водоймищ. До останніх належать, наприклад, планктонні личинки черв'яків, голкошкірих, молюсків, ракоподібних та інших морських донних тварин, гідроїдні медузи, які відбруньковуються від поліпів, а також багато інших організмів, що живуть у прибережній області, у т. ч. цисти і яйця, які знаходяться в стані спокою, а для подальшого розвитку опускаються на дно. Залежно від розміру організмів планктон поділяється на такі групи (рис. 1.).



**Рисунок 1. Планктон часто розділяють на категорії, основані їх розміром**

*Ультрапланктон* (*пікопланктон*, бактерії) – величина організмів не перевищує декількох мікронів, нижня границя за межами бачення.

*Нанопланктон*, або карликовий планктон (дрібніші нижчі рослини і найпростіші) – величина організмів вимірюється мікронами і десятками мікронів; завдяки своїм дуже малим розмірам організми нанопланктону проходять через густе шовкове сито, можуть бути досліджені тільки за допомогою центрифугування або камерного методу, тому ця група організмів називається також центробіжним, або камерним, планктоном.

*Мікропланктон* (основна частина фітопланктону, а також інфузорії, коловертки, дрібні ракоподібні і т. п.) – величина організмів вимірюється десятими і сотими долями міліметра; уловлюється планктонними сітками з густого шовкового сита або методом осідання, тому називається також сітковим, або осадовим, планктоном.

*Мезопланктон* (крупні представники фітопланктону, основна частина зоопланктону морів) – величина організмів вимірюється міліметрами; уловлюється планктонними сітками з порівняно рідкого шовкового сита, тому також називається сітковим планктоном.

*Макропланктон* (вищі раки, медузи, пелагічні крупні черви, хетогнати і т. п.) – величина організмів вимірюється сантиметрами; зустрічається тільки в морях; уловлюється великими планктонними сітками або пелагічними тралами із крупнокомірчастого матеріалу.

*Мегапланктон* (більшість сцифоїдних медуз, крупних сифонофор і т. п.) – величина організмів вимірюється десятками сантиметрів; трапляється лише в морях.

Відмінна особливість планктонних організмів – їх здатність знаходитись у воді в завислому стані – дуже відображається на їхній будові.

Більшість видів зоопланктону належить до активних плавців. Питома вага цих організмів майже завжди в декілька разів перевищує вагу самої води, тому вони в стані спокою, наприклад, при анестезуванні, більш чи менш швидко опускаються. Швидкість занурення, залежно від розмірів організмів, вимірюється міліметрами або сантиметрами за секунду.

Веслоногі рачки, або копеподи, що належать до звичайних і найбільш поширених представників морського і прісноводного планктону, рухаються за допомогою синхронних ударів своїх грудних ніг; органами руху гіллястовусих рачків, або кладоцер, є антени, які мають

сильну мускулатуру; рухи коловороток здійснюються за допомогою коловортального апарату, а інфузорій (наприклад, морських *Tintinninea*) – биттям війок; плавання гідроїдних і сцифоїдних медуз відбувається за принципом зворотного поштовху при викиданні води з порожнини дзвона.

Більшість представників фітопланктону мають здатність до самостійних рухів, що звичайно викликано коливаннями плазматичних джгутиків, як, наприклад, у перидіней і коколитофорид. Проте існують планктонні організми, які не мають органів руху, вони не плавають, а ширяють у воді. До таких організмів належать серед водоростей – діатомеї і синьо-зелені, а серед тварин – радіолярії і форамініфери. Деякі вільно рухомі тварини, як, наприклад, сифонофори, аппендикулярії або ж личинки комара коретри мають здатність тривалий час знаходитись у воді без руху; плавання цих організмів відбувається переважно в горизонтальному напрямку.

Для існування у воді в завислому стані у планктонних організмів виробився ряд пристосувань, які зменшують їх залишкову вагу і збільшують опір форми.

**Залишкова вага** – це різниця між вагою будь-якого тіла і вагою витісненої ним води. Чим більша залишкова вага, тим більша швидкість занурення, і навпаки. При залишковій вазі, що дорівнює нулю, встановлюється однакова рівновага.

Пристосування до зменшення залишкової ваги планктонних організмів можна поділити на декілька груп:

*Редуція скелетних утворень.* Всі планктонні організми не мають важкого скелета і за цією ознакою різко відмінні від близьких форм, що ведуть донний спосіб життя. Планктонні діатомеї, мають легший скелет, порівняно з донними видами, стулки яких більше просочені кремнеземом і значно важчі. У пелагічних видів гіллястовусих раків хітинова раковина значно тонша і ніжніша, ніж у видів, що мешкають на дні. Пелагічні вищі раки, на противагу донним

видам, характеризуються відсутністю важких панцирів з вапняку. Теж саме спостерігається і в морських крилоногих та кіленогих моллюсків, які характеризуються або повною відсутністю раковини, або дуже слабким її розвитком.

*Просочування водою.* Більшість планктонних рослин і тварин відрізняються дуже великим вмістом води. Кількість її часто перевищує 90%, що має велике значення для зменшення залишкової ваги, тому що плазма, питома вага якої в середньому дорівнює 1,05, важча не тільки для прісної, але й для морської води (питома вага прісної води рівна 1,00, а для морської води вона коливається, залежно від температури і солоності, від 1,02 до 1,03). Просочування водою призводить до утворення драглистої речовини, яка особливо розвинута у медуз і сифонофор, а також у пелагічних моллюсків, морських стрілок та ряду інших тварин. У прісноводних організмів часто спостерігається виділення прозорої драглистої речовини, яка покриває тіло ззовні, як наприклад, у деяких синьо-зелених і десмідієвих водоростей, а також у деяких коловерток. У багатьох радіолярій всередині тіла є вакуолі, які містять рідину, питома легшу, порівняно з морською водою.

*Жирові включення.* Масляні і жирові включення є, здебільшого, резервною речовиною, проте вони одночасно забезпечують зменшення залишкової ваги. У планктонних водоростей першим продуктом фотосинтезу є не крохмаль, а легше масло. Дуже часто жирові включення є і в різних планктонних тварин. Часто всередині тіла прісноводних і морських веслоногих рачків можна побачити велику кількість жирових включень у вигляді краплин або навіть спеціального жирового органу, який розташований вздовж кишечника. Такі ж включення спостерігаються у гіллястувусих рачків, коловерток та багатьох інших планктонних тварин.

*Газові включення.* На противагу рідким включенням, які практично не стискаються, газові включення змінюють

об'єм залежно від зміни температури і тиску. Тому організми, які мають газові включення, можуть за допомогою цього гідростатичного апарату не тільки зберігати однакову рівновагу, але, у випадку необхідності, підніматися вгору або опускатися вниз. Найбільш досконалим, з цієї точки зору, є гідростатичний апарат у личинок перистовусого комара коретри, ведучого планктонний спосіб життя. У багатьох сифонофор є великий пневматофор, наповнений повітрям і за допомогою каналу сполучений з навколишнім середовищем. Планктонні синьо-зелені водорості містять у своїх каналах численні дрібні газові включення, за допомогою яких вони піднімаються з дна на поверхню води.

**Опір**, який відчувається у воді тілом, що занурене, залежить від його питомої поверхні і величини вертикальної проекції; опір, який визначається цими величинами, називається опором форми. Питома поверхня, тобто відношення абсолютної поверхні до об'єму тіла, є найменшою в кулі; у міру видовження однієї або двох осей тіла, а також утворення різних виростів, питома поверхня зростає. Вертикальна проекція залежить від положення площини тіла щодо вертикалі. Якщо тіло має пластинчасту форму, то величина вертикальної проекції стає максимальною при такому коли вона розташована в площині, перпендикулярній до напрямку дії сили тяжіння.

Флотація (плавучість) гідробіонтів може розглядатися як занурення з найменшою швидкістю, і тоді формула плавучості виглядає так (В. Оствальд):

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

*a* – швидкість занурення,

*b* – залишкова вага (різниця між вагою організму і вагою витиснутої ним води),

*c* – в'язкість води,

*d* – опір форми.

Із цієї формули слідує, що організми можуть збільшувати плавучість, підвищуючи тertia об воду й зменшуючи залишкову вагу.

Пристосування до збільшення опору форми планктонних організмів можна поділити на такі групи.

*Видовження однієї осі.* Більшість рослинних і тваринних видів мають видовжену, паличкоподібну форму тіла. Таку форму мають деякі види діатомей, перидіней, а серед тварин – морські стрілки та ряд інших організмів. У нормальному положенні вони тримаються горизонтально. Якщо під впливом хвиль або з інших причин це положення змінюється на вертикальне, то організми будуть швидко занурюватися гострим кінцем вниз. Проте завдяки наявності направлених виростів або зігнутої форми тіла, це падіння буде йти не прямолінійно, а по кривій, тому організми швидко знову займуть горизонтальне положення. Видовження однієї осі досягається також утворенням колоній, які часто трапляються у різних планктонних водоростей, а з тварин – у сальп.

*Видовження двох осей.* Серед планктонних організмів часто трапляються дископодібні, пластинчасті форми. Більшість діатомей і перидіней мають вигляд пластинки або утворюють парашутоподібні вирости. Плоска форма тіла властива деяким представникам зоопланктону – радіоляріям, медузам, пелагічним поліхетам, веслоногим рачкам і деяким тваринам.

*Утворення виростів.* Важко вказати будь-яку групу планктонних організмів, серед яких не було б великої кількості видів, що мають шипи, голки, довгі вирости та інші утворення. Всі ці вирости розглядаються як пристосування, що збільшують опір форми. Проте далеко не завжди це відповідає дійсності. Спостереження над живими організмами показали, що вирости дафнії і босміни розташовуються у нормально зорієнтованих особин у

вертикальній площині і призначені не для зменшення швидкості занурення, а для вибору напрямків і збереження прямолінійності рухів. Наприклад, вирости десмідієвих водоростей, вкриті драглистою речовиною, розташовуються колоніально, а шипи ряду радіолярій, занурені в екстракапсулярну плазму, не можуть вважатися за придатки, які збільшують опір форми. У багатьох випадках вирости діатомей призначені не для зменшення швидкості занурення, а для використання слабких конвекційних потоків води, що піднімають ці організми в зону фотосинтезу; за відсутності руху води водорості опускаються на дно.

**Завдання 1.** Визначення швидкості занурення планктонних організмів.

*Пояснення.* Для визначення швидкості занурення планктонних організмів використовують дафнію, що належить до ряду гіллястувосих класу зяброногих ракоподібних. Для цього беруть високий заповнений до верху водою скляний циліндр і переносять на поверхню води пінцетом одну крупну, попередньо анестезовану дафнію. Анестезування проводять на годинниковому склі, додаючи до води однопроцентний розчин сірчаного ефіру або слабкий розчин соди чи соляної кислоти. Знаючи висоту циліндра і час (який визначається за секундоміром або секундною годинниковою стрілкою), протягом якого дафнія опускається на дно посудини, можна вирахувати швидкість занурення організму.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_



## Лабораторне заняття № 16. (2 год.)

### Тема: Захисні пристосування водних організмів до несприятливих умов.

**Матеріал:** фіксовані прісноводні губки і моховатки, препарати з гемулами і статобластами, фіксовані або живі дафнії з ефіпіумами і партеногенетичними яйцями;

**Обладнання:** мікроскоп, лупа, препарувальні голки, пінцет, предметні скельця, чашки Петрі, таблиці: гемул, статобластів, ефіпіумів різних видів дафній, самок і самців дафній.

**Завдання:** розглянути гемули губок, статобласти моховаток, ефіпіуми ракоподібних, замальовати самок з партеногенетичними яйцями і самців.

#### **Теоретичні відомості.**

Прісноводні і морські організми мають різні пристосування, які дозволяють витримати несприятливі періоди – пересихання, промерзання водойм, зміни солоності, недостачу їжі та ін. Деякі організми за таких умов закопуються глибоко у ґрунт, інші утворюють цисти. Багато організмів, гинучи самі, утворюють стійкі стадії спокою, які здатні тривалий час знаходитися поза водою і знову розвиватися при заповненні водойми. Організми, які населяють біотопи з непостійною або слабкою вологістю, у періодично змочуваному піску і мулі, на корі дерев, на моху боліт, володіють здатністю висихати до плівки і впадати в анабіоз. При змочуванні вони знову оживають, наприклад, деякі коловертки, нематоди.

Губки і моховатки перед відмиранням утворюють внутрішні бруньки, які у губок називаються *гемулами*, у моховаток – *статобластами*.

Гемули є характерними для більшості прісноводних губок і є відомими для небагатьох морських видів. Вона

мають шароподібну форму, забарвлені у темний колір. Розмір – до 0,5 мм. Гемули складаються із клітинної маси, що знаходиться у хітиновій капсулі, яка в свою чергу оточена товстим шаром повітряносної тканини. Вони утворюються у тілі губок восени. При відмиранні колоній вони падають на дно, а навесні із них розвиваються молоді особини.

Статобласти моховаток – чечевицеподібні або шароподібні темні тільця, покриті щільною хітиною оболонкою. Вони бувають прикріпленими і плаваючими.

Статобласти, покриті простою оболонкою, прикріплюються до різних підводних предметів.

Плаваючі статобласти оторочені кільцем повітряних камер, які допомагають їм триматися на поверхні води. Восени колонії моховаток відмирають. Статобласти, які перезимували, навесні розкриваються, і з них виходять молоді особини, які дають початок новим колоніям. Коловертки, багато ракоподібних (черепашкові, веслоногі, гіллястовусі та ін.) утворюють за несприятливих умов яйця спокою (латентні яйця), які скидаються у воду, а самі організми, якщо умови життя покращуються, продовжують розвиватися партеногенетичним шляхом.

За сприятливих умов кладоцери розвиваються партеногенетичним шляхом. Залежно від виду рачка число партеногенетичних яєць коливається від 2-4 (*Chydoridae*) до 100 (*Daphnia magna*), розвиток відбувається протягом 3-6 днів. Із таких яєць виходять лише самки. Однак за несприятливих умов у партеногенетичних пометах з'являються самці. Статевий диморфізм у кладоцер виявляється у тому, що самці у 1,5-2 рази є меншими за самок. Їх перші антени рухливі. Вони є більшими, ніж у самок. Поява самців призводить до двостатевого розмноження, в результаті якого закладаються латентні яйця, яким потрібний для свого розвитку стан спокою, який може тривати багато місяців. Кількість латентних яєць зазвичай не

перевищує 1-2, рідко – до 6. Латентні яйця гіллястовусих включені в особливі утворення, які розташовуються на спинному боці, і називаються – *сідельце-ефіпіум*. Утворюються ефіпіуми із спинної частини стулок черепашки; вони сильно хітинозовані, мають темне, майже чорне забарвлення. Стінки ефіпіума мають складну будову і пронизані повітряносними камерами. В одних видів ефіпіуми плавають, в інших – опускаються на дно і прикріплюються до субстрату за допомогою довгих гачків. При черговій линьці рачки разом з панцирем скидають і ефіпіуми. Після періоду спокою із латентних яєць розвиваються лише самки.

Ряд організмів поширені лише у тимчасових водоймах, тобто які періодично пересихають. Наприклад, щитні. Латентні яйця, які ці ракоподібні відкладають у воду, вирізняються дивною здатністю протягом кількох років знаходитися у сухому стані, не гублячи здатності до розвитку.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

## IV СЕМЕСТР

### Лабораторне заняття № 17. (2 год.)

#### Тема: Способи добування їжі водяними тваринами.

Більшість гіллястовусих раків (Cladocera) відносяться до числа типових активних фільтраторів (*рис. 1*). Процес живлення дафнії пов'язаний з рухом ніг, які втратили функції руху і пристосувалися до вловлювання дрібних часток сестона. Фільтраційний апарат дафній досягає найбільшої складності в порівнянні з аналогічними утвореннями інших представників жаброногих раків.

Фільтраційна камера знаходиться між грудними кінцівками, позаду закрита ногами п'ятої пари і розташованим між ними постабдоменом. Проціджування води через фільтр відбувається в результаті зниження тиску у всмоктуючих камерах. З кожного боку є по 4 всмоктуючі камери в відповідності до п'яти пар ніг. Головну роль у відфільтровуванні їжі відіграють 2 останні пари всмоктуваних камер, які мають з внутрішнього боку розвинуту решітку із щетинок, що відходять від внутрішніх країв ніг третьої і четвертої пари. Щетинки решітки йдуть паралельно і мають додаткові тонкі похилі волоски. Завдяки цьому решітки набувають характер дуже тонкого фільтру, який не пропускає через свої отвори найдрібніші організми нанопланктону. Ззовні кожна із всмоктуючих камер обмежена стулкою раковини, до якої тісно притиснутий епіподит, великий оточений волосками преепіподит і дві бічні щетинки ексоподита. З нижнього боку всмоктуюча камера зачинена широко розвинутою пластинкою ексоподита. Простір між ексоподитом і фільтраційною решіткою зачиняється у всмоктуючих камерах третьої пари щетинками рудиментарних ендитів ніг третьої пари, а в четвертих камерах-спрямованим всередину виростом ексоподитів четвертої пари. Зі спинового боку камери оточені черевцевою

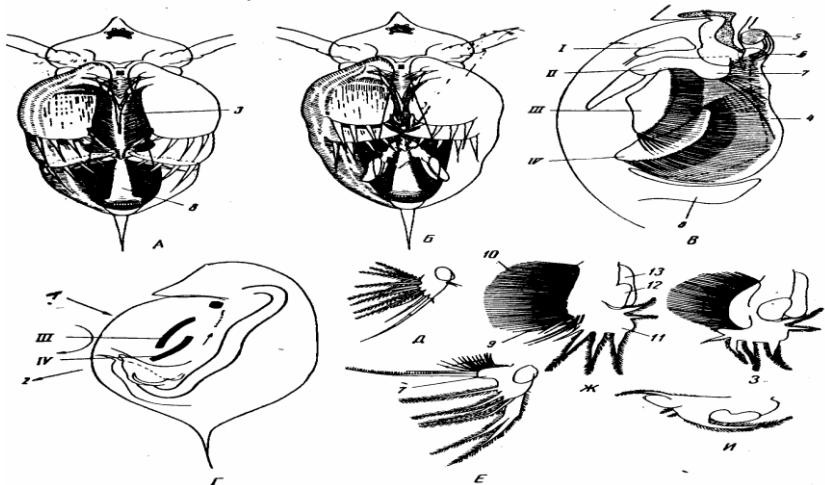
стороною тіла, по боках якого проходять щільно притиснені до стулок раковини бічні вирости, які відокремлюють порожнину фільтраційного апарата від порожнини виводкової камери. В фазі абдукції, яка супроводжується розширенням всмоктуючих камер, кінцівки, які знаходилися до того в горизонтальному положенні, починають рухатися в сагітальній площині і утворюють з тілом гострий кут. Виключенням є ноги п'ятої пари. Бічна частина цих ніг, яка складлається із преепіподита, епіподита і великої оточеної з усіх боків волосками щетинок ексоподита, згинається у фронтальній площині по лінії сполучення з базальною частиною ноги. Ноги цієї пари, які знаходяться спочатку в транверсальній площині, майже одночасно з рухом ніг четвертої пари починають відходити назад і займають положення паралельне вісі організму. Під час цього руху, який супроводжується збільшенням обсягу чотирьох всмоктувальних камер, ноги четвертої пари не переривають контакта зі стулками раковини, ковзаючи по ним щетинками ексоподита. В фазу аддукції ексоподити ніг четвертої пари відділяються від ніг п'ятої пари, вода видушується із всмоктувальних камер. Цьому сприяє також рух, викликаний ногами п'ятої пари, які піднімаються в цей час в своє вихідне положення. Вздовж всієї фільтраційної камери проходять черевцеві жолобки, в яких відфільтровані частки сестона спрямовуються вперед разом з потоком води, викликаним рухом проксимальних щетинок ніг третьої і четвертої пари, а також довгих щетинок максиллярних виростів ніг другої пари. Останні щетинки максиллярних виростів слугують для стискання накопичених між ними харчових часток в грудочки і для відправки їх в ротовий отвір. Темп руху кінцівок дафній в залежності від фізіологічного стану організму досягає 200-300 ударів в хвилину. Їжа складається з дрібних організмів нанопеланктону і відповідає величині часток детриту, який є продуктом розпаду залишків тварин і рослин.

## Практичне завдання 1

1. Для вивчення механізму фільтрування харчових часток помістимо дафнію в невелику кількість води на предметне скельце з заглибленням. Вся робота розподіляється на 3 етапи. Знайдемо вхідний і вихідний потоки води. Розглянемо живу дафнію в воді, в яку додамо дрібно розтертого карміна або китайської туші до отримання інтенсивного забарвлення. Спостерігаємо наявність двох потоків води - одного вхідного в порожнину раковини через передню частину щілини між стулками і другого вихідного із цієї порожнини. Внесені всередину раковини частки фарбованих речовин після відфільтрування через фільтр, який утворений щетинками грудних ніг, накопичуються в червцевому жолобі, який проходить по нижньому боці тіла і потім спрямовується до ротового отвору. Через деякий час після початку експеримента весь кишечник заповнюється тією речовиною, якою дафнія годувалася. Позначте час надходження першої порції речовини і час заповнення цією речовиною всього кишківника для того, щоб визначити коефіцієнт відновлення.

Для визначення частоти ударів ніг свіжо спійману дафнію помістити на часове скло і визначити число скорочень ніг за хвилину.

Для вивчення фази абдукції, при якій кінцівки відходять від тіла, і фази аддукції (притискання їх до тіла) спостереження треба проводити не тільки на лежачому на боці організмові, а також на розташованому червцевою стороною догори. В останньому випадку можна бачити підняття і опускання грудних ніг. Для утримання дафній в вертикальному положенні краще всього тримати їх в невеликій кількості води з волокнами вати. Легкими рухами препарувальних голок поставити дафнію в вертикальне положення.



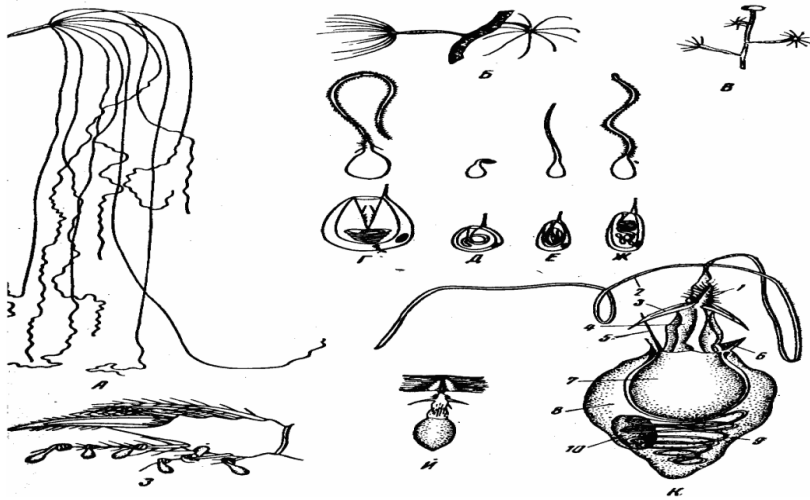
**Рис.1. Живлення фільтраторів:**

*А-фаза абдукції; Б-фаза аддукції; В-повздовжній розріз через тіло дафнії-потоки води, які викликають рух ніг; Д-нога першої пари; К-нога другої пари; Ж-нога третьої пари; З-нога четвертої пари; И-нога п'ятої пари; 1-вхідний потік води; 2-вихідний потік води; 3-фільтраційна камера; 4-черевцевий жолобок; 5-мандібула; 6-максила; 7-максиллярний виріст; 8-постбдамен; 9-ендит; 10-гребінь щетинки; 11-ексоподит; 12- епіподит; 13-преепіподит I-IV-ноги першої-четвертої пари*

Гідра – це просто побудований поліп, довжина тіла 5-8см. У виправленому стані гідра має циліндричну форму. Живуть гідри в ставках, озерах та інших водоймах серед водоростей. Тіло гідри має вигляд циліндричного мішка, на якому розрізняють 4 відділи: оральний з ротовим конусом, оточений щупальцями, тулуб- розширена верхня частина, стебло-витончена гнучка його частина і оральний полюс або підшва-розширена основа, якою тварина прикріплюється до субстрату. Від орального полюса звисають 6-12 довгих ниткоподібних щупалець неоднакових за довжиною у різних видів. У середині гідри знаходиться велика кишечка –

гастральна порожнина. Мезоглея має характер тонкої опірної пластинки, в якій розташовані нервові клітини і м'язові відростки. Як щупальця, так і все тіло гідри при невеликому подразненні скорочується.

Характерними для більшості кишковопорожнинних є жалкі клітини, що виконують функцію нападу і захисту. Кожна така клітина містить овальну, заповнену рідиною капсулу, всередині якої знаходиться спіральна закручена нитка. На зовнішній поверхні клітини знаходиться тонкий чутливий відросток-кнідоциль, дотик до якого спричиняє миттєвий «вистріл» нитки і ураження ворога або здобичі (рис.2).



**Рис. 2. Живлення оцупувачів:**

*A-Hydra oligactis; Hydra vulgaris B-Chlorohydra viridissima;*

*Г-Ж-схема чотирьох типів нематоцист до (внизу) і після (зверху) вистрілу пенетрант (Г), вольвент (Д), стереолін (Е), стрептолін (Ж); 3- вольвенти на плавальній нозі циклона;*

*И-ценетрант в тканині коре три; К-пенетрант після вистрілу: 1-корпус; 2-нитка; 3-стилет; 4- шийка; 5-кнідоциль; 6-кришечка; 7-стрекальна капсула; 8-кнідобласт; 8- спіральна нитка в плазмі клітини; 10-ядро кнідобласта*



Нервова система у гідри має дифузійний характер і складається з нервових клітин, що з'єднуються своїми відростками. Розмножуються гідри безстатевим і статевим шляхом. Безстатеве розмноження здійснюється брунькуванням, при якому в будь-якому місці тіла вище підошви утворюються бічні бруньки в вигляді невеликих горбочків. Далі брунька росте і на її кінці розвиваються щупальця, проривається ротовий отвір і брунька, що набула вигляду материнської, відривається, падає на дно і починає самостійне життя. Брунькування триває все літо. Цей процес посилюється при інтенсивному живленні гідри. Восени настає період статевого розмноження. Частина видів гідр роздільностатєва, частина - гемофродити.

## **Практичне завдання 2**

1. Вибрати економічно доцільний вид кормів для відгодівлі риби. При збільшенні щільності посадки риби природна кормова база не забезпечує нормального живлення, в наслідок чого риба до осені не досягає стандартної маси. Тому для відгодівлі риби застосовують різні кормові засоби рослинного і тваринного походження. В якості корму використовують жмихи, шроти, відходи бобових культур, тваринні корми (рибне, м'ясо-молочне борошно), відходи зернових культур (борошняний пил, харчові залишки). Комбікормова промисловість випускає спеціальні гранульовані корми для риб. Вартість (В) в середньому складає 3,8 тис. грн. На практиці із 4 тис. мальків виживає 10%, вага товарної риби 800-1000 г при вартості 40 грн./кг. Визначити дохід, отриманий від реалізації риби, рентабельність і економічний ефект риборозведення.

2. Штучні корми не завжди є повноцінними по амінокислотному і мінеральному складу, вмісту вітамінів і інших біологічно-активних речовин. На таких штучних кормах риба погано набирає вагу. В зв'язку з цим необхідно

підтримувати необхідну кількість природного корму і включати в кормові суміші різні біологічно - активні речовини. З цією метою рекомендується використовувати (в % до маси корму мелену крейду (1), кормові дріжджі (0,5), трав'яне борошно (5), рибне кісткове борошно (5-10), пастоподібну масу свіжої водної рослинності, моркви, буряку (25-30), жмихи і шроти (20)). Маса корму, необхідна для вирощування 4 тис. мальків до розмірів товарної риби протягом 2 років 468 тис. т. Розрахувати масу добавок.

3. Великим резервом для риборозведення в економії дефіцитних кормів рослинного і тваринного походження і стимулювання росту риб є кормові добавки із нетрадиційної сировини (активний мул міських стічних вод, тваринницьких комплексів, корми мікробіологічного синтезу). Їх використання дає можливість підвищити продуктивність 1 га водойми на 15-25% при зниженні витрат кормів на одиницю приросту нагульної риби. Кількість кормів важливо визначити заздалегідь, для чого необхідно знати план виходу риби і кормові коефіцієнти кормів. Для того, щоб правильно використати корм на протязі вегетаційного періоду, для кожного ставка складають графік відгодівлі риби. В графіку вказують щільність її посадки на 1га, загальну витрату кормів, показник осіннього виходу, очікуваний приріст риби за літо, штучну вагу при осінньому вилові. На підставі даних минулих років рибоводи складають графік зростання і приросту риби за добу і в залежності від очікуваного приросту задають кількість кормів. Визначити потребу у кормах при дворічному терміні вирощування та трикратній посадці, якщо затрати корму на 1 га приросту 320 г.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

**Лабораторне заняття № 18. (2 год.)**  
**Тема: Експрес-методи визначення біомаси**  
**фітопланктону.**

**Мета:** ознайомити студентів з основними експрес-методами визначення біомаси фітопланктону як функціонального показника розвитку гідробіоценозу.

**Теоретичні відомості**

У рибницьких господарствах для оперативного контролю за розвитком фітопланктону використовують експрес-методи визначення біомаси фітопланктону:

- **об'ємний метод;**
- **за прозорістю води;**
- **за забарвленням води.**

**Об'ємний метод.**

Визначення біомаси фітопланктону проводять у градуйованій центрифужній пробірці. Відібрану та зафіксовану пробу фітопланктону ретельно перемішують і частину наливають у градуйовану центрифужну пробірку, дають відстоятися. Біомасу розраховують за утвореним осадом. Якщо частина водоростей міститься у верхньому шарі, їх рахують за верхньою поділкою меніска і додають до осаду, який відраховують за нижньою поділкою меніска. При цьому масу організмів в осаді ототожнюють із густиною води. Наприклад, коли осад у пробірці займає 1 см – це означає, що проба об'ємом 0,5 л містить 1 г фітопланктону, або 2 г в 1 л.

**Визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води.**

Біомасу фітопланктону орієнтовно можна визначити безпосередньо у водоймі, використовуючи індикаторний диск Секкі для вимірювання прозорості води. Біомасу фітопланктону визначають, виходячи із залежності між

прозорістю води та інтенсивністю розвитку фітопланктону, що виражається співвідношенням. Установлено, що технологічною нормою прозорості води є 1/2 середньої глибини ставу. У цих випадках спостерігають оптимальні умови для росту коропа й розвитку природної кормової бази. За прозорості 1/3 середньої глибини ставу – відзначається надмірний розвиток фітопланктону, що призводить до «цвітіння» води, та є загроза розвитку задухи; 2/3 прозорості середньої глибини ставу свідчить про недостатній розвиток фітопланктону та необхідність в удобренні ставків. Крім того, під мікроскопом визначають домінуючі групи водоростей, що особливо важливо при визначенні характеру «цвітіння» води, якщо воно має місце.

Про ступінь розвитку фітопланктону можна судити й **за кольором води**, який визначають за еталоном, занурюючи індикаторний диск на половину індикаторної прозорості. Установлено, що:

- чиста блакитна вода при значній прозорості свідчить про недостатній рівень розвитку планктону;
- зеленуватий відтінок води за нормальної прозорості засвідчує оптимальні умови для розвитку фітопланктону;
- зеленувато-сині пластівці у воді за низької прозорості свідчать про початок масового відмирання синьо-зелених водоростей та ймовірні явища задухи;
- жовтуватий колір води за малої прозорості вказує на загрозу задухи;
- оранжево-жовта вода за низької прозорості вказує на погані гідрохімічні умови у водоймі та недостатній розвиток фітопланктону.

### Практичні завдання

1. Визначити біомасу фітопланктону у водоймі (р. Дністер), використовуючи індикаторний диск Секкі для

вимірювання прозорості води.

2. Визначити біомасу фітопланктону у водоймі (р. Дністер) за забарвленням води, використовуючи індикаторний диск на половину індикаторної прозорості.

3. Оформити і захистити роботу.

### **Контрольні питання**

1. У чому полягає суть об'ємного експрес-методу визначення біомаси фітопланктону?
2. У чому полягає суть експрес-методу визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води?
3. У чому полягає суть експрес-методу визначення біомаси фітопланктону за кольором води?

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

### **Лабораторне заняття № 19. (2 год.)**

#### **Тема: Органи дихання водяних тварин.**

У процесі еволюції у гідробіонтів різних трофічних рівнів сформувались механізми адаптації до більш низького рівня кисню у воді порівняно з атмосферним повітрям. Як зазначає В.І. Вернадський, “боротьба за існування у гідросфері – це боротьба за газ, ... боротьба за кисень”. Відносно невелика концентрація кисню у воді (у середньому 7–10 мг  $O_2/дм^3$ ) і її досить широкий діапазон варіації у гідросфері ставлять певні вимоги до функціонування органів зовнішнього дихання (газообміну) і внутрішньоклітинного і тканинного засвоєння кисню.

Дихання у водяних тварин може здійснюватись через поверхню тіла без участі транспортної системи транспорту кисню кров'ю, або через окремі ділянки тіла, які перетворені у спеціальні органи дихання (зябра, трахейні зябра, легені) і мають розвинуту систему його транспорту.

Перший шлях може забезпечити потреби у кисні лише невеликих організмів, які мають сферичну форму або дуже сплюснене тіло, завдяки чому кисень може легко проникати на усю його товщу (найпростіші, плоскі черви). Кисень може дифундувати в організм і у досить структурованих організмів, наприклад, у медуз і губок, у яких поглинаючі кисень клітини розташовані тонким шаром на поверхні більш інертної маси тіла.

До водяних тварин з так званим шкірним диханням належать найпростіші, кишковопорожнинні, губки, малощетинкові черви, коловертки, деякі представники гіллястувусих і веслоногих ракоподібних. Зовнішні покриви їх тіла досить тонкі, часто мають численні вирости, які збільшують площу проникнення кисню в організм. У більшості ж багатоклітинних тварин сформовані спеціальні органи зовнішнього дихання, вони мають транспортну систему крові і лімфи, через яку кисень надходить до всіх клітин організму.

У таких водяних безхребетних, як багатощетинкові черви, більшість молюсків і ракоподібних, голкошкірих і асцидій, є зябра з великою поверхнею, вкритою тонким епітелієм. При їх омиванні водою під час плавання або прокачування її через зябра забезпечується надходження кисню до епітеліальних клітин, а далі – до лімфатичних і кровоносних судин, по яких він розноситься по всьому тілу.

У личинок деяких комах (одноденки, веснянки, бабки), які пристосувались до дихання розчиненим у воді киснем, органами зовнішнього дихання є трахейні зябра. Морфологічно вони представлені тонкостінними зовнішніми або внутрішніми виростами, всередині яких проходить система розгалужених трахейних капілярів. У різних личинок вони можуть мати різну форму і розташовуватись на різних ділянках тіла. Так, у личинок бабок трахейні зябра розташовані у прямій кишці, яка розширюється перед

анальним отвором, утворюючи зябровий міхур.

Зябровий апарат риб побудований таким чином, що забезпечує активне прокачування води через систему пелюсток, які мають розвинуту систему капілярного колообігу і де відбувається газообмін. Існують 2 механізми, які забезпечують омивання зябер водою: нагнітання і всмоктування води до зябер завдяки плаванню риби з відкритим ротом. При значній швидкості плавання таких риб, як тунець, смугастий окунь, луфар, забезпечується висока ефективність зябрової вентиляції. Подібний “напірний” тип дихання, коли вода проходить через зябра лише в одному напрямку (у більшості риб відсутні рухи типу “вдих–видих”), забезпечує максимальне вилучення кисню із води з відносно невеликими витратами енергії на ці процеси.

Високій ефективності обміну кисню між водою і організмом риб сприяє анатомічна будова зябрових пластинок, в яких рух крові у капілярах протилежний до току води. Завдяки цьому постійно зберігається градієнт концентрації кисню і вуглекислоти між кров’ю, що протікає через зябра, і водою. За таких умов постійно здійснюється дифузія кисню з води у кров, завдяки чому її насичення киснем досягає майже того ж рівня, що і в омиваючій зябра воді.

Еколого-фізіологічні особливості дихальної системи риб чітко відображають умови їх існування. Так, у швидкоплаваючих риб загальна зяброва поверхня значно більша, ніж у малорухливих риб, які мешкають у придонних шарах води. Дихальна поверхня зябер у швидкоплаваючої макрелі більша у 5 разів, а у щуки і тріски – у 1,5 рази, ніж у малорухливої камбали і риби-вудильщика.

За нормальних умов існування риб функціонує не більше 60% зябрових пелюсток. У той же час, коли риби потрапляють у середовище з низьким вмістом кисню або значно прискорюється швидкість їх плавання, починають

активно функціонувати всі зяброві структури. За адаптації до змін концентрації кисню у воді вмикаються два механізми: зябровий апарат газообміну і система транспорту кисню за участю дихальних пігментів крові, які активно зв'язують кисень. Завдяки дихальним пігментам різко підвищується загальна киснева ємність крові риб і безхребетних.

У деяких видів арктичних риб родини білокровних риб (*Chaenichthyidae*), які живуть у дуже холодних і інтенсивно аерованих водах, пігментні речовини в крові відсутні і транспорт кисню здійснюється лише через біологічні рідини. Представником так званих білокровних видів риб є крокодилова білокривка (*Chaenocerphalus aceratus*), яка веде малорухливий спосіб життя, має досить низький рівень обміну речовин.

Для риб, які живуть у водному середовищі з невисоким вмістом кисню (застійні зони), характерною є висока хімічна спорідненість гемоглобіну до кисню, тобто гемоглобін таких риб має дуже високу зв'язуючу здатність до кисню. Навпаки, у риб, які мешкають у добре аерованому і збагаченому киснем середовищі, гемоглобін менш інтенсивно насичується киснем. Крім того, при зниженні насичення води киснем зростає кількість еритроцитів. Навпаки, при його високому рівні у воді кількість формених елементів крові зменшується. Такі особливості гемоглобіну є ще одним фізіологічним механізмом адаптації риб до умов середовища.

Адаптація системи дихання у риб до газового режиму середовища виявляється і в утворенні додаткових органів, які забезпечують більш широкі можливості пристосування до екологічних умов.

Так, у риб, що живуть у пересихаючих водоймах, додатково розвинулись навколозяброві порожнини, стінки яких мають зморшкувату структуру, вкриту епітелієм і густою мережею кровоносних капілярів. У таких "лабіринтах" може тривалий час підтримуватись достатня



кількість вологості, яка запобігає пересиханню зябер при виході риб з води на сушу. Завдяки таким утворенням у в'юнів (*Misgurnus fossilis*) і південноамериканського сомика (*Hoplosternum thoracatum*) газообмін з повітрям здійснюється через спеціальні утворення, розташовані у задньому відділі кишкового тракту і пронизані густою сіткою кровоносних капілярів.

Риби, які здійснюють досить тривалі міграції по суші, на певний час можуть переходити здебільшого на шкіряне дихання. Так, у звичайного вугра при виході на сушу на шкіряне дихання припадає близько 66% надходження кисню в організм. При перебуванні у воді за його рахунок забезпечується не більше 10% кисню, а решта надходить в організм риби через зябра. Певний час можуть перебувати на суші деякі вищі раки (річковий рак, краби). У них зяброва система газообміну багата на слизові клітини розміщена всередині тіла, під панциром, завдяки їх секреторній діяльності у дихальній порожнині постійно підтримується достатній рівень вологи.

У багатьох видів риб для повітряного дихання у процесі еволюції сформувався плавальний міхур, у стінках якого розміщена система капілярних судин. Артерії, які приносять окиснену кров, утворюють поблизу епітелію плавального міхура сітку капілярів, переплетену з такою ж сіткою відвідних венозних капілярів. Ця сітка виконує 2 найбільш важливі функції: з одного боку, вона підвищує концентрацію кисню у крові, яка надходить до епітелію плавального міхура, а з другого, запобігає втратам кисню з венозною кров'ю.

Отже, у процесі еволюції у водяних тварин сформувалися досить ефективні системи засвоєння кисню з води і виведення вуглекислоти. Так, костисті риби можуть засвоювати до 85% розчиненого у воді кисню. У хрящових риб ця величина становить 70–77%. Значно менша

ефективність дихання (10–25%) у міног, які, серед небагатьох видів риб, використовують для омивання зябер рухи типу вдих–видих. Іншою особливістю риб є значно більша ефективність тканинної утилізації кисню з крові (у 2,5–3 рази) порівняно з наземними тваринами.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 20. (2 год.)**

#### **Тема: Визначення меж виживання організмів за різних величин активної реакції середовища.**

Концентрація водневих іонів у природних водах досить стійка, оскільки вони завдяки присутності карбонатів являють собою сильно забуферену систему. При відсутності карбонатів рН води може знижуватися до 5,67, коли є її повне насичення вуглекислим газом. У сфагнових болотах рН може знижуватися до 3,4, тому що, з одного боку, у їхній воді мало карбонатів, а з іншого боку – присутня сильна сірчана кислота. Під час інтенсивного фотосинтезу рН може підніматися до 10 і більше внаслідок майже повного зникнення з води вільного  $\text{CO}_2$  (споживаного рослинами) і підлугування середовища карбонатами. У морських водах рН звичайно дорівнює 8,1–8,4. Природні води із рН від 3,4 до 6,95 називаються кислими, із рН від 6,95 до 7,3 – нейтральними й із рН  $> 7,3$  – лужними. У тому самому водоймі рН протягом доби може коливатися на 2 одиниці і більше: уночі вода підкисляється вуглекислим газом, що виділяється в процесі дихання, удень підлугується в результаті споживання  $\text{CO}_2$  рослинами. У ґрунтах озер і боліт рН звичайно нижче 7, у морських відкладах він часто вище 7. Наприклад, рН червоної глини, одного з найпоширеніших океанських ґрунтів, дорівнює 7,05–7,41.

Екологічна дія рН, очевидно, позначається через зміну

проникності зовнішніх мембран і водно-сольового обміну в організмів. Серед останніх розрізняють форми стеноіонні, що живуть у водах з коливаннями рН в 5–6 одиниць, і еврііонні, що витримують більші зміни цього фактора. З еврііонних форм можна назвати личинок комара *Chironomus*, здатних витримувати коливання рН від 2 до 10, рачків *Cyclops languidus* і *Chydorvis ovalis*, коловерток *Anuraea cochlearis* та ін.

Стеноіонні форми, що віддають перевагу кислим водам, називаються ацидофільними, ті що живуть у лужних водах – алкаліфільними. До перших, зокрема, належать джгутикові *Cartesia obtusa* і *Astasia*, коловертка *Elosa worallii* та інші мешканці сфагнових боліт, що живуть у воді із рН до 3,8 і не зустрічаються в нейтральних і лужних водах. Прикладом алкаліфільних гідробіонтів є молюски з вапняною раковиною, що живуть у водах із рН > 7. Бентосні форми прісних вод, що живуть в умовах деякого підкислення середовища, помітно легше витримують відхилення рН у бік менших величин, ніж більших. З віком стійкість гідробіонтів до зрушення рН підвищується. Так, молоді рачки *Gammarus pulex* гинуть у воді із рН 6–6,2 через 1,5–2 доби, а більші – через 5 діб.

Характеристика окислювально-відновного потенціалу (Eh) дається звичайно або в мілівольтах, або у величинах гН (логарифм величини тиску молекулярного водню, взятий зі зворотним знаком).

Вода морських і прісних водойм, що містить значну кількість кисню, має позитивний Eh порядку 300–350 мв, тобто є середовищем окисленим, і величина гН у ній може доходити до 35–40. У придонних шарах води, де вміст кисню різко падає, Eh стає негативним, гН падає до 15–12, а в присутності сірководню ще нижче. При очищенні стічних вод в умовах анаеробного окиснення Eh середовища дорівнює від –400 до –200 мв, у мулі що розкладається від –295 до –200 мв,

у свіжому мулі від  $-75$  до  $-100$  мв, у сирій стічній воді  $0-400$  мв, в очищеній – до  $1000$  мв.

В найбільшій мірі Eh ґрунтів залежить від стану таких рівноважних систем, як  $\text{Fe}^{3+} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Mn}^{3+} \leftrightarrow \text{Mn}^{2+}$ ;  $\text{S}^{2+} \leftrightarrow \text{S}^0$ . На величину Eh впливає як відносна, так і абсолютна кількість рухливих форм Fe, Mn, S та інших елементів зі змінною валентністю. Співвідношення в ґрунті їх закисних і окисних форм, що визначає величину Eh, залежить від вмісту і складу органічних речовин, температури, бактеріальний діяльності та інших факторів.

В океанських відкладах Eh поверхневих шарів ґрунту, як правило, позитивний і змінюється від  $0$  до  $200-500$  мв і більше, тобто відклади сильно окислені; на глибині декількох десятків сантиметрів Eh може падати до  $-300$  мв і більше, тобто ґрунти стають середовищем відновленим. В озерних ґрунтах з великим вмістом органічних речовин Eh звичайно негативний, особливо в присутності сірководню.

Зі зміною величини редокс-потенціалу поведінка гідробіонтів може різко мінятися. Наприклад, личинки комара *Chironomus dorsalis* з падінням Eh до негативних величин змінюють знак фототаксису з негативного на позитивний і спливають до поверхні води. Сірчані бактерії найбільш інтенсивно окислюють сірководень, коли Eh води вище  $60$  мв; коли Eh  $< 60$  мв, інтенсивність окиснення сірководню знижується через брак окислювачів.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 21. (2 год.)**

**Тема: Водорості із відділів синьо-зелені, золотисті, пірофітові, бурі, червоні.**

**Відділ Cyanophyta – синьо-зелені водорості – древня група хлорофілоносних організмів (рис. 1, 2).**

Відомо близько 2000 видів, об'єднаних у 3 класи і порядки: **клас хроококові *Chroocophyceae*** (порядки: хроококові, ентофізалієві та тубієлові), **клас хамесифонові *Chamaesiphonophyceae*** та **клас гормогонієві *Hormogoniophyceae*** (порядки: стигнемові, осциляторієві і ностокові).

Синьо-зелені водорості характеризуються низьким рівнем клітинної організації, синьо-зеленою пігментацією периферійного шару цитоплазми, сильним виділенням слизових продуктів, утворенням чохлів, піхв, у які занурені клітини, відсутністю диференційованих органів розмноження, наявністю газових вакуолей. Одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні нитчасті форми. Характерна висока пластичність життєвих процесів. Стійкі проти несприятливих умов – високої і низької температури, відсутності світла і кисню, надлишку вуглекислого газу і сірководню. Живуть у різних типах водойм. Планктонні і бентосні форми. Продукт асиміляції – глікогеноподібний полісахарид.

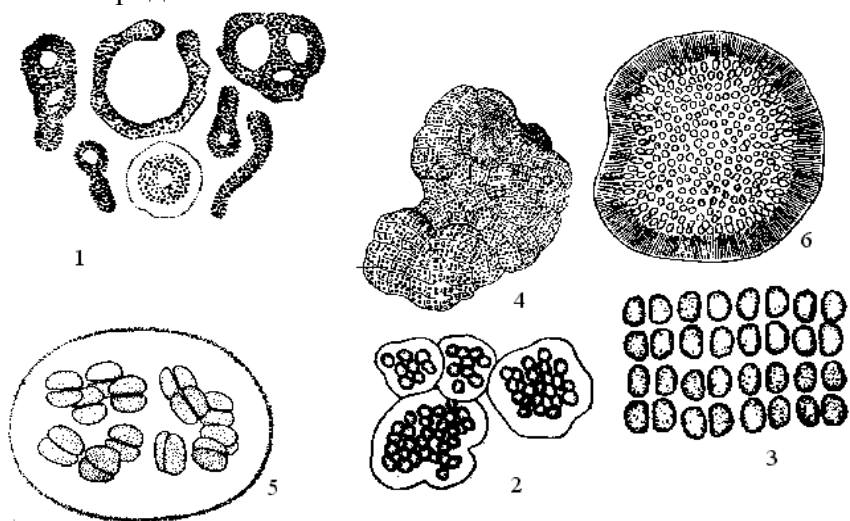


Рис. 1. Синьо-зелені водорості:

- 1– *Microcystis aeruginosa*;
- 2 – *Microcystis flos-aquae*;
- 3– *Merismopedia glauca*;
- 4– *Chlorogloea sarcinoides*;
- 5– *Gleocapsa limnetica*;
- 6– *Woronichinia naegeliana*.

Масовий розвиток деяких видів викликає „цвітіння” водойм, забарвлюючи воду в синьо-зелений або коричневий колір. Окремі види мають токсичні властивості.

**Клас хроококові** представлений родами *Microcystis*, *Merismopedia*, *Gleocapsa* (порядок хроококові) (рис. 2).

*Мікроцистис синьо-зелений* (*Microcystis aeruginosa*) мікроскопічні, кулясті чи гронавидні колонії, слизуваті, розпливаються у загальну однорідну безбарвну або забарвлену слизову масу різної консистенції. В клітинах присутні газові вакуолі, завдяки яким вони здаються майже чорними. Мікроцистис викликає „цвітіння” води.

*Мерісмонедія* (*Merismopedia*) – вільноплаваючі мікроскопічні плоскі одношарові колонії, в яких клітини розташовані рядами в двох взаємно перпендикулярних напрямках. *Глеокапса* (*Gleocapsa*) буває у вигляді поодиноких клітин чи колоній. Клітини завжди мають добре розвинену шарувату слизову обгортку. Єдиний відомий вид, що поширений в наших водоймах – *Вороніхія Негелі* – часто є збудником „цвітіння” води.

Водорості з **порядку** *Entophysalidales* поширені в солоних озерах. Це мікро- і макроколонії, зв'язані у кулясті слани, щільно прикріплені до субстрату. У деяких мінералізованих озерах Криму поширена водорість *хлороглея сарциноподібна* (*Chlorogloea sarcinoides*), якій належить важлива роль в утворенні лікувальних грязей. В мінералізованих водах Присивашся зустрічається

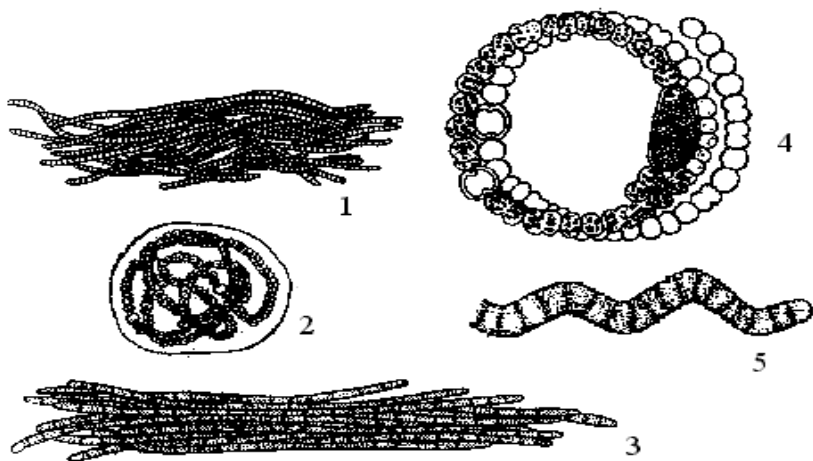
*Йоханесбабтистія прозора (Johannesbaptistia hellucida)*, у якої клітини з'єднанні в нитчасті колонії і зверху вкриті чохлом.

Водорості **класу хамесифонових** одноклітинні, колоніальні і нитчасті. Клітини диференційовані на основу і верхівку. Переважно морські форми. Представники: *кластидій (Clastidium)*, *плевроканса (Pleurocapsa)*, *ендонема (Endonema)*.

**Клас гормогонієвих** налічує понад 1000 видів. Нитчасті форми, поширені у водоймах, на поверхні ґрунту і в ґрунті (рис. 2).

Види порядку *осциляторієвих (Oscillatoria)* поширені у морських та континентальних водоймах у товщі води та донних відкладеннях. Осциляторія трапляється у вигляді поодиноких прямих чи зігнутих нерозгалужених ниток або ж нитки з'єднані у плівчасті дернинки. У водоймах часто трапляється *осциляторія тонка (O. tenuis)*. Серед них є перспективні об'єкти для культивування – *спіруліна Дженера (Spirulina jenneri)*.

**Порядок стигонемових – Stigonematales** найскладніші за внутрішньою будовою серед відділу синьо-зелених – вони мають диференціацію клітин тіла, утворюють скупчення ниток із справжніми і несправжніми галуженнями, мають різноманітну форму: відокремлені пасма, нитчасті куцоподібні утворення, плаваючі або прикріплені до субстрату дернинки тощо. Це переважно водорості стоячих водойм.



**Рис. 2. Синьо-зелені водорості:**

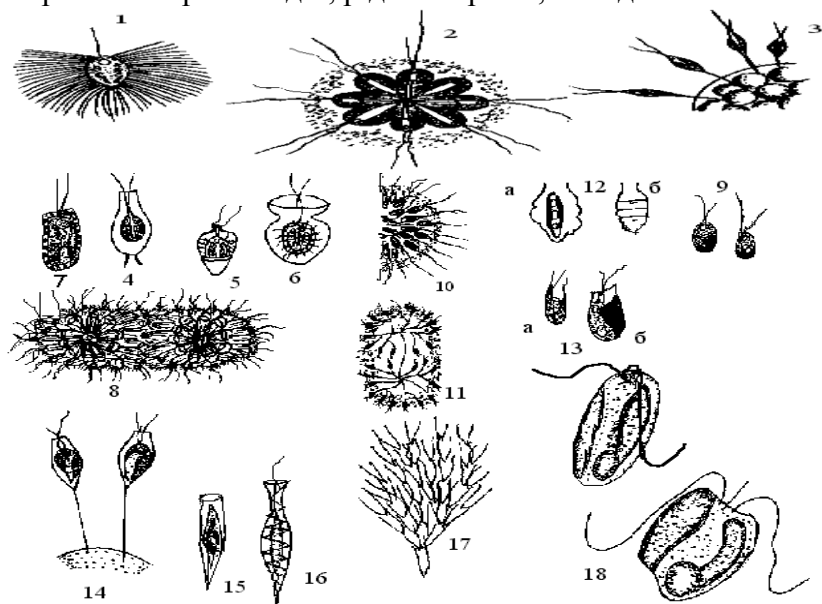
1– *Oscillatoria* sp; 2– *Sphaeronostoc*; 3– *Aphanizomenon flos-aquae*; 4 – *Anabaena flos-aquae*; 5– *Anabaena Jenneri*.

До *порядку ностокових (Nostocales)* належать водорості, які викликають „цвітіння” води. Це *анабена „цвітіння” води (Anabaena flos-aquae)* – мікроскопічна нитчаста плаваюча водорість. Нитки утворені круглими клітинами, вкриті ніжною слизовою піхвою, мають гетероцисти і спори. *Афанізоменон „цвітіння” води (Aphanizomenon flos-aquae)* – нитчасті, вегетативні клітини диференційовані за формою, на кінцях трихоми видовжені, часто вакуолізовані. Нитки не мають піхв, з’єднанні в лусковидні вільноплаваючі пучки, рідше поодинокі. *Носток (Nostoc)* представлений здебільшого макроскопічними слизовими або драглистими колоніями різної форми – від круглої до пластинчатої. Нитки з гетероцистами, зігнуті, покручені, переплітаються в слизу. Піхви мішковидні, набряклі й часто зливаються у загальну слизисту масу.

**Відділ Chrysophyta – золотисті** або хризофітові водорості (рис. 3). Налічують близько 800 видів,



розподілених на 2 класи. Надзвичайно поліморфна група. Серед них одноклітинні, колоніальні, рідше багатоклітинні організми, переважно золотисто-жовтого кольору та монадного типу структури тіла. Клітини мають різноманітну форму, голі, іноді вкриті панциром або мають будиночок. Продукти асиміляції – лейкозин і олія, іноді волутин і глікоген. Розмножуються вегетативно або спорами. Переважно прісноводні, рідше морські, холодолюбні.



**Рис. 3. Золотисті водорості:**

1– *Mallomonas longiseta*; 2– *Syncrypta volvox*; 3– *Stylochrysalis parasita*; 4 – *Derepuxis amphora*; 5 – *D. dispar*; 6 – *D. crater*; 7– *Hymenomonas roseola*; 8–*Synura uvella*; 9 – *Ochromonas simplex*; 10–*Uroglenopsis europaea*; 11– *Uroglena volvox*; 12– *Pseudokephyrion undulatum*: а - з протопластом, б – вільний будиночок; 13–*Kephyriopsis ellipsoidea*: а, б – клітини в різних положеннях; 14 – *Styloruxis mucicola*; 15 – *Dinobryon utriculus*; 16– *D. spirale*; 17– *D. sertularia*; 18– *Prymnesium parvum* (клітини в різних положеннях).

### **Клас гетерохризофіцієві – *Heterochrysophyceae*.**

Цей клас поділяється на декілька порядків залежно від структури вегетативного тіла, наявності джгутиків тощо. Порядок хризомонадові водорості – *Chrysomonadales* монадної структури, мають один або два джгутики, вільно плаваючі або прикріплені. Клітини без спеціальної оболонки, але периферична частина цитоплазми (перипласт) надзвичайно щільна, а у деяких з кремнієвими включеннями. У водоймах України поширені представники родів *дінобріон* (*Dinobrion*), *хромуліна* (*Chromulina*), *маломонада* (*Mallomonas*), *синура* (*Synura*).

### **Порядок ризохризидові водорості – *Rizochrysidales***

– мають амебоїдну структуру. Найбільш поширені *хризамеба промениста* (*Chrysamoeba radians*) і *хризамеба ніжна* (*Chrysamoeba tenera*) – мешканці планктону і нейстону озер, річок і боліт.

### **Порядок коколітові водорості – *Coccolithales***

– вкриті вапняковими пластинками, які називають коколітами. Це мешканці тропічного і помірного поясів. Панцирі відмерлих коколіт утворюють вапнякові мули.

### **Клас ізохризофіцієві – *Isochrysophyceae***

– водорості поділяється на два порядки. До складу порядку ізохризидових водоростей – *Isochrysidales* належить один з видів, який зустрічається в Степовій зоні України – *примнезія маленький* (*Prymnesium parvum*). Масовий розвиток *Prymnesium parvum* викликає загибель риб у ставках внаслідок токсичної дії екзометаболітів водоростей.

**Відділ Phaeophyta – бурі водорості** (рис. 4), переважно морські багатоклітинні рослини, відомо близько 1500 видів об'єднаних у два класи: **феозоспорових**

**(Phaeozoosporophyceae) та циклоспорових (Cyclosporophyceae).** Типові мешканці літоралі і 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 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, кущевидною, 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.



**Рис. 4. Бурі водорості:**

1 – *Laminaria digitate*; 2 – *L. saccharina*; 3 – *Fucus*;  
 4 – *Ascophyllum* (частина таллома з концентакулами і повітряними пухирцями); 5 – *Alaria*; 6 – *Laminaria japonica*.

До складу целюлозної оболонки бурих водоростей входить пектин на основі білкових сполук альгінової кислоти, який застосовується в харчовій, фармацевтичній та паперовій промисловості. Ці водорості накопичують йод, солі калію, вітаміни і широко використовуються як цінні харчові

продукти (водорості з порядку *Laminariales*).

Вздовж узбереж переважно холодних і помірно холодних морів (північна частина Атлантичного і Тихого океанів, південна – Північного Льодовитого океану) поширені різні види з **класу феозооспорових – ламінарії** (*Laminaria*) – морська капуста, яка утворює суцільні зарості. Вони мають листовидний пластинчастий талом завдовжки 1–5 м з черешком, прикріпленим до субстрату за допомогою ризоїдів чи стопи. Це – *ламінарія пальчаста* (*Laminaria digitata*), *л.цукрова* (*L. saccharina*) та *л. японська* (*L. japonica*).

Для представників **класу циклоспорових** характерне лише статеве (оогамія) розмноження, таломи великі і мають складну морфологічну і анатомічну будову. Типовий представник – *фукус* (*Fucus*). Види фукуса мають плоску, дихотомічно розгалужену, шкірястої консистенції багаторічну слань до 1,5 м завдовжки. Основа слані розширена в своєрідну підошву, якою рослина прикріплюється до каменів. За допомогою повітряних міхурів, що розташовані по боках талому, рослина утримується у вертикальному положенні. На кінцях розгалужень талому розміщені скафідії в яких знаходяться чоловічі або жіночі органи статевого розмноження. До фукусових належать різні види фукусів, зокрема *фукус роздутий* (*F. inflatus*), а також *цистозира*, *саргас*, *аскофіл*.

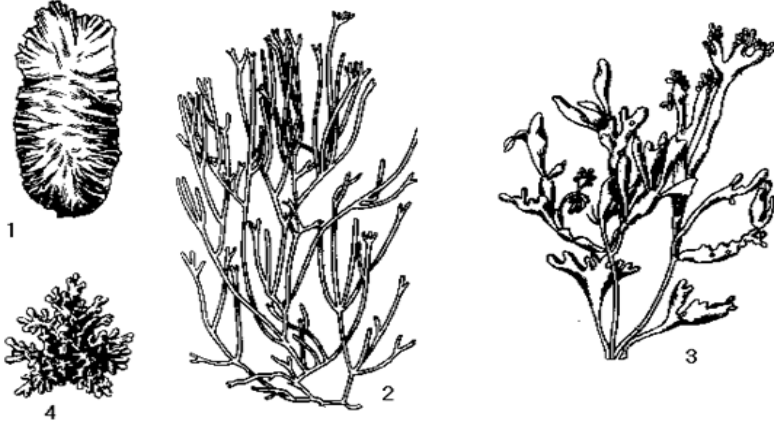
*Цистозира* (*Cystoseira barbata*) росте у прибережній зоні Чорного моря на глибині 0,5–30 м у вигляді розгалуженого кущика завдовжки до 1 м, на коротких галузках якого групами чотковидно розташовані повітряні пухирі.

*Саргас* (*Sargassum*) зовні дуже схожий на вищу рослину. Багаторічний, добре диференційований талом складається з короткої стеблової частини, численних довгих гілок або листовидних утворів і коротких гілок з

плавальними повітряними міхурами. Водорість може відриватись від субстрату і накопичуватись у воді у великій кількості.

*Аскофіл (Ascophillum)* поширений в прибережній зоні північних морів. Має вигляд дихотомічно розгалуженого кущика завдовжки 2 м. Утворює зарості на кам'янистих ґрунтах.

**Відділ Rhodophyta – червоні водорості** (рис. 5), налічують близько 4000 видів, які належать до двох класів – **багнієвих (Bangioideae)** і **флоридієвих (Florideae)** і об'єднують більше 600 родів (рис. 5).



**Рис. 5. Червоні водорості:**

1 – *Porphyra*; 2- *Ahnfeltia*; 3 – *Phyllophora*; 4 – *Lithamnion*.

Прісноводні і солунатоводні види налічують не більше 50 видів – дрібні і мікроскопічні – одноклітинні, колоніальні або нитчасті, решта – морські багатоклітинні, макроскопічні, завдовжки від кількох сантиметрів до 1 метра – нитковидні і пластинчасті, циліндричні, посічені і розгалужені. Деякі з них за зовнішнім виглядом нагадують вищі рослини. У циклі розвитку спостерігається зміна поколінь, чергування статевого і нестатевого розмноження. Продукти асиміляції – багрянковий крохмаль – полісахарид

та сахариди – галактози, флоридозид. Розповсюджені в теплих і холодних морях, проте у напрямку високих широт їх кількість зменшується з різким зниженням в Арктичному басейні. Живуть у прибережних областях, опускаючись 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 двошарову пластинку, рожевого кольору з гладенькими або хвилястими краями. Розміри коливаються від 5 до декількох десятків сантиметрів завдовжки. За допомогою стебельця з дисковидною подошвою прикріплюється до скель, каміння інших крупних водоростей. Види порфіри поширені в літоралі Чорного моря.

Підпис викладача \_\_\_\_\_

### Лабораторне заняття № 22. (2 год.)

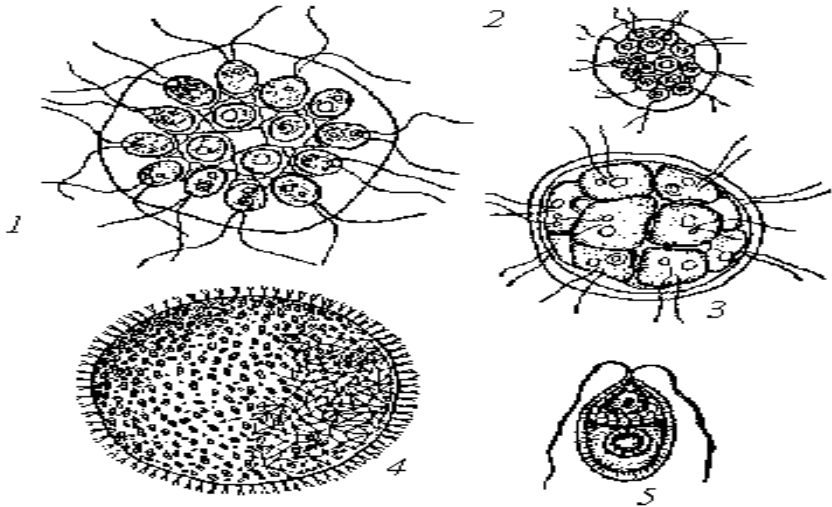
**Тема: Водорості із відділів зелені, діатомові, евгленові.**

**Відділ Chlorophyta – зелені водорості**, об'єднують понад 20000 видів мікроскопічних і макроскопічних організмів, які належать до трьох класів: **зелені водорості** (*Chlorophyceae*), **сифонові** (*Siphonophyceae*) і **кон'югати** (*Conjugatophyceae*). Одноклітинні, колоніальні (у т. ч. ценобіальні), багатоклітинні, рухливі і нерухливі, прикріплені і вільноживучі, деякі з хроматоформи зеленого кольору, розмножуються вегетативно, за допомогою спор та статевим шляхом. Космополіти. Зустрічаються у водах з різною солоністю, різним вмістом органічної речовини, при різних температурах і реакції середовища. Серед них є планктонні, перифітонні і бентосні організми. Основний продукт

асиміляції – крохмаль, за складом такий, як у вищих рослин (амілаза і амілопектин у різних пропорціях), олія (гіпергалінна водорість *Dunaliella salina* синтезує гліцерин) або жироподібні речовини.

У класі **зелених водоростей** розглянемо порядки: **вольвоксові** (*Volvocales*), **хлорококові** (*Chlorococcales*), **улотриксіві** (*Ulothrichales*), **клатофорові** (*Cladophorales*), **едогонієві** (*Oedogoniales*).

**Вольвоксові** (*Volvocales*) – (рис. 1) одноклітинні, колоніальні або ценобіальні, монадної організації, рухливі у вегетативному стані, фотоавтотрофи, переважно мешканці прісних вод. У цитоплазмі є скоротлива вакуоля і в багатьох видів червоне вічко – стигма. Заселяють невеликі евтрофні водойми. Найчастіше зустрічаються види родів хламідомонада, гоній, пандорина, евдорина, вольвокс.



**Рис 1. Вольвоксові водорості:**

1 – *Gonium*; 2 – *Eudorina elegans*; 3– *Pandorina* sp.;  
4 – *Volvox aureus*; 5 – *Dunaliella salina*.



*Хламідомонада (Chlamydomonas)* – одноклітинна, дводжгутикова водорість кулястої, яйцевидної, овальної, іноді несиметричної форми. Клітина має дві скоротливі вакуолі, стигму.

*Дуналіела солоновидна (Dunaliella salina)* поширена на півдні України від прісних до гіпергалінних водойм. Має високі темпи розмноження і може використовуватись для культивування з метою одержання каротину та годівлі безхребетних, зокрема рачка артемії.

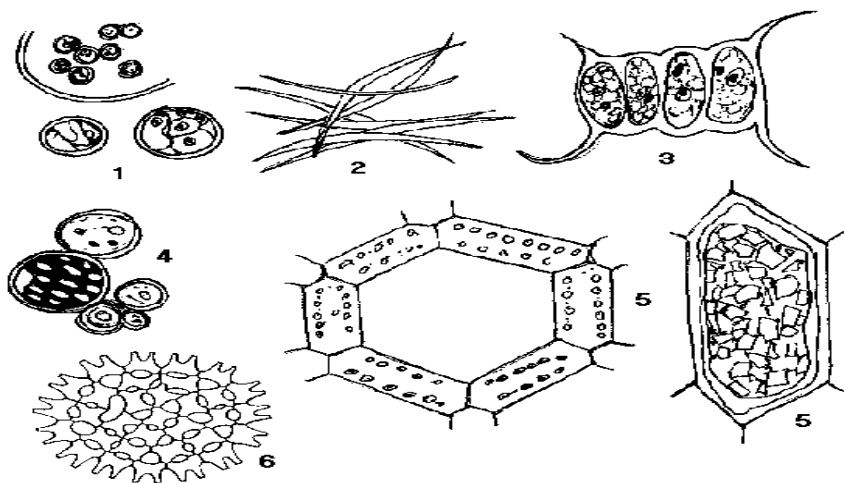
*Гоній (Gonium)* – ценобій пластинчастий (багатоклітинне тіло утворене з клітин однієї генерації, з'єднаних у певному порядку), складається з 4–16 дводжгутикових клітин. Клітини розміщені в слизовій обгортці в один шар, колом, або чотирикутником.

*Пандорина (Pandorina)* – ценобій кулястий, з тришаровою слизовою обгорткою складений з 16–32 дводжгутикових клітин, які дуже стиснуті, звужені до центру і розширені до периферії. Найчастіше зустрічається *пандорина туюва (P. togum)*.

*Едорина (Eudorina)* має кулястий ценобій, складена з 32 або 64 дводжгутикових клітин, розміщених у слизовій обгортці в правильному порядку п'ятьма кільцями. Поширена *евдорина елегантна (E. elegans)*.

*Вольвокс (Volvox)* – кулястий ценобій до 2 мм, складається з багатьох тисяч дводжгутикових клітин, розміщених у кулі, яка утворюється щільною одношаровою обгорткою. Поширений *вольвок кулястий (V. globator)*.

**Хлорококові – Chlorococcales** (рис. 2) – одноклітинні, колоніальні, ценобіальні організми. Клітини з пектиновою або целюлозною оболонкою, однадзерні, рідше багатоядзерні, з чашовидним хроматофором і піреноїдом, вакуолею, нерухливі. В прісних водоймах поширені роди *хлорокок, хлорелла, анкістродесм, сценедесм, водяна сіточка*.



**Рис 2. Хлорококові водорості:**

- 1 – *Chlorella vulgaris*; 2 – *Ankistrodesmus falcatus*;  
 3 – *Scenedesmus quadricauda*; 4 – *Chlorococcum* sp.;  
 5 – *Hydrodictyon reticulatum* (клітина з дочірнім ценобієм і фрагмент сіточки); 6 – *Pediastrum duplex*.

*Хлорокок* (*Chlorococcum*) – клітини кулясті, розташовані поодинокі або купками, нерухливі у вегетативній фазі життєвого циклу.

*Хлорелла* (*Chlorella*) – дрібна (2–10 мкм) одноклітинна куляста або овальна водорість, іноді вкрита шаром слизу. Поширена *хлорелла звичайна* (*Chlorella vulgaris*).

*Сценедесм* (*Scenedesmus*) – ценобіальний організм. Ценобії пластинчасті, плоскі або зігнуті з 4–8 клітин. Клітини на кінцях ценобія мають вирости. Поширений *сценедесм чотирьохвостий* (*S. quadricauda*), *с. гострокінцевий* (*S. acuminatus*).

*Анкістродезм* (*Ankistrodesmus*) – має вигляд веретеноподібних клітин, поодинокі або з'єднані у рихлі колонії. В прісних водоймах України поширений *Ankistrodesmus falcatus*.

*Pediastrum* (*Pediastrum*) має форму круглих суцільних пластинок, якщо клітини щільно прилягають одна до іншої, або з отворами, якщо клітини знаходяться на деякій відстані. Периферичні клітини мають по 2 рідше 4 відростки. Оболонка гладенька або вкрита складками. В прісних водоймах поширений *Pediastrum duplex*.

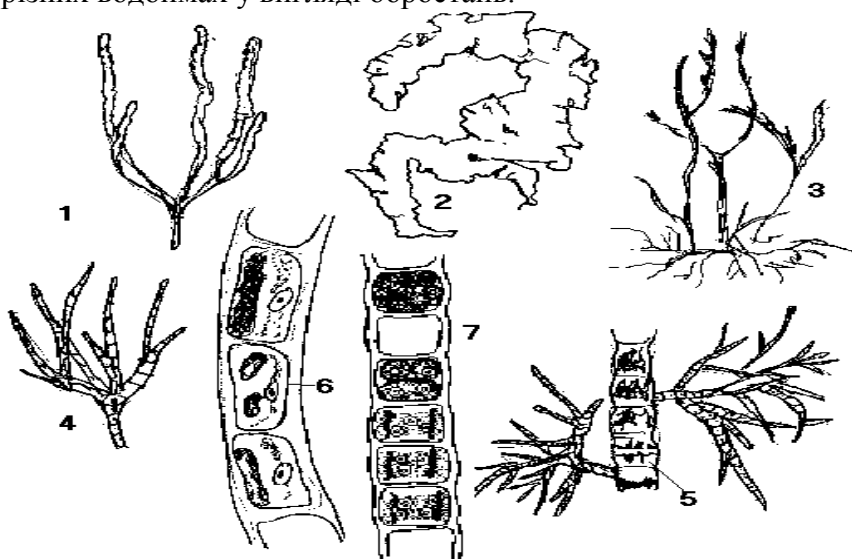
*Водяна сіточка* (*Hydrodictyon*) – ценобіальна водорість у вигляді великої мішковидної сіточки, складеної з величезної кількості клітин, які з'єднуються кінцями. Поширена в стоячих водоймах (*H. reticulatum*).

**Улотриксові – Ulothrichales** (рис. 3) – багатоклітинні водорості нитчастої, пластинчастої або трубкаподібної форми, прикріплені або пасивно плаваючі, мікро- і макроскопічні. Більшість видів має нерозгалужений талом, що вкритий слизом.

*Улотрикс* (*Ulothrix*) зустрічається в різних водоймах у вигляді нерозгалуженої однорядної нитки, яка прикріплюється базальною ниткою до субстрату, можуть бути інкрустовані вапном. Більшість улотриксівих – епіфіти. Веgetують переважно в теплу пору року, проте серед них є і криофільні види. Часто зустрічається *гормідій* (*Hormidium*), у якого відсутня базальна клітина й спостерігається зачаткове галуження та *ентероморфа* (*Enteromorpha*) з трубчастим, одношаровим дещо розгалуженим таломом. Цікавим представником є *ульва салатна* (*Ulva lactuca*) – мешканець Чорного моря. Талом має вигляд двошарової багатоклітинної пластинки, що звужена на нижньому кінці у коротку ніжку і прикріплена до субстрату.

**Хетофорові – Chaetophorales** (див. рис.3) – мають розгалужений талом, диференційований на горизонтальні і вертикальні нитки, які закінчуються тонким волокном. Розмножуються статевим і нестатевим шляхом. Поширені роди *стигеоклоній* (*Stigeoclonium*), *хетофора* (*Chaetophora*),

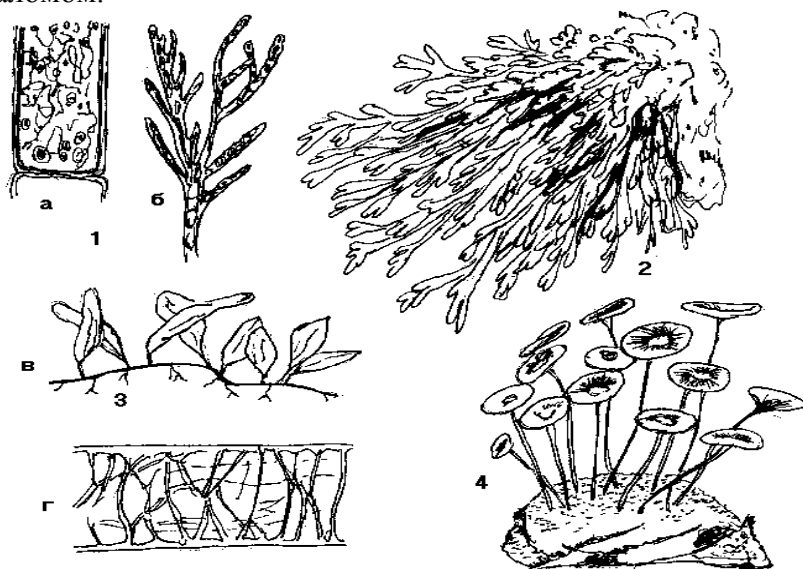
драпарнальдія (*Draparnaldia*), трентеполія (*Trentopolia*) в різних водоймах у вигляді обростань.



**Рис 3. Улотриксові і хетофорові водорості:**  
1 – *Enteromorpha*; 2 – *Ulva*; 3 – *Stigeoclonium*;  
4 – *Chaetophora*; 5 – *Draparnaldia*; 6 – *Hormidium*;  
7 – *Ulothrix*.

**Кладофорові – Cladophorales** (рис. 4) – переважно багатоядерні, циліндричної форми, плаваючі або прикріплені водорості, мають простий або розгалужений нитчастий талом, різний за розміром, у вигляді кульок або подушечок з радіально розміщеними розгалуженими нитками, іноді дисків або інкрустованих вапном скоринок. Оболонки клітин здебільшого товсті, шаруваті, неослизнені, без щетинок і волосків. Молода кладофора має вигляд невеликих прикріплених розгалужених кущиків, які у зрілому віці відриваються і вільно плавають на поверхні води, утворюючи великі скупчення. У річках часто зустрічається *кладофора грудкувата* (*Cl. glomerata*).

**Едогонієві – Oedogoniales** мають вигляд простих або розгалужених ниток з довгими щетинками (хетами), здутими при основі. Прикріплюються до субстрату ризоїдоподібними виростами. Особливістю представників цього порядку є вегетативний поділ клітин з утворенням ковпачків. Найчастіше у водоймах зустрічається *едогоній (Oedogonium)* з нитчастим нерозгалуженим таломом та в болотах – *бульбохете щетиниста (Vulbochaete setigera)* з розгалуженим таломом.



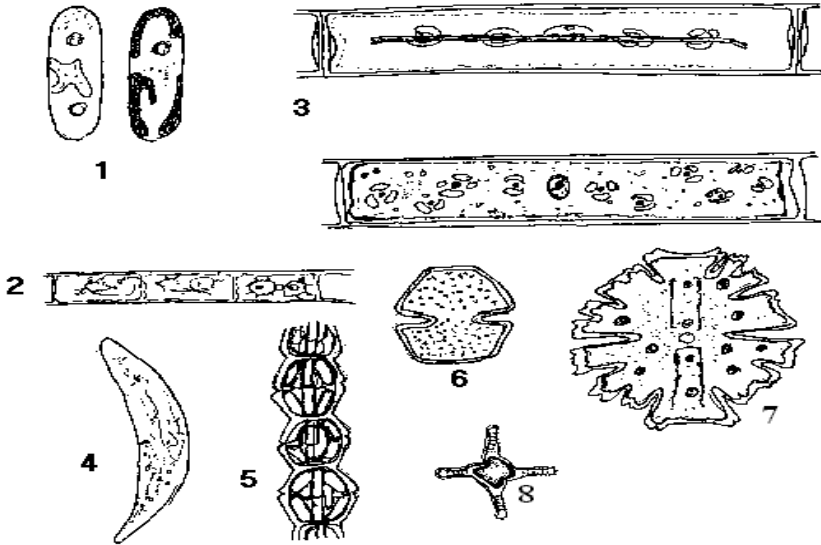
**Рис 4. Кладофорові і сифонові водорості:**

1 – *Cladophora* (а – будова клітини, б – нитка з зооспорами);  
 2 – *Codium*; 3 – *Caulerpa* (в – загальний вигляд, г – розріз талому); 4 – *Acetabularia*.

**Клас кон'югати – Conjugatophyceae** (рис. 20), характеризуються особливим типом статевого процесу – кон'югацією. Одноклітинні або багатоклітинні, нитчасті водорості, слизуваті, однопікні, з пристінними, стрічкоподібними, пластинчастими або зіркоподібними хроматофорами зеленого кольору і піреноїдами. Нитки

нерозгалужені, неприкріплені. Поширені у прісних водах. У класі кон'югат найпоширенішими є водорості з порядків зигнемових *Zygnematales* і десмідієвих *Desmidiales*.

**Порядок зигнемові – *Zygnematales*** (рис. 5) – нитчасті, нерозгалужені, здебільшого неприкріплені види. Клітини циліндричні, одноядерні з ослизненою оболонкою. Хроматофори великі, пластинчасті, стрічкоподібні або зірчасті. Поширені в прибережних зонах прісних водойм, де утворюють нитчасті слизькі скупчення.



**Рис. 5. Клас кон'югати:**

- 1– *Mesotaenium* (а – в профіль, б – у плані); 2 – *Zygnema*;  
 3– *Mougeotia*; 4 – *Closterium*; 5 – *Desmidium*;  
 6 – *Cosmarium*; 7 – *Micrasterias*; 8 – *Staurastrum*.

*Спирогіра (Spirogyra)* – нитчаста багатоклітинна водорість з одним або кількома спіральними хроматофорами з піреноїдами – фізіологічний центр синтезу крохмалю. У наших водоймах поширена *спирогіра мінлива (S. varians)* і *с. товста (S. crassa)*. Види роду *зигнема (Zygnema)* мають

багатоклітинну нитчасту слань з витягнутих циліндричних клітин, що містять два зірчастих хроматофори і піреноїди у центрі кожної зірки. Ядро ніби з'єднує хроматофори. У заболочених водоймах поширена *зигнема гребінчаста* (*Z. Pectinatum*). Клітини нитчастої водорості *мужоції* (*Mougeotia*) відрізняються одним пластинчастим хроматофором, розташованим у центрі.

**Порядок десмідієві – *Desmidiiales*** (рис. 5) – переважно одноклітинні, рідше колоніальні форми. Для них характерна симетрична будова клітини, зумовлена поділом клітин на дві рівні частини перетяжкою або особливим розміщенням ядра і хроматофорів. Різноманітна форма і контури клітин – виїмчасті, хвилясті, з розрізаними краями, суцільнокраї. Оболонка шарувата, борозниста, часто просякнута солями заліза і слизом. Поширені роди *кlostерій*, *космарій*, *десмідій*, *мікрастеріас* у стоячих водоймах, на поверхні снігу в горах та в Арктиці.

*Кlostерій* (*Closterium*) – одноклітинна водорість у вигляді півмісяця без перетяжки із загостреними, заокругленими або тупими кінцями. Ядро розміщене посередині і поділяє протопласт на дві половини. На кінцях клітини в цитоплазмі є особливі вакуолі з кристаликами гіпсу. Крізь клітинні пори виділяється слиз.

*Космарій* (*Cosmarium*) – одноклітинна водорість, має глибоку перетяжку посередині, яка ділить клітину на дві напівкруглі, еліптичні чи іншої форми симетричні половини, вкриті різними прикрасами. Часто зустрічається *космарій пухкий* (*C. turgidum*), *космарій ниркоподібний* (*C. reniforme*).

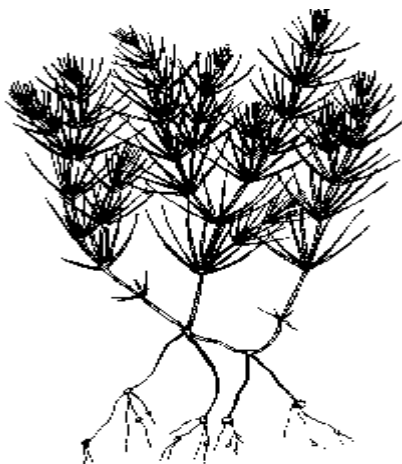
*Десмідій* (*Desmidium*) – нитчаста покручена водорість, що утворена три- або чотирикутними клітинами, іноді вкрита щільним шаром слизу. Хроматофор осьовий. Поширений у сфагнових водоймах *десмідій Шварцців* (*D. schwartzii*).

*Мікрастеріас* (*Micrasterias*) – має складну морфологічну будову, сплюснуті круглі або еліпсоподібні

клітини і поділені глибокою перетяжкою на дві дуже розчленовані півклітини разом з хроматофором. У наших водоймах зустрічається *мікрастеріас зрізаний* (*M. truncata*) і *м.дрібнозубчастий* (*M. denticulata*).

**Клас сифонові (*Siphonaceae*)** – для них характерна сифонова (неклітинна) і багатоклітинна будова. Слань являє собою величезну багатоядерну клітину з численними хроматофорами. Слані нитчастої форми з різними типами галуження – дихотомічним, двосторонньопірчастим, кільчастим тощо. Сифонові поширені в теплих морях і найчастіше зустрічаються роди *кодій*, *валонія*, *ацетабулярія*.

**Відділ Charophyta** (рис. 6) – харові водорості, древні рослини, об'єднують близько 300 видів макроскопічних організмів. Поширені в прибережній зоні переважно прісних чистих й спокійних водойм, де часто утворюють зарості на дні (хара). Потребують підвищеної кількості вапна. Талом завдовжки від 20 до 30 см (іноді 1 – 2м), розгалуженими ризоїдами прикріплюється до ґрунту. Тіло розчленоване на головну вісь – „стебло” і бічні гілки – „листки”. Характерне статеве і нестатеве розмноження. Продуктом асиміляції є крохмаль.

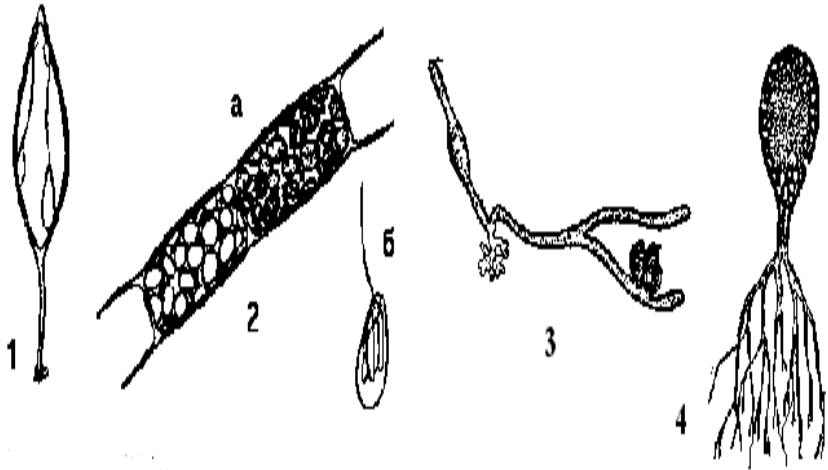


**Рис. 6. Харові водорості: (*Chara fragilis*)**



*Хара ламка* (*Chara fragilis*) поширена у наших водоймах, часто інкрустована вапняком, і утворює зарості на дні водойм.

**Відділ Xantophyta** (рис. 7) – жовто-зелені водорості об'єднують два класи: **ксантофіцієві** (*Xanthophyceae*) і **евстигматофіцієві** (*Eustigmatophyceae*), які, в свою чергу, поділяються на декілька порядків. Жовто-зелені водорості мають різний рівень організації і включають одноклітинні форми монадної структури (мають два джгутики різної довжини і будови, які протилежно спрямовані), колоніальні, багатоклітинні, вільноплаваючі або прикріплені водорості різноманітної будови та форми. У більшості видів оболонка пектинова, шарувата і складається з двох половинок. У нитчастих форм сусідні стулки міцно з'єднані між собою, у кокоїдних форм клітинна стінка двошарова. Поширені у прісних водоймах і морях роди *трибонема*, *вошерія*, *ботриді*.



**Рис. 7. Жовто-зелені:**

1 – *хврціонсис гострий* (*Characiopsis acuta*); 2- *трибонема зелена* (*Tribonema viride*); 3 – *Вошерія* (*Vaucheria*); 4 – *Ботриді* (*Botrydium*)

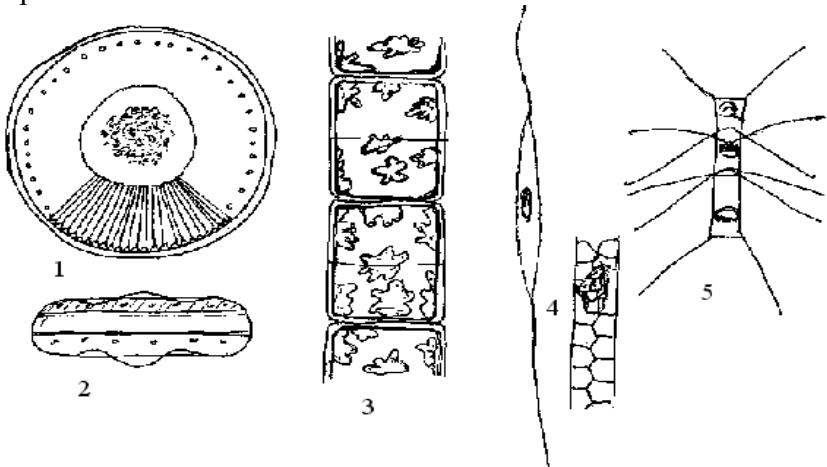
*Трибонема* (*Tribonema*) має нитчастий багатоклітинний талом, переважно прикріплені форми.

*Вошерія* (*Vaucheria*) – слань нитчаста, неклітинна, з боковими розгалуженнями.

*Ботридії* (*Botrydium*) – багатоядерна водорість з багатьма пластинчастими хроматофорами. У евтрофних прісних водоймах масовий розвиток *ботридіопсису безкореневого* (*Botrydiopsis arhiza*) викликає „цвітіння” водойм.

**Відділ Bacillariophyta – діатомові водорості.** За даними різних авторів 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 знаходять одна на іншу. Залежно від типу стулок (круглі, трикутні, багатокутні або актиноморфні – тобто, через які можна провести три і більше площин симетрії і продовгуваті з бісемитричною структурою або зигоморфні) діатомові водорості поділяють на два великі класи: **центричних** (*Centrophiceae*) і **пенатних** (*Pennatophyceae*). Панцир тонкостінний, полегшений, з різноманітними виростами, що забезпечують більшу поверхню тіла. Продукти асиміляції – ліпіди, волютин, хризоламінарин. Розмноження вегетативне. Розповсюджені в прісних і солоних водах завглибшки 80–350 м, де вони утворюють “сутінковий планктон” переходячи тим самим на гетеротрофне живлення за наявності у воді органічних речовин. Vegetують 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. Vegetують у діапазоні температур від 0<sup>0</sup>С до 70<sup>0</sup>С. У деяких видів спостерігається сезонний диморфізм (*Asterionella*, *Rhizosolenia*).

Представники *класу центричних (Centrophiceae)* (рис. 8) водоростей характеризуються радіальною симетрією клітин. Стулки круглі, овальні, без шва, структурні елементи представлені порами, горбиками, виростами, рисками, які здебільшого розміщені радіально. Хроматофори численні, зернисті або пластинчасті.



**Рис. 8. Діатомові водорості класу центричних Centrophiceae:**

1 – 2– *Cyclotella* (1 – вид зі сторони епітеки, 2 – вид зі сторони пояса); 3– *Melosira*; 4– *Rhizosolenia*; 5– *Chaetoceros*.

*Циклотела (Cyclotella)* – має барабаноподібні клітини, поодинокі, рідше вони утворюють слизові безформні або ланцюжкові колонії. Хроматофори дрібнопластинчасті. Морські і прісноводні види. У прісних водах найчастіше зустрічається *циклотела Менегіні (C. meneghiniana)*, *ц. зірчастоносна (C.stelligera)*.

У *мелозіри (Melosira)* клітини циліндричні, з'єднані у нитчасті колонії. Пори розміщені на бічній поверхні панцира повздовжніми рядами. У місці з'єднання стулок є спеціальні структурні отвори. У морських водоймах є такі види:

мелозіра чотковидна (*M. moniliformis*), м. мінлива (*M. varians*). Для дніпровського планктону характерні *M. italica*, *M. granulata*.

*Ризосоленія* (*Rhizosolenia*) має видовжені циліндричні клітини з характерними виростами (щетинками) на кінцях. У водоймах України поширена *ризосоленія ерієнська* (*R. eriensis*).

*Хетоцетос* (*Chaetoceros*) характеризується короткими циліндричними клітинами, які по краях панцира мають чотири довгих щетинки, за допомогою яких вони з'єднані в нитчасті колонії. У солоних континентальних водоймах поширені *хетоцетос Мюллера*, х. *Вугама*, у солонуватоводних водоймах – *Coscinodiscus*.

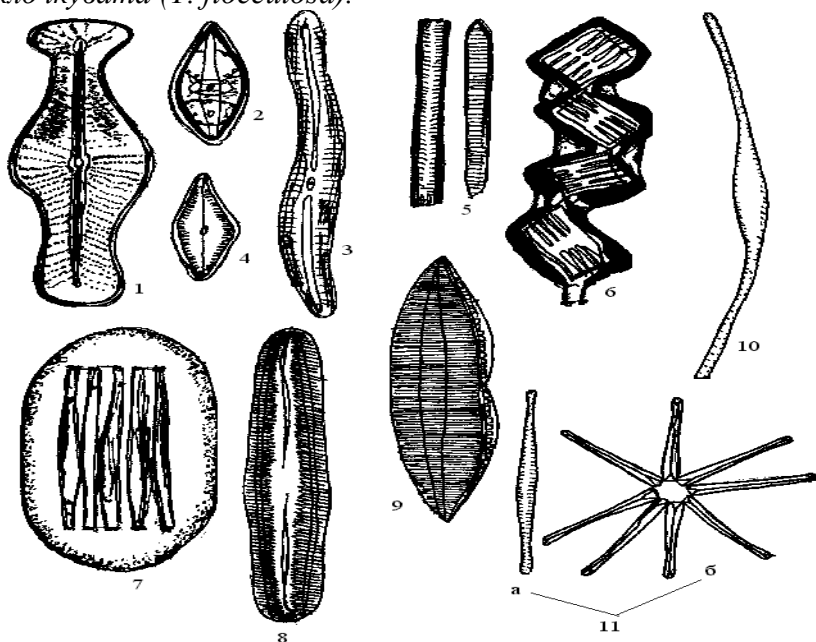
Представники **класу пенатних** – *Pennatophyce* водоростей (рис. 9) характеризуються двобічною симетрією клітини, іноді трапляються асиметричні форми. Клітини видовжені, переважно еліпсоїдальні або човникоподібні, витягнуті в повздовжньому напрямі. Стулки багатьох видів мають шов, вузлики, пірчасту порисованість (риски, ребра). Нижчі представники шва не мають. Хроматофори малочисленні, пластинчасті. Прісноводні і морські види. До роду *пінюлярія* (*Pinnularia*) належать одноклітинні водорості, клітини зрідка з'єднані в стрічки. Стулки лінійно-овальні до ланцетних, з гладенькими реброподібними поперечними рисками і швом. Види *пінюлярії* поширені в прісноводному і морському бентосі. У водоймах України часто зустрічається *пінюлярія велика* (*Pinnularia major*) і *п. зелена* (*P. viridis*).

Рід *плевросигма* (*Pleurosigma*) – клітини з боку стулки мають своєрідну сигмоподібну форму. Стулки вкриті порами, які мають вигляд крапок і розташовані рядами. У водоймах України найчастіше трапляється *плевросигма видовжена* (*P. elongatum*).

У видів роду *навікула* (*Navicula*) стулки ланцетні, овальні або лінійні, загострені на кінцях, з пірчастими

рисками та щілиноподібним швом. У прісних і солоних водоймах України поширені *навікула скритоголова* (*N. eryptocephala*), *н.променева* (*N. radiosa*).

Рід *синедра* (*Synedra*) – переважно поодинокі, паличковидні форми, без шва, прісноводні і морські. Поширені види *синедра ліктьова*, *с. головчаста*. Клітини водорості роду *табелярії* (*Tabellaria*) з'єднані у зигзагоподібні або замкнені стрічки, зрідка утворюють зірчасті колонії. Форма клітин прямокутна з пояска і лінійна із стулки. Панцир з проміжними кільцями і септами. Поширені види – *табелярія продірявлена* (*T. fenestata*), *т. клочкувата* (*T. flocculosa*).



**Рис. 9.** Діатомові водорості класу пенатних *Pennatophyceae*:

- 1 – *Gomphonema*; 2 – *Navicula*; 3 – *Pleurosigma*;  
 4 – *Cymbella*; 5 – *Synedra*; 6 – *Tabellaria*; 7 – *Fragilaria*;  
 8 – *Pinnularia*; 9 – *Nitzschia triblionella*; 10 – *Nitzschia closterium*; 11 – *Asterionella* (а – стулка; б – колонія).

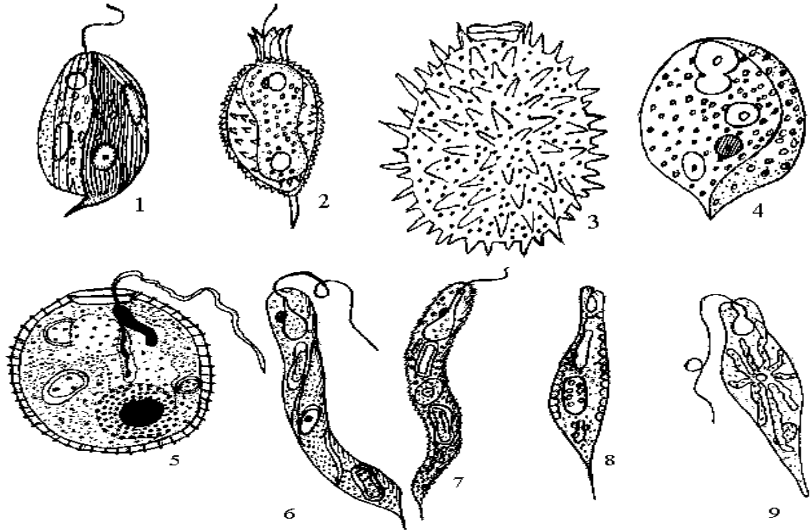
У *фрагілярії* (*Fragilaria*) клітини з'єднані в щільно зімкнуті стрічковидні колонії. Стулки лінійні, ланцетні або овальні, часто посередині розширені впоперек або перетягнуті, без шва. З численних прісноводних видів слід назвати *фрагілярію складну* (*F. construens*), *ф. кротонську* (*F. crotonensis*). У водоймах зустрічається багато інших видів пенатних водоростей з родів *Nitzschya*, *Cymbella*, *Amphora*, *Surirella* тощо.

**Відділ Euglenophyta – евгленові водорості** (рис. 10). Представники мають ознаки рослин і тварин і об'єднують більше 900 видів, які належать до класу *Euglenophyceae*. Еукаріоти, одноклітинні, переважно джгутикові (1–2 джгутики), веретеноподібної форми, зеленого, іноді червоного кольору і безбарвні, не мають целюлозної оболонки. Її роль виконує зовнішній шар клітинної мембрани – перипласт. Деякі форми мають додаткову оболонку (будиночок), просякнуту солями заліза. Евгленові мають просте око – стигму. Продукт асиміляції – параамілон (близький до крохмалю) і іноді масло. За типом живлення – автотрофи, мезотрофи, гетеротрофи, переважно прісноводні форми. Важливою систематичною ознакою є порисованність клітинної мембрани: повздовжня чи спіральна, густа чи рідка, виразна чи невиразна. Розмножуються шляхом простого поділу.

До відділу евгленових належать три родини, з яких тільки представники родини евгленових мають пігменти і близько стоять до водоростей. Населяють переважно стоячі води і часто спричинюють їх “цвітіння”. Різні види евгленових по різному реагують на забруднення води. Представники: *Euglena viridis* і *E. pisciformis* – полісапробні види; *E. geses* і *E. intermedia* – мешканці забрудненої води ( $\alpha$ -мезосапробні види), *E. acus* і *E. granulata* – мешканці більш чистої води ( $\beta$ -мезосапробні види), *E. oxyuris* та *E. neglecta* – мешканці чистих від органічних забруднень вод

(олігосапроби).

У різних водоймах поширені види родів *Phacus* з порисованим протопластом та *Trachelomonas* у будиночках.



**Рис.10. Евгленові водорості:**

- 1– *Phacus triqueter*; 2– *Trachelomonas caudata*;  
3 – *Trachelomonas horrida*; 4 – *Phacus caudata*;  
5 – *Trachelomonas hispida*; 6 – *Euglena oxyuris*;  
7– *Euglena spirogyra*; 8 – *Euglena acus*; 9 – *Euglena viridis*.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

### **Лабораторне заняття № 23. (2 год.)**

**Тема: Будова та визначення видового складу коловерток.**

Коловертками називають своєрідну групу, в основному прісноводних мікроскопічних тварин, це найдрібніші з багатоклітинних організмів (від 0,04 до 2 мм). Мають високе різноманіття, багатоманітність форм пересування і надзвичайно "тонкий" рівень організації.

Багатоманітність форм пересування пов'язана зі спеціалізацією війчастого апарату і розвитком попереково-посмугованих м'язів, які складаються з окремих тяжів. Також, характерною особливістю будови їх тіла, є те, що вони складаються з малої кількості клітин, які мають постійний клітинний склад. Сталість клітинних елементів обумовлена тим, що після ембріонального розвитку клітини вже не діляться.

Всі ці особливості відповідають виключній властивості коловерток - миттєвій відповіді на зовнішній подразник. Не менш властивою для них є різноманітність пристосувань до змін кліматичних умов, які виражаються в явищах сезонного цикломорфозу, в багатоманітності статевих циклів і в здатності переходити у стан спокою.

Цими особливостями коловертки різко виокремлюються не тільки серед нижчих безхребетних, а й серед тварин взагалі.

В процесі еволюції у коловерток виробилися найрізноманітніші пристосування до різноманітних умов існування. Пластичність організації сприяло тому, що вони населяють не тільки різноманітні прісні, солонуваті і солоні басейни, як з дуже високою, так і з дуже низькою температурою, але й тому, що більша кількість пристосувалась до існування в місцях, де вода буває в нікчемній кількості, або тимчасово (прибережні піски водойм, мох, дупла дерев, в ґрунті і т. д.).

В основному, коловертки населяють прісні водойми, лише незначна кількість живе в солоних, але є й ті, які мешкають тільки в морях (представники родів: *Synchaeta*, *Trichocerca*, *Lindia*, *Proales*, *Keratella* і ін.). Значно більше видів зустрічається в опріснених частинах морів, це ті форми, які потрапляють в море з річок і добре пристосовуються до підвищеної солоності, причому, деякі види в нових умовах розвиваються набагато інтенсивніше, ніж в прісних водоймах



(*Asplanchna brightwellii*, *Filinia longiseta*, *Filinia brachiata*).

Є коловертки, які ведуть паразитичний спосіб життя, але їх небагато. У хребетних тварин і у людини коловертки не паразитують. Деякі види коловерток живуть разом з іншими організмами, тобто знаходяться в мутуалістичних відносинах з ними (наприклад *Proales daphnicola*, які мешкають на дафніях). Переважна більшість видів коловерток космополіти, вони зустрічаються по всій земній кулі.

Деякі звичайні види коловерток живуть у найрізноманітніших водоймах, вони невимогливі до умов існування, їм неважливо солоня або прісна вода, проточна або стояча, тепла або холодна, вони майже при всіх умовах добре себе почувають і розмножуються. Такі організми називаються убіквістами, тобто зустрічаються скрізь, всюди. Широке поширення багатьох видів пов'язано з тим, що вони спокійно переносять тривалу відсутність вологи. Але чимало коловерток, які пред'являють суворі вимоги до умов існування, до якості їжі, до хімічного складу води і її фізичних показників, і далеко не в кожному водоймищі бувають потрібні їм умови. Якщо коловертка, яка потрапила в дану водойму, не знаходить в ній необхідних умов, вона просто гине. Такі види зустрічаються не часто і відносяться до «рідкісних». Таким чином, поширення коловерток по земній кулі в більшості випадків проблема не стільки зоогеографічна, скільки екологічна, так само як розподіл їх по водоймах різних типів та їх окремих місцях (прибережні зарості, дно, товща води).

### **1. Особливості будови тіла**

Серед коловерток є й «великі», добре помітні простим оком види, що досягають 2 мм. Деякі з них утворюють колонії, які часто складаються з декількох сотень екземплярів. Одна колонія досягає в діаметрі приблизно 5 мм. Але є й такі коловертки, які серед усіх багатоклітинних тварин є найменшими, маючи в довжину близько 40-50 мк

(*Ascomorpha minima*). Це крайні величини. Переважна ж більшість видів коловерток розміром від 80 до 400 мк.

Більшість коловерток безбарвні, але у багатьох видів окремі частини тіла і порожнинна рідина бувають пофарбовані. Так, *Gastropus stylifer* дивовижно яскраво пофарбована у фіолетові, сині та помаранчеві кольори з багатьма відтінками; гіподерма та порожнинна рідина цієї коловертки рожевого кольору. У багатьох видів травний канал часто буває пофарбований у зелений, бурий, жовтий колір залежно від їжі і стадії її переварювання. Часто запаси живильних речовин зберігаються у вигляді червоних і жовтих жирових крапель. Деякі п'явковидні коловертки пофарбовані в червоний, жовто-зелений і коричневий кольори.

Форма тіла коловерток дуже різноманітна. Серед плаваючих зустрічаються види, що мають форму мішка, або майже круглої пластинки. Часто зустрічаються коловертки, «заковані» у панцир, з шипами, колючками, виступами. Є такі види коловерток, які мають придатки, що дозволяють їм робити стрибки. У багатьох видів коловерток навколо тіла утворюються футляри, чохлики, "хатинки", які слугують їм як захисні утворення.

У різні пори року і в різних водоймах один і той же вид має різну форму панцира, наприклад *Keratella quadrata*, *Brachionus calyciflorus* та ін, зустрічаються з довгими задніми шипами, з короткими і зовсім без шипів. Черевоподібна форма тіла повзаючих коловерток вважається найбільш примітивною. Їх тіло ділиться на 4 відділи: голову, шию, тулуб і ногу.

Більшість коловерток можуть втягувати голову, шию і ногу в свій тулуб.

Тіло коловерток покрите шкірою, що складається з двох шарів: гіподерми, представлені живими клітинами, які сильно витягнуті і злилися один з одним, і кутикулою, яка утворена гіподермою. Кутикула може бути тонкою, м'якою і

прозорою у безпанцирних коловерток, але у багатьох видів вона потовщується і стає твердою, утворюючи панцир. Він складається або з пластинок, або з кілець, або зі спинного і черевного щитків, які з'єднані з боків більш тонкою кутикулою. Передній і задній відділи тіла залишаються м'якими.

## 2. Травна система

Травна система починається ротовим отвором, що знаходяться в середині війкового поля колообертаючого апарату, як правило, в воронкоподібному поглибленні, на якому знаходяться війки. Ротовий отвір веде в глоткову трубку і в її розширену частину - мастакс. В мастаксі знаходяться щелепи, що складаються з щільних кутикулярних утворень - ковадел (інкус) і двох молоточків (маллеус). Ковадло складається з непарної підпірки (фулькрум) і двох гілок (рамус), молоточок складається з рукоятки (манубріум) і гачка (ункус). Незважаючи на єдину схему будови, у різних видів окремі частини щелеп дуже різні і служать гарною ознакою для визначення виду.

Глотка переходить в стравохід, який впадає в шлунок. Більшість коловерток мають мішковидний шлунок покритий війками, який займає більшу частину порожнини тіла. В нього впадають протоки парних травних залоз. Шлунок, звужуючись, переходить у кишку, яка покрита довгими війками. Кишка закінчується анальним отвором, який знаходиться на спинній частині тіла. Дещо вище нього в кишку впадають протоки видільної системи і яйцепровід, тому ця частина кишки називається клоакою. Деякі коловертки не мають кишки і анального отвору (Asplanchna, Ascomorpha), і вся система закінчується шлунком; неперетравлені залишки їжі виводяться через ротовий отвір.

Коловертки харчуються водоростями, бактеріями і детритом, крім того, є хижаки, що харчуються тваринами - найпростішими і коловертками, які значно менше хижаків, але

хижаки можуть харчуватися і водоростями.

Більшість коловерток поліфаги, тобто вони майже не обмежені у виборі їжі, але існують і монофаги, які харчуються лише одним типом їжі, наприклад детритом або певним видом водоростей. За способом захоплення їжі коловертки діляться на:

- коловертки, які захоплюють їжу за допомогою війок на ротовому апараті, що створюють потік води у напрямку ротової порожнини;

- вільно плаваючі хижі коловертки, які активно захоплюють живі організми своїми щелепами, які висуваються назовні, або проколюють здобич і висмоктують її соки. Вони також здатні до захоплення їжі війками ротового апарату.

- коловертки, які використовують свій колообертальний апарат, з довгими нерухомими війками, в якості хапального (ловчого) апарату.

### **3. М'язова система**

У коловерток відсутній шкірно-мускульний мішок і м'язи утворюють тяжі. Основні з них: кільцеві - стискають тіло; поздовжні - вкорочують і згинають його; м'язи колообертаючого апарату і ноги, що втягують і розгортають їх. Рух війок колообертаючого апарату здійснюється не м'язами, а самою клітиною, на якій знаходяться війки. Крім мускулів тіла, є мускули органів - в мастаксі, в травній трубці, в сечовому міхурі. Зазвичай у коловерток м'язи гладкі, але зустрічаються і попереково-посмуговані, особливо в придатках тіла, що слугують для стрибків, і в пальцях стрибальних ніг.

### **4. Нервова система**

Нервова система коловерток складається з мозку, що знаходиться над глоткою в головному відділі (мозковий ганглій), гангліїв мастакса і ноги, дрібних гангліїв, розкиданих по багатьом частинам тіла, і нервів, що відходять

від мозку, зв'язують ганглії і ведуть до органів почуттів і мускульних тяжів.

Органи почуттів представлені очами й щупальцями. Очі - червоні або чорні пігментні плями. У деяких видів перед плямою є лінза, яка заломлює світло. У більшості коловерток одне «потиличне» око, що лежить поблизу мозку; у багатьох по два ока з боків голови; є «лобові» очі; у деяких п'явковидних коловерток очі перебувають на хоботку; частина видів коловерток зовсім позбавлені очей, а у прикріплених форм очі мають тільки молоді особини.

Щупальця представлені особливими клітинами із чутливими щетинками, віями або сосочками. Вони численні в коло обертаючому апараті. На спинній стороні знаходиться одне дорзальне щупальце, у деяких видів дуже довге; по боках тіла лежать латеральні щупальця; є щупальця в порожнині глотки й ножні щупальця. Щупальця виконують функції органу дотику, статичного почуття і сприйняття хімічних подразнень.

Над мозком у багатьох видів коловерток, але далеко не у всіх, є орган невідомого призначення, який називають ретро-церебральним, тобто органом, який знаходиться навпроти мозку. Він складається з досить великого мішка, як правило, заповненого чорними крупними зернами, і лежачих з боків його, двох субцеребральних залоз. У деяких видів є вивідні протоки цього органа, що відкриваються на тильній стороні голови. Цей загадковий орган по походженню відноситься до шкірних залоз, але справжнє призначення цього органа невідоме.

## **5. Видільна система**

Видільна система представлена типовими протонефрідіями. У порожнині тіла з боків проходять канали, що починаються в голові і відкриваються в пульсуючий сечовий міхур, що являє собою у деяких видів розширену клоаку, в інших - розширені кінці каналів. Вміст міхура

виділяється в клоаку. У деяких видів у голові бічні канали з'єднуються за допомогою анастомозу Гекслі. У бічні канали, які представляють залозисту частину протонефридіїв, впадають замкнуті капілярні трубки, що дають гілочки, які закінчуються термінальними клітинами з війками всередині їх просвіту. Таких клітин з «миготливим полум'ям» у кожного виду своя кількість, може бути від 3 до 50 з кожної сторони. При сильному збільшенні мікроскопа у прозорих коловерток добре видно мерехтіння війок термінальних клітин. Ці клітини втягують в себе з порожнинної рідини шкідливі продукти обміну і виводять їх через бічні канали назовні. Крім цього, видільна система виконує функцію регулятора осмотичного тиску і функцію дихання, пропускаючи воду, потрапляє у порожнину тіла через травну систему.

#### **6. Статева система**

Статева система **самки** складається з яєчника, жовтівників і яйцепровіда, що відкривається в клоаку. При розгляданні коловертки під мікроскопом відразу видно дуже великий жовтівник з великими ядрами, що лежить поруч зі шлунком. У різних видів він має різну форму - овальну, круглу, підковоподібну, стрічкоподібну і навіть лапчасту. Його призначення - забезпечувати живильними речовинами яйцеклітини. Яєчник являє собою скупчення дрібних ооцитів, що мають у діаметрі 1-5 мкм, лежачих на жовтівнику або навіть занурених у нього. У міру зростання ооцити пересуваються до яйцепроводу й на цьому шляху одержують живильні речовини з жовтівника через тимчасовий отвір або своєрідну трубку в оболонці яйця. Більшість видів коловерток відкладає яйця, тільки деякі - живородні; у них розвиток яйця відбувається в тілі матері. У багатьох планктонних коловерток відкладені яйця залишаються прикріпленими до основи ноги матері за допомогою стеблинки, утвореної слизовим виділенням ножних залоз. Зазвичай, кожне яйце має свою стеблинку, але іноді у деяких

видів стеблинки зв'язують кілька яєць і самки тягають їх за собою як ланцюжок. У такому прикріпленому стані яйця розвиваються під час плавання матері. Після виходу з яйця молодій особини порожня шкаралупа ще довго залишається з коловерткою. Інші планктонні види випускають яйця прямо у воду, оболонка цих яєць покрита довгими тонкими щетинками, що дозволяє їм зависати у воді. Деякі види коловерток прикріплюють яйця до рослин або до панциру інших коловерток або рачків. Спочиваючі яйця у більшості видів теж відкладаються, але є види, у яких вони залишаються в порожнині тіла матері і звільняються тільки після її смерті, коли труп знищується інфузоріями і бактеріями.

**Самці** не схожі на самок, карликової форми, живуть недовго.

Статева система самця складається з великого сім'яника - статевої залози, що виробляє чоловічі статеві клітини - сперматозоїди, додаткових залоз, вивідний протоки і копулятивного органа. У більшості коловерток самці народжуються вже з цілком розвиненими сперматозоїдами. Сперматозоїди відносно великі, складаються з голівки і вібруючого хвостика; їх небагато, найбільше число (близько 300) відомо у *Asplanchna*. У багатьох видів сім'яник підвішений на широкій стрічці, яка є рудиментом травного каналу. У самців деяких видів планктонних коловерток на спинній стороні, приблизно в середині тіла, лежить велика жирова крапля, яка перешкоджає обертальному руху самця навколо осі свого тіла. Самці плавають прямо і, в порівнянні з самками, дуже швидко. Самці живуть не більше двох діб, адже вони нічого не їдять, витрачаючи за своє коротке життя тільки ті поживні речовини, які їм дісталися від матері. Найбільш активними вони бувають в перші години після вилуплення. Процес копуляції, тобто передачі сперматозоїдів самиці, у деяких видів відбувається через клоаку, в інших -

через будь-яке місце тіла самки.

При копуляції через будь-яке тіло самки в самців над копулятивним органом міститься присмоктувальна чашечка, якою самець прикріплюється до самки. Велика імовірність того, що наявні в нижньому відділі сім'яника стілетовидні клітини, які розглядаються як другий вид сперматозоїдів, служать для проколювання шкіри самки під час копуляції. При такому способі запліднення сперматозоїди потрапляють в порожнину тіла самки і активно проникають у яєчник, відкидаючи хвіст, який залишається в порожнинній рідині. Запліднення відбувається в яєчнику.

### 7. Представники

**Asplanchna priodonta** - одна з найбільш великих, за розмірами (0,28 – 1,50 мм), прісноводних коловерток. Доросла особина аспланхни - хижак. Вона харчується інфузоріями і більш дрібними коловертками. Це типово планктонні тварини, які все життя знаходяться в товщі води в безперервному русі. Плавають вони за допомогою ротового отвору, рухаючись вперед, не обертаючись навколо своєї осі, на відміну від інших представників. Тіло прозоре, майже округле. Аспланхін за звичай використовують для вигодовування молоді риб, в якості добавки до основного корму при переході від більш дрібного корму, до більш крупного. Харчова цінність аспланхін порівняно низька.

**Brachionus calyciflorus** - прісноводна коловертка, розмір якої від 0,1 до 0,3 мм. Розміри дорослих самок досягають 0,57 мм. Дозрівають самиці впродовж доби, а тривалість життя дорослої особини триває до трьох тижнів. Ця коловертка відноситься до рослиноїдних. Відкладання яєць самкою відбувається кожні 12 годин. Має високу харчову цінність і використовується для вигодовування морських і прісноводних риб.

**Brachionus plicatilis** - розміри цієї коловертки дрібні - 0,08-0,3 мм. Це евригалійний вид, який зустрічається у



природних водоймах з солоністю від 1 до 90%. Розмноження відбувається при температурі 15-35°C. Харчуються фітопланктоном і бактеріями. Самці живуть протягом 2-3 діб, в той час як тривалість життя самиць доходить до 2 тижнів. Статева зрілість настає через 1-1,5 діб. Яйця тяжчі за воду, що сприяє опусканню їх на дно. Мають високу харчову цінність, невимогливі до умов навколишнього середовища, велика швидкість розмноження зробили цю коловертку одним із найголовніших харчових об'єктів.

**Brachionus rubens** - прісноводна коловертка, має розміри менші 0,1-0,3 мм. Дозрівання відбувається, при оптимальній температурі інкубації 22-32°C, за добу. Тривалість життя 4-17 днів. Самиця відкладає від 3 до 12 яєць кожні 12 годин. *Brachionus rubens* найчастіше і на тривалий час прикріплюється своєю ногою до панцира дафній, і, не витрачаючи енергії на пересування, в спокійному стані, відфільтровує харчові частинки, постійно змінюючи (за допомогою дафній) своє місце перебування. Дуже часто вони щільно обліплюють панцир дафній, що надає їй кошлатий вигляд. В природі харчується планктонними водоростями.

**Philodina acuticornis** - за розмірами вони крупніші, ніж представники роду *Brachionus*. Філодіни зазвичай мешкають серед мулу, на дні акваріумів або прісноводних водойм. Як правило, вони повільно рухаються і повільно плавають від однієї мулової частинки до іншої в пошуках їжі. Форма тіла нагадує конус сплющеної форми, на розширеній передній частині якого знаходиться коло обертаючий апарат, а на задньому загостреному кінці, так званій нозі, на якій знаходяться два пальці - "захоплююча виделка". Харчуються філодіни водоростями і бактеріями. Середня тривалість життя дорівнює 27 діб. В середньому одна самка відкладає близько 50 яєць. Оптимальна температура для життя 24-27°C. При внесенні їх до личинок риб, вони дуже добре ростуть на їх фекаліях, а також на загиблих в прісній воді солоно водних

коловертках. Їх недолік в тому, що при годівлі личинок риби, вони мають здатність закопуватись в ґрунт.

### **Висновок**

Коловертки - споживачі первинної продукції фітопланктону та бактеріопланктону і самі є їжею для інших безхребетних, є дуже цінним кормом для личинок та молоді риби, сприяють очищенню забруднених водойм, і також є показниками сапробності води.

Господарське значення коловерток полягає в тому, що вони є їжею для багатьох ракоподібних, молоді риби, риб-планктонофаги, а також є індикаторами забруднення водойм та об'єктом масового культивування в штучних умовах.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

### **Лабораторне заняття № 24. (2 год.)**

**Тема: Будова та визначення видового складу гіллястовусих раків.**

**Гіллястовусі ракоподібні – *Cladocera*** – це 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 рострум. 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, кровносна 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 кишковика, 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 частковозвільниться від її залишків.

Серед гіллястовусих рачків є і хижаки. 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 повне 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 0C *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 приступують 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 водою 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 якийсь 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, антенули, 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, періодафнії, хідоруси – основні об'єкти культивування і використовуються для живлення молоді риб отриманої заводським методом, та від раннього нересту у період їх підросування і вирощування та при культивуванні цінних безхребетних. Масовий розвиток гіллястовусих ракоподібних свідчить про високу продуктивність водойми.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

## Лабораторне заняття № 25. (2 год.)

### Тема: Будова та визначення видового складу веслоногих раків.

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 однокіллястих передніх членистих (від 4 до 20 члеників) антен (антенул) та задніх двокіллястих 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 двокіллясті, пристосовані для плавання і складаються з трьохчленикових екзо- та ендоподітів. П'ята пара ніг у самців асиметрична. У самок ця пара ніг майже редкована. 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 (*reserpta 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'яприймача 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 *см<sup>3</sup>* води, зазвичай живлення йде переважно вночі.

До групи хижаків відносять майже усіх циклопів (*Cyclopida*) – *Macrocyclops albidus*, *M.fuscus*, *Acantocyclops 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 вільно плаваючі 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 – фурункульоз 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 тощо).

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 26. (2 год.)**

**Тема: Екологічні групи водяних рослин (плейстофіти, нейстофіти, гідатофіти, гелофіти).**

Вищі водяні рослини або макрофіти залежно від розселення у водоймах та біологічних особливостей (розташування асимілюючих органів по відношенню до дна і поверхні водойми) поділяють на три екологічні групи:

#### ***Гідатофіти – занурені:***

– коренева система не прикріплена до ґрунту – кушир занурений, пухирник звичайний, ряска триборозенчата, альдрованда пухирчаста;

– коренева система закріплена у ґрунті – водяний жовтець, водопериця колосова, елодея канадська, водяний різак алоєподібний, різуха морська, рдесники – гребінчастий, широколистий, туполистий;

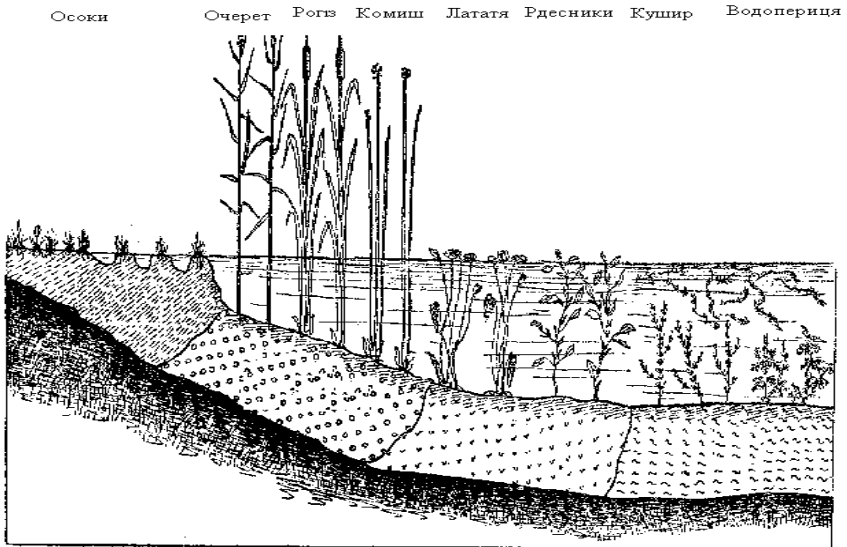
***Плейстофіти – рослини з плаваючим на поверхні води листками:*** латаття біле, глечики жовті, водяний горіх, рдесник плаваючий, сальвінія плаваюча, жабурник звичайний, ряска мала;

***Гелофіти – повітряно-водні рослини*** рогіз вузьколистий, рогіз широколистий, стрілиця звичайна, очерет звичайний, сусак зонтичний, лепешняк великий, їжача голівка, комиш, осоки.

#### **Зональний розподіл вищих водяних рослин у водоймах**

Названі групи рослин ростуть у водоймах на різних ґрунтах і глибинах, розміщуються завжди поясами або

зонами (рис. 1):



**Рис. 1. Схема заростання ставів.**

- 1 – зона низьких повітряно-водних рослин: осоки, хвощ цукута; це берегова зона – вище урізу води, іноді заливається водою. Нерідко ця зона непомітно зливається з одного боку з водною рослинністю наступної зони, з іншого – з рослинністю берега, особливо коли берег заболочений. Ґрунти різnorodні: мулистий, торф'янистий, піщаний, кам'янистий, глинистий. Рослини цієї зони належать до земноводних або болотяних;
- 2 – прибережна мілководна зона тягнеться від урізу води до зони комишів (до 0,5 м). Ґрунти різnorodні. Характерні рослини – різноманітні рдесники та осоки;
- 3 – зона комишів або рослин, що високо піднімають над водою стебла, заходить завглибшки 2-3 м (іноді до 5 м); дно мулисте;
- 4 – зона водяних лілій або рослин з плаваючим листям – латаття біле, глечики жовті, деякі рдесники; розвиваються в захищених місцях – затоках, заводях, старицях;

- 5 – зона широколистяних рдесників, розташована завглибшки 3 – 5 м; поширені високі занурені рослини: широколистяні рдесники та водопериця;
- 6 – зона підводних лугів, що доходить до нижньої межі вищих рослин: поширені мохи, хара, іноді опускається елодея.

### **Значення у водоймі**

Вищі водяні рослини мають важливу роль у житті водойми:

1) у процесі фотосинтезу збагачують водойму киснем;  
2) є кормом для багатьох мешканців водойм;  
3) є нерестилищем для риб (лящ, сазан, щука, синець, карась);

4) є місцем проживання молоді риб та фітофільної фауни: рдесники, водопериця, кушир;

5) пригнічують розвиток синьо-зелених водоростей і “цвітіння” води шляхом виділення фітонцидів (алелопатія);

6) очищають воду від різноманітних забруднювачів: діють як механічний фільтр за рахунок затримки органічних і мінеральних часток; вивільняють воду від надмірного вмісту біогенних елементів за рахунок накопичення у своїх тканинах; поглинають іони важких металів (мідь, свинець, цинк – ряски, очерет, рогіз); поглинають і накопичують пестициди і радіонукліди – ряски, елодея, водопериця, різак; у заростях водяних рослин прискорюється процес окислення нафти і нафтопродуктів до вуглекислоти і води (за рахунок епіфітної мікрофлори) і в результаті чого змінюються властивості і якість води. Ці особливості водних рослин використовують для створення спеціальних водоохоронних споруд – біоплато.

Разом з цим, вищі водяні рослини мають і негативну роль у житті водойм:

1) конкурують у живленні з водоростями та

пригнічують їх вегетацію;

2) надмірне заростання є перешкодою для проникнення світла та тепла (температура води у зоні заростей на 3–4°C нижча);

3) надмірний розвиток призводить до заболочення (очерет, рогіз) водойм, зниження пропускнуої спроможності каналів;

4) надмірне заростання скорочує нагульні площі для риби і порушує нормальну експлуатацію рибницьких ставів;

5) за масового відмирання і розкладу (восени) значно погіршується газовий режим і якість води, що веде до задухи риби.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 27. (2 год.)**

#### **Тема: Визначення видового різноманіття та подібності водойм.**

Континентальні водні об'єкти України представлені природними водоймами - річками, озерами, болотами та штучно створеними - водосховищами, рибницькими ставками, каналами.

### **ГІДРОБІОЛОГІЯ 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. У поперечному перетині виділяють прибережну зону - рипаль, для якої характерне заростання

вищою водяною рослинністю з багатою водною фауною, середню зону - медіаль, ділянку з найбільшою течією - стрихаль і найбільш глибоководну частину річки - фарватер. Від витоку до гирла річка має повздожню зональність - верхня, середня і нижня течії. Дня верхньої ділянки характерна відносна маловодність, значна швидкість течії, переважання жорстких ґрунтів. З переходом до середньої і нижньої течій річка стає багатоводною за рахунок притоків, швидкість зменшується, донні відкладення різноманітні. Дуже своєрідними за своїм режимом є області, які утворюються при впаданні річки в озеро або в море – дельти і естуарії. Дельти пронизані сіткою річкових рукавів, які утворюються в результаті інтенсивних осідань зависей, що несе річка. Площа цих широких мілководь може сягати сотень і навіть тисяч квадратних кілометрів. Естуарії являють собою вузьку затоку із значною зміною солоності (зростає у напрямку моря), де відбувається інтенсивне переміщення водних мас і збагачення води поживними речовинами. Населення естуаріїв представлене прісноводними, солонуватоводними і евригалінними морськими організмами, багате в кількісному відношенні.

**Планктон.** Основу складають організми, які виносяться з водозбірних водойм, що живлять річку. Дія течії на різні групи планктону неоднозначна. Водорості, які переважно розмножуються простим поділом і пасивно захоплюються потоком, не мають особливої шкоди від змін умов існування і продовжують інтенсивно розмножуватись. У зоопланктоні у відносно сприятливих умовах знаходяться коловертки і гіллястовусі ракоподібні, які розмножуються партеногенетично. Проте завислі мінеральні речовини, на які багаті річки з великою течією, забивають фільтраційний апарат гіллястовусих ракоподібних і таким чином порушують процес живлення. Веслоногі ракоподібні, для яких характерне статеве розмноження, найбільшою мірою відчувають

несприятливий вплив течії через утруднення зустрічі особин різної статі. Найбільш характерними рисами планктону річок є переважання у фітопланктоні діатомових водоростей, у зоопланктоні – коловерток над ракоподібними, а серед ракоподібних – гіллястовусих над веслоногими. У міру зниження швидкості течії в рівнинних річках ракоподібні починають переважати над коловертками. У кількісному відношенні планктон річок бідний взимку та в період повені, внаслідок надходження талої води, яка в основному не містить організмів за винятком бактерій. Максимальний розвиток планктону спостерігають влітку.

**Бентос.** У результаті течії і рухливості ґрунтів, які розмиваються і зносяться потоком, у річках створюються особливі умови існування донних організмів. Для макрофітів, закріплених у ґрунті, умови для розвитку несприятливі, і тому берега великих річок, в основному, не мають рослинності. Добре заростають лише ділянки з уповільненою течією, а також додаткові водойми. Донні тварини, які мешкають на сильній течії (реофільні), мають спеціальні пристосування для того, щоб закріпитися на ґрунті. Для багатьох мешканців характерна сплюснута форма тіла, утворення органів постійного і тимчасового прикріплення (дрейсена, личинки мошки), спорудження прикріплених чохликів (личинки одноденок, струмковиків і хірономід).

Залежно від характеру ґрунту в корінній річці розрізняють 5 донних комплексів населення:

- комплекс піску або псамореофільний в рівнинних річках займає великі площі дна, з населення характерні деякі види олігохет, двостулкові молюски, деякі личинки струмковиків і мізиди;
- комплекс каміння або літореофільний розвивається на ділянках з швидкою течією, за видовим складом чисельніший попереднього, багато прикріплених форм – губки, дрейсени, личинки мошок, личинки одноденок,



струмковиків червоногі молюски, з вищих ракоподібних – амфіподи;

- комплекс глинистих ґрунтів або аргелореофільний в ріках розвинутий слабо, представлений риучими тваринами, які роблять ходи і поглиблення в глибині ґрунту і цим сприяють порушенню берегів – личинки струмковиків, одноденок та деяких хірономід, амфіподи;
- комплекс мулу або пелорефільний займає великі площі в низинах річок та на широких, глибоких плесах, населення багатше від попередніх і представлене олігохетами, численними молюсками личинками одноденок хірономід, веслокрилок;
- комплекс заростей, або фітореофільний представлений губками, п'явками, червоногими молюсками, личинками бабок, одноденок, струмковиків, хірономід.

## ГІДРОБІОЛОГІЯ ОЗЕР

**Озера** - це різного походження, величини і форми котловини, заповнені водою. В котловині озер розрізняють три частини: підводну терасу з характерним пологим, поступовим зниженням дна; звал, який має форму уступа або обрива з відносно крутим падінням дна і котел або ложе озера, який займає найбільшу частину усієї площі дна озера. В бенталі озер виділяють три зони: літораль розташована на прибережній терасі з нижньою межею, яка проходить у середньому на глибині 4-7 м; сублітораль - перехідна зона, яка збігається зі звалом, а її нижня межа є межею поширення донних рослин та профундаль – решта ложа озера. Пелагіаль озер поділяється на прибережну зону, яка лежить над підводною терасою і пелагічну – розташовану на сублітораллю і котлом.

**Планктон** прибережної зони розвивається серед заростей макрофітів різноманітний і багатий. З гіллястовусих характерні види родини *Sida*, *Poliphemus*, деякі види з родини

Ghydoridaei і Bosminidae, коловертки, а з веслоногих - представники підродини Cyclopoida. В пелагічній зоні зоопланктон бідніший і представлений веслоногими, гіллястовусими коловертками

**Бентос.** У літоралі через невеликі глибини спостерігаються значні добові і сезонні коливання температури, сприятливий газовий і світловий режим. На значній частині літоральної зони інтенсивно розвиваються макрофіти за винятком скалистих узбережь. Різні біологічні групи макрофітів змінюють один одного в певній послідовності. Біля самого берега до глибини 1-2 м ростуть повітряно-водні рослини - очерет, рогіз, камиш, стрілолист. До глибини 2,0 - 2,5 м поширюється поле рослин з плаваючим листям - латаття, глечики, земноводна гречка. Пояс занурених рослин - рдесники, кушир, уруть - простягається на глибину 6 м і більше. На максимальних глибинах зустрічаються водорості - *Cladophora*, *Enteromorpha*.

Фауна заростей різноманітна і багата в кількісному відношенні. В залежності від місць проживання виділяють кілька груп тварин:

- ✓ тварини пов'язані з поверхнею води – клопи, водомірки, жуки вертячки;
- ✓ тварини, які мешкають на плаваючих листях рослин або в їх тканинах, на нижній поверхні листків поселяються моховатки, молюски (ставковик), фіза, іноді гіллястовусі рачки. Багато організмів відкладає на нижню поверхню листків свої яйця – кладка ставковика, струмковика, або в тканини рослин (бабки). Тканини листків лагаття і глечиків служить схованкою для деяких форм – прокладають ходи личинки хірономід, гусінь метеликів;
- ✓ організми, які мешкають на стеблах великих рослин (водорості) та її середині тканин рослин, занурених у воду, в черешках листків рдесників і латаття, в стеблах камишів

прогризають ходи деякі личинки хірономід та відкладають яйця комахи – бабки, клопи, жуки;

- ✓ на підводних рослинах мешкають прикріплені тварини – губки, моховатки, колонії які мають вигляд наростань або кущиків, багато черевоногих моллюсків, личинок струмковиків, одноденок, які живляться обростаннями з мікроскопічних ведоростей;
- ✓ у товщі води серед рослин числені хижакі – личинки і дорослі жуки, клопи, кліщі, поширені личинки одноденок і бабок з підродини *Zygoptera*.
- ✓ групу населення заростей складають мешканці дна – характерні двостулкові моллюски – великі і дрібні, з ракоподібних - водяний віслючок, личинки вислокрилки і струмковиків, які живляться рослинними залишками. До хижаків відносяться різні личинки бабок з підродини – *Anisoptera*.

Сублітораль. Ця область бенталі знаходиться, в основному, в шарі температурного стрибка або дещо вище. Вміст розчиненого у воді кисню тут знижується, умови освітлення погіршуються. Поширені олігохети і личинки хірономід. З моллюсків мешкають двостулкові і черевоногі.

Профундаль. У зв'язку з несприятливими умовами освітлення рослини тут відсутні. Серед донних осадів переважають мули з високим вмістом органічних речовин. Газовий режим у таких умовах напружений. Взимку і влітку під час стагнації води вміст кисню в гінолімніоні різко зменшується. Найбільш звичайними мешканцями профундалі є організми інфауни - олігохети, личинки хірономід, моллюски. У кількісному відношенні бентос тут бідніший, ніж у вищерозташованих областях.

За біологічною класифікацією прісноводні озера поділяють на евтрофні, мезо-, оліго- і дистрофні. До евтрофних (висококормних) належать неглибокі (до 10 - 15 м) рівнинні озера із значним надходженням біогенів. Ґрунти

мулисті, вода від зеленого до буро-зеленого кольору, з низькою прозорістю. Літораль добре виражена, сильно заростає макрофітами. Водна маса гіполімніону порівняно з епілімніоном мала, збіднена на кисень, а на початку літньої і зимової стагнації зовсім позбавлена його. Водна товща прогрівається до дна. Влітку в масовій кількості розвивається фіто-, бактеріо- і зоопланктон, зообентос і риби.

Оліготрофні озера, глибокі (до 30 м), з незначним надходженням біогенів, великою прозорістю води, гіполімніон за об'ємом переважає епілімніон, літораль розвинена слабо, донні відклади бідні на органіку. Розвиток фітопланктону незначний і відповідно кількісно бідні бактеріо- і зоопланктон, зообентос та іхтіофауна. Кисень поглинається слабо, і навіть у кінці літньої стагнації насиченість їм води досягає 60 - 70%.

До мезотрофних належать озера, які займають проміжне положення між оліго- і евтрофними озерами.

Дистрофні (недостатньо кормні) озера представляють собою неглибокі водойми із значно гуміфікованою водою, часто заболочені, з торф'янистими відкладами на дні. Останні виключають контакт води з ґрунтом, тому вона слабомінералізована і бідна на біогени. Планктон і бентос дистрофних озер дуже бідні, іхтіофауна часто відсутня. Чіткий поділ озер на ев-, мезо-, оліго-, і дистрофні важливо реалізувати щодо всього різноманіття природних водойм. Тому значною мірою справедлива точка зору В.Роде про те, що поняття оліготрофії і евтрофії необхідно використовувати не як основу для класифікації озер, а лише як характеристики багатства їх населення і специфіки сольового складу.

## **ГІДРОБІОЛОГІЯ СТАВІВ**

Ставки - це природні чи штучно побудовані водойми на невеликих рівнинних річках - загатні, греблеві, копані та наливні. Для них характерна невеликі глиби чи, незначна

проточність, висока інтенсивність замулення дна та заростання прибережних зон вищою водяною рослинністю. Стави рибогосподарського призначення – наливні, побудовані у заплавах річок, утворюють своєрідні системи ставків, відгороджені між собою насипними греблями. Розрізняють тепловодні і холодноводні ставкові господарства. У тепловодних вирощують коропа, карася, білого амура, товстолоба, ляща, лина, щуку, стерлядь, судака тещо. У хоподноводних, створених на гірських річках або на холодноводних джерелах - різні види форелі. Вирощування риби від ікринки то товарної маси триває він 1 до 3-4 років. За призначенням стави поділяються на нагульні - для вирощування риби до товарної маси, вирощувальні – для вирощування риби від личинки до стадії цьоголітки, нерестові - для проведення нересту плідників та деякого часу вирощування личинок і зимувальні - для зимівлі риби. Нагульні ставки мають найбільшу

площу (до кількох сотень га) джерелом водопостачання є річка, на якій вони побудовані. Для водопостачання вирощувальних, нерестових і зимувальних ставків будують головний став, з якого вода через канал подається в спеціальний нагрівний став і з нього за допомогою спеціальних розгалужених канал в окремі ставки. Рибницькі ставки, в основному, існують у літній період, а на зиму спускаються (за винятком зимувальних).

**Гідрохімічний режим** ставків обумовлений характером ґрунтів, на яких розташовані стави – перехід солей з ґрунту у воду має значення для мінералізації у перші роки у нових ставах; - з надходженням хімічних речовин з водозбірної площі (біля населених пунктів, тваринницьких ферм, масивів орних земель); процесами мулонакопичення - пов'язане з високим рівнем евтрофування, уповільненим водообміном, заростанням ставів вищими водяними рослинами, надходженням із водозбірної площі завислих

частинок; мінералізацією води, яка має сезонні коливання: навесні та після випадіння атмосферних опадів - менша (розбавлення), влітку - вища (інтенсивні; випаровування).

**Гідробиологічний режим** - характерною є високий ступінь мінливості флори і фауни. Формування флори і фауни спускних ставів проходить ряд стадій від часу весняного заповнення ложа водою до її осіннього спуску.

Фітопланктон у ставах розвивається за циклом Свіренка: навесні розпочинають вегетацію діатомові, потім вольвоксові та евгленофітові водорості; далі домінують хлорококові водорості, а з підвищенням температури води - синьо-зелені водорості, спричиняючи "цвітіння" води. Масовий розвиток синьозелених водоростей в рибоводних ставах може призводити до придухи риби внаслідок вичерпання кисню в нічні години та токсичної дії метаболітів і продуктів розкладу цих водоростей. Фітобентос ставів представлений нитчастими водоростями кладофора, ризоклоніум, спірогіра. Подекуди ними повністю заростають окремі ставки, що істотно впливає на газовий режим та формування біоценозів. Нитчасті водорості охоче споживає білий амур. У ставах з високим вмістом кальцію у воді інтенсивно розвиваються харові водорості.

Макрофіти ставів представлеі "жорсткою" і "м'якою" рослинністю. У заростях очерету звичайного розвивається багата кормова база для коропа (слимаки, личинки комах), вони є механічним фільтром, запобігаючи забрудненню, що надходить з полів та ферм, проте суцільні зарості погіршують газовий режим, змінюють рН середовища і сприяють заболочуванню. Серед регулювання розвитку водяної рослинності за - викошування та використання біомеліоратора – білого амура. "М'яка" рослинність представлена куширами, рдесниками, водоперицею, елодеєю. При надмірному розростанні рослини можуть негативно впливати на газовий режим ставів, тому їх розвиток

регулюють шляхом періодичного викошування.

У зоопланктоні після залиття ставків масового розвитку набувають численні види інфузорій та коловертки, якими живляться мальки риб у перші дні життя, гіллястовусі і веслоногі ракоподібні. Серед перших переважають різні види дафній, церіодафнії, босміни, моїни, а ближче до дна і серед заростей тримаються представники родини хідорид. Веслоногі ракоподібні представлені різними видами циклопів, які розмножуються майже протягом всього року.

У зообентосі важливу роль мають личинки хірономід, молюски (затулка, живородка, бітинія, різні види ставковиків). У ставках південних районів України зустрічається дрейсена річкова. Черви переважно представлені олігохетами, зокрема трубочниками, що живуть у мулі і досягають чисельності до 100 тис./м<sup>2</sup>. Вони є улюбленим кормом коропа та інших бентосоїдних риб. У донних відкладеннях ставів та серед водної рослинності мешкають личинки одноденок, які мають велике значення у живленні риб - бентофагів. Серед повітряно-водної рослинності по берегах ставів мешкають личинки бабок, жуки, клопи та інші комахи-хижаки, які в живленні промислово цінних видів риб не мають істотної ролі і є конкурентами у живленні риб.

Для стимулювання розвитку кормових організмів стави удобрюють мінеральними і органічними добривами, а у ставах з інтенсивною технологією вирощування риби та на рибницьких заводах, рибі згодовують штучно виготовлені і живі корми.

У різних фізико-географічних регіонах України формування гідробіологічного режиму ставів може бути дещо відмінним від загального.

## **ГІДРОБІОЛОГІЯ 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). 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 гідроморфо-динамічними ознаками у водосховищах виділяють три зони: 1 – глибоководна пригреблева ділянка з уповільненими водообміном і течією – за режимом наближається до озер; 2 – проміжна ділянка середніх глибин з нестійкою термічною і газовою стратифікацією; 3 – мілководна верхня ділянка з великою течією. Основною ознакою водосховищ є коливання рівня води навесні і влітку (до закінчення поливних робіт), та взимку у більшості водосховищ у період максимального використання води для турбін ГЕС. Внаслідок зниження рівня великі прибережні ділянки звільняються від води і висихають влітку та промерзають взимку, в результаті чого гине багато мешканців мілководних ділянок.

Процес формування фауни у великих рівнинних водосховищах проходить три стадії: I - руйнування існуючих реофільних, фітофільних та інших угруповань організмів і заселення затопленої суші і товщі води екологічно різномірним населенням; II - у перше ж літо масове заселення бенталі водосховищ личинками хірономід, в пелагіалі - масовий розвиток ракоподібних і коловерток; III стадія - в основному настає через 3-4 роки після затоплення і супроводжується зниженням біомаси бентосу та видового різноманіття зоопланктону.

**Планктон.** Планктон сформованих водосховищ складається в основному з бактерій, синьо-зелених, діатомових і зелених водоростей, інфузорій, коловерток і



ракоподібних. У фітопланктоні водосховищ навесні і восени домінують діатомові, влітку синьо-зелені. В цей період вони дають до 90% біомаси водоростей і нерідко викликають “цвітіння” води. До масових представників зоопланктону з гіллястовусих відносяться деякі види *Dafnia*, *Bosmina* і *Ceriodaphnia*, з гіллястовусих – *Cyclops* і *Diaptomus*, з коловерток *Keratella*, *Asplanchna*, велігери молюска *Dreissena*. В планктоні верхньої і середньої ділянок водосховищ домінують коловертки, а в пригреблевій – ракоподібні.

**Бентос.** Макрофіти розвиваються в прибережних ділянках. Вони представлені повітряно-водними (очерет, рогіз, осоки), і зануреними (рдесники, уруть) рослинами. Рослини з плаваючими листками (латаття, ряски) розвиваються в тихих ділянках. Ступінь розвитку макрофітів залежить від рівневого режиму. У водосховищах зі значною зміною рівневого режиму зарості рослин розвиваються слабо, у вершині та ділянках з відносно постійним рівнем – інтенсивно.

У зообентосі велика роль належить вторинноводним організмам, головним чином хірономідам. Склад і ступінь розвитку бентосу різних ділянках водосховища відрізняється. У вершині чисельні реофільні організми: ряд личинок комах (одноденок, струмовиків, мошок), молюски. З просуванням від вершини до пригреблевої ділянки у зв'язку з наростаючим замуленням дна і погіршенням газового режиму видове різноманіття бентосу погіршується. До 80% площі дна в середній і пригреблевій ділянках займають угруповання пелофільних організмів: личинки хірономід, олігохети, молюски. У водосховищах Дніпра чисельні бокоплави, мізиди, молюски.

У кількісному розвитку населення прибережної зони і відкритої частини водосховища значно відрізняється. Серед заростей макрофітів завдяки наявності фітофільних видів чисельність і біомаса організмів у багато раз вища порівняно

з відкритими ділянками.

Для підвищення промислової продуктивності водосховищ проводить роботи із вселення в них нових видів риби і кормових безхребетних. З кормових організмів - мізиди, гамариди, кумові, двостулкові та черевоногі моллюски.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 28. (2 год.)**

#### **Тема: Методи визначення вторинної продукції гідробіонтів.**

Важливою характеристикою водних екосистем є *вторинна продукція*, або продукція популяцій водяних тварин. До неї належить продукція гетеротрофних організмів, які живляться готовою органічною речовиною. Зокрема, це продукція організмів другого і наступних трофічних рівнів. Крім водяних тварин до цих рівнів входять бактерії і гриби. Вторинна продукція включає тканини соматичного і генеративного росту, екскрети, відчужені елементи тіла (злущений епітелій, слиз та ін.). Виходячи з цього, вторинну продукцію можна розглядати як підсумок асиміляції кормових продуктів під час енергетичного обміну (Романенко, 2001).

Продуктивність популяції водяних тварин залежить як від умов існування, так і від її розмірно-вікової структури. За цим показником популяції поділяються на низку типів. Так, до *моноциклічних* відносяться гідробіонти з коротким періодом розвитку, які народжуються майже в один і той же час. До таких популяцій належать, зокрема, популяції веслоногих ракоподібних (Copepoda) з низьким рівнем індивідуальної організації. *Другий* тип – популяції, в яких

одночасно присутні особини різних вікових груп. Це, зазвичай, великі двостулкові молюски, більшість видів риб, у яких досить тривалий період розвитку і дуже короткий період розмноження. У таких популяціях на стадії статевої зрілості знаходиться одночасно кілька поколінь, що робить їх вікову структуру досить різноманітною.

*Третю* групу популяцій становлять гіллястовусі планктонні ракоподібні і деякі інші види, які розмножуються безперервно протягом усього вегетаційного періоду. Їх популяції при переході з однієї стадії розвитку в іншу не втрачають свою біомасу у результаті елімінації, а навпаки, вона зростає внаслідок переходу молоді у старшу групу.

До *четвертої* групи належать популяції видів, які характеризуються безперервним поліциклічним розмноженням і коротким періодом індивідуального розвитку (коловертки, найпростіші, бактерії). Наприклад, для більшості представників класу *Rotatoria* тривалість життя становить 5–10 діб. Такі коловертки, як *Brachionus calyciflorus*, *B. rubens*, і деякі інші відкладають досить великі за розмірами яйця вже через добу після народження, але і у постембріональному періоді розвитку, і при досягненні зрілості вони відрізняються за масою тіла.

Поділ популяцій водяних тварин на 4 типи має важливе значення при виборі методів розрахунку швидкості утворення продукції, яка формується популяцією за певний проміжок часу.

Визначення вторинної продукції або накопичення біомаси (енергії) на рівні консументів здійснюється декількома методами:

1) за збільшенням біомаси (плюс біомаса вилучення, або елімінації) за певний проміжок часу в розрахунку на одиницю об'єму води чи площі дна;

2) за інтенсивністю газообміну (при параболічному типі росту гідробіонтів);

3) за динамікою добового приросту особин одного розміру з урахуванням їх біомаси, чисельності і середніх розмірів. Добова продукція бактерій та інших гідробіонтів, які діляться надвоє, визначається за швидкістю розмноження з урахуванням середньої чисельності популяції.

Розглянемо деякі з названих методів розрахунку вторинної продукції. Так, для популяцій бентичних тварин (молюски, хірономіди та ін), у яких показники росту особин є лінійною функцією віку, користуються формулою Бойсен-Йенсена (1919):

$$P = Ve + B2 - B1, \text{ де}$$

$P$  – продукція;  $Ve$  – елімінована біомаса, яка дорівнює похідній величині від чисельності загиблих особин та їх середньої біомаси;  $B1$  і  $B2$  – біомаса на початку і у кінці періоду спостережень.

Цей метод дає змогу розраховувати продукцію популяцій видів водяних тварин, у яких можна розрізнати окремі покоління або когорти. Наприклад, якщо потрібно розрахувати продуктивність популяції *Calanus finmarchicus* за рік, враховується зниження чисельності кожного покоління у ній. При цьому маса елімінації визначається за зменшенням чисельності особин за рік і середньою біомасою кожної з елімінованих особин. У тих же випадках, коли наявна біомаса за розрахунковий час не змінюється, вважається, що продукція популяції дорівнює її елімінації.

Для визначення продуктивності популяцій з поліциклічним типом розмноження користуються методом, який базується на даних про ріст особин, їх темп розмноження та вікову структуру популяцій. Зокрема, він перспективний при розрахунках продуктивності популяцій планктонних ракоподібних (різних видів дафній, моїй та ін.). Сумарну продукцію  $P$  за конкретний період часу можна розрахувати із застосуванням цього методу:

$$P = Ps + Pg ,$$

де:  $P_s$  – соматична продукція;  $P_g$  – продукція завдяки розмноженню.

Соматична складова продукції визначається показниками росту організмів, що входять до популяції. Зв'язок між лінійними розмірами і масою організмів виражається таким рівнянням:

$$W = q \cdot L^b,$$

де:  $W$  – маса тварини, мг сирової маси;  $q$  – константа, яка дорівнює масі гідробіонта при довжині тіла 1 мм;  
 $L$  – лінійний розмір, мм;  $b$  – показник форми тіла.

Показник  $q$  для багатьох планктонних ракоподібних може бути виведений заздалегідь і введений у спеціальні таблиці, які прискорюють проведення розрахунків. Це ж стосується і показника форми тіла  $b$ . У тих випадках, коли показники росту водяних тварин не пов'язані із змінами форми тіла,  $b = 3$ . Відношення лінійного розміру до маси може зменшуватись або збільшуватись залежно від алометричної форми тіла. Так, якщо форма тіла стає менш подовженою або більш подовженою, то відповідно  $b > 3$  або  $b < 3$ . За допомогою вказаного методу можна знайти величину добового приросту біомаси для певних вікових стадій зоопланктонів. Це досягається шляхом множення добового приросту на кількість особин у кожній віковій групі, а далі – арифметична сума одержаних результатів. Так отримується величина соматичної продукції популяції. Що ж стосується генеративного росту, пов'язаного із розмноженням, то його значення визначається за формулою:

$$P_g = N \cdot F \cdot q / D,$$

де:  $N$  – чисельність самок, які розмножуються;  
 $F$  – кількість яєць в одній кладці;  $q$  – маса одного яйця, мг;  
 $D$  – тривалість розвитку яйця, доба.

Проведення розрахунків вторинної продукції із застосуванням цього методу вимагає знання біологічних особливостей відповідних видів. Для визначення тривалості

життя окремих вікових стадій певних популяцій у природних водоймах. Г.Г. Вінбергом (1968) запропонований фізіологічний метод розрахунку продукції, основою якого є показник середньодобової швидкості споживання кисню. Цей метод дає змогу оцінювати продукцію тварин, у яких ріст проходить за параболічним законом, відома чисельність, маса тварин, залежність інтенсивності обміну від маси, калорійність особин і значення коефіцієнта використання корму другого порядку  $K_2$ . Величина середньодобової продукції виводиться із співвідношення

$$P = N \cdot W \cdot R \cdot K_2 / 1 - K_2,$$

де:  $N$  – кількість тварин у популяції;  $W$  – їх маса;

$B$  – середньодобова швидкість обміну (за поглинанням кисню);  $K_2$  – коефіцієнт використання засвоєного корму на ріст.

Коефіцієнт  $K_2$  визначається із наведеного нижче рівняння:

$$K_2 = d W / dt \cdot 1 / A,$$

де:  $d W / dt$  – швидкість валового росту;  $A$  – швидкість асиміляції корму, яка залежить від раціону та його засвоєння.

Наведемо ще один спосіб розрахунку середньої швидкості нарощування продукції за одиницю часу (годину, добу, сезон, рік) на конкретну дату спостереження. При розрахунках слід враховувати, що популяція складається на  $n$  вікових груп, кожна з яких має початкову  $W_{i-1}$  і кінцеву масу особин  $W_i$ . При цьому враховується тривалість стадії розвитку  $D_i$ . Для статевих продуктів (яєць)  $i = 0$ .

Вікові групи розбиваються з таким розрахунком, щоб у кожній групі збільшення маси і зміни чисельності особин описувались лінійними функціями. За таких умов середній приріст маси за добу може бути виражений як:

$$(W_i - W_{i-1}) / D_i,$$

де:  $D_i$  – час перебування організмів у конкретній розмірно-віковій групі або час проходження даної стадії розвитку.

У цьому випадку середня швидкість нарощування продукції *i*-вікової групи:

$$P(t) = (W_i - W_{i-1}) N_i / D_i,$$

де:  $N_i$  – чисельність особин *i*-вікової групи.

Більш складні розрахунки проводяться, якщо враховуються усі компоненти продукції. У посібнику наведено лише деякі форми розрахунків для того, щоб пояснити принципи оцінки продукції на популяційному рівні. Більш детально методи визначення продукції популяцій водяних тварин розглядаються у спеціальній літературі.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

### **Лабораторне заняття № 29. (2 год.)**

#### **Тема: Методи оцінки якості води за допомогою зоопланктону.**

На даний час всі водойми мають певний ступінь забрудненості і для того, щоб він був в межах допустимості треба тримати його під контролем. Одним із методів контролю забрудненості водойм є кількісні показники зоопланктону. Встановлено, що вони сильно варіюють у часі і залежать від рівня забруднення води. Також з'ясовано, що видове різноманіття і амплітуда коливань чисельності особин зоопланктону є індикатором стану водойм.

Зоопланктон – сукупність тварин, що населяють товщу води. Зоопланктон прісних вод представлений в основному найпростішими, коловертками, веслоногими й гілчатовусими раками. Організми зоопланктону в основному – мікроскопічні форми. Залежно від лінійних розмірів прісноводний планктон прийнято ділити на такі групи:

1) мезопланктон – найбільш великі організми, видні неозброєним оком, їхні розміри досягають декількох

міліметрів (циклопи, дафнії й т.п.);

2) мікропланктон – організми з розмірами від 50 до 1000 мкм (кладоцери, копеподи й ін.);

3) нанопланктон – організми, довжина тіла яких менше 50 мкм;

4) ультраланктон – у край дрібні організми з довжиною тіла менше 20 мкм. За типом водойми розрізняють: *евлімнопланктон* – планктони озер; *гелеопланктон* – планктони ставків; *тельмапланктон* – планктон калюж; *кренопланктон* – планктони джерел; *потамопланктон* – планктон річок.

На токсичний вплив господарських стоків, метаболітів водоростей і важких металів зоопланктон водойм реагує різноманітними морфологічними і функціональними змінами органів руху і живлення, тобто органів, які забезпечують вибір біотопу та їжі. На популяційному рівні зоопланктону властивий перервний поліморфізм особин. Імпульсні впливи токсичних речовин “розбивають” симпатричні популяції на окремі екоморфи, які різняться між собою розмірами і формою тіла, темпами індивідуального розвитку і особливостями розмноження.

В екосистемах досліджуваних ставів і озер заходу України виявлено 130 видів зоопланктону, серед них 77 представників класу Коловертки, як основні представники цього класу, які знайдені у більшості: *Brachionidae*, *Filinidae*, *Synchaetidae*, *Asplanchnidae*, і які відрізняються між собою різноманітним зайнятих екологічних ніш.

Системи біологічного аналізу, які в даний час застосовуються під час оцінки ступеня забруднення води за індикаторними організмами, містять занижені значення сапробної валентності і не враховують їх максимальної кількості. У біоіндикації для експрес-аналізу сапробності води із трьох груп зоопланктону найбільш інформативними є коловертки.



Так, спалахи чисельності коловерток (*Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. falcata*, *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*, *Asplanchna girodi*) свідчать про підвищене забруднення води органічною речовиною.

Виявлено, що в антропогенно трансформованих водоймах зміна домінантних і субдомінантних видів відбувається стрибкоподібно. Спостерігаються значні коливання чисельності особин у “дрібних” видів *Rotatoria*, які рано запліднюються і відкладають лише яйця спокою (*Brachionus urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*) і які малочутливі до зміни соленості води (*Brachionus angularis*, *B. quadridentatus*, *Filinia longiseta*).

Видовий склад зоопланктону, динаміка його чисельності, біомаси і метаболізм тісно пов'язані з розвитком фітопланктону, зокрема з “цвітінням” води синьо-зеленими водоростями. Під час “цвітіння”, коловертки випадають із складу зоопланктону; у другорядних і випадкових видів *Rotatoria* рівень обміну знижується у 2-4 рази.

Отже, коловертки сприяють очищенню забруднених водойм, і також є показниками сапробності води. У дуже забруднених водоймах коловертки не зустрічаються, з'являються вони в б-мезосапробній зоні, де вже є планктонні організми. Для зон незначного забруднення характерні пелагічно-озерні форми.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

### **Лабораторне заняття № 30. (2 год.)**

**Тема: Методи оцінки якості води за допомогою бентосу.**

Організми зообентосу займають у водоймі два основних біотопи: ґрунт (поверхня й товщу) і рослинність. Рухливі організми можуть відриватися від поверхні субстрату й плавати у воді, займаючи третій біотоп – водну товщу в

межах придонного шару або водного простору в заростях макрофітів. Зообентос внутрішніх водойм умовно ділять на три групи:

- 1) макробентос – більше 2–3 мм;
- 2) мезобентос – 0,5–3 мм;
- 3) мікробентос – менше 0,5 мм.

У макробентос попадають великі організми, наприклад, двостулкові молюски, личинки хірономід останніх віків, статевозрілі особини олігохет. Мезобентос поєднує тварин, які з ростом переходять до складу макрофауни, а також розміри яких і в дорослому стані не перевищують 2 мм. Мікробентос включає дрібні організми, представлені головним чином найпростішими, коловертками, турбеларіями й гастротріхами.

По макрозообентосу визначаються такі показники:

- загальне число організмів; – загальне число видів;
- загальна біомаса; – кількість груп по стандартному розбору;
- чисельність основних груп; – біомаса основних груп;
- число видів у групі;
- масові види й види індикатори сапробності.

Оцінка якості вод по показниках зообентосу проводиться за багатьма методиками. Найпоширенішим є метод біотичних індексів, у якому об'єднані принцип індикаторного значення окремих таксонів і принцип зміни різноманітності фауни в умовах забруднення.

У робочій шкалі біотичного індексу (табл. 1.) використовується найбільш часто зустрічаючися послідовність зникнення тварин у міру збільшення забруднення.

Для врахування різноманітності фауни запропоновано умовне поняття «група» тварин, під яким для одних тварин розуміються окремі види, для інших груп, що важко визначаються, більш великі таксони. За сумою «груп» і якісним складом тварин визначаються значення біотичного

індексу.

**Таблиця 1**

**Робоча шкала для визначення біотичного індексу**

Показові організми	Видове розмаїття	Біотичний індекс за наявністю загального числа «груп»				
		0-1	2-5	6-10	11-15	≥16
Личинки веснянок	Більше одного виду	-	7	8	9	10
	Тільки один вид	-	6	7	8	9
Личинки одноподібних (вкл. <i>Vaëtis rodani</i> )	Більше одного виду	-	6	7	8	9
	Тільки один вид	-	5	6	7	8
Личинки ручейників (вкл. <i>Vaëtis rodani</i> )	Більше одного виду	-	5	6	7	8
	Тільки один вид	-	4	5	6	7
Гамаруси	Всі вище названі види відсутні	3	4	5	6	7
Водяний ослик	Те ж	2	3	4	5	6
Тубіфіциди і (або) (червоні) личинки хірономід	Те ж	1	2	3	4	-
Всі вищезазначені групи відсутні	Можуть бути присутні деякі види, невимогливі до кисню	0	1	2	-	-

Робота зі шкалою починається з визначення позиції в

першій графі при русі зверху вниз у міру відсутності в розглядуваній пробі показових організмів. Потім урахується видова різноманітність у показовій групі (друга графа). Після цього за сумою «груп» в останній графі «Біотичний індекс...» перебуває стовпець із відповідним числом «груп» у пробі та у цьому стовпці на перетині з лінією показової групи визначається значення біотичного індексу. Далі оцінюється стан водного середовища й донних відкладів.

Для гідробіологічного контролю якості вод використовують також біоіндикатори великих таксонів. Методика Гуднайта й Уїтлея (табл. 2.) побудована на оцінці стану придонного шару води і донних відкладів по відносній чисельності олігохет (малощетинкових черв'яків).

**Таблиця 2**

**Оцінка стану водного середовища  
за методикою Гуднайта і Уїтлея**

Стан річки	Добрий	Сумнівний	Сильно забруднений
Олігохети, % від загального числа донних організмів	<60	60 - 80	>80

Відносна чисельність олігохет як і біотичний індекс використовується в класифікаторі якості вод.

Існують методики оцінки стану водотоків, засновані на обліку відносної чисельності олігохет і тубіфіцид, а також личинок хірономід, ортокладин і таніподин.

Поряд з викладеними методиками при визначенні якості вод по організмах зообентосу, у деяких випадках використовують метод індикаторних організмів, оснований на системі сапробності. Індекс сапробності можна розрахувати по одній якій-небудь групі організмів, що домінують при даних екологічних умовах.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

## Лабораторне заняття № 31. (2 год.)

### Тема: Методи оцінки якості води за допомогою макрофітів.

Під час обстеження водойми з метою визначення якості води за макрофітами особливу увагу доцільно приділяти домінуючим видам рослин та їх угрупованням, оскільки саме вони відображають загальну картину екологічного стану водойми. Однак, слід брати до уваги і види з невеликою чисельністю, які під час проведення періодичних моніторингових спостережень, можуть вказувати на напрямок процесів, що відбуваються у водоймі. Необхідно враховувати і те, що рослинність у випадку значного її розвитку, сама є відчутним чинником формування умов середовища. Як вже зазначалося, індикатором екологічного стану водойми може бути не лише видовий склад макрофітів у водоймі, але і рясність видів, особливості просторового розподілу водної рослинності і деякі інші показники. Використання таких показників потребує досвіду і спеціальної ботанічної підготовки. Найпростішим є дослідження видового складу заростей водних рослин. Якщо водойма невелика і у ній створюються однорідні умови, можна проводити спостереження на одній ділянці. Але зазвичай різні ділянки водойми знаходяться під впливом комплексу різноманітних чинників середовища, і якість води тут може відрізнятись; за таких умов необхідно проводити дослідження на кількох ділянках.

Визначення видового складу – це, насамперед, складання повного переліку рослин. До нього вносять усі види, що трапляються у водоймі або на ділянці, яка досліджується. Після складання загального списку рослин, серед них виділяють види-індикатори та індикаторні групи (залежно від методу, яким будуть користуватися у подальшій роботі).

***Рекомендації щодо виконання опису водної рослинності:***

- ✓ Якщо метою роботи є визначення якості води всієї водойми, для описів необхідно обирати найтипівіші її ділянки.
- ✓ Якщо метою роботи є дослідження впливу окремого джерела забруднення, необхідно обстежити ділянки вище і нижче за течією від місця потрапляння забруднених вод (наприклад, вище за течією від населеного пункту і нижче його).
- ✓ Слід намагатися охопити різноманітні біотопи водойми: плеса, перекати, затоки, прибережні мілководдя та ін.
- ✓ Розмір ділянки для описів залежить від розміру водойми. Так, для малої річки чи ставка необхідно обстежити 50 м узбережжя і зробити 3–4 описи. Для середньої річки і невеликого ставка (озера) – 100 м узбережжя (5–8 описів). Для великої річки, водосховища чи озера – не менше 1000 м (20 описів, при цьому бажано охопити спостереженнями верхні, середні ділянки річки і пониззя).
- ✓ Обов'язково слід зазирнути всередину заростей – там можуть виявитися дуже цікаві знахідки.
- ✓ Обстежте всі можливі пояси і яруси рослинності (верхній надводний, власне поверхню води, її товщу).

Огляд здійснюйте візуально, а для дослідження занурених видів – використовуйте граблі чи «кішки» на довгій шнурівці, дістаючи рослини з берега або човна. Дані спостережень заносять у польовий щоденник. Розпочинаються вони описом водойми.

### **Схема опису водойми під час гідробіологічного дослідження:**

- назва водойми, географічне і адміністративне положення (за можливості, знайдіть водойму на карті);
- схема водойми, особливості рельєфу узбережжя чи водозбору;
- розміри водойми: загальні і у місці обстеження (ширина річки на ділянці обстеження; ширина і довжина берегової

- лінії озера);
- наявність приток;
  - стан водозбору (приблизний % освоєних земель від загальної площі, % природних комплексів; наявність сміття; ознаки ерозії берега);
  - характеристика берегової лінії: її почленованість, крутизна схилів, тип прибережної рослинності;
  - ступінь заростання водяними рослинами, видовий склад (можна скласти схему);
  - глибина водойми чи ділянки досліджень (на невеличкій водоймі достатньо зробити низку промірів на одній лінії, якщо ж водойма складної форми – то кількість ліній необхідно збільшити); результати зручно оформити у вигляді малюнка-схеми профілю глибини;
  - швидкість течії (можна пустити за течією невеличкий поплавок і визначити час, за який він пропливе визначену відстань);
  - тип донних відкладів: кам'янисті, піщані, глинисті, мулисті, рослинний опад (визначається візуально); якщо на дні є сміття – варто зазначити його склад і приблизну кількість;
  - прозорість води – дуже важлива характеристика водойми і показник якості води, визначається за допомогою диску Секкі – білого металевого диску діаметром не менше 30 см, який горизонтально опускається у воду на мотузці-лінійці; глибина, на якій диск перестає бути помітним і є значенням прозорості води (замість диску можна взяти білу кришку від емальованого відра, виміри проводять з човна чи пірса, у сонячну погоду вибираючи тіньову сторону);
  - температура води на поверхні і у придонному шарі;
  - ступінь антропогенного впливу на прибережну зону (наявність пляжів, забудови, промислових підприємств, доріг, звалищ сміття, забруднених стоків та ін.); стан

прибережної захисної смуги і водоохоронної зони.

Далі наводиться перелік видів макрофітів, що трапилися, у загальний опис макрофітної рослинності.

Якщо рослина незнайома, її збирають у пластиковий мішечок з етикеткою, яка містить інформацію про те, де зібраний даний екземпляр. Зручно в описах присвоїти такій рослині певну асоціативну назву (наприклад, «маленький тоненький рдесник №1»), яка в подальшому буде замінена визначеною видовою назвою. Такі рослини можна протягом кількох діб зберігати у холодильнику або, повернувшись до лабораторії, закласти у гербарій. Згодом їх необхідно визначити до виду (роду).

#### ***Порядок опису макрофітної рослинності:***

1. Ступінь заростання водойми (% площі, яку займають зарості макрофітів, від загальної площі водойми/ділянки) і частка кожної екологічної групи.

2. Загальна кількість видів макрофітів на ділянці.

3. Домінуючі угруповання макрофітів і їх рясність.

4. Індикаторні групи (залежно від обраного методу і цілей).

5. Види і угруповання макрофітів, що потребують охорони.

6. Додаткова інформації (відомості, які дослідник вважає за потрібне додати).

Ступінь розвитку окремих видів у рослинному угрупованні (або на окремій ділянці мілководь) визначають візуально і виражають її у проективному покритті (*ПП* – частка площі ділянки, яка зайнята тим чи іншим видом).

Проективне покриття також може виражатися у балах.

г – вид трапляється поодинокі, його *ПП* < 1%;

+ – *ПП* = 1–5%; 124

1 – *ПП* = 5–10%;

2 – *ПП* = 10–25%;

3 – *ПП* = 25–50%;

4 – *ПП* = 50–75%;

5 – *ПП* > 75%.



Використання подібних окомірних оцінок ступеня розвитку видів дозволяє досить ефективно оцінити роль і значення кожного окремого виду у рослинному угрупованні.

Слід зазначити, що під час роботи з водяними рослинами треба обов'язково знати види, які перебувають під охороною – це види, занесені до Червоної книги України і регіональних червоних списків. Їх не можна збирати у природі.

### ***Модифікований індекс Майєра***

Для попередньої оцінки екологічного стану водойми або окремої її ділянки можна використовувати індекс Майєра, розроблений для макробезхребетних тварин і модифікований авторами для біоіндикації за макрофітами. В його основу покладено поділ найбільш показових індикаторних видів водяних рослин (гідрофітів) на 3 групи відповідно до ступеня забруднення водойми: макрофіти-індикатори чистих водойм (група А), макрофіти-індикатори водойм помірного забруднення (В) і макрофіти-індикатори забруднених водойм (С) (**табл. 1**).

Для оцінки екологічного стану водойми необхідно визначити скільки видів кожної групи (А, В, С) виявлено під час обстеження водойми чи окремої її ділянки. Зазначимо, що рахуються як окремі види, так і збірні групи (харові водорості, водяні мохи та ін.).

Під час розрахунку індексу Майєра кожна група (харові водорості, водяні мохи, широколистяні рдесники, лататтеві, ряски та ін.) приймається за «1». Тобто, якщо у водоймі є кілька видів, наприклад, харових водоростей чи рясок – при розрахунках до загальної кількості видів відповідної колонки ми додаємо лише 1.

Таблиця 1

## Індикаторні групи макрофітів за модифікованим індексом Майєра

Макрофіти чистих водойм, А	Макрофіти водойм помірного забруднення, В	Макрофіти забруднених водойм, С
<ul style="list-style-type: none"> <li>• водопериця червоноквіткова</li> <li>• молодильник озерний</li> <li>• рдесник альпійський</li> <li>• рдесник гостролистий</li> <li>• харові водорості*</li> <li>• водяні мохи*</li> <li>• альдрованда пухирчаста</li> <li>• пухирник малий</li> <li>• водяний жовтець плаваючий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• широколисті рдесники*</li> <li>• вузьколисті рдесники (крім рдесника гребінчастого)*</li> <li>• рдесники з плаваючими листками*</li> <li>• латаття, глечики, водяний горіх плаваючий*</li> <li>• елодея канадська</li> <li>• водопериця кільчаста</li> <li>• ряска триборозенчаста</li> <li>• жабурник звичайний</li> <li>• наяда морська</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кушир занурений</li> <li>• водопериця колосиста</li> <li>• рдесник гребінчастий</li> <li>• нитчасті водорості*</li> <li>• ряски і сальвінія плаваюча* (ПП&gt;60%)</li> <li>• різак алоевидний</li> <li>• пухирник звичайний</li> <li>• водяний жовтець закручений</li> </ul>

Примітка. \* – збірні групи макрофітів.

Індекс (S) розраховується за формулою:

$$S = A \times 5 + B \times 2 + C \times 1, \text{ де}$$

A, B і C – кількість видів (чи груп) із відповідних стовпчиків (індикаторних груп), що відмічені у водоймі.

За значенням індексу оцінюють екологічний стан водойми:

- більше 25 балів – водойма чиста, вода у ній належить до 1–2 класів якості;
- 25–15 балів – водойма помірно забруднена, вода відповідає 3 класу якості;
- менше 15 – водойма брудна, 4–5 клас якості води.

Цей метод найдієвіший у водоймах з добре розвинутою водяною рослинністю. Якщо у водоймі відмічені види, які всі належать до однієї індикаторної групи (наприклад – гірський потічок, де крім 1–2 видів водяних мохів (група А) нічого не розвивається, або, навпаки, дуже забруднена водойма, де трапляються лише види групи С, – бали рахувати немає потреби, це вода відповідної якості. Простота цього методу дозволяє швидко оцінити стан водойми, однак це дуже приблизна оцінка, яку можна використовувати на перших етапах знайомства з біотою водойми і визначення її екологічного стану.

**Підпис викладача \_\_\_\_\_**

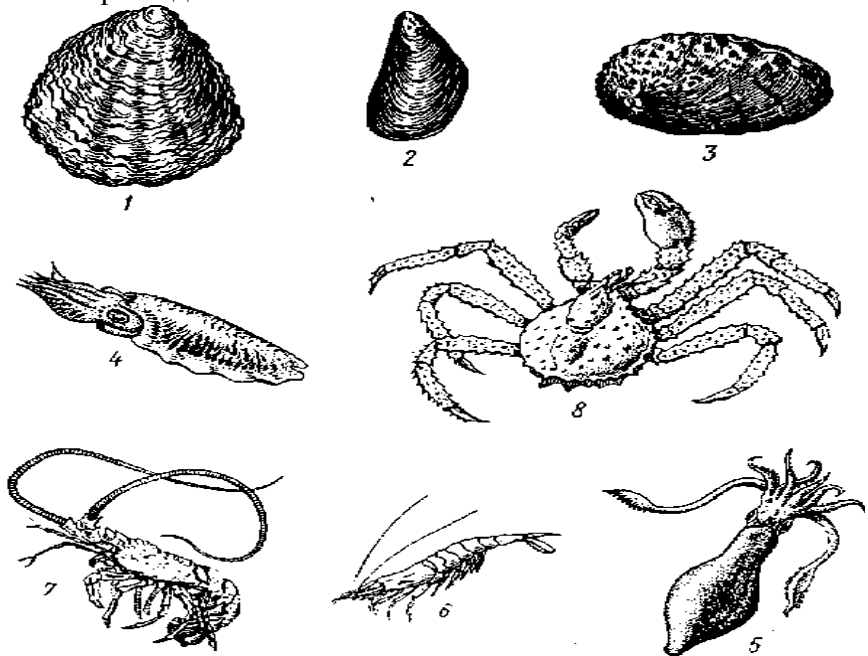
### **Лабораторне заняття № 32. (2 год.)**

#### **Тема: Промислові безхребетні.**

До цього часу вилов водних безхребетних залишається невеликим і лише незначною мірою відображає потенційні можливості промислу. Це пояснюється звичаями деяких країн, коли цінні гідробіонти у харчовому значенні не використовуються населенням, хоча інші народи їх охоче споживають. Однак лише водні ссавці, зокрема кити, виловлювалися у такій кількості, що допускалося сировинною базою. Серед них найбільше значення у промислі мали кашалоти і кити-фінвали. Їх виловлено у 1976 р. більше 30 тис. голів. Понад 70% виловлювалося у водах Антарктики, близько 20% – в інших районах Південної півкулі і лише близько 5% – у водах Північної півкулі. Окрім

китоподібних, виловлюються різні види ластиногих: вухаті тюлені (морський котик), безвухі тюлені, моржі. У північних морях найбільше промислове значення серед тюленів мають гренландські і каспійські.

Світовий вилов безхребетних (рис.1) досяг 5,5 млн. т., зокрема молюсків – 3,5 млн. т. і ракоподібних – 2 млн. т. Серед молюсків найбільше значення мають головоногі (1050 тис. т.), устриці (762 тис. т.), морське вушко (625 тис. т.), мідії (400 тис. т.) і гребінці (230 тис. т.). Окрім їстівних молюсків, значне місце у промислі займали деякі двостулкові, із яких видобували перли і виготовляли перламутр. Світовий вилов молюсків може значно зрости, зокрема завдяки вилову кальмарів – до 10 млн т і більше.



**Рис. 1. Найважливіші промислові безхребетні:**

1 – устриця, 2 – мідія, 3 – галіотис, 4 – сепія, 5 – кальмар,  
6 – креветка, 7 – лангуст, 8 – камчатський краб (за  
Зенкевічем) (Боярин, Нетробчук, 2016)

## **Заходи щодо охорони природного відтворення промислових гідробіонтів**

Оцінка сучасного стану водних живих ресурсів і ефективності розроблених заходів, спрямованих на збереження біорізноманіття, є перехідною ланкою до поглибленого вивчення проблем, пов'язаних з відновленням насамперед промислово цінних видів риб, зокрема, аборигенної іхтіофауни, а також відтворення рідкісних, зникаючих і червонокнижних видів риб та інших водних організмів.

На сьогодні рівень використання біоресурсів гідросфери відносно інших традиційних об'єктів промислу досягнув значень, близьких до граничної. У багатьох випадках спостерігається перевилон гідробіонтів, унаслідок чого відтворення популяцій уже не може компенсувати спад промислу.

Так, у 1770 р. убито останнього екземпляра чудового рослиноїдного ссавця – стеллерову (морську) корову. Майже зник гренландський кит, узятий під охорону надто пізно, під загрозою зникнення перебуває синій кит. Серед більшості риб перевилону зазнали камбала, оселедець. У надзвичайно напруженому стані перебувають деякі ареали поширення крабів. Тому надзвичайно актуальні питання щодо охорони і підвищення ефективності природного відтворення біоресурсів.

Захист від забруднення біологічних ресурсів водойм є одним із найважливіших заходів охорони природного відтворення, адже забруднення водойм може спричинити отруєння промислових гідробіонтів, унаслідок загибелі яких знизиться їх чисельність. Окрім цього, забруднення погіршує газовий режим водойм, зокрема призводить до зниження концентрації кисню, що також погіршує умови існування гідробіонтів. Особливо великої шкоди відтворенню гідробіонтів завдає забруднення водойм нафтою та її

продуктами, пестицидами, солями важких металів, радіонуклідами, детергентами.

Серйозним недоліком у відтворенні промислових гідробіонтів водойм суші є гідротехнічне будівництво, зокрема спорудження гребель, що перерізають природні міграційні шляхи прохідних риб. Велика кількість малька риб гине, потрапляючи у зрошувальні системи або турбіни електростанцій. Отже, будь-яке гідробудівництво повинно проводитись з урахуванням інтересів промислу гідробіонтів. Зокрема, споруда греблі має супроводжуватися створенням рибопідйомників, рибоходів або інших пристроїв, що дають можливість прохідним риbam потрапляти з нижніх б'єфів греблі у верхні. Досить часто вживаються заходи щодо збереження природних нерестовищ, що зникають у результаті підняття рівня води, або шукають шляхи їх біологічної заміни. Для попередження потрапляння малька у канали зрошувальних систем і турбін електростанцій створюють рибозахисні споруди, зокрема електричні.

Зменшення природного відтворення промислових гідробіонтів пов'язано з:

- скороченням природних нерестових субстратів;
- порушенням міграційних шляхів;
- зарегулюванням стоку річок і змінами рівневого режиму;
- будівництвом гребель у гирловій частині річок;
- скороченням чисельності нерестової частини стад;
- погіршенням умов переднерестового нагулу та ін.

У зв'язку з цим потрібне науково обгрунтоване регулювання промислу, що має полягати не лише у визначенні допустимого об'єму вилову, але і у встановленні термінів і місць промислу, регламентації способів, знярядь лову і промислової міри з таким розрахунком, щоб збиток природному відтворенню не виходив за межі властивостей саморегульованих видів.

Проблема охорони і підвищення ефективності

природного відтворення біоресурсів ускладнюється тим, що її доводиться розв'язувати за умов комплексного використання водойм, враховуючи інтереси різних галузей народного господарства, пов'язаних із використанням водойм. Інтереси енергетики, зрошувального землеробства, навігації, питного водопостачання, рибного господарства, рекреації та ін. потрібно, за можливості, гармонійно поєднувати один з одним, знаходячи оптимальне вирішення масштабів різних дій. Завдання збереження біоресурсів стає одним з елементів проблеми комплексного використання водойм як природних тіл на користь усього народного господарства.

Одним з конкретних механізмів реалізації заходів щодо охорони і відновлення фауни водойм, збереження біорізноманіття гідробіонтів і підвищення біо- і рибопродуктивності водних екосистем є акліматизація гідробіонтів.

**Підпис викладача** \_\_\_\_\_

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Базова

1. Боярин М.В, Нетробчук І. М. Основи гідроекології : теорія й практика : навч. пос. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. - 364 с.
2. Гідробіологія. Конспект лекцій / І. М. Нетробчук. Луцьк : Вежа– Друк, 2021. - 90 с.
3. Кражан С.А., Хижняк М.І. Природна кормова база рибогосподарських водойм / Кражан С.А., Хижняк М.І. – Херсон. Олді-плюс, 2011. – 330 с.
4. Курілов О. В. Гідробіологія : конспект лекцій. Частина І, ІІ. Одес. держ. еколог. ун-т, 2009. - 202 с. URL: [www.twirpx.com/file/370886/](http://www.twirpx.com/file/370886/)
5. Курілов О. В. Гідробіологія: конспект лекцій. Частина ІІ. [Електронний ресурс] / О. В. Курілов. – О.: Одес. держ. еколог. ун-т, 2009. – 202 с. – Режим доступа: [www.twirpx.com/file/370886/](http://www.twirpx.com/file/370886/)
6. Романенко В. Д. Основи гідроекології: Підручник. К., Обереги. 2001. – 728 с.
7. Трушева С. С. Гідробіологія : Інтерактивний комплекс навчально- методичного забезпечення дисципліни / відпов. за вип. М. О. Клименко. Рівне : РВЦ Нац. ун-ту водного господарства та природокористування, 2005. - 70 с. URL: [www.twirpx.com/file/393951/](http://www.twirpx.com/file/393951/)
8. Уваєва О. І., Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Гідробіологія: навчальний посібник. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. - 196 с.

### Допоміжна

1. Задорожна Г. М., Щербак В. І. Вплив сонячної радіації і температури води на розвиток фітопланктону Канівського водосховища. Гідробиол. журн. 2016. Т. 52, № 5. С. 18–27.
2. Майстрова Н.В. Солонуватоводні діатомові водорості та їх поширення в Дніпровських водосховищах. Природничий



альманах. Сер.: Біологічні науки. Вип. 7. Херсон: Персей, 2006. С. 141 – 147.

3. Майстрова Н. В. Різноманітність фітопланктону Київського водосховища. Укр. ботан. журн. 2009. Т. 66, № 2. С. 220 – 233.
4. 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.
5. Нетробчук І. М. Практикум із курсу «Методи гідроекологічних досліджень». Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2007. - 76 с.
6. Пінкіна Т. В. Гідробіологія. Практикум [Текст]: навч. посіб. / Т. В.Пінкіна. – Житомир : Вид-во «Житомир. нац. агрокол. ун-т.», 2010. – 183 с.
7. Євтушенко М.Ю., Хижняк М.І., Кіреєва І.Ю., Глебова Ю.А. Методичний посібник до проведення лабораторних робіт та навчальної практики з дисципліни гідробіологія. Ч.1. Рослинний світ водойм.-К.:НАУ, 2005. – 74 с.
8. Хижняк М.І. Методичні вказівки, контрольні завдання та теми курсових робіт для студентів - заочників рибогосподарського факультету. - К.: НАУ, 2005. – 59 с.