

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ТВАРИННИЦТВА ТА ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ

Кафедра гідробіології та іхтіології

Методичні вказівки до лабораторних робіт з
дисципліни «ГІДРОБІОЛОГІЯ»

Для студентів ОКР «Бакалавр» за напрямом підготовки
6. 090201 – „Водні біоресурси та аквакультура”

КИЇВ - 2015

УДК 574.5 (084)

Викладено перелік основних лабораторних робіт та методичні поради щодо їх виконання з дисципліни „Гідробіологія”.

Рекомендовано Вченою радою навчально-наукового інституту тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, протокол № 2 від 17.09.2015 р.

Укладач: М.І. Хижняк

Рецензенти: чл.- кор. НАНУ, проф. М.Ю.Євтушенко
проф. Н.І.Вовк

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «ГІДРОБІОЛОГІЯ»

**Для студентів ОКР «Бакалавр» за напрямом підготовки
6. 090201 – „Водні біоресурси та аквакультура”**

Укладач: Хижняк Меланія Іванівна

Технічний редактор – Соломаха І.В.

Підписано до друку Формат 60 x 84 1/16.
Друк різнографічний. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Ум.друк.арк. 3,0. Обл.вид.арк. Тираж **50** пр. **Зам.№**

Надруковано в друкарні
Українського фітосоціологічного центру

ЗМІСТ

	Вступ	3
1	Біотопи водойм та життєві форми гідросфери	5
2	Населення водойм	6
3	Розподіл водних організмів залежно від походження	8
4	Пристосування організмів до проживання в пелагіалі	10
5	Методи відбирання планктону	12
6	Методи консервації і концентрації проб планктону	14
7	Пристосування організмів до проживання в бенталі та методи відбирання бентосу	16
8	Методи відбирання макрофітів (вищої водної рослинності)	20
9	Методи відбирання проб фітофільної фауни	23
10	Експрес-методи визначення біомаси планктону	25
11	Методи камерального опрацювання проб фітопланктону	27
12	Методи камерального опрацювання проб зоопланктону	33
13	Методи опрацювання проб зообентосу	38
14	Методи опрацювання проб макрофітів	42
15	Методи відбирання проб фітофільної фауни	44
16	Первинна продукція фітопланктону	46
17	Первинна продукція макрофітів	52
18	Оцінка продукційного потенціалу водойми за рівнем розвитку гідробіологічних угруповань	54
	Список літератури	60

ВСТУП

У водоймах розрізняють основні біотопи: пелагіаль - товща води (з гр. *pelagos* – море), бенталь - дно (з гр. *benthos* – глибокий) та поверхневий шар води. Кожному організму у водоймі належить певне місце проживання, яке задовольняє необхідні умови для існування. Одні організми протягом усього життя знаходяться в товщі води, інші мешкають на поверхні дна або зариваються в донні ґрунти, треті населяють підводні частини занурених у воду предметів та рослин, четверті живуть в поверхневому шарі води або пливці поверхневого натягу. Ці організми в процесі еволюції виробили низку специфічних пристосувань утворюючи ті чи інші життєві форми. Життєві форми – це конвергентні сукупності організмів різного систематичного положення, які мають принципово подібні пристосування або схожі органи, що дозволяє їм існувати і утримуватись в певних біотопах. В пелагіалі життєві форми представлені планктоном і нектоном, в поверхневому шарі води – плейстоном і нейстоном, на твердих субстратах - бентосом і перифітоном, в зоні контакту бенталі і пелагіалі – нектобентосом; талу воду і сніг населяє кріопланктон, лід - пагон, пісок - псамон.

Планктон (з гр. *planktos* – завислий, блукаючий) – це угруповання організмів водної товщі, які знаходяться у воді у завислому стані, нездатні до активних рухів і не можуть опиратися течіям води. До складу планктонних угруповань входять бактерії (бактеріопланктон), одноклітинні та колоніальні водорості (фітопланктон) й безхребеті тварини (зоопланктон).

За розмірними ознаками серед планктону виділяють такі групи:

- **мегалопланктон** (з гр. *megalos* – велетенський) – понад 5 см – медузи;
- **макропланктон** (з гр. *macros* – великий) – 5,00 – 0,05 см – мізиди, креветки, невеликі медузи, гребневики, молюски;
- **мезопланктон** (з гр. *mesos* – середній) – 0,5 – 5,0 мм – гіллястовусі, деякі веслоногі ракоподібні, планктонні черви;
- **мікропланктон** (з гр. *micro* – маленький) – 50,0 мкм – 0,5 мм – водорості, коловертки, найпростіші, ракоподібні, личинки безхребетних;
- **наннопланктон** (з гр. *nannos* – карликовий) 5 – 50 мкм – бактерії, дрібні водорості;

Бентос – сукупність рослинних (фітобентос) і тваринних організмів (зообентос), які населяють дно водойм.

Перифітон – це організми, які мешкають на твердих субстратах, занурених у воду за межами придонного шару води (обростання).

Залежно від способу життя бентосні організми поділяють на 6 екологічних груп:

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

розселенню);

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

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

- *організми, які періодично піднімаються над поверхнею дна і переміщуються в придонному шарі (нектобентос)* з метою зміни біотопу – мізиди, амфіподи, хаборини, ракушкові рачки, личинки комах;

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

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

За розмірними ознаками розрізняють:

мікробентос – організми менші від 0,1мм – бактеріобентос, мікрофітобентос та мікрозообентос;

мезобентос – дрібні до 2 мм донні тварини – найпростіші, черви (нематоди, олігохети) і деякі інші безхребетні;

макрозообентос – організми більші від 2 мм – черви, личинки двокрилих, моллюски, ракоподібні.

Фітобентос (вищі водяні рослини, 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 або занурені – серед них розрізняють рослини, у яких коренева система не прикріплена до ґрунту – кушир темно-зелений, пухирник звичайний, ряска триборозенчаста, альдрованда пухирчаста та з прикріпленою до ґрунту кореневою системою – водяний жовтець, водопериця колосиста, елодея канадська, водяний різак алоєподібний, різуха морська, рдесники – гребінчастий, широколистий, туполистий.

Плейстофіти – *рослини з плаваючим на поверхні води листками*– латаття біле, латаття сніжно-біле, глечики жовті, водяний горіх, рдесник плаваючий, сальвінія плаваюча, жабурник звичайний, ряска мала, водяна гречка.

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

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

Спецефічним методом гідробіології як науки екологічної є якісний і кількісний облік різних угруповань гідробіонтів, тобто визначення систематичного складу, чисельності та біомаси.

Лабораторна робота №1

Тема: Біотопи водойм та життєві форми гідросфери

Мета: Вивчити основні біотопи водойм та їх життєві форми.

Обладнання: Ручні лупи, препарувальні голки, пінцети, кювети, чашки Петрі, предметні скельця.

Таблиці: Прісноводний фіто-, зоопланктон, макрофіти та зообентос.

Об'єкт дослідження: Набір зафіксованих фіто-, зоопланктону, зообентосу, сухих черепашок прісноводних моллюсків та макрофітів.

Теоретичні відомості. Основні поняття і терміни:

Водний організм – жива істота (рослина, тварина), яка мешкає у водному середовищі. *Біонт* – окремий організм, який пристосувався до мешкання у певному середовищі: *гідробіонт* – до водного, *геобіонт* – до суходолу; *аеробіонт* – до атмосфери; *амфібіонт* – організм, який певну частину життя проводить на суходолі, іншу – у воді або навпаки.

Об'єднання гідробіонтів, що живуть у певних зонах водойм (товща води, дно, серед вищих водяних рослин) називають *угрупованням*. Сукупність організмів, що живуть у межах одного водного об'єкта утворює *біом*. *Біота* – узагальнена назва рослинного і тваринного населення водойм. Склад біоти у природі має певну зону поширення – *ареал*. Ділянка з відповідними умовами середовища до яких пристосований певний вид – *біотоп*.

Біотопи: *нейсталь* – поверхнева плівка водойм; товща води – *пелагіаль*, дно водойм – *бенталь*.

Сукупність особин одного виду, що заселяють один біотоп – *популяція*; комплекс різних популяцій – *біоценоз*.

Завдання: Замалювати схему „Основні біотопи водойми” – нейсталь, пелагіаль, бенталь.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттям біотоп, гідробіонт, угруповання.
2. Дайте визначення основним біотопам водойм – нейсталь, пелагіаль, бенталь.

Лабораторна робота №2

Тема: Населення водойм (життєві форми гідросфери)

Мета: Вивчити основні угруповання гідробіонтів, що населяють пелагіаль і бентваль водойм.

Обладнання: Ручні лупи, препарувальні голки, пінцети, кювети, чашки Петрі, предметні скельця.

Таблиці: Прісноводний фіто-, зоопланктон, макрофіти та зообентос.

Об'єкт дослідження: Набір зафіксованих фіто-, зоопланктону, зообентосу, сухих черепашок прісноводних моллюсків та макрофітів.

Теоретичні відомості

Об'єднання гідробіонтів, що які заселяють поверхневу плівку води (нейсталь) або біоценоз плівки поверхневого натягу називають *нейстон*. Об'єднання гідробіонтів, що заселяють товщу води (пелагіаль) називають *пелаго*. Пелагос поділяється на *планктон* і *нектон*.

Планктон (з гр. *planktos* – завислий, парящий) – це біоценоз водної товщі, який складається з бактерій (бактеріопланктон), одноклітинних і колоніальних водоростей (фітопланктон) і безхребетних тварин (зоопланктон), що знаходяться у воді у завислому стані, не здатні до активних рухів, не можуть опиратися течіям води, не пов'язані з твердим субстратом.

Нектон (з гр. *nektos* – той, що плаває) – сукупність рухливих організмів у яких добре розвинені органи руху, що дозволяє їм долати сильні течії і самостійно пересуватись.

Об'єднання гідробіонтів, які заселяють дно водойм (бенталь) називається *бентос*. Бентос – сукупність організмів, які мешкають на ґрунті і в ґрунті водойм. *Перифітон (обростання)* – це організми, які мешкають на твердих субстратах за межами придонного шару води.

Бентос і перифітон поділяють на бактеріальний (бактеріобентос, бактеріоперифітон), рослинний (фітобентос і фітоперифітон) та тваринний (зообентос і зооперифітон).

Фітобентос у свою чергу поділяють на мікрофітобентос (одноклітинні і колоніальні водорості) і макрофітобентос (зарості багатоклітинних водоростей і вищих водяних рослин).

Зообентос поділяють на *онфауну* (організми, які мешкають на поверхні ґрунту), *інфауну* (організми, які зариваються у ґрунт) і *епіфауну* (або обростання, організми, які мешкають на твердих субстратах за межами придонного шару води).

Завдання: Розглянути планктон у фіксованих пробах і замалювати схему розташування основних угруповань гідробіонтів у біотопах.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттям пелагос, планктон, нейстон, бентос.
2. На які групи поділяється планктон і бентос?

Лабораторна робота №3

Тема: Розподіл водних організмів залежно від походження

Мета: Визначити систематичне положення та належність організмів за групою походження.

Обладнання: Мікроскоп, ручні лупи, препарувальні голки, пінцети, кювети, чашки Петрі, предметні скельця.

Таблиці: Прісноводні, червононогі та двостулкові молюски: загальний вид раковини Viviparus, Planorbis, внутрішня поверхня раковини Anodonta, Unio.

Об'єкт дослідження: Набір зафіксованих комах та їх личинок, сухих черепашок прісноводних молюсків.

Теоретичні відомості. Водяні організми залежно від походження поділяються на первинноводні та вторинноводні. Первинноводні тварини – це організми, еволюційний розвиток яких відбувався у водному середовищі. Первинноводні організми дихають розчиненим у воді киснем. До цієї групи належать:

Тип

Protozoa	- найпростіші
Spongia	- губки
Coelenterata	- кишквопорожнинні
Ctenofora	- гребневики

Усі типи червів

Bryozoa	- моховатки
Brachiopoda	- плеченогі
Mollusca	за винятком підкласу Pulmonata (легеневі)
Echinodermata	- голкошкірі
Chaetognatha	- щетинкощелепні
Pogonophora	- погонофори
Hemichordata	- напівхордові
Tunicata	- покривники
Підтип Branchiopoda	- зябродихаючі (тип Arthropoda)

Усі класи риб

Усі відділи водоростей

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

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

Вищі водяні рослини

Більшість вторинноводних організмів не змогли перейти до дихання розчиненим у воді киснем та, як і їхні предки дихають атмосферним повітрям.

Вторинноводні організми поширені в прісних водоймах. Серед первинноводних і вторинноводних організмів залежно від способу життя виділяють групу амфібійних організмів, які частину свого життя проводять у водному середовищі, а частину-на суші. До них належать мешканці припливно-відпливної зони морів і океанів.

Завдання: Визначити систематичне положення (тип, клас, родина, підродина, рід) запропонованих прісноводних молюсків і комах, використавши для цього визначники (додаються). Замалювати організми – загальний вигляд, деталі будови (маска бабок, морфологія раковини двостулкових і черевоногих молюсків); установити групу визначених організмів.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте характеристику та наведіть приклади первинно- та вторинноводних організмів.
2. Опишіть морфологічні ознаки черепашок двостулкових і черевоногих молюсків.

Лабораторна робота №4

Тема: Пристосування організмів до проживання в пелагіалі

Мета: Вивчити пристосування гідробіонтів до проживання у водній товщі.

Обладнання: Мікроскоп, лупа, піпетка, предметні й покривні скельця, мірний циліндр, годинникове скло, пінцет, лінійка, секундомір.

Об'єкт дослідження: Зразки фіксованого прісноводного планктону з представниками різних систематичних груп водоростей і безхребетних (*Rotatoria*, *Cladocera*, *Copepoda*); живі та анестезовані дафнії.

Завдання: Визначити швидкість занурення живої й анестезованої дафнії.

Теоретичні відомості. Планктонні організми для утримання в товщі води у завислому стані мають ряд пристосувань, основними з яких є:

- **обводнення тіла**—наявність значної кількості води у тілах деяких організмів робить їх надзвичайно прозорими і ніжними, а густина їх тіла наближається до густини води і має драглисту консистенцію;

- **редукція скелетних утворень**—усі планктонні організми не мають скелетів і тому відрізняються від аналогічних донних форм. Наприклад, крилоногі та киленогі молюски характеризуються відсутністю або незначним розвитком панциря;

- **жирові включення**—у планктонних водоростей одним із продуктів фотосинтезу є жир, яка, крім резервної речовини, служить одночасно і для зменшення густини тіла. Жирові включення є у веслоногих і гіллястовусих ракоподібних;

- **газові включення**—поширені у планктонних організмів, змінюють свій об'єм залежно від температури і тиску в навколишньому середовищі. Організми з газовими включеннями можуть зберігати рівновагу, підніматися ввєрх і опускатися вниз (синьо-зелені водорості мають чисельні газові вакуолі, за допомогою яких можуть підніматися з придонних шарів до поверхні води). Нерідко зменшення густини досягається за допомогою декількох пристосувань. Наприклад, у личинок хаоборуса тканини дуже багаті на воду, що робить їх тіло зовсім прозорим. Поряд з цим, у них спостерігається редукція скелета і є добре розвинутий гідростатичний апарат;

- **розміри тіл**—із зменшенням розміру тіл планктонних організмів їх питома поверхня зростає (*відношення абсолютної поверхні тіла до його об'єму*). Звідси найбільш характерна риса планктону – малі та мікроскопічні розміри. За розмірними ознаками серед планктону виділяють такі групи:

- мегалопланктон (*megalos*—велетенський)—понад 5см—медузи;

- макропланктон (*macros*—великий)—5,00–0,05см – мізиди, креветки, невеликі медузи, гребневики, молюски;

- мезопланктон (*mesos*—середній)—0,5 – 5,0мм – гіллястовусі, деякі веслоногі, планктонні черви;

- мікропланктон (*micro*—маленький) – 50,0мк–0,5мм—водорості, коловертки, найпростіші, ракоподібні, личинки безхребетних;

- наннопланктон (*nanos* – карликовий) 5 – 50мкм – бактерії, дрібні водорості;

- **форма тіл** планктонних організмів має велике значення для збільшення тертя об воду і пов'язана зі збільшення **опору форми**. Пристосування до збільшення опору форми планктонних організмів можна поділити на три великі групи. Відповідно до цього розрізняють основні конвергентні групи планктонів:

1. Організми з подовженням однієї вісі тіла – паличковидні. Багато рослинних і тваринних організмів має паличковидну форму тіла – діатомові, дінофітові, синьо-зелені водорості, щетинкощелепні та деякі ракоподібні;

2. Організми з подовженням двох осей – дисковидні. Діатомові, синьо-зелені, радіолярії, медузи. Ці організми утворюють конвергентну групу дисковидних, пластинчастих форм;

3. Організми з різноманітними виростами – їжаковидні. На тілі часто спостерігаються вирости – шпичаки, голки, війки – радіолярії, інфузорії, личинки голкошкірих, червів – група їжаковидних форм.

Хід роботи. Для визначення швидкості занурення дафнії беруть високий, доверху заповнений водою скляний циліндр. Пінцетом з м'якими кінцями беруть одну велику живу *Daphnia magna* і переносять у циліндр на поверхню води. Визначають за секундоміром час, протягом якого жива дафнія зануриться на дно циліндра. Після цього визначають час занурення анестезованої дафнії. Анестезію проводять на годинниковому скельці, додаючи до води по краплях слабкий розчин соди чи соляної кислоти.

Завдання: Визначити швидкість занурення живої та анестезованої дафній визначають, знаючи висоту циліндра і час, протягом якого дафнії занурюються ($V=S : t$).

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть пристосування планктонних організмів до планктонного способу проживання.
2. Назвіть конвергентні групи планктону і наведіть приклади.
3. Яке значення мають гідростатичні органи для планктонних організмів?
3. Охарактеризуйте розмірні групи планктону.

Лабораторна робота №5

Тема: Методи відбирання планктону

Мета: Ознайомитись з методами відбирання фіто- та зоопланктону.

Прилади та обладнання: Моделі якісних і кількісних сіток, батометр Рутнера, бінокляр і препарувальна лупа.

Таблиці: Прилади для відбирання гідробіологічних проб планктону: кількісна та якісна сітка Апштейна, сітка Джеді, сітка Липіна, батометр Рутнера, планктобатометр Д'яченка-Кожевнікова, прилад Ляхновича.

Об'єкт дослідження: шматочки капронового сита розміром 1,5 – 2,0 см²

Теоретичні відомості. Відбирання проб планктону проводять за допомогою *планктонних сіток – сітковий метод* та за допомогою *батометрів – методом вирізання стовпа або зачерпування води з водойми*.

Відбирання проб методом вирізання стовпа води (фітопланктон).

Для визначення кількісного та якісного складу фітопланктону проби відбирають батометрами Рутнера, Молчанова, планктобатометром Д'яченка-Кожевнікова або безпосередньо шляхом зачерпування води з водойми кухлем із глибини 30 – 50 см. Відібрану воду зливають у чисте відро, добре перемішують і відбирають середню пробу об'ємом 0,5 л. Проби консервують 40 %-м розчином формаліну (5 – 7 мл). Заповнюють етикетку, де вказують назву водойми, станцію, об'єм профільованої води, дату проведення відбору. У лабораторії проби ставлять у темне місце для відстоювання або седиментації на 10–14 діб.

Відбирання проб сітковим методом (зоопланктон). Воду фільтрують через спеціальну сітку, виготовлену з млинарського сита, яке затримує планктонні організми і пропускає воду. Сито має різне число вічок в 1 см² і позначається номерами від 7 до 77 (номер сита відповідає певній кількості вічок відповідно від 44,9 до 5929). Найбільш поширеними є якісні й кількісні сітки Апштейна. Якісними сітками проводять масовий збір планктону, кількісними – відповідно кількісний збір і облік планктону. На глибоководних озерах чи водосховищах відбір проб здійснюють вертикальним і горизонтальним „ловом” з відповідними розрахунками для стовпа води або площі акваторії. На ставках проби зоопланктону відбирають з поверхневого горизонту – 30 – 50 см мірним кухликом з ручкою на заздалегідь визначених станціях, урахувавши всі біотопи. Залежно від розвитку зоопланктону, проціджують 50 або 100 л води. Планктон концентрується у склянці планктонної сітки у вигляді осаду. Відкриваючи затискач, осад переливають у склянку об'ємом 100 – 200 мл. Після цього сітку обережно обливають з зовнішньої сторони водою – „купають”. Змиті зі стінок організми переносять у ту ж саму склянку. Після цього пробу консервують 40 %-м розчином формаліну (1 частина формаліну на 9 частин проби) до стійкого запаху. Заповнюють етикетку, де вказують назву водойми, станцію, об'єм профільованої води, дату проведення відбору. Аналогічно заповнюють етикетку та зберігають проби в темному місці при температурі не нижче 10⁰ С.

Завдання: Ознайомитись за моделями і рисунками з різними знаряддями відбирання проб планктону. Визначити номер сита за допомогою бінокюляра або препарувальної лупи. Замалювати якісну і кількісну сітки Апштейна.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть прилади для відбирання кількісних проб фітопланктону.
2. Методи відбирання проб фітопланктону.
3. Назвіть прилади для відбирання кількісних проб зоопланктону.
4. Сітковий метод відбирання проб зоопланктону.
5. Зберігання планктонних проб.

Лабораторна робота №6

Тема: Методи консервації і концентрації проб планктону

Мета: Ознайомитись з методами консервації й концентрації проб фітопланктону та зоопланктону.

Прилади, обладнання та реактиви: Склянки для відбору проб, мірні стаканчики, піпетки, прилад для фільтрування, сифон.

Об'єкт дослідження: Проби фітопланктону та зоопланктону.

Теоретичні відомості. Для консервації проб планктону використовують такі консерванти або фіксатори: формальдегід, розчин Люголя, етиловий спирт.

Консервація формальдегідом. 40%-й розчин формальдегіду додають у пробу води у співвідношенні 1: 100, пляшку щільно закривають кришкою. Для тривалого зберігання проби ставлять у темне місце. Проте дія формальдегіду досить “жорстка” і призводить до деформації клітин, скидання джгутиків, часткового лізису зелених (хлорококових) водоростей, виходом монадних форм з будиночків (евгленові, динофітові, золотисті).

Консервація розчином Люголя. Розчин Люголя “м'яко” фіксує клітини водоростей, але його дія нетривала і через 1 – 2 місяці під дією бактеріальної флори і грибів проба псується, тобто „загниває”. Розчин Люголя додають до водної проби у співвідношенні 1:50. На основі розчину Люголя розроблено новий фіксатор, до складу якого ввійшли хромова і льодяна оцтова кислоти та формальдегід (модифікація Кузьміна):

розчин №1 – (розчин Люголя): К₂Cr₂O₇ – 10 г; H₂O – 50 см³; J – 5 г;

розчин №2 – хромова кислота (1 %) – 5 см³, льодяна оцтова кислота – 10 см³, формальдегід (40 %) - 80 см³.

Розчини готують окремо, а потім зливають і зберігають у темній склянці з притертою пробкою. Залежно від густоти проби спочатку до неї додають 1 – 5 крапель консерванта, а через 2 – 3 години доводять концентрацію до кольору темного чаю. Дія хромової кислоти ущільнює водоростеві клітини, а оцтова, навпаки, – збільшує їх об'єм. Даний фіксатор не порушує морфологічну структуру, не розчиняє слизову оболонку водоростей, зберігає та відтінює джгутики і периніоди, інгібує розвиток мікрофлори і грибів.

Консервація етиловим спиртом. Ректифікований етиловий спирт є також „м'яким” фіксатором. Він додається до проби у співвідношенні 1:10. Тривалість зберігання проб – місяць.

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

Метод седиментації. Відібрані й зафіксовані проби транспортують у лабораторію і виставляють у темному прохолодному місці на 10 – 14 діб для відстоювання. За цей термін частина водоростей осідає на дно пляшки, а частина спливає і концентрується на поверхні проби. Після цього, за допомогою сифона, відбирають середній шар води, залишаючи близько 100 мл

проби. Сифон – це скляна трубка завдовжки 20 – 25 см, діаметром – 12 – 15 мм. З одного боку трубка на 2 см загнута вгору і закрита млиновим ситом (№77), на другий кінець одягається гумова трубка завдовжки 70 – 80 см. На цій стадії пробу можна опрацювати в камері під мікроскопом, але можна провести і подальше згущення. Для цього залишок проби переливають до посуду об'ємом 100 мл, відстоюють протягом 5 – 7 діб і повторно концентрують, доводячи об'єм до 10 мл, переливають у пеніцилінові склянки, додають 2 – 3 краплі формальдегіду і зберігають у прохолодному місці. Цей метод найпоширеніший у сучасних гідробіологічних дослідженнях. Серед недоліків методу слід відмітити неможливість вивчення живого матеріалу і трудомісткість, особливо при тривалих експедиціях.

Проби зоопланктону згущують до 50 – 100 мл залежно від утвореного осаду за допомогою резинової груші, в носик якої вставлена піпетка. Отвір піпетки затягнутий густим газовим ситом (№ 60 – 70).

Метод центрифугування. Це швидкий метод механічного осадження фітопланктону за допомогою центрифуги. Його застосовують, в основному, для прижиттєвого вивчення планктонних водоростей. Перевагою методу є можливість опрацювання невеликого об'єму проби (15 – 20 мл), який адекватний усій альгологічній пробі. Проте цей метод має ряд недоліків (руйнування клітин при центрифугуванні та їх прилипання до стінок пробірки, утворення щільного осаду, який важко опрацювати в лічильній камері тощо) і використовується рідко.

Метод фільтрації. В основі методу лежить фільтрація через дрібнопористі мембранні фільтри №5 і №6 під тиском або під вакуумом у спеціальному приладі – фільтраторі Гусевої. Перед роботою фільтри кип'ятять у свіжій дистильованій воді і висушують. Пробу для згущення об'ємом 0,5 і 1,0 л за півгодини до фільтрації консервують 5 – 10 краплями формальдегіду. Попередня консервація проби веде до зменшення деформації організмів при фільтрації. Після цього фільтри кладуть у склянки з-під пеніциліну, додають 5 або 10 см³ фільтрату і обережно очищають від осаду колонковим пензликком. Потім пробу консервують. Це портативний і швидкий метод концентрації альгологічних проб, який дозволяє опрацювання живих і фіксованих клітин водоростей. При цьому досягається концентрування проби у 200 разів і більше.
Завдання: Провести консервацію і концентрацію проб фітопланктону та зоопланктону.

Запитання для самоперевірки

1. Які консерванти використовують для фіксації планктону?
2. Особливості консервації планктону розчином Люголя і формальдегідом.
3. Назвіть методи концентрації планктону.
4. Суть методу седиментації планктону.
5. Суть методу фільтрації планктону.

Лабораторна робота №7

Тема: Пристосування організмів до проживання в бенталі та методи відбирання бентосу

Мета: Вивчити пристосування гідробіонтів до проживання в бенталі та ознайомитись з приладами і методами відбирання проб бентосу.

Обладнання: Знаряддя для якісного збору донної фауни: сачок, шкребок, драга. Знаряддя для кількісного збору зообентосу: штанговий дночерпач Ланга, коробковий дночерпач Екмана-Берджа. Препарувальні або ручні лупи, пінцети, препарувальні голки, кювети, чашки Петрі, визначники, атласи.

Таблиці: Знаряддя для якісного і кількісного відбирання бентосних проб. Молюски *Toredo navalis*, *Balanus*.

Об'єкт дослідження: Набір сухих та консервованих зразків донних безхребетних: прісноводні черевоні і двостулкові молюски, комахи і їх личинки, прісноводні губки, готові препарати *Toredo navalis*, *Balanus*.

Теоретичні відомості. Донні організми залежно від способу життя, поділяють на п'ять екологічних груп:

1. Прикріплені організми – епіфауна. Прикріплений спосіб життя поширений у гідробіонтів: більшість вищої водяної рослинності, водорості, найпростіші, губки, моховатки, корали, голкошкірі, деякі двостулкові молюски і личинки комах, значна частина червів, вусоногі раки, морські лілії асцидії. Одні організми прикріплені постійно, інші тимчасово. У прикріплених організмів виробився ряд пристосувань:

– майже усі втратили кінцівки, а якщо вони є, то виконують хватальну функцію (вусоногі раки);

– у більшості редуковані органи зору, рівноваги та нервова система; – удосконалені і надзвичайно добре розвинені органи чуття;

– для успішного лову їжі багато тварин мають витягнену форму тіла, деякі поміщаються на стебельці (інфузорії, губки, деякі голкошкірі), а на верхньому кінці тіла утворюється ловча лійка оточена віночком щупалець.

2. Свердлуни – в основному мешканці моря, умовно поділяються на організми, що свердлять дерево і камінь – скелі з вапняку, сланців, мармур, бетон, цеглу, черепашки молюсків – зелені і синьо-зелені водорості, гриби, губки, черви, ракоподібні, молюски.

3. Організми, що закопуються у ґрунт – інфауна. Здатність багатьох донних тварин закопуватися в ґрунт є захисним пристосуванням – черви, личинки комах, деякі молюски і ракоподібні. У будові організмів є ряд змін – у морських їжаків голки перетворились на органи закопування; черепашки молюсків, що живуть у ґрунті, стає тонкою і гладенькою, дуже добре розвинена нога, а сифони, що служать для сполучення з зовнішнім середовищем, стають довшими ніж сама тварина.

Масовими формами у морях і прісних водоймах є бокоплавці, у прісних – личинки двокрилих (хірономіди). Мають дуже важливе кормове значення.

Особливо багато бокоплавів на літоралі північних морів, у Каспійському, Азовському, Чорному морях, де їх налічується по кілька тисяч екземплярів на 1 м² площі дна. З метою збільшення кормової бази риб їх разом з мізидами акліматизують у водосховищах. Основними споживачами бокоплавів є лящі, молодь осетрових, сига, форель тощо.

4. Організми, що мешкають на поверхні ґрунту – онфауна. Відрізняються плоским і широким тілом. Деякі мають вирости, розташовані в одній площині. Одні плавають в придонних шарах води і лише іноді використовують субстрат для опори – камбали, скати, бички, ряд крабів, креветок, деякі головоногі молюски; інші постійно мешкають на дні – багато двостулкових і червононогих молюсків та деякі морські їжаки. Для захисту від ворогів: спорудження схованок у вигляді чохликів, трубок, черепашок; утворення на тілі голок, шипиків; маскування під фон навколишнього середовища.

5. Організми, що вільно пересуваються на дні. Органи руху цих тварин різноманітні. Ракоподібні пересуваються за допомогою грудних кінцівок, голкошкірі користуються амбулокральними ніжками, молюски пересуваються за допомогою ноги.

Організмам бентосу властиве: важке тіло (черепашка, панцир), утворення колоній, витягнута форма тіла. Пристосування до проживання у бенталі і перефітонного способу життя зводяться до:

– утримання на твердому субстраті (рух води і гравітаційні сили діють на організми бентосу і перифітону) за рахунок підвищення густини тіла – скелет голкошкірих, масивні черепашки червононогих і двостулкових молюсків, карапакси крабів у результаті чого гідробіонти не переносяться порівняно великими течіями;

– прикріплення до субстрату, зануренням в нього – заглибленням, розвитком різних якорів;

– захист у від захоронення (витягнені форми);

– вироблення способів пересування.

Знаряддя для відбирання бентосу розділяють на якісні і кількісні. Знаряддя для якісного збору використовують для встановлення видового складу донної фауни. До них належать: *сачки* – металевий обід або прямокутник діаметром 20–30 см, до якого прикріплений мішок для збору фауни заростей – червононогих молюсків, комах і їх личинок); *скребки* – мішок із мішківини або рідкого міцного сита, прикріплений до металевого ободу з жердиною завдовжки 2 – 3 м;

трали – подібної конструкції – металевий обід або рама і мішок із сітки; *драги* – складаються з мішківини, металевої масивної рами різної форми і розміру, які використовують для збору організмів на поверхні дна (каміння, інший субстрат) і для захоплення ґрунту тому що не застряє на каменях і зрізає прикріплені до них організми.

Кількісними знаряддями для відбирання бентосу є рамки (для збору малорухливих і крупних організмів) і **дночерпачі** (служать для виїмки ґрунту з організмами з певної площі). При використанні рамки її опускають на дно і

підводний плавець руками вибирає з неї бентосні організми. **Дночерпачі** є різних конструкцій: а) *штанговий* – прямокутної або циліндричної форми з утримувачем для штанги або жердини. Дночерпач опускають у воду і занурюють у ґрунт. Він замикається, захоплюючи моноліт ґрунту і піднімається на поверхню. Ґрунт висипають в таз або кювету. Площа захоплення дночерпача цього типу $0,01 \text{ м}^2$. Штангові дночерпачі застосовують лише на глибинах, які не перевищують довжину штанги;

б) *тросові дночерпачі* – різної форми: коробковий дночерпач (типу Екмана-Берджа) – для м'яких мулистих ґрунтів. Площа захоплення – $1/2$ і $1/40 \text{ м}^2$; дночерпач Боруцького з високим коробом – для дуже м'яких і глибоких мулів, великою масою (6 кг) для забезпечення глибокого занурення приладу в ґрунт; в) *ковшові дночерпачі різних моделей* – мають два зігнутих глибоких ковша, які обертаються на осі, що їх скріплює. Для збільшення ваги приладу при роботі на великих глибинах до нього прикріплюють чавунні або свинцеві пластинки. Площа захоплення приладу: $1/10$; $1/40$; $1/100 \text{ см}^2$. Найбільш сучасні моделі ковшового дночерпача – прилад "Океан-80". При роботі з різними дночерпачами кількість взятих на кожній станції проб буває різною і залежить від складу і кількості бентосу, кількості ґрунту, площі захоплення приладу. Тому рекомендується при роботі з дночерпачем площею захоплення $1/25 \text{ м}^2$ брати не менше двох виїмок, а при меншій площі (штангові дночерпачі – не менше 4–5 виїмок.) Дночерпачі дають добрі результати при роботі на відносно м'яких ґрунтах (пісок, замулений пісок, мул) і при зборі дрібних тварин, особливо інфауни. Піднятий на поверхню ґрунт промивають і тварин за допомогою пінцета вибирають і фіксують 10 %-м розчином формаліну або спиртом (70°).

Завдання: Ознайомитись за моделями і рисунками із знаряддями для відбирання донної фауни, замалювати їх.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть пристосування організмів до проживання в бенталі.
2. Які організми належать до перифітону?
3. Які організми належать до епіфауни?
4. Наведіть розмірні групи бентосних організмів.
5. Дайте характеристику організмам інфауни, онфауни.
6. Назвіть знаряддя для якісного відбирання проб донної фауни.
7. Назвіть знаряддя для кількісного відбирання проб донної фауни.
8. На яких ґрунтах використовують дночерпачі?
9. Яку фауну краще відбирати за допомогою дночерпачів?

Лабораторна робота №8

Тема: Методи відбирання макрофітів (вищої водяної рослинності)

Мета: Ознайомитись з приладами та методами відбирання макрофітів.

Прилади та обладнання: Знаряддя для кількісного відбирання фітобентосу – рамки, заростечерпачі.

Таблиці: Знаряддя для якісного і кількісного відбирання бентосних проб. Ярусність макрофітів у водоймах. Типи заростання та схема розподілу рослинності у ставах.

Теоретичні відомості. Знаряддя для відбору проб фітобентосу розділяють на якісні і кількісні. Для **якісного** збору рослинності у водоймах завглибшки до 2 м використовують водяні грабельки три- та шести зубові. Для добування донної рослинності з глибини понад 2 м застосовують якір-кішку та двосторонні водяні граблі завдовжки 30–35 см прив'язані до довгої мотузки. Для **кількісного** збору фітобентосу використовують квадратні чи прямокутні, дерев'яні або металеві розбірні *рамки* різної конструкції, площею 0,25, 0,5 та 1 м² рами. Рейки рам фарбують білою фарбою, помічаючи чорні мітки через кожні 5 см. Всі види робіт з рамами можливі до глибини не більше 3 м. За всіх видів кількісного обліку (підрахунок чисельності, визначення маси) прийоми встановлення рами в різних типах рослинних угруповань різні. При роботі в заростях мілких придонних рослин, на невеликих глибинах (до 1 м) раму опускають на дно і накладають на рослини. Для роботи на малих глибинах у заростях різних екологічних груп використовують подвійну раму, за допомогою якої можна одночасно вести облік занурених, плаваючих та повітряно-водних рослин або накладають раму зверху і в плаваючому стані на поверхні води міцно укріплюють по діагоналі за допомогою спеціальних жердин. Вільно плаваючу рослинність з площі обмеженою рамою збирають сачком. Для обліку маси рослин, які високо піднімаються над водою (очерет, рогіз, комиш) використовують розбірну раму. Її частинами оточують рослини. Для укосів рослин використовують різні прилади: а) сачки – для збору вільно плаваючої рослинності; б) грабельки або ручний збір рослин, які ростуть на глибині до 1 м;) косу з коротким лезом і прямим кінцем – для збору повітряно-водяної рослинності.

Для відбору проб макрофітів використовують *заростечерпач Ліпіних*. Він являє собою металеву коробку, стінки і верх якої зтягнуті крупновічковою металеву сіткою. На нижньому боці коробки прикріплені рухливі ковші, нижні краї яких зазубрені і загострені. Площа захоплення приладу 0,1 м², маса – 15 кг. Заростечерпачем Ліпіних користуються, в основному, для збору занурених рослин на будь-яких глибинах.

На водоймах проводять попередній огляд з човна або з берега для ознайомлення з характером та розподілом рослинності та її угруповань і вибору типових ділянок для подальшого дослідження. Оцінки заростання водойми проводять у відсотках. Про надмірне заростання говорять коли рослинністю вкрито більше 50 % поверхні ставу; дуже велике – від 1/3 до 1/2

поверхні водойми – 36–50 %; велике – від 1/5 до 1/3 поверхні – 21–35; середнє – від 1/10 до 1/5 поверхні – 10–20 %; невелике – від 1/5 до 1/10 поверхні – 3–10 %; дуже мале – від 1/100 до 1/50 поверхні – 1–2 % (табл. Типи заростання та схема розподілу рослинності у ставах).

Вивчення систематичного складу прибережної рослинності проводять за розташуванням рослин у водоймі (яруси) у послідовності: 1 – надводні рослини; 2 – рослини плаваючі з плаваючим листям; 3 – високі занурені рослини; 4 – придонні рослини. Для цього у найбільш характерних місцях водойми площею близько 100 м² закладають *пробні ділянки*. Межі пробних ділянок встановлюють на око, або більш точно за допомогою рулетки чи мірного шнура. У кутках ділянки встановлюють буйки.

Відбирання проб проводять на *облікових ділянках*. Для визначення фітомаси беруть три проби-укуси. Рослини збирають за допомогою наявних знарядь, вилучають із води, відрізають коріння, відмивають від бруду (у відрі), загортаються у вологі простирадла та плівку, перев'язують мотузкою, вкладають етикетку (вказується номер укусу, назва водойми, ділянка, дата відбору, глибина, донні відклади, спосіб відбору, площа укусу). Пакети транспортують до лабораторії для подальшої обробки, яку проводять цього ж або наступного дня, оскільки в подальшому рослини зневоднюються і загнивають.

Завдання: Ознайомитись за моделями і рисунками з різними знаряддями збору макрофітів та замалювати їх. Замалювати ярусність макрофітів у водоймах, типи заростання та схему розподілу рослинності у ставах.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть знаряддя для відбирання проб фітобентосу.
2. Як проводять оцінку заростань водойми?
3. Назвіть яруси заростання водойми вищими водними рослинами.
4. Якими прийомами користуються для визначення систематичного складу макрофітів (пробні ділянки) і їх кількості (облікові ділянки)?
5. Як проводити відбирання проб макрофітів?

Лабораторна робота №9

Тема: Методи відбирання проб фітофільної фауни

Мета: Ознайомитись з знаряддями та методами відбирання фітофільної фауни.

Прилади та обладнання: Знаряддя для кількісного відбирання фітофільної фауни - шкребки, сачки, рамки.

Таблиці: Знаряддя для якісного і кількісного відбирання бентосних проб та фітофільної фауни.

Теоретичні відомості. Фітофільна фауна – це організми, які мешкають на вищій водяній рослинності (личинки комах у т.ч. і деякі личинки хірономід) і є їжею для бентосоїдних риб. Знаряддями для відбору проб фітофільної розділяють на якісні і кількісні. Для **якісного** відбирання фітофільної фауни використовують ті ж самі знаряддя, що і для збору макрофітів – у водоймах з глибиною до 2 м – водяні грабельки три та шести зубові, з глибини понад 2 м – якір-кішку та двосторонні водяні грабельки прив'язані до довгої мотузки. Для **кількісного** відбирання проб фітофільної фауни служить гідробіологічний шкребок або сачок з капронового сита площею 500–750 см² (0,05–0,075 м²), висотою 1 м. Фітофільну фауну збирають і за допомогою рамок при відборі проб макрофітів.

Відбір проб фітофільної фауни проводять паралельно при зборі проб макрофітів або окремо на найбільш характерних *облікових ділянках* водойми. У водоймах з рівномірним заростанням відбирають дві проби, а якщо рослинність розташована локально, то беруть по одній пробі в кожній ділянці, визначаючи ступінь заростання. Ділянку рослин накривають гідробіологічним шкребком або сачком поближче до кореневої системи і зрізають її біля самого дна. Після цього шкребок перевертають отвором вгору і виймають з води. Рослини вибирають, кладуть у великий емальований тазик і ретельно оглядають: організми збирають в склянку або пробірку і консервують. На пробу зібраної фауни прикріплюють етикетку і доставляють до лабораторії. В етикетці вказується назва водойми, ділянка, види водяної рослинності, глибина і площа, спосіб відбору, дата відбору. Після збору і фіксації гідробіонтів рослинність загортають у плівку і також прикріплюють етикетку. У лабораторії визначають видовий склад та масу рослин і занотовують в спеціальний журнал.

Проби фітофільної фауни обробляють згідно з методикою обробки зообентосних проб. Розрахунок фітофільної фауни проводять на 1 м² площі, визначаючи при цьому і масу рослинності на 1 м² площі водойми.

Завдання: Ознайомитись за моделями і рисунками з різними знаряддями збору фітофільної фауни та замалювати їх.

Запитання для самоперевірки

1. Які організми належать до фітофільної фауни?
2. Назвіть знаряддя для якісного відбору проб фітофільної фауни.
3. Назвіть знаряддя для кількісного відбору проб фітофільної фауни.
4. Як провести відбір проб фітофільної фауни?
5. Як називаються ділянки, де відбирають проби фітофільної фауни?
6. Як провести обробку проб фітофільної фауни?

Лабораторна робота №10

Тема: Експрес-методи визначення біомаси планктону

Мета: Ознайомитись з методами опрацювання планктону. Визначити масу мікро-, мезо- та макропланктону розрахунковим, об'ємним і ваговим методами.

Обладнання: Мікроскоп, бінокляр, мірні центрифужні пробірки, торсійна або аналітична вага, диск Секкі, фільтрувальний папір, чашки Петрі, бінокляри, препарувальні голки, мірні стаканчики, мірний циліндр, предметні скельця, покривні скельця, лічильна пластинка, піпетка Гензена, визначники.

Таблиці: Систематичні відділи водоростей. Коловертки, гіллястовусі та веслоногі ракоподібні прісних водойм.

Об'єкт дослідження: Законсервовані проби фітопланктону і зоопланктону.

Теоретичні відомості. Методи обробки планктону полягають у встановленні якісного (систематичного) та кількісного (чисельність, біомаса) складу водоростей й планктонних безхребетних. В рибогосподарській практиці використовують експрес-методи визначення біомаси планктону: об'ємний, ваговий та розрахунковий методи.

1. Об'ємний метод визначення маси зоопланктону полягає у вимірюванні об'єму витісненої рідини масою зоопланктону в циліндрі, бюретці або волюмометрі. Відібрану пробу зоопланктону фільтрують через шовкове сито, підсушують на фільтрувальному папері до зникнення мокрих плям і переносять на цьому ж ситі в мірний циліндр або бюретку (об'єм витісненої рідини вологим шматочком сита визначають заздалегідь.)

У деяких випадках доводиться робити визначення біомаси зоопланктону безпосередньо в польових умовах – на ставках. Для цього отриману після відбору та консервування пробу зоопланктону переливають у мірний циліндр об'ємом 100 мл, або мірну центрифужну пробірку, відстоюють протягом 30 хвилин і визначають об'єм осаду. Питома маса планктонних організмів в осаді береться за 1,02–1,05 і виходячи з цього, міліметри витісненої рідини (*мм, см*) або осаду переводяться в одиниці (*мг, г*) маси і враховуючи об'єм профільтрованої води розраховують біомасу зоопланктону. Щоб визначити, скільки планктону міститься в 1 м^3 , отриманий об'єм осаду перемножують на 20 (якщо проціджували 50 л) або на 10 (якщо проціджували 100 л). Наприклад, через планктонну сітку профільтрували 50 л води і отримали 1 см^3 осаду – це означає, що в 1 м^3 води знаходиться – 20 г планктонних організмів – це і є біомасою зоопланктону.

2. Ваговий метод передбачає безпосереднє зважування відфільтрованого осаду зоопланктону на аналітичних або торсійних терезах і виконується в лабораторних умовах. Пробу зоопланктону профільтрують через шматочок сита №70-77 і по можливості вибирають частинки рослин тощо. Осад із ситом підсушують на фільтрувальному папері до зникнення мокрих плям, переносять у чашку Петрі або бюкс і зважують на терезах (масу чашки Петрі або бюкса з вологим ситом визначають заздалегідь). За різницею мас отримують масу

зоопланктону. Знаючи об'єм профільтрованої води і масу осаду розраховують біомасу зоопланктону.

3. Визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води. За допомогою диска Секкі вимірюють прозорість води у водоймі. Біомасу водоростей визначають за залежністю між прозорістю води та інтенсивністю розвитку фітопланктону :

1. Залежність прозорості води від інтенсивності розвитку фітопланктону

Р	10	20	30	40	50	60	70	< 100	>100
В	80	70	60	50	40	30	20	10	< 10

Примітки: Р – прозорість води, см; В – біомаса фітопланктону, г/м³.

Завдання: 1. Розрахувати біомасу фітопланктону ставків за попередньо визначеною прозорістю води за диском Секкі.

2. Розрахувати біомасу мезопланктону об'ємним та ваговим методами.

Запитання для самоперевірки

1. Опишіть об'ємний метод визначення планктону.
2. Опишіть ваговий метод визначення планктону.
3. Достоїнства і недоліки експрес-методів визначення зоопланктону.
4. Опишіть експрес-метод визначення біомаси фітопланктону, його достоїнства та недоліки.
5. Назвіть інші методи визначення біомаси планктону.

Лабораторна робота №11

Тема: Методи камерального опрацювання проб фітопланктону

Мета: Ознайомитись з методами камеральної обробки планктону.

Обладнання: Мікроскоп, мірні стаканчики, предметні скельця, покривні скельця, камери Нажжота та Горяєва, лічильна пластинка, піпетка Гензена, окуляр-мікрометр, об'єкт-мікрометр, окулярна сіточка, визначники.

Таблиці: Систематичні відділи водоростей.

Об'єкт дослідження: Законсервовані проби фітопланктону.

Теоретичні відомості. Лічильний метод Гензена дає можливість установити значення окремих видів рослинних і тваринних організмів та їх вікових стадій у загальній масі планктону. Він є достатньо трудомістким і вимагає високої кваліфікації дослідника. Точність методу становить близько 5 %. Визначення видів та підрахунок чисельності організмів планктону проводять у лічильних камерах – Нажотта, Кольквитця, Богорова, «Учинській», об'ємами $0,01 - 0,02 \text{ см}^3$; гематологічних камерах – Горяєва, Тома-Цейсса, об'ємами $0,9 - 1,0 \text{ мм}^3$ та на лічильних пластинках (розграфлених на доріжки і квадрати), тобто це – камеральна обробка планктону.

Камеральне опрацювання проб передбачає:

1) визначення видового складу водоростей під мікроскопом за визначниками;

2) підрахунок загальної кількості організмів на лічильній пластинці або в камері та в пробі за видами і основними таксонами із занесенням даних у спеціальну картку обробки фітопланктону (за зразком);

3 – вимірювання клітин водоростей під мікроскопом, визначення об'єму та біомаси або розрахункове визначення біомаси (за табличними даними середніх об'ємів клітин) планктону як суми значень біомас окремих організмів;

4) перерахунок отриманих даних на об'єм відібраної проби і на одиницю об'єму води або площі досліджуваної водойми (в екз/дм^3 – чисельність; у мг/дм^3 – біомаса);

5) статистична обробка отриманих даних за кількома паралельно обробленими пробами з визначенням: M – середньої арифметичної величини, $\pm m$ – її лімітів та середнього квадратичного відхилення – σ .

Перед початком камерального опрацювання концентровану (згущену) пробу фітопланктону виливають у мірну склянку, відмічають об'єм і ретельно перемішують. *Штемпель-піпеткою*, об'ємом $0,1 \text{ см}^3$, на поверхню лічильної камери або пластинки наносять краплю проби і накривають покривним скельцем. Заправлену таким чином камеру або пластинку розміщують на предметному столику мікроскопа і опрацьовують. Залежно від чисельності організмів у пробі можна підраховувати або усі, або частину доріжок (квадратів) на поверхні лічильної пластинки. Необхідно проводити повторні підрахунки кількох крапель однієї і тієї ж проби. Для отримання

репрезентативних результатів окуляр мікроскопа повинен мати збільшення – К 7х, об’єктив – х 40.

Лічильну пластинку заправлену краплею проби продивляються під мікроскопом, визначають видовий склад і підраховують кожний вид водоростей методом десятків (табл.2), де крапками і рисками позначають кожну нову клітину виду. У робочому журналі роблять записи про виявленій видовий склад і чисельність водоростей.

2. Спосіб позначення клітин водоростей у робочому журналі

Кількість підрахованих клітин водоростей				
• - 1	∴ - 2	∴∴ - 3	∴∴∴ - 4	↑∴ - 5
┌∴ - 6	└∴ - 7	□∴ - 8	▣ - 9	▣∴ - 10

Після цього підраховують знайдені водорості за видами і в цілому у камері за формою, поданою у табл. 3.

Розрахунок чисельності фітопланктону проводять за формулою:

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

де N – кількість організмів у 1 л води;

k – коефіцієнт, який показує у скільки разів об’єм лічильної камери менший від 1 см^3 ;

n – кількість організмів, виявлених на переглянутих доріжках (квадратах);

A – кількість доріжок (квадратів) на лічильній пластинці (у камері);

a – кількість доріжок, на яких проводили підрахунок водоростей;

v – початковий об’єм відібраної проби (см^3);

V – об’єм згущеної проби (см^3).

Розрахунок біомаси фітопланктону проводять лічильно-об’ємним методом. Для цього визначають лінійні розміри організмів за допомогою окуляр-мікрометра або спеціальної сіточки, що вставляється в окуляр мікроскопа. Після вимірювань визначають об’єм тіл водоростей, прирівнюючи їх до геометричних тіл (кулі, циліндра, еліпсоїда) і за відомими формулами вираховують їх об’єм. Знайдений для кожної клітини об’єм (у мкм^3) перемножують на її чисельність (у тис.кл/л) і масу виражають у мг/л або г/м^3 . Для розрахунків біомаси фітопланктону часто використовують табличні дані середніх об’ємів водоростей, які наводяться в спеціальній літературі.

3. Картка опрацювання проби фітопланктону

Проба № _____, став № _____, ділянка _____, рибгосп _____
 Дата _____, °t _____.

Систематичні відділи	Кількість водоростей		Об'єм клітини, мкм ³	Біомаса водоростей, мг/дм ³
	в 0,1 мл (крапля)	в 1 л		
Chlorophyta (зелені):				
Bacillariophyta (діатомові):				
Euglenophyta (Евгленові):				
Cyanophyta (синьо- зелені):				
Dinophyta (динофітові):				
Усього:				

Завдання: Камерально опрацювати пробу фітопланктону, визначити систематичний склад, загальну чисельність і біомасу, замалювати поширені форми.

Поширені представники основних систематичних відділів

Chlorophyta:

Bacillariophyta

Euglenophyta:

Cyanophyta:

Dinophyta:

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть суть лічильного методу Гензена, його переваги та недоліки.
2. Назвіть послідовність операцій при обробці проб фітопланктону методом Гензена.
3. Що передбачає камеральна обробка проб планктону?
4. Які є камери для обрахунку планктону?
5. Обґрунтуйте суть лічильно-об'ємного методу розрахунку біомаси фітопланктону.

Лабораторна робота №12

Тема: Методи камерального опрацювання проб зоопланктону

Мета: Ознайомитись з методами камерального опрацювання зоопланктону.

Обладнання: Мікроскоп, бінокляр, мірні стаканчики, предметні скельця, покривні скельця, препарувальна голка, камера Богорова, лічильна пластинка, піпетка Гензена, окуляр-мікромметр, об'єкт-мікромметр, окулярна сіточка, визначники.

Таблиці: Гіллястовусі та веслоногі ракоподібні, коловертки прісних водойм.

Об'єкт дослідження: Законсервовані проби зоопланктону.

Теоретичні відомості. Послідовність операцій при обробці проб зоопланктону методом Гензена:

1. Пробу зоопланктону переливають у мірний стакан і залежно від густоти (кількості організмів) доводять її до зручного для наступного підрахунку об'єму. Проби з багатим планктоном (на дні склянки дуже значний осад організмів) розводять водою до 200 см^3 . Проби з бідним планктоном концентрують шляхом відсмоктування води піпеткою, кінець якої зтягнутий густим капроновим ситом, складеним у кілька шарів. Об'єм проби зменшують до $50 - 100 \text{ мл}$, а при необхідності—до $20-30 \text{ мл}$.

2. Підготовлену пробу виливають у мірний стакан, відмічають її об'єм, ретельно перемішують, відбирають *штемпель-піпеткою* $0,5$ або $1,0 \text{ мл}$ і швидко переносять на лічильну пластинку або в камеру Богорова, накривають покривним скельцем. Камеру поміщають на предметний столик біноклярного мікроскопа і переглядають. Видовий склад організмів визначають за визначниками і підраховують кількість кожного виду. Результати визначення видового складу і кількості організмів заносять до спеціальної картки або журналу за формою, наведеною в табл.4.

Визначення і підрахунок організмів проводять за трьома основними групами: коловертки (*Rotatoria*), гіллястовусі (*Cladocera*) і веслоногі (*Copepoda*) ракоподібні. При необхідності організми вимірюють за допомогою окуляр-мікромметра. Необхідно проводити повторні підрахунки кількох порцій однієї і тієї ж проби.

3. Визначають чисельність організмів у пробі за її об'ємом та об'ємом переглянутої частини проби і знайденою кількістю організмів на пластинці чи в камері. Чисельність зоопланктонних організмів виражається в *екз/дм³* або в *екз/м³*. Дані обробки проб заносяться до картки.

Розрахунок чисельності та біомаси зоопланктону проводять за формулою

$$\frac{V_1 \times 1000 \text{ л}}{V_2 \times V_3} \times \Pi \times P = \frac{\text{тис.екз}}{2} / \text{м}^3,$$

де V_1 – об'єм згущеної або розведеної проби, мл; V_2 – об'єм проби, яку проглядали, мл; V_3 – об'єм профільтрованої води, л;

Π – число організмів кожного виду або всіх груп, підрахованих у пробі (екз/м^3); P – індивідуальна середня маса організмів (г/м^3 чи мг/л); $1000 \text{ л} = 1 \text{ м}^3$

4. Картка опрацювання проби зоопланктону

Проба № _____, став № ____, ділянка _____, рибгосп _____
 Дата _____, °t води _____, V_{проби} = _____ МЛ.

Видовий склад	Чисельність організмів, екз.					Маса 1 особини, мг	Біомаса, г/м ³
	1 пластинка	2 пластинка	всього	в пробі	в 1 м ³		
Rotatoria:							
Cladocera:							
Copepoda:							
Інші:							
Всього:							

4. Для визначення біомаси зоопланктону кількість організмів даного виду перемножують на середню масу одного екземпляра, відповідно до розмірів, визначених безпосередньо в пробі або за середніми табличними масами організмів (табл.5).

5. Середні маси основних форм зоопланктону

№ з/п	Види зоопланктону	Маса 1 екз., мг
1	Дафнія магна	2,000
2	Дафнія пулекс	1,540
3	Дафнія лонгіспіна	0,060
4	Скафолеберис	0,086
5	Синоцефалус	0,500
6	Цериодафнія	0,020
7	Моїна	0,110
8	Босміна	0,004
9	Хідорус	0,010
10	Алона	0,004
11	Циклоп	0,010
12	Циклоп стренеус	0,350
13	Циклоп албідус	0,160
14	Циклоп верналіс	0,043
15	Мезоциклопс	0,037
16	Мкантоциклопс	0,350
17	Наупліус	0,002
18	Евдіаптомус	0,070
19	Діаптомус	0,050
20	Брахіопус	0,0065
21	Кератела кохлеаріс	0,0002
22	Кератела квадрата	0,0005
23	Аспланхна	0,020
24	Тестудинела	0,0004
25	Педаля	0,00047
26	Філінія	0,0003
27	Поліартра	0,0015
28	Паримеція	0,0018

Біомасу організмів зоопланктону виражають в $мг/л$, $мг/дм^3$, $мг/м^3$, $г/дм^3$, $г/л$, $г/м^3$.

Завдання: Опрацювати пробу зоопланктону лічильним методом Гензена, визначити систематичний склад, чисельність окремих угруповань, загальну чисельність і біомасу організмів, замалювати найпоширеніші форми зоопланктону.

Rotatoria:

Cladocera:

Соперода:

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть переваги лічильного методу.
2. Назвіть послідовність операцій при опрацюванні проб зоопланктону методом Гензена.
3. Що передбачає камеральна обробка проб зоопланктону?
4. Назвіть основні угруповання зоопланктону.
5. Назвіть найпоширеніші форми безхребетних у прісних водоймах.

Лабораторна робота №13

Тема: Методи опрацювання проб зообентосу

Мета: Ознайомитись з методами опрацювання бентосу. Визначити масу бентосу.

Обладнання: бінокляр, хіміко-технічні, аналітичні або торсійні терези, препарувальні голки, пінцети, кювети, чашки Петрі, бюкси, фільтрувальний папір, лінійка, визначник.

Таблиці: личинки хірономід, личинки бабок, личинки одноденок.

Об'єкт дослідження: Законсервовані проби м'якого зообентосу.

Теоретичні відомості. Опрацювання відібраних проб бентосу поділяється на первинне і вторинне.

Первинне опрацювання бентосу. Доставлену в лабораторію пробу зообентосу ретельно відмивають від формаліну і залишків бруду під водопровідним краном. Чисту пробу викладають у кювету, вибирають організми і розкладають окремо за групами – личинки комах: хірономід, бабок, одноденок, веснянок, волохокрилець, жуків; моллюски, черви–п'явки, олігохети, нематоди. Систематичне положення визначають під біноклярним мікроскопом чи ручною лупою за допомогою відповідних визначників. Моллюски визначають до роду, личинки комах – до родини, черви – до класу.

Організми кожної групи підраховують, зважують на торсійних терезах, роблять перерахунок на 1 м^2 водойми.

Вторинне опрацювання бентосу полягає у тому, що організми кожної з відібраної групи визначають до виду, вимірюють, підраховують, визначають масу і роблять перерахунок на 1 м^2 водойми. Отримуємо картину бентофауни водойми.

Визначення біомаси організмів – представників кожної систематичної групи підраховують, вимірюють і зважують. Підрахунок можна проводити в чашках Петрі з розграфленим на квадрати дном. Вимірювання довжини тіла організмів (мм) необхідне для характеристики вікового складу кожної систематичної групи. У личинок хірономід вимірюють ширину головної капсули для визначення вікової стадії.

Зважування організмів здійснюють на технічних терезах з точністю до $0,01\text{ г}$, а дрібних тварин – на торсійних терезах (наважка не повинна бути більшою за 1 г). Попередньо організми обсушують на фільтрувальному папері до зникнення вологих плям. Результати підрахунку–чисельність і зважування – біомасу організмів розраховують на 1 м^2 площі дна – відповідно екз/м^2 та г/м^2 . Потім заповнюють картки або журнал за формою (табл. 6), вказавши номер проби, дату, водойму, знаряддя лову, кількість взятих виїмок.

Картки з записами результатів обробки проб є матеріалом для різних розрахунків, порівнянь та узагальнень за складом, кількістю і розподілом донної фауни, визначення ролі окремих видів у складі донної фауни.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть послідовність відбирання проб зообентосу.
2. Опишіть первинне опрацювання бентосу.
3. Опишіть вторинне опрацювання проб.
4. Як визначають систематичний склад організмів?
5. Як визначають кількісний склад організмів?

Лабораторна робота №14

Тема: Методи опрацювання проб макрофітів

Мета: Ознайомитись з методами опрацювання проб вищої водної рослинності. Визначити масу макрофітів.

Обладнання: терези (дитячі, чашкові, безмен), пінцети, кювети, фільтрувальний папір, визначники, атласи.

Таблиці: вищі водні рослини.

Об'єкт дослідження: сирі і висушені зразки вищих водних рослин.

Теоретичні відомості. Для кількісної характеристики заростей, що вивчаються, необхідні такі показники: **фітомаса і чисельність рослин**. Фітомаса визначається шляхом зважування рослин у сирому, повітряно-сухому та абсолютно сухому виді. Чисельність визначається шляхом перерахунку зібраних екземплярів або їх пагонів на одиниці площі. Збір укосів проводять в трьох повторностях, потім вираховують середню чисельність. В дуже густих заростях на глибині більше 1 м підрахунок зверху буває утрудненим і навіть неможливим. У цих випадках необхідний спуск у воду.

У лабораторії відібрані укуси рослин обробляють в такій послідовності:

1 – очищення – укуси виймають із пакетів, очищують від залишеного бруду, обсушують фільтрувальним чи газетним папером;

2 – розбирання – розкладають за видами або групами: повітряно-водні, плаваючі, занурені, підраховують їх чисельність та вимірюють;

3 – визначення систематичного складу – визначають систематичне положення рослин до виду за визначниками;

4 – визначення сирої маси – визначають сиру масу – зважують на звичайних терезах у сирому вигляді з точністю до 5 г вагах за групами або усього укусу (залежно від мети досліджень). Високі повітряноводні рослини перед зважуванням зв'язують, а занурені і плаваючі зважують в мішках для просушування (мішок попередньо зважують). Результати зважування дописують в етикетку (маса сирої речовини).

5 – висушування рослин – для цього їх розкладають у приміщенні на сітках, папері чи підвішують на мотузках або на вулиці під навісом у марлевих мішках, завчасно переламавши довгі стебла, а м'ясисті і товсті розрізають вздовж. У процесі висушування мішки часто перевертають, а рослини в них ворують. Рослини неодноразово зважують. Постійна маса, яка отримана при 2–3 кратному зважуванні свідчить про повне висихання рослин. Крупні рослини сохнуть близько місяця, занурені і плаваючі – швидше. Зважування повітряно-сухих рослин проводиться після повного висихання – повітряно-суха маса рослин.

6 – зважування рослин в абсолютно сухому вигляді – визначають після висушування середньої проби у сушильній шафі з температурою 105 °С. Абсолютно суха маса середньої проби перераховується на вагу всього укусу для визначення абсолютно сухої маси.

Фітомасу виражають у сирій, повітряно-сухій та абсолютно сухій масах на одиницю площі – $г/м^2$, $кг/м^2$, $ц/га$, $т/км^2$; чисельність – $екз/м^2$.

Завдання: Провести якісне і кількісне опрацювання проб макрофітів. Результати опрацювання занести в таблицю. Замалювати основні види та визначити їх систематичне положення.

Запитання для самоперевірки

1. Як встановлюють повітряно-суху і абсолютно-суху фітомасу?
2. Назвіть послідовність опрацювання укосів макрофітів.
3. Як охарактеризувати заростання водойм?

Лабораторна робота №15

Тема: Методи відбирання проб фітофільної фауни

Мета: Ознайомитись із знаряддями та методами відбирання фітофільної фауни.

Прилади та обладнання: Знаряддя для кількісного відбирання фітофільної фауни – шкребки, сачки, рамки.

Таблиці: Знаряддя для якісного і кількісного відбирання бентосних проб та фітофільної фауни.

Теоретичні відомості. Фітофільна фауна – це організми, які мешкають на вищій водяній рослинності (личинки комах у т.ч. і деякі личинки хірономід) і є їжею для бентосоїдних риб. Знаряддями для відбору проб фітофільної фауни розділяють на якісні і кількісні. Для **якісного** збору фітофільної фауни використовують ті ж самі знаряддя, що і для збору макрофітів – у водоймах з глибиною до 2 м – водяні грабельки три- та шести зубові, з глибини понад 2 м – якір-кішку та двосторонні водяні грабельки прив'язані до довгої мотузки. Для **кількісного** відбору проб фітофільної фауни служить гідробіологічний шкребок або сачок з капронового сита площею 500–750 см² (0,05–0,075 м²), висотою 1 м. Фітофільну фауну збирають і за допомогою рамок при відборі проб макрофітів.

Відбирання проб фітофільної фауни проводять паралельно при зборі проб макрофітів або окремо на найбільш характерних *облікових ділянках* водойми. У водоймах з рівномірним заростанням відбирають дві проби, а якщо рослинність розташована локально, то беруть по одній пробі в кожній ділянці, визначаючи ступінь заростання. Ділянку рослин накривають гідробіологічним шкребом або сачком поближче до кореневої системи і зрізають її біля самого дна. Після цього шкребок перевертають отвором вгору і виймають з води. Рослини вибирають, кладуть у великий емальований тазик і ретельно оглядають: організми збирають в склянку або пробірку і консервують. На пробу зібраної фауни прикріплюють етикетку і доставляють до лабораторії. В етикетці вказується назва водойми, ділянка, види водяної рослинності, глибина і площа, спосіб відбору, дата відбору. Після збору і фіксації гідробіонтів рослинність загортають у плівку і також прикріплюють етикетку. У лабораторії визначають видовий склад та масу рослин і занотовують в спеціальний журнал.

Проби фітофільної фауни опрацьовують згідно з методикою опрацьовання зообентосних проб. Розрахунок фітофільної фауни проводять на 1 м² площі, визначаючи при цьому і масу рослинності на 1 м² площі водойми.

Завдання: Ознайомитись за моделями і рисунками з різними знаряддями відбирання фітофільної фауни та замалювати їх.

Запитання для самоперевірки

1. Які організми належать до фітофільної фауни?
2. Назвіть знаряддя для якісного відбирання проб фітофільної фауни.
3. Назвіть знаряддя для кількісного відбирання проб фітофільної фауни.
4. Як провести відбирання проб фітофільної фауни?
5. Як називаються ділянки, де проводять відбирання проб фітофільної фауни?
6. Як провести опрацювання проб фітофільної фауни?

Лабораторна робота №16

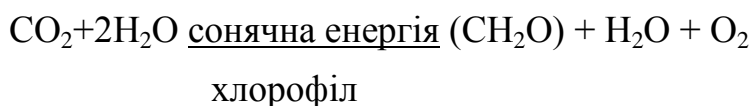
Тема: Первинна продукція фітопланктону

Мета: Ознайомитись з методами відбирання та визначення первинної продукції.

Прилади та обладнання: склянки об'ємом 100 мл – 50–100 штук (за об'ємом робіт); посуд і реактиви для визначення кисню – комплект; обладнання для відбору проб води (батометр або відро) – 1; пристосування для установки склянок у ставу (дерев'яна або металева хрестовина, яка заглиблюється в дно, або плавуча гірлянда для підвішування склянок) – за числом станцій; чорні мішечки для експозиції склянок (для деструкції), або склянки з коричневого скла – за числом склянок для деструкції; резиновий шланг діаметром 0,5 см – 0,5 м; ящик з гніздами для перевезення склянок – 1 або кілька за числом склянок.

Реактиви: 10 % розчин калію йодистого (КJ), 0,02n розчин $K_2Cr_2O_7$, HCl , $Na_2Cl_2O_7$.

Теоретичні відомості. При оцінці об'єму і характеру біопродукційних процесів у ставах з направленим формуванням природної кормової бази особливого значення набуває вивчення первинної продукції планктону. Первинною продукцією називають кількість органічної речовини, що синтезується автотрофними організмами за певний проміжок часу. Первинну продукцію виражають в одиницях, пропорційних її масі, синтезованих за одиницю часу (година, доба тощо). Продукція фітопланктону за певний проміжок часу може бути виражена в різних взаємоеквівалентних одиницях. На одну молекулу спожитої вуглекислоти виділяється одна молекула кисню. 1 г звільненого кисню відповідає 0,93 г синтезованого вуглеводу, при цьому споживається 14,65 кДж сонячної енергії. Таким чином, за кількістю виділеного кисню можна говорити про кількість утвореної органічної речовини. Виходячи з рівняння фотосинтезу, за виділеним киснем або асимільованим мінеральним вуглецем можна розрахувати кількість утворених вуглеводів, зокрема глюкози ($C_6H_{12}O_6$), або кількість новоутвореної органічної речовини, вираженої в мг С/л, або в кДж.



Згідно з наведеною формулою молекула CO_2 еквівалентна одній молекулі O_2 , тобто асиміляційний і дихальний коефіцієнти (АК і ДК) дорівнюють 1. Проте вуглеводи є лише первинною органічною речовиною із якої утворюється згодом органічна речовина змішаного складу. Для останньої найбільш вірогідна АК = 1,25 і ДК = 0,80. Виходячи з цих коефіцієнтів і слід розраховувати кількість синтезованої органічної речовини за об'ємом

виділеного кисню або асимільованого вуглецю. Взаємоеквівалентні величини, розраховані за балансовим рівнянням фотосинтезу наведено в табл.7.

7. Співвідношення між величинами O₂, CO₂ і енергією в процесі фотосинтезу і деструкції (за Кузнецовым И.С., Г.А. Дубининой Г.А., 1989)

Початкова величина	O ₂		CO ₂		С,мг	Глюкоза, мг	Енергія, кДж
	мг	мл	мг	мл			
1 мг O ₂	-	0.6997	1.375*	0.6997**	0.3750**	0.9375	14.672
1 мл O ₂	1.4292	-	1.9652**	1.0000**	0.5359**	1.3399	20.94
1 мг CO ₂	0.7273*	0.5089	-	0.5089	0.2727	0.6818	11.65
1 мл CO ₂	1.4292*	1.0000*	1.9652	-	0.5359	1.3399	20.94
1 мг С	2.6667*	1.8660*	3.6667	1.8660	-	2.5	39.12

Примітка. При АК і ДК рівних 1, якщо ДК і АК відмінні від 1, то величину зі значком * слід помножити на АК або розділити на ДК, а величину зі значком ** розділити на АК або помножити на ДК.

Для визначення величини первинної продукції у водоймах застосовують ряд методів. Основним слід вважати метод склянок у кисневій модифікації, введений Г.Г.Вінбергом (1960). Цей метод дозволяє визначити величину валового фотосинтезу і величину деструкції і, таким чином, мати одночасно уяву про кисневий баланс у ставу. Крім того, він досить простий у виконанні, оскільки в основі його лежить широко відома методика Вінклера визначення концентрації кисню у воді. Крім валової первинної продукції (фотосинтезу) використовується поняття ефективної продукції. Ефективна продукція фітопланктону – це фактичний урожай біомаси водоростей в результаті фотосинтезу. Приймається, що 20 % утвореної в результаті фотосинтезу органічної речовини витрачається на дихання самих водоростей. Тому ефективну продукцію фітопланктону вважають рівною 80 % валового фотосинтезу.

Кисневий склянковий метод визначення первинної продукції. Для визначення валової первинної продукції набирається середня проба води ставу або станції одночасно з відбором проб фітопланктону. Для цього батометром або за допомогою кухля у відро зачерпують воду на визначеній сітці станцій, паралельно з відбором інших гідробіологічних проб. За допомогою сифона (тонкий резиновий шланг) заповнюють водою, попередньо ополоскані цією ж водою, кисневі склянки. Заповнення всіх склянок однієї серії слід проводити швидко. Після заповнення, склянки закривають пробками і зразу ставлять на експозицію, підвішуючи на капронових нитках на спеціальних стояках. Спочатку підвішують світлі склянки, потім темні. Темні склянки перед підвішуванням поміщають у темні мішки, які не пропускають світло.

Після установки склянок фіксують розчинений у воді кисень у двох інших склянках, де буде визначатись його початкова концентрація. Через добу склянки знімають і відразу фіксують у кожній кисень. У лабораторії проводять визначення кисню за методом Вінклера.

Склянки для визначення первинної продукції мають бути з прозорого безбарвного скла з притертими пробками, об'ємом 100 мл. На одну станцію при визначенні продукції на трьох горизонтах необхідно 10 склянок (по дві світлих на трьох горизонтах, дві темних і дві – для фіксації початкового кисню). Всі склянки мають бути пронумеровані. Пробки прив'язують до горла склянки капроною ниткою. В кожному ставу необхідно вибрати місце, що протягом дня має сонячне освітлення. На цьому місці встановлюється дерев'яна або металева рейка з горизонтальною перекладиною над поверхнею води, до якої прикріплюються капронові нитки з петлями, довжиною, що відповідає експозиції склянок. При встановленні на трьох горизонтах склянки ставлять на відстані 5 см від поверхні, посередині і біля дна водойми. В ставах глибиною більше 1 м склянки ставлять на 4-х горизонтах: 0,05 м, 0,5 м, 1,0 м і біля дна. Темні склянки розміщують на середині глибини ставу.

Метод визначення валової первинної продукції базується на виділенні водоростями кисню в процесі фотосинтезу і поглинанні його в процесі дихання та хімічного зв'язування при окисненні органіки. Інтенсивність фотосинтезу (валова первинна продукція – А) визначається як різниця вмісту кисню у воді в світлих і темних склянках, експонованих у ставу протягом доби. Величина деструкції (R) визначається за різницею вмісту кисню початкової проби і після експозиції (темна склянка).

Припустимо, що в результаті експозиції склянок у ставу і визначення кисню, отримали такі результати (табл.8):

8. Розрахунки при визначенні первинної продукції, мг O₂/л

Вид склянки	Горизонт, м	1 склянка	2 склянка	Середня з двох склянок
Початкова	-	6,04	6,10	6,07
Світла	0,05	8,24	8,16	8,20
Світла	0,5	7,66	7,72	7,69
Світла	1,0	6,18	6,00	6,09
Темна	0,5	4,50	4,42	4,46

Валова первинна продукція (А) визначається для кожного горизонту як різниця між середнім вмістом кисню у світлих склянках і в темних склянках:

$$A_{0,05 \text{ м}} = 8,20 - 4,46 = 3,74 \text{ мгO}_2/\text{л}$$

$$A_{0,5 \text{ м}} = 7,69 - 4,46 = 3,23 \text{ мгO}_2/\text{л}$$

$$A_{1,0 \text{ м}} = 6,09 - 4,46 = 1,63 \text{ мгО}_2/\text{л}$$

Для визначення середньої для всього стовпа води валової первинної продукції (A) припускаємо, що показник A кожного із горизонтів розповсюджується приблизно до половини відстані між цим горизонтом і сусіднім.

Таким чином, для горизонту 1 м при розташуванні склянки біля дна ця відстань буде:

$$(1,0 - 0,5) : 2 = 25 \text{ см}$$

Для горизонту 0,5 м, стовп води в 25 см буде під склянкою та плюс половина відстані між нею і поверхневою склянкою ($45:2=22,5$ см). Всього, таким чином, зверху і знизу

$$25 + 22,5 = 47,5 \text{ см.}$$

Показник склянки, яка знаходилась біля поверхні, буде відповідати половині відстані між цією склянкою та середньою, плюс відстань до поверхні води, тобто:

$$22,5 + 5 = 27,5 \text{ см}$$

Оскільки інтенсивність фотосинтезу з глибиною зменшується не в прямій пропорції, долі сантиметрів і окремі сантиметри в розрахунках не мають ролі і ми можемо їх заокруглити, тобто для горизонту 0,05 м, шар води становить 30 см, для горизонту 0,5 м – 45 см і для горизонту 1 м – 25 см.

Таким чином, валова первинна продукція в середньому для стовпа води буде становити:

$$A_{\text{ср.}} = (3,74 \times 30 + 3,23 \times 45 + 1,63 \times 25) : 100 = 1,97 \text{ мгО}_2/\text{л за добу.}$$

За зниженням кисню в темних склянках порівняно з початковою, встановлюють швидкість споживання кисню планктоном (R), яка відповідає деструкції органічної речовини в процесі дихання бактеріо-, фіто-, і зоопланктону:

$$R = 6,07 - 4,46 = 1,61 \text{ мг О}_2/\text{л за добу.}$$

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

Відношення валової первинної продукції до деструкції органічної речовини – продукційно-деструкційний коефіцієнт або індекс самоочищення-самозабруднення. За його величиною можна судити про направленість продукційно-деструкційних процесів у водоймах:

якщо $A/R < 1$ – процеси деструкції органічної речовини переважають над процесами продукції, що поряд з її низькими величинами пояснюється і високим вмістом алохтонної органічної речовини;

якщо $A/R > 1$ – характеризує інтенсивність процесів утворення автохтоної органічної речовини, що може призвести до забруднення водоймів;

якщо $A/R = 1$ – екосистема знаходиться у збалансованому стані, кількість

первинної продукції дорівнює мінералізованій і надходження алохтонних речовин не має суттєвого значення.

Хід роботи:

Відібрані проби води негайно розливають у склянки об'ємом 100 мл. Для кожного горизонту глибин; 0,25; 0,5; 1.0 мл заповнюють по 5 склянок. В одній склянці кисень фіксують відразу. Інші склянки – дві світлі і дві затемнені експонують у водоймі протягом 8–24 год. Після експозиції всі проби фіксують для визначення кисню методом Вінклера. При цьому зручно титрувати не весь вміст склянки, а деякий об'єм, який відбирається піпеткою.

Кількість кисню, розчиненого у воді, розраховують за формулою

$$O_2 = \frac{nNK \cdot 8 \cdot 1000}{V - 2},$$

де n – кількість тіосульфату, який пішов на титрування, мг;

N – нормальність тіосульфату;

K – поправка на нормальність тіосульфату;

8 – еквівалентна маса O_2 ;

V – об'єм титрованої проби;

2 – кількість втраченої проби (при титруванні всього об'єму склянки);

1000 – перерахунок на 1л проби.

Поправочний коефіцієнт K нормальність тіосульфату ($Na_2S_2O_3$) визначається так.

В конічну колбу об'ємом 10–500мл додають 10мл 10% йодистого калію (KI), 35–50мл дистильованої води, 15мл 0,02n $K_2Cr_2O_7$ 10мл HCl, ретельно перемішують і дають постояти протягом 2–5 хвилин. Потім розчин титрують до солом'яно-жовтого забарвлення, додаючи 1мл розчину крохмалю і титрують до повного знебарвлення. Поправочний коефіцієнт на нормальність тіосульфату розраховують за формулою

$$K = \frac{V_1 \cdot K_2Cr_2O_7}{V_2 \cdot Na_2S_2O_3},$$

де V_1 і V_2 – відповідно об'єми тіосульфату і калію двохромовоокислого. Поправочний коефіцієнт необхідно розрахувати перед кожною серією визначень.

Первинну продукцію [мг O_2 (л. год.)] розраховують за формулами

$$P_{вал} = \frac{V_c - V_t}{t},$$

$$P_{\text{чист}} = \frac{V_c - V_c^H}{t},$$

$$D = \frac{V_c^H - V_t}{t},$$

де $P_{\text{вал}}$ – вагова продукція; $P_{\text{чист}}$ – чиста продукція; D - деструкція; V_c^H – початковий вміст O_2 в світлій склянці після експонування; t – час експонування в годинах.

Завдання: відібрати проби, провести визначення первинної продукції фітопланктону, результати оформити у таблицю, зробити висновки

Запитання для самоперевірки

1. Від чого залежить рівень розвитку фітопланктону у ставах?
2. Які методи використовують для відбору фітопланктону?
3. Які прилади та знаряддя використовують для відбору фітопланктону?
4. Дайте визначення первинної продукції?
5. Які методи використовують для визначення первинної продукції?

Лабораторна робота №17

Тема: Первинна продукція макрофітів

Мета: Ознайомитись з методами визначення та розрахунками первинної продукції макрофітів.

Прилади та обладнання: Знаряддя для кількісного відбирання макрофітів (див. лабораторну роботу №14), терези (дитячі, чашкові, безмен), пінцети, кювети, фільтрувальний папір, визначники, атласи.

Теоретичні відомості: Продукцію (P) угруповань повітряно-водних і занурених рослин визначають за формулами

А) повітряно-водних:

$$P = B_{max} \times 1/2,$$

В) занурених:

$$P = 1,2 \times B_{max} + W \cdot n \cdot 1,$$

де B_{max} – максимальна біомаса рослин;

W – середня маса лиска;

n – число мутовок, на яких втрачені листки;

$1/2$ та 1 – P/B-коефіцієнт.

Виражають річну продукцію в одиницях маси повітряно-сухої чи абсолютно сухої органічної речовини у вуглецевих одиницях або в енергетичних – джоулях ($D_{ж}$), калоріях (Кал). При цьому $1 D_{ж} = 0,24 \text{ кал}$, $1 \text{ кал} = 4,19 D_{ж}$. Розраховують продукцію рослин на одиницю площі водойми – $\text{кг}/\text{м}^2$, $\text{т}/\text{га}$, $\text{ккал}/\text{м}^2$ тощо.

Приклад розрахунків продукції водяних рослин:

1) Визначити продуктивність повітряно-водних рослин у водоймі:

S водойми – 10 га;

S_z (заростання) – 25 % від площі;

$$B_{max} = 2,0 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Рішення:

$$P = B_{max} \times P/B$$

$$a) P = 2,0 \text{ кг}/\text{м}^2 \times 1,2 = 2,4 \text{ кг}/\text{м}^2$$

У перерахунку на 1 га це становить $2,4 \text{ кг}/\text{м}^2 \times 10000 \text{ м}^2 = 24000 \text{ кг}/\text{га} = 24,0 \text{ т}/\text{га}$;

б) всього у водоймі продукція повітряно-водних рослин становить:

$$24 \text{ т}/\text{га} \times (10 \text{ га} \times 0,25) = 24 \text{ т}/\text{га} \times 2,5 \text{ га} = 600 \text{ т};$$

2) визначити продукцію занурених водяних рослин, якщо:

S водойми – 40 га;

S_z (заростання) – 10 % від площі водойми;

$$B_{max} = 1,0 \text{ кг}/\text{м}^2;$$

Маса листка (W) – 10 г;

Кількість мутовок (n) – 35.

Рішення

$$P = V_{max} \times 1,2 + \bar{W} \times n$$

$$а) P = 1,0 \text{ кг/мг} \times 1,2 = (0,001 \text{ кг} \times 35)$$

$$P = 1,2 \text{ кг/ м}^2 + 0,035 \text{ кг/ м}^2 = 1,2350 \text{ кг/ м}^2 = 12350 \text{ кг/га} = 12,35 \text{ т/га}$$

б) Продукція занурених рослин у водоймі складе:

$$12,35 \text{ т/га} \times (40 \text{ га} \times 0,1) = 12,35 \text{ т/га} \times 4 \text{ га} = 49,4 \text{ т}$$

Завдання: відібрати проби, провести визначення первинної продукції макрофітів, результати оформити у таблицю, зробити висновки

Запитання для самоперевірки

1. Які методи використовують для відбору фітопланктону?
2. Які прилади та знаряддя використовують для відбору фітопланктону?
3. Дайте визначення первинної продукції?
4. Які методи використовують для визначення первинної продукції?

Лабораторна робота №18

Тема: Оцінка продукційного потенціалу водойми за рівнем розвитку гідробіологічних угруповань

Мета: Ознайомитись з методами визначення продукційного потенціалу водойми за рівнем розвитку гідробіологічних угруповань

Прилади та обладнання: Моделі якісних і кількісних сіток, батометр Рутнера, мікроскопи, лічильні камери і пластинки, препарувальна голка.

Таблиці: Прилади для відбирання гідробіологічних проб планктону: кількісна та якісна сітка Апштейна, сітка Джеді, сітка Липіна, батометр Рутнера, планктобатометр Д'яченка-Кожевнікова, прилад Ляхновича, дночерпачі, рамка.

Об'єкт дослідження: проби фіто- і зоопланктону, зообентосу, макрофітів.

Теоретичні відомості:

Орієнтовне уявлення про рибопродуктивний потенціал водойм різного типу можна отримати, використавши в розрахунках загальні закономірності, встановлені В.В.Бульоном і Г.Г.Вінбергом [14] між величинами первинної продукції фітопланктону та кінцевою рибопродукцією екосистеми, яка оцінюється за розмірами уловів. Між цими величинами, вираженими у еквівалентних величинах ($\text{Ккал} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{рік}^{-1}$), існує майже прямолінійний зв'язок. Цими вченими було встановлено, що рибопродукція, яка вилучається з вод морів і океанів, становить 0,02-0,40 % від первинної продукції, з водосховищ від 0,02 до 0,50 % і з озер від 0,02 до 0,40. Великої різниці між величинами взаємозв'язку первинної і кінцевої (по риби) продукції у морях, водосховищах та озерах не виявлено: вони коливаються від 0,1 до 1,0%, але в більшості випадків складають 0,1–0,3% [15].

Залежність розмірів вилову риб (P_p реал) від величини первинної продукції фітопланктону ($P_{\text{фп}}$) виражається через рівняння:

$$P_p \text{ реал} = (1,8 \pm 0,9) \times 10^{-3} P_{\text{фп}},$$

Використовуючи це рівняння можна отримати конкретні показники промислової рибопродукції у водному об'єкті, який нас цікавить.

Очікувану величину промислової рибопродукції (P_p реал), розмірність якої $\text{ккал} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{рік}^{-1}$, легко перетворити на звичну для іхтіологів та рибоводів розмірність кг/га за рік. Виходячи з того, що 1 г риби (сирої маси) відповідає 1 ккал, тобто $1 \text{ ккал} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{рік}^{-1} = 10 \text{ кг/га}$ за рік рибопродукції.

Промислом із водойм (крім рибоводних ставів) вилучається лише певна частина загальної іхтіомаси, накопиченої у водних об'єктах за вегетаційний період. Величина вилучаємої у вигляді уловів долі річної рибопродукції залежить від умов та інтенсивності промислу. У різних рибогосподарських водних об'єктах коефіцієнт вилучення риб (K_p) за оцінками різних авторів коливається в межах від 0,02 до 0,35 (2–35%) і в середньому становить 0,1 (10%). Виходячи з цього, потенційну рибопродуктивність (P_p потенц.) можна

визначити за формулою

$$P_p \text{ потенц} = \frac{P_p \text{ реал}}{K_p}$$

Орієнтовно величину промислової ($P_{\text{реал}}$) та потенційної ($P_{\text{потенц}}$) рибопродуктивності можна визначити, використавши коефіцієнти ($K_{\text{фп/р}}$), які виражають співвідношення первинної продукції водойм і очікуваних уловів риби (0,1–0,3).

$$P_p \text{ реал} = P_{\text{фп}} \times 0,02 ,$$

Значно точніші показники потенційної та промислової рибопродуктивності отримують при їх визначенні за рівнем розвитку основних груп кормових безхребетних. Для розрахунків використовуються фактичні дані, отримані на водних об'єктах.

Питомі величини потенційної і промислової рибопродукції у водному об'єкті розраховуються окремо для кожної групи кормових об'єктів, а потім на їх основі визначаються середні величини загальної потенційної рибопродуктивності.

Для розрахунку рибопродуктивності водойми за зоопланктоном визначається величина його середньої за вегетаційний період біомаси за багаторічними даними - $V_{\text{зп}}$ (в г/м^3 та в перерахунку в кг/га).

Показник $V_{\text{зп}}$ змінюється у різних континентальних водоймах в межах 0,1–100 г/м^3 і залежить від рівня трофності даного водного об'єкта та гідролого-гідрохімічних умов.

Для визначення річної продукції зоопланктону ($P_{\text{зп}}$) використовується P/V – коефіцієнт (відношення річної питомої продукції безхребетних до їх біомаси). У різних водоймах P/V коефіцієнт зоопланктону змінюється в межах 10 – 45 у мирних видів і від 4 до 32 у хижих видів ракоподібних. Загальний для зоопланктону P/V – коефіцієнт у певній водоймі визначається залежн від умов утворення вторинної продукції і співвідношення у планктоні інфузорій, коловерток, мирних і хижих гіллястовусих та вяслоночих рачків. Річна продукція зоопланктону розраховується за формулою

$$P_{\text{зп}} = V_{\text{зп}} \times P/V_{\text{зп}} ,$$

Риби використовують не всю продукцію зоопланктону, яка утворюється у водоймі за вегетаційний період, а лише певну її частину. Коефіцієнт використання зоопланктону звичайно становить 50 – 80 %, тобто $K_{\text{зп}} = 0,5 – 0,8$. Використовуючи $K_{\text{зп}}$, розраховується та частина річної продукції зоопланктону, яка виїдається рибами (переважно молоддю та дорослими рибами – зоопланктофагами), тобто визначається величина кормової бази (К.Б.):

$$\text{К.Б.} = P_{\text{зп}} \times K_{\text{зп}} ,$$

Потенційна рибопродуктивність по рибах – зоопланктофагам розраховується за допомогою кормового коефіцієнта ($K \cdot K_{\text{зп}}$), який виражає відношення якості спожитого корму до приросту їхтіомаси. $K \cdot K_{\text{зп}}$ звичайно знаходиться в межах 5 – 10. Потенціальна рибопродуктивність розраховується за формулою

$$P_p \text{ потенц} = \frac{K \cdot B_{зп}}{K \cdot K_{зп}}$$

Промислову рибопродукцію (P_p реал) можна визначити, використавши коефіцієнт вилучення риб (K_p).

Визначення потенційної рибопродуктивності за макрозообентосу проводиться, виходячи з середніх багаторічних показників біомаси $V_{зб}$ (в $г/м^2$ та в перерахунку на $кг/га$). При розрахунках головна увага приділяється „м'якому” бентосу (загальний бентос без молюсків), який найбільш доступний для риб і складає основу кормової бази рибзообентофагів. Показник $V_{зб}$ (для „м'якого” зообентосу) змінюється у різних водоймах від 0,1 до 200 $г/м^2$, а для загального зообентосу від 1,0 до 17000 $г/м^2$ і залежить від рівня трофності, характеру ґрунтів, гідролого-гідрохімічного режиму.

P/V – коефіцієнт макрозообентосу у різних водоймах коливається в межах 1,5–12 у мирних, та 3–24 у хижих видів донних безхребетних.

У водоймах помірної зони величина P/V коефіцієнта для молюсків, олігохет та личинок хірономід складають відповідно 0,3–1,5; 3,4.

Річна продукція макрозообентосу ($P_{зб}$) визначається так:

$$P_{зб} = V_{зб} \times P/V_{зб},$$

У природних умовах рибами використовуються не більше половини продукції макрозообентосу, коефіцієнт використання зообентосу ($K_{зб}$) найчастіше дорівнює 0,1–0,3. За допомогою цього коефіцієнта визначається величина кормової бази ($K \cdot B_{зб}$) риб – зообентофагів.

$$K \cdot B_{зб} = P_{зб} \times K_{зб},$$

Кормовий коефіцієнт ($K \cdot K_{зб}$) зообентофагів коливається в межах від 10 до 40 залежно від видових особливостей, калорійності кормових організмів.

Величина потенційної рибопродуктивності водойми по ридам зообентофагам (P_p потенц) розраховується за формулою

$$P_p \text{ потенц} = \frac{K \cdot B_{зб}}{K \cdot K_{зб}}$$

Загальна середня величина потенційної рибопродуктивності водойми (P_p потенц) складається з середніх величин потенційної рибопродуктивності даної водойми, визначених окремо для риб зоопланктофагів та риб – зообентофагів

$$P_p \text{ потенц}_{(заг)} = P_p \text{ потенц}_{(з.п)} + P_p \text{ потенц}_{(з.б)},$$

Для визначення загальної величини промислової (реальної) рибопродуктивності (P_p реал) потрібно середню величину потенційної рибопродуктивності (P_p потенц) помножити на коефіцієнт вилучення рибопродукції (K_p)

$$P_p \text{ реал} = P_p \text{ потенц} \times K_p,$$

У водоймах, де разом із зоопланктофагами вирощуються рослиноїдні риби, окремо визначається потенційна рибопродуктивність риб, які споживають фітопланктон. Для цього використовується середня біомаса фітопланктону за вегетаційний період ($V_{фн}$), його продукція, визначена через $P/V_{фн}$, коефіцієнт, а також величина кормової бази ($K \cdot B_{фн}$), яка становить звичайно

близько 50 % від продукції.

Кормовий коефіцієнт ($K.K_{\phi}$) найчастіше приймають за 50.

Порядок розрахунків такий же, як при визначенні потенційної рибопродуктивності по зоопланктофагах чи зообентофагах.

Приклади розрахунків потенційної та реальної рибопродуктивності

1. Визначення потенційної та реальної рибопродуктивності по сумарній продукції фітопланктону:

Розрахунок продукції фітопланктону (P_{ϕ}) за ефективною первинною продукцією – (A_{ϕ}) та середній біомасі фітопланктону ($B_{c\phi}$) і потенційної рибопродуктивності.

Вихідні дані для розрахунку

$B_{c\phi}$ – 32,9 мг/л

Валова первинна продукція (A) – 11,64 мг O_2 л добу⁻¹

Витрати на обмін фітопланктону – 20 % від A

Калорійність сирової речовини водоростей - 1 ккал/г

Енергетичний коефіцієнт кисню – 3.14

Кормова база ($K.B.$) – 50 % від продукції фітопланктону

Кормовий коефіцієнт ($K.K.$) – 50

Глибина водойми (h) – 1.1 м, площа – 1 га

Вегетаційний період – 106 діб

$K_p = 0,2$ (20 %)

а) розрахунок записується в таблицю:

Ефективна первинна продукція		Середня біомаса	Р/В коефіцієнт	Продукція водоростей за добу	Сумарна продукція за сезон (106 діб)	
мг O_2 л добу ⁻¹	ккал/г	$B_{c\phi}$, мг/л	добовий	мг/л	мг/л	кг/га
11,64x0,8 = 9,31	9,31x3,14 = 29,23	32,9	29,23:32,9 = 0,89	32,9x0,89 = 29,28	29,28x106 = 3103,7	3103,7x1,1x10000 = 34140,7

б) розрахунок $K.B.$:

$K.B. = 34140,7 \times 0,5 = 17070,35$ кг/га;

в) визначення потенційної рибопродуктивності риб-фітопланктофагів

$P_{пот} = K.B./K.K. = 17070,35/50 = 341,4$ кг/га

$P_{реал} = P_{пот} \times K_p$

$P_{реал} = 341,4 \text{ кг/га} \times 0,2 = 68,28$ кг/га.

2. Визначення продукції зоопланктону й потенційної рибопродуктивності риб-зоопланктофагів

Вихідні дані

B_{c3} – 4,32 г/м³; Р/В-коефіцієнт - 45; $K.P.$ - 60% від P

а) продукція зоопланктону $P_3 = B_{c3} \times P/V = 4,32 \text{ г/м}^3 \times 45 \times 1,1 = 213,8 \text{ г/м}^3 = 2138$ кг/га;

б) кормові ресурси $K.B. = 2138 \text{ кг/га} \times 0,6 = 1283,3$ кг/га;

в) потенційна рибопродуктивність $R_{пот} = K.Б./K.К. = 1283,3 \text{ кг/га} : 6 = 213,9 \text{ кг/га}$

$R_{реал} = 213,9 \text{ кг/га} \times 0,2 = 42,78 \text{ кг/га}$.

3. Визначення продукції макрозообентосу й потенційної рибопродуктивності риб-бентофагів

Вихідні дані:

$V_{с36} - 1,23 \text{ г/м}^3$; $P/V - 8$; $K.Б. - 60\%$ від $P_{36}\%$ $K.К. - 6$;

а) продукція зообентосу $P_{36} = V_{с36} \times P/V = 1,23 \text{ г/м}^3 \times 8 = 9,84 \text{ г/м}^3 = 98,4 \text{ кг/га}$;

б) $K.Б._{36} = 98,4 \text{ кг/га} \times 0,6 = 59,04 \text{ кг/га}$;

в) $R_{пот36} = 59,04/6 = 9,84 \text{ кг/га}$;

$R_{реал} = 9,84 \text{ кг/га} \times 0,2 = 1,97 \text{ кг/га}$

Таким чином, потенційна рибопродуктивність водойми, розрахована за планктонним й донним кормовим ресурсам дорівнює:

$341,4 \text{ кг/га} + 213,9 \text{ кг/га} + 9,84 \text{ кг/га} = 565,14 \text{ кг/га}$

Промислова рибопродуктивність становить:

$68,28 \text{ кг/га} + 42,78 \text{ кг/га} + 1,97 \text{ кг/га} = 113,03 \text{ кг/га}$

Якщо в даній водоймі є риби - споживачі макрофітів (білий амур), то потенційна рибопродуктивність цих риб розраховується за продукцією макрофітів і додається до розрахованої вище.

Завдання для самоперевірки

1. У чому полягає суть методу визначення продукційного потенціалу водойми за рівнем розвитку гідробіологічних угруповань?
2. Назвіть методи визначення продукційного потенціалу водойми за рівнем розвитку гідробіологічних угруповань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Березина Н.А. Практикум по гидробиологии. – М.: Агропромиздат, 1989. – 207 с.
2. Бульон В.В., Винберг Г.Г. Соотношение между первичной продукцией и рыбопродуктивностью водоемов//Основы изучения пресноводных экосистем. – Л.: Наука 1981. – С.5-10.
3. Водоросли. Справочник /С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
4. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. – М.: Высш. шк., 1960. – 191с.
5. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов. – Л.: Наука, 1981. – 187с.
6. Киселёв И.А. Методы исследования планктона. // В кн. Жизнь пресных вод СССР. – М.-Л.: 1956. – МГУ. – 183 с.
7. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
8. Кражан С.А., Лупачёва Л.И. Естественная кормовая база водоёмов и методы её определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства (справочный материал для работников прудовых хозяйств УССР). – Львов: УААН, 1991. – 102 с.
9. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
10. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. – М.: Учпедгиз, 1950. – 347 с.
11. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод /О.М.Арсан, О.А.Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; За редакцією В.Д.Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
12. Методы изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. – М.: Наука, 1975. – 230 с
13. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материал по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона//Труды пробл. и темат. совещ. Вып 11. – М.: Из-во АН СССР, 1954. –С.223-241.
15. Романенко В.Д., Оксюк О.П., Жукинский В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. К.:Наук. думка, 1990. – С.180-185.
16. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений//Под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239с.
17. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – К.: Вища шк., 1984. – 333 с.
18. Яшнов В. А. Практикум по гидробиологии. – М.: Высш. шк., 1969. – 428 с.

