

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-193М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни

«Гідробіологія»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси
та аквакультура» спеціальності 207 «Водні біоресурси
та аквакультура» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості ННІ
агроекології та землеустрою
Протокол № 6 від 26.11.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Гідробіологія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси та аквакультура» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної і заочної форм навчання. [Електронне видання] / Сондак В. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 38 с.

Укладач: Сондак В. В., д.б.н., професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т. В. – кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри водних біоресурсів, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення спеціальності
207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Петрук А. М.

Попередня версія методичних вказівок: 05-03-94.

© В. В. Сондак, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ	4
Практична робота № 1. Опис та розрахунок гідрографічних характеристик досліджуваного басейну річки, фізико-географічного положення, чисельності населення в сучасних умовах та на перспективу, еколого-санітарного стану тощо	5
Практична робота № 2. Розрахунок площі потенційно можливого ставового господарства, водойми –акумулятора або водосховища, виходячи з гідрологічних умов басейну річки	8
Практична робота № 3. Оцінка придатності води річки для рибогосподарських потреб за комплексним іхтіоекологічним індексом	10
Практична робота № 4. Методика біоіндикаційної оцінки якості води річок шляхом використання системи сапробності - зон сапробності та індикаторних організмів.	14
Практична робота № 5. Розрахунок індекса сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека за фітопланктоном	22
Практична робота № 6. Розрахунок індекса сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека за зоопланктоном	26
Практична робота № 7. Розрахунок індекса Вудівісса за зообентосом	29
Практична робота № 8. Розрахунок біопродукційного потенціалу та потенційної рибопродуктивності досліджуваних водойм	31
Список використаної літератури	37

Вступ

Рибогосподарська гідробіологія вивчає кормових гідробіонтів водойм як кормову базу рибних та нерибних об'єктів, яких людина культивує в природних та штучних умовах з метою забезпечення населення харчовими продуктами, і, в, першу чергу, білком.

Предметом вивчення дисципліни «Гідробіологія» є набуття теоретичних знань про біологічні особливості кормових гідробіонтів ставів, озер, річок, водосховищ та формування практичних навичок (компетенцій) з метою вивченні їх видового складу, біомаси первинної продукції та потенційної рибопродуктивності виходячи із стану розвитку кормової бази досліджуваних природних та штучних водойм

Міждисциплінарні зв'язки: «гідробіологія» є складовою частиною циклу дисциплін фахової підготовки при підготовці бакалаврів зі спеціальності. Дисципліни, що передують вивченню зазначеної: «зоологія безхребетних», «зоологія хордових», «гідро ботаніка», «морфологія та фізіологія водних тварин», «генетика», «гідрохімія водойм» та «біофізика організмів».

До числа дисциплін вивчення яких у подальшому базується на матеріалі зазначеної: «рибництво природних водойм», «рибництво штучних водойм», «іхтіологія загальна та спеціальна», «розведення риб», «вирощування рибопосадкового матеріалу», а також дисципліни вільного вибору студентів. Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Опис та розрахунок гідрографічних характеристик досліджуваного басейну річки, фізико-географічного положення, чисельності населення в сучасних умовах та перспективу, еколого-санітарного стану тощо.

Мета роботи: Ознайомитись з методиками опису та розрахунку природно-кліматичних умов басейнів річок – фізико-географічного положення, гідрографічних характеристик, чисельність населення, еколого-санітарного стану тощо

ХІД РОБОТИ

Теоретичні відомості.

1. Фізико-географічне положення

Географічне розташування басейну річки в межах конкретної області України та природно-кліматичної зони. Наводяться дані про площу водозбору, довжину річки, середню глибину та ширину за вихідними даними, довідковими матеріалами тощо. Рельєф області.

2. Кліматичні умови

Наводяться дані про кліматичні умови області: температура повітря, дефіцит вологи повітря, тривалість без морозного періоду; висота снігового покриву; дати утворення та сходу криги; напрямок переважаючих вітрів; кількість опадів та характер їх розподіленню на протязі року.

Встановлюється, в якій зоні зволоження знаходиться заданий басейн річки за величиною середнього багаторічного модуля стоку $M_{\text{сер.}}$ або індексу посушливості I_p .

Модуль середнього багаторічного стоку $M_{\text{сер.}}$ знаходять за картами СН-432-72 для центра тяжіння басейну. При:

- $M_{\text{сер.}} \geq 4 \text{ л/с км}^2$ - зона надмірного зволоження;
- $M_{\text{сер.}} = 4,0 - 0,5 \text{ л/с км}^2$ - зона перемінного зволоження;
- $M_{\text{сер.}} \leq 0,5 \text{ л/с км}^2$ недостатнього зволоження.

Величина індексу посушливості I_p визначається за формулою:

$$I_n = E/P \quad (1.1)$$

де: E - сумарне випаровування за вегетаційний період, мм; P - опади за той же період, мм. При: $I_n < 1$ - зона надмірного зволоження; $I_n = 1-2$ - зона нестійкого перемінного зволоження; $I_n = 2-3$ - зона недостатнього зволоження; $I_n > 3$ - зона посушлива.

3. Гідрографічна характеристика

Стисло характеризується гідрографічна мережа області, особливості водного режиму річок. Визначаються основні гідрографічні характеристики басейну річки.

Довжина водозбору (L) відстань по прямій від витoku до гирла (планшет).

Середня ширина водозбору (B, км):

$$B = F/l \quad (1.2)$$

де: F- площа водозбору, км²; l - довжина водозбору, км.

Коефіцієнт видовженості водозбору:

$$\delta = L^2/F \quad (1.3)$$

де: L- довжина річки, км.

Коефіцієнти лісистості ($f_{\text{ліс}}$), озерності ($f_{\text{озер}}$), заболоченості ($f_{\text{бол}}$):

$$f_{\text{ліс}} = (F_{\text{ліс}}/F) 100\% \quad (1.4)$$

$$f_{\text{озер}} = (F_{\text{озер}}/F) 100\% \quad (1.5)$$

$$f_{\text{бол}} = (F_{\text{бол}}/F) 100\% \quad (1.6)$$

де F ліс, Fозер, Fбол, площа лісів, озер, боліт, км²; F- площа басейну річки, км².

4. Еколого-санітарний стан водного об'єкту

Дається коротка характеристика якості води річок області з виділенням основних джерел забруднення.

5. Рослинний і тваринний світ.

Охарактеризувати видову представленість рослин і тварин в області. Наявність заповідних територій. Іхтіофауна річок області (із вказуванням видів, що занесені до Червоної книги України).

6. Розвиток народного господарства

Дається характеристика основних галузей народного господарства області. Структура сільськогосподарських угідь. Площа меліорованих земель. Наявність тваринницьких комплексів. Ступінь урбанізованості території області.

7. Структура населення басейну річки – сучасна та на перспективу

Сучасна чисельність міського населення в басейні річки встановлюється за формулою:

$$N_{сер}^M = F \delta_M, \text{чол.} \quad (1.7)$$

де: F-площа басейну, км²; δ-щільність міського населено, чол/км²; Аналогічно розраховується чисельність сільського населення в басейні річки.

Чисельність міського (сільського) населення **на розрахунковий (перспективний) рівень** визначається за формулою:

$$N_{pp}^M = N_{сер}^M (1 + P_M / 100)^{t-1} \quad (1.8)$$

де: Pнас - щорічний приріст - міського (сільського) населення, %; t- тривалість розрахункового періоду, роки.

Дається характеристика розвитку рибного господарства у внутрішніх водоймах області. Види риб, перспективи ставкового рибного господарства в басейні річки.

Результати розрахунків представляють у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Структура населення в басейні річки

Категорія населення	Розрахункові рівні	
	2015 рік	2020 рік
Всього:		
в тому числі:		
• міського		
• сільського		

Згідно норм на 1 людину в рік має припадати близько 20 кг риби і рибопродуктів. Із цієї кількості 5... 7% споживається у

вигляді свіжої риби із ставів. Решта 93...95% - це морожена, консервована і солена риба.

Загальна потреба в свіжій рибі на кожний розрахунковий рівень визначається за формулою:

$$F=(0.05 \dots 0.07) N_{\text{нас}} q_{\text{ис}}(ц) \quad (1.9)$$

де: $N_{\text{нас}}$ - чисельність населення на відповідний розрахунковий рівень, чол; $q_{\text{ис}}$ -середньорічна норма споживання рибопродуктів (0,2 ц/люд.).

Загальна потреба в рибі визначається на сучасний рівень та на перспективу.

Контрольні запитання.

1. На що вказує структура населення басейну річки?
2. Яка норма споживання свіжої риби та рибопродукції на одну людину в рік виходячи з даних ВООЗ і чому?
3. За якими показниками оцінюють гідрографічну характеристику басейну річки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Розрахунок площі потенційно можливого ставового господарства, водойми –акумулятора або водосховища виходячи з гідрологічних умов басейну річки

Мета роботи: Ознайомитись з розрахунком потенційно можливого ставового господарства та водосховища виходячи з гідрологічних умов басейну річки

ХІД РОБОТИ

Теоретичні відомості.

Гідрологічні умови.

Оцінюються запаси водних ресурсів у басейні річки. При плануванні використання води в рибогосподарських цілях і оцінці водозабезпеченості використовується оцінка водних ресурсів за пересічно багаторічним стоком (нормою стоку). За нормою стоку визначаються потенційні водні ресурси річкового басейну, а також річний стік розрахункових забезпеченостей.

Пересічно багаторічна витрата ($Q_{\text{ср}}$) визначається за формулою:

$$Q_{cp} = M_{cp} \cdot F_v / 1000, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.1)$$

де: M_{cp} - середній річний модуль стоку, л/с км² (вихідні дані);
 F_v - площа водозбору, км².

Далі встановлюється характер внутрішньо річного розподілення стоку. Виходячи із величини пересічно багаторічної втрати Q_{cp} , визначають витрати води для років, різних за водністю:

- дуже багатоводного року

$$(P=5\%) Q_{5\%} = Q_{cp} \cdot K_{5\%}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.2)$$

- середнього року

$$(P=50\%) Q_{50\%} = Q_{cp} \cdot K_{50\%}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.3)$$

- маловодного року

$$(P=75\%) Q_{75\%} = Q_{cp} \cdot K_{75\%}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.4)$$

- дуже маловодного року

$$(P=95\%) Q_{95\%} = Q_{cp} \cdot K_{95\%}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.5)$$

де: K - модульні коефіцієнти для переходу до заданої забезпеченості, значення яких встановлюють за таблицями Фостера-Рибкіна в залежності від коефіцієнтів варіації C_v та асиметрії C_s .

Коефіцієнт асиметрії C_s приймається в залежності від кліматичних умов:

- для зони надмірного та нестійкого зволоження $C_s=2,0 C_v$;
 для зони недостатнього зволоження $C_s= (1,5... 1,8) C_v$; для посушливої зони $C_s= 1,5 C_v$.

Витрата води в будь-якому місяці для років різної забезпеченості визначається за формулою:

$$Q_{p\%}^{I...xn} = a_{p\%}^{I...xn} \cdot 12 \cdot Q_{p\%} / 100, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.6)$$

де: a - відносний розподіл стоку для заданого місяця року відповідної водозабезпеченості, %; $Q_{p\%}$ - середня витрата в рік заданої забезпеченості, м³/с.

Розрахунок зводяться в таблицю 2.

За даними таблиці 2.1 будується в Excelгідрограф стоку досліджуваної річки.

Таблиця 2.1

Річний стік річки і його розподіл за місяцями,
 $\text{м}^3/\text{с}$

Забезпеченість 5, 50, 75, 95, %	Відносне розподілення стоку, % / витрата, $\text{м}^3/\text{с}$	Місяці											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	a												
	$Q_p\%$												
50	a												
	$Q_p\%$												
75	a												
	$Q_p\%$												
95	a												
	$Q_p\%$												

Контрольні запитання.

1. На що вказує гідрограф стоку річки?
2. Які Ви знаєте забезпеченості і яка між ними різниця?
3. По яких показниках оцінюють гідрологічну характеристику басейну річки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Оцінка придатності води річки для рибогосподарських потреб за комплексним іхтіоекологічним індексом

Мета роботи: Ознайомитись з інструментальними методами оцінка придатності води річок для рибогосподарських потреб за комплексним іхтіоекологічним індексом

ХІД РОБОТИ

Теоретичні відомості.

Оцінка якості вода здійснюється на основі КНД - 211.1.4.010 - 94 „Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв

України” з деякими доповненнями та уточненнями за трьома блоками показників:

- сольового складу;
- трофо-сапробіологічних показників;
- специфічних домішок токсичної та радіаційної дії.

Кожний із вищенаведених індексів розраховується на підставі порівняння фактичних та нормованих значень показників, що входять до складу відповідних блоків.

Відносна оцінка кожного окремого показника є числовою безрозмірною величиною, значення якої знаходяться за формулою:

$$I_a \text{ max} = F_{\text{факт}}/F_{\text{норм}} \quad (3.1)$$

$$I_b \text{ max} = F_{\text{факт}}/F_{\text{норм}} \quad (3.2)$$

$$I_c \text{ max} = F_{\text{факт}}/F_{\text{норм}} \quad (3.3)$$

В кожному з трьох блоків показників визначають максимальне відхилення від норми (оптимуму), що і являється визначальним впливом на результат ($I_a \text{ max}$, $I_b \text{ max}$, $I_c \text{ max}$).

Оцінка сумарної дії досліджуваних показників здійснюється шляхом обчислення екологічного індексу I_e за формулою:

$$I_e = (I_a \text{ max} + I_b \text{ max} + I_c \text{ max}) / 3 \quad (3.4)$$

Класи якості води визначаються виходячи з величини іхтіоекологічного індексу I_e наступим чином:

I клас: $I_e \leq 1,0$

II клас: $1,01 < I_e \leq 3,0$

III клас: $3,01 < I_e \leq 8,0$

IV клас: $8,01 < I_e \leq 21,0$

V клас: $21,01 < I_e \leq 55,0$ і більше

Результати розрахунків зводяться в таблицю 3.1.

Також результати іхтіоекологічної оцінки якості вод річки подають на схемі басейну річки та у вигляді моделей-карт, побудованими за показниками трьох блоків.

Таблиця 3.1

Розрахунок максимальних перевищень показників якості води за рибогосподарськими нормативами

№ з/п	Показник	Розмірність	Фактзначення (Ффакт)		Нормоване (оптим.) значення (Фопт)	
			створи		створи	
			1	2	1	2
Сольовий склад						
1						
2						
3						
$I_a = \max\{y_1, y_2, y_3\}$						
Трофо-сапробіологічні показники						
4						
5						
18						
$I_b = \max\{y_4, y_5, y_{18}\}$						
Специфічні показники токсичної та радіаційної дії						
19						
20						
$I_c = \max\{y_{19}, y_{20}\}$						

Методика побудови моделей-карт наводиться у навчальному посібнику „Відновнагідроекологія порушених річкових та озерних систем”, Т.2.

Таблиця 4.

Нормовані та гранично допустимі значення показників якості води рибогосподарських підприємств в період вирощування риби

Показники якості води	Водойми	Технологічна норма	Нормовані (допустимі) значення
Прозорість, % глибини ставу	коропові, осетрові	50%	30%
	форелеві		

Водневий показник (рН) води	коропові, осетрові	7,0-8,5	6,5-9,0
	форелеві	7,0-7,5	6,5-8,0
Завислі речовини, мг/л	коропові, осетрові	25	30,0
	форелеві	10	15,0
Розчинений кисень, мг/л O ₂	коропові, осетрові	6,0-8,0	зниження вран-ці не менше 2,0
	форелеві	9,0-11,0	не нижче 6,0
Двоокис вугле-цю, мг/л CO ₂	коропові, осетрові	10,0	30,0
	форелеві		
Сірководень, мг/л H ₂ S	коропові, осетрові	відсутн.	відсутн.
	форелеві		
Вільний аміак, NH ₃ , мгN/л	коропові, осетрові	не більше 0,07	0,1
	форелеві		
Амонійний азот NH ₄ ⁺ , мгN/л	коропові, осетрові	2,0	2,5
	форелеві	1,0	1,5
Нітрити NO ₂ ^I , мгN/л	коропові, осетрові	0,1	0,2
	форелеві	0,05	0,1
Нітрати NO ₃ ^I , мгN/л	коропові, осетрові	2,0	3,0
	форелеві	0,1	1,0
Перманганатна окислюваність, мгO/л	коропові, осетрові	15,0	25,0
	форелеві	10,0	15,0
БСК ₅ , мг/лO ₂	коропові, осетрові	1,0-6,0	3,0
	форелеві	не більше 2,0	3,5

Контрольні запитання.

1. Які блоки показників використовують при визначенні комплексного іхтіоекологічного індекса якості води?
2. Які нормативи використовують для порівняння з фактичними концентраціями?
3. По яких показниках оцінюють сольовий склад поверхневих вод?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Методика біоіндикаційної оцінки якості води річки шляхом використання системи сапробності - зон сапробності та індикаторних організмів.

Мета роботи: Ознайомитись з біоіндикаційними методами оцінки якості води водойм – системи сапробності, зон сапробності, сапробних організмів.

ХІД РОБОТИ

Теоретичні відомості.

Система сапробності. Принцип санітарно-біологічного аналізу якості води полягає в тому, що при надходженні у водойми стічних вод цілий ряд гідробіонтів гине, в наслідок чого виникають специфічні угруповання організмів, відповідно до різного ступеня забруднення водойм.

Основи біологічного аналізу води були закладені у 60-70-х роках XIX ст. А. Мюллером, Ф. Коном та іншими. Наприкінці XIX століття Мец дав санітарно-екологічну характеристику представників флори та фауни водойм.

Після опублікування в 1908-1909 роках Кольвітцем та Марсоном списку сапробних організмів – індикаторів сапробності, санітарно-біологічного аналізу оцінки якості води знайшов широке застосування на практиці.

Поняття сапробність було дане професорами Я.Я. Нікітінським та Г.І. Долговим: “Сапробність – це комплекс фізіологічних властивостей даного організму? який зумовлює його здатність розвиватись у воді з тим чи іншим вмістом органічних речовин, з тим чи іншим ступенем забруднення”.

Автори системи сапробності Кольвітц та Марсон характеризували ступінь забруднення водойм не специфічними угрупованнями, а ведучими індикаторними організмами. Тому, список сапробних організмів нараховував більше 1000 видів. Крім того, система сапробності була розроблена тільки для прісних вод з переважно господарсько-побутовими, а не промисловими стоками.

Долгов Г.І.(1926р.) вважав, що при оцінці ступеня забруднення води основну увагу треба приділяти не окремим індикаторним видам, а їх угрупованням. Це дозволило йому скоротити список індикаторних організмів до 103 видів. Подальше скорочення переліку було зроблене Лібманом (1962р.).

Для збільшення чутливості “живої індикаторної шкали” чеський дослідник Сладечек (1965р.) здійснив подальшу диференціацію, виділивши в системі сапробних організмів чотири групи:

- катаборна (питна вода);
- лімноссапробна, що відповідає системі Кольквітца-Марсона;
- еуссапробна (господарсько-побутові та промислові стічні води, що підлягають бактеріальному розкладу);
- транссапробна (стічні води, що не підлягають бактеріальному розкладу);

Згідно досліджень Левітова, Телітченко (1959р.) підвищити чутливість індикаторних організмів можна виявляючи зміни в їх фізіології, так як такі зміни можуть в них з'явитись, під впливом забруднення, значно раніше ніж організми загинуть.

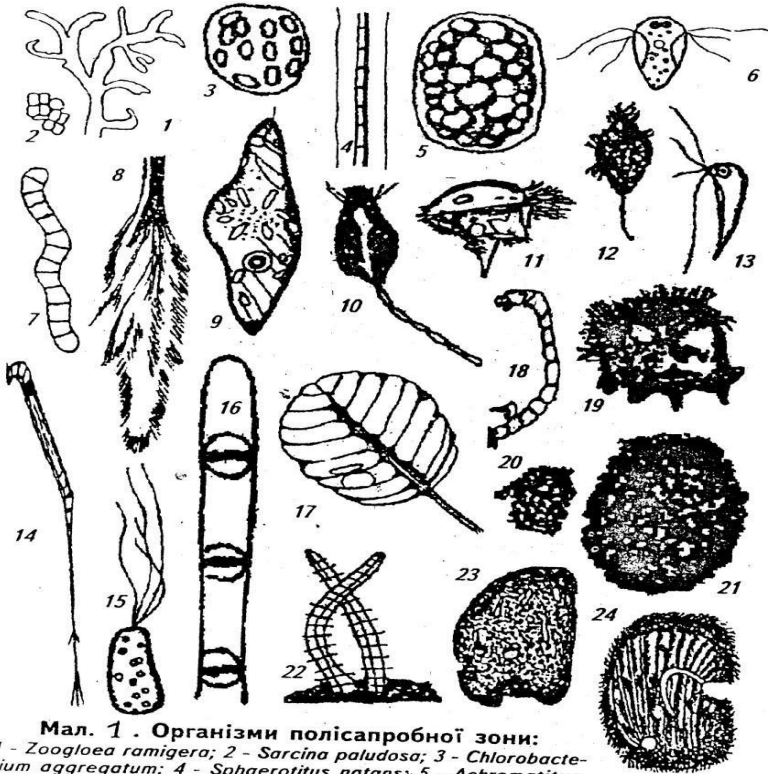
Зони сапробності. Сапробні організми.

Полісапробна зона (Р) характеризується значним вмістом нестійких органічних речовин і наявністю продуктів їх анаеробного розкладу (метан, сірководень), мал.1.

Кисень у полісапробній зоні відсутній, є багато органічного детриту, проходять відновні процеси. Залізо знаходиться у формі Fe^{2+} , мул має чорне забарвлення із запахом сірководню.

В цій зоні масово розвиваються рослинні організми з гетеротрофним типом живлення: сапрофітні бактерії, нитчасті

водорості (*Sphaerotilus*), сірчані бактерії (*Beggiatoa*, *Triothrix*), бактеріальні зооглеї (*Zooglearamigera*), з найпростіших – інфузорії та безколірні джгуткові (мал.1).



Мал. 1 . Організми полісапробної зони:
 1 - *Zoogloea ramigera*; 2 - *Sarcina paludosa*; 3 - *Chlorobacterium aggregatum*; 4 - *Sphaerotilus natans*; 5 - *Achromatium oxaliferum*; 6 - *Trigonomonas compressa*; 7 - *Spirulina jeneri*; 8 - *Sphaerotilus natans*; 9 - *Euglena viridis*; 10 - *Vorticella microstoma*; 11 - *Caenomorpha medusula*; 12 - *Trimyema compressa*; 13 - *Tetramitus pyriformis*; 14 - *Rotaria neptunia*; 15 - *Chromatium okenii*; 16 - *Oscillatoria putrida*; 17 - *Lamprocystis roseopersicina*; 18 - *Chironomus thummi*; 19 - *Saprodinium dentatum*; 20 - *Hexotricha caudata*; 21 - *Glaucocoma scintillans*; 22 - *Tubifex rivulorum*; 23 - *Pelomyxa palustris*; 24 - *Paramecium putrinum*

α-мезосапробна підзона (α-м). В цій зоні починається аеробний розклад органічних речовин з утворення аміаку. Міститься багато вугільної вуглекислоти, кисень присутній у малих кількостях. У воді і донних відкладах протікають окисно-

відновні процеси, залізо знаходиться в закисній та окисній формах, мул сіруватого кольору.

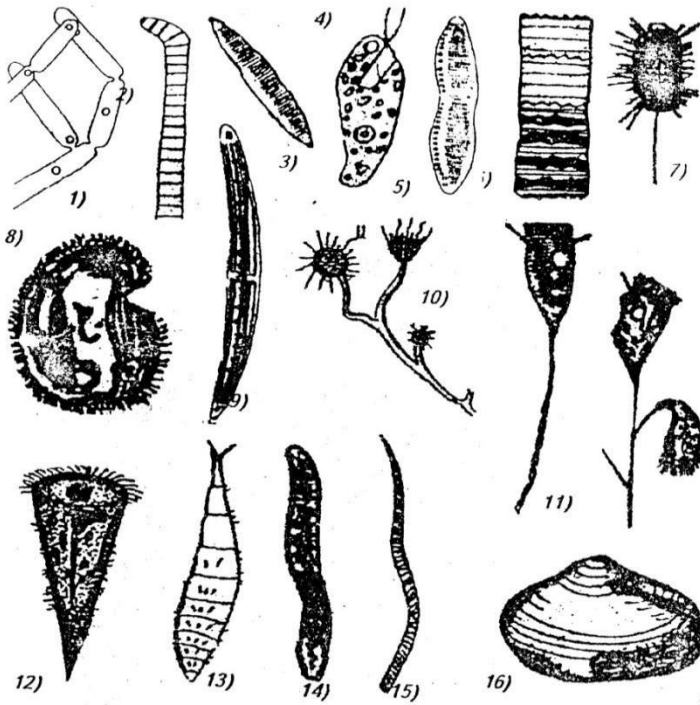
В альфо-мезосапробній зоні позиваються організми, які мають високу стійкість до нестачі кисню і значного вмісту вугільної кислоти. Переважають рослинні організми з гетеротрофним та міксотрофним живленням, окремі організми мають масовий розвиток. Інтенсивно розвиваються бактеріальні зооглеї, нитчасті бактерії, гриби, з водоростей поширені *Oscillatoriaformosa*, *Chilomonasparamecium*, *Stechanodiscushantzschii* та інші. (мал.2).

β -месапробна підзона (β -м) характерна для водойм майже звільнених від нестійких органічних речовин, рюклад яких дійшов до окислених продуктів – повної мінералізації.

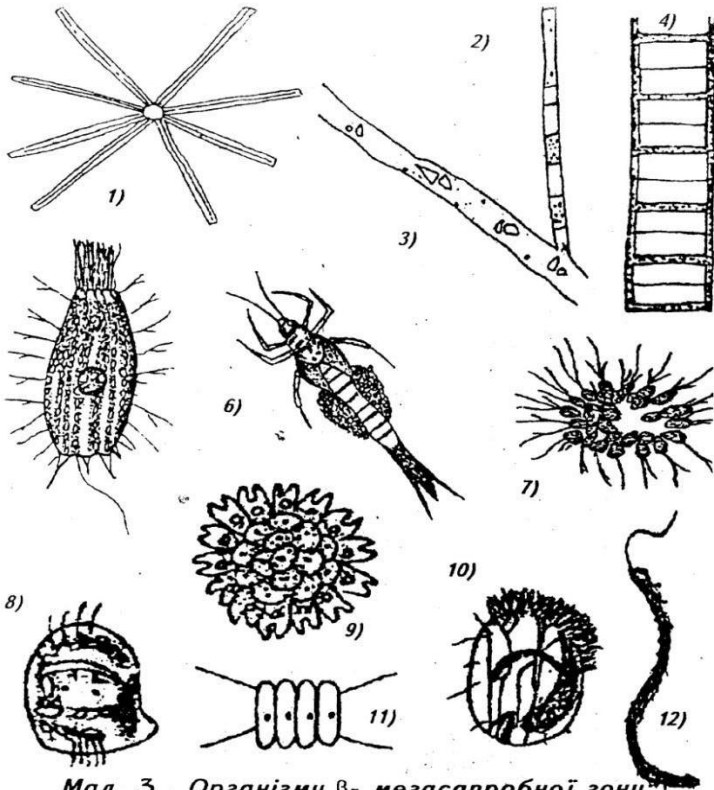
Концентрація кисню та вугільної кислоти значно коливаються на протязі доби, в деякий час вміст кисню доходить до перенасичення, а вугільна кислота може повністю зникати.

В нічні години спостерігається дефіцит кисню і воді. В мулах багато органічного детриту, інтенсивно протікають окислювальні процеси, мул жовтого кольору. В ній значна різноманітність рослинних і тваринних організмів.

(мал.3).



Мал. 2. Організми α - мезасапробної зони:
1) - *Leptomitus lacteus*; 2) - *Oscillatoria formosa*; 3) - *Nitzschia palea*; 4) - *Chilomonas paramecium*; 5) - *Nitzschia amphioxys*; 6) - *Stephanodiscus hantzschii*; 7) - *Uronema marinum*; 8) - *Chilodonella uncinata*; 9) - *Closterium acerosum*; 10) - *Anthophysa vegetans*; 11) - *Vorticella convallaria*; 12) - *Stentor coeruleus*; 13) - *Larve Stratiomys*; 14) - *Spirostonum ambiguous*; 15) - *Herpobrella atomaria*; 16) - *Sphaerium corneum*.



Мал. 3 . Організми β - мезасапробної зони.

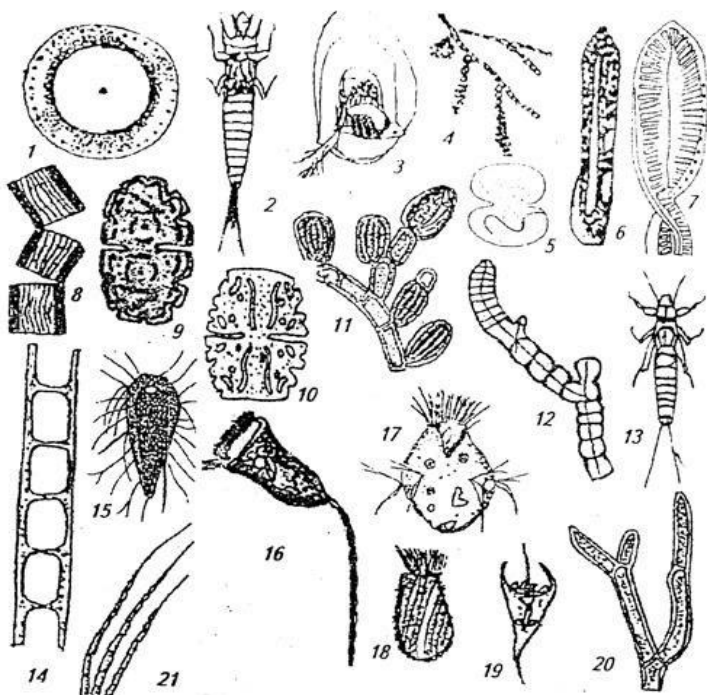
1) - *Asterionella formosa*; 2) - *Oscillatoria rubescens*;
 3) - *Oscillatoria redekii*; 4) - *Melosira varians*; 5) - *Coleps hirtus*;
 6) - *Larve Cloen dipterum*; 7) - *Uroglena volvox*;
 8) - *Aspidisca lyncens*; 9) - *Pedastrum Boryanum*; 10) - *Euplotes charon*;
 11) - *Scenedesmus quadricauda*; 12) - *Stylaria lacustris*.

В β -м сапробній зоні у значніймасі розвиваються рослинні організми з автотрофним типом живлення, спостерігається “цвітіння” води з багатьма представниками фітопланктону. В обростаннях – зелені, нитчасті, епіфітні діатомові водорості. В мулах – черви, личинки, хірономід, молюски (мал.3).

Олігосапробна зона (O) характеризує практично чисті водойми з незначним вмістом нестійких органічних речовин і

невеликою кількістю продуктів їх мінералізації. Вмвст кисню і вугільної кислоти не зазнає помітних коливань протягом доби. Цвітіння водоростей як правило не спостерігається. В донних відкладах мало органічного детриту, автотрофних організмів і бентосних тварин (червів, личинок хірономід,моллюсків). Показнимками великої чистоти води в цій зоні є деякі червоні водорості (*Thorea*, *Batrachospermum*)і водні мохи (мал. 4).

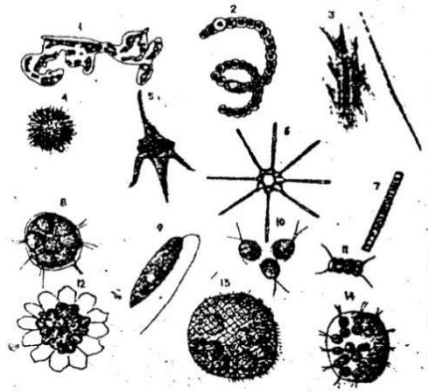
Необхідно пам'ятати, що індикаторні організми, які взяті ізольовано не можуть достатньо точно охарактеризувати ступінь забруднення води. Наприклад, при розкладі білків в господарсько-фекальних стоках накопичується сірка, внаслідок цього в цих водах можуть у великій кількості зустрічатись сіркобактерії родів *Beggiatoa* і *Triothrix*. Разом з тим, вказані бактерії живуть і у воді мінеральних сірчаних джерел, абсолютно позбавлених органічних забруднень. Сіркобактерії є індикатором сірки у воді, незалежно від того, якого походження ця сірка. Наведений приклад наочно ілюструє, що судити про ступінь забруднення вод з достатньою достовірністю можна лише за наявністю в останній ценозів, що характерні для тієї чи іншої зони сапробності, а не окремих, навіть, індикаторних органузмів.



Мал. 4 . Організми олиготрофної зони:

1 - *Cyclotella bodanica*; 2 - *Larve oligoneuria rhenana*; 3 - *Holopedium gibberum*; 4 - *Fontinalis antipyretica*; 5 - *Staurastrum punctuaatum*; 6 - *Planaria gonocephala*; 7 - *Surirella spiralis*; 8 - *Tabellaria flocculosa*; 9 - *Euastrum oblongum*; 10 - *Microsterias truncata*; 11 - *Bulbochaete mirabilis*; 12 - *Batrachospermum vagum*; 13 - *Larve Perla bipunctata*; 14 - *Ulothrix zonata*; 15 - *Mallomonas caudata*; 16 - *Vorticella nebulifera* var. *similis*; 17 - *Haltera cirrifera*; 18 - *Strombidinopsis gurans*; 19 - *Notholca longispina*; 20 - *Cladophora glomerata*; 21 - *Lemanea annulata*

При надходженні в проточні води стічних вод зі значними концентраціями біогенних елементів (сполук азоту, фосфору, калію) у водоймах виникають явища “цвітіння”, що викликані також певними групами організмів (мал.5).



Мал. 5. Організми, які викликають "цвітіння" води.

1 – *Microcystis aeruginosa*; 2 – *Anabaena flos-aquae*; 3 – *Aphanisomenon flos-aquae*; 4 – *Gloeotrichia echinulata*; 5 – *Ceratium hirundinella*; 6 – *Asterionella gracillima*; 7 – *Melosira* sp.; 8 – *Pandorina morum*; 9 – *Euglena proxima*; 10 – *Chlamidomonas Reinhardi*; 11 – *Scenedesmus quadricauda*; 12 – *Synura uvella*; 13 – *Volvox globator*; 14 – *Eudorina elegans*.

Контрольні запитання.

1. Яка різниця міжолігосапрбними та полісапрбними зонами та водами?
2. Що таке сапробність і які є зони сапробності?
3. За наявності яких організмів оцінюють "цвітіння" води?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Розрахунок індекса сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека за фітопланктоном

Мета роботи. Ознайомитись з розрахунком індекса сапробності за фітопланктоном в модифікації Пантле і Букка

ХІД РОБОТИ
Теоретичні відомості.
Фітопланктон

Дасться коротка характеристик методик відбору проб фітопланктону, характеризується значення фітопланктону як кормових об'єктів риб. Згідно вихідних даних визначається видова представленість відділів водоростей. Результати представляються у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Відбір проб фітопланктону

Відділи		Види		Кількість видів у відділі	% від заг. кількості видів
Латинська назва	Українська назва	Латинська назва	Українська назва		
Суано phyta	Синьо-зелені				
Всього					100

На основі таблиці 1 будується діаграма „Динаміка видової представленості відділів водоростей за течією річки” а також заповнюється таблиця 2.

Таблиця 2

Динаміка видової представленості водоростей річки

Ділянки річки	Представленість			Домінантний (і) вид (и)
	Відділи	Види	% загальної кількості видів	
Витік	Суанophyta		x	
	Clorophyta		x	
	Euglenophyta		x	
Середня течія			x	
			x	
Гирло			x	

Середньо зважені показники				x
----------------------------------	--	--	--	---

Аналізуючи динаміку чисельності та біомаси фітопланктону за течією річки заповнюється таблиця 3 та будується графік «Кількісний розвиток фітопланктону затечією річки».

Таблиця 3

Динаміка чисельності та біомаси фітопланктону річки

Ділянки річки	Чисельність, тис.кл./м ³	Біомаса, г/м ³ (мг/л)
Витік		
Середня течія		
Гирло		
Середньо-зведені показники		

Для визначення класу якості вода та зони сапробності розраховується індекс сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека. Для розрахунку використовується формула:

$$I_n = \sum(Sxh) / \sum h \quad (5.1)$$

де: S- індикаторна значимість; h- частотазустрічаємості гідробіонтів.

Визначення величини hпроводять за оковимірювальною шкалою де:

- h= 9, якщо в полі зору мікроскопу багато організмів;
- h = 7, якщо організми зустрічаються часто;
- h= 5, якщо організми зустрічаються нерідко;
- h = 3, якщо організми зустрічаютьсядуже рідко; .
- h= 1, якщо організми представлені одинично.

Індикаторну значимість (S) визначають за зонами сапробності індикаторних організмів, представлених у вихідних даних. Для цього використовують «Атлас сапробних організмів» та дані таблиці 4.

Таблиця 4

Індикаторна значимість (S)

Зона сапробності	S	Умове позначення зони
Ксеносапробна	0	x
Олігосапробна	1	0
β m - сапробка	2	b
am - сапробна	3	a
Полісапробна	4	p

Результати розрахунків можуть бути представлені у вигляді табл. 5 (практ. роб. № 5) та або табл. 3 (практ. роб № 6).

Таблиця 5

Сапробність Пантле-Буккав модифікації Сладечека

Створи														
1					2					3				
вид	зона сапробності	h	S	S _{xh}	вид	зона сапробності	h	S	S _{xh}	вид	зона сапробності	h	S	S _{xh}
Всього		$\sum h$	$\sum S$	$\sum S_{xh}$			$\sum h$	$\sum S$	$\sum S_{xh}$			$\sum h$	$\sum S$	$\sum S_{xh}$

Контрольні запитання.

1. Яка різниця міжорганізмами різних зон сапробності?
2. Який внесок зробили Пантле і Букка в систему сапробності?
3. Якимбуде клас якості води, якщо індекс сапробності за фітопланктоном дорівнює 3,5; 0,8; 1,5?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Розрахунок індекса сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека за зоопланктоном

Мета роботи: Ознайомитись з розрахунком індекса сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека за зоопланктоном

ХІД РОБОТИ

Теоретичні відомості.

Зоопланктон

Дасться коротка характеристика методів відбору якісних і кількісних проб зоопланктону, а також ролі зоопланктону з живленні риб. Аналізуються вихідні дані на предмет видової представленості зоопланктону річки, динаміки чисельності та біомаси зоопланктону по сезонах року. Матеріал узагальнюється у вигляді табл. 1,2 або діаграм „Чисельність” (тис.екз/м³) та „Біомаса” (г/м³) зоопланктону в різні сезони року.

Таблиця 6.1

Видова представленість зоопланктону в річці

Види зоопланктону	Таксони (ряд, порядок)	% від заг. кількості
	Rotatoria	
	Cladocoa	
	Copepoda	
Всього		100

На основі видової представленості зоопланктону, частоти зустрічаємості окремих видів розраховується індекс сапробності Пантле і Букка.

Розрахунок і подання результатів здійснюється аналогічно до проб фітопланктону. Виходячи з отриманих результатів, необхідно зробити висновок щодо класу якості води та зони сапробності. Отримані результати порівняти з індексом сапробності за фітопланктоном та екологічним індексом Іе.

Для визначення класу якості вода та зони сапробності розраховується індекс сапробності Пантле і Букка в модифікації Сладечека. Для розрахунку використовується формула:

$$I_n = \sum(Sxh) / \sum h \quad (6.1)$$

де: S- індикаторна значимість; h- частота зустрічаємості гідробіонтів.

Визначення величини hпроводять за оковимірювальною шкалою де:

- h= 9, якщо в полі зору мікроскопу багато організмів;
- h = 7, якщо організми зустрічаються часто;
- h= 5, якщо організми зустрічаються нерідко;
- h = 3, якщо організми зустрічаються дуже рідко; .
- h= 1, якщо організми представлені одинично.

Величину індикаторної значимості (S) визначають за даними таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Індикаторна значимість (S)

Зона сапробності		Умовне позначення зони
Ксеносапробна		x
Олігосапробна		0
β m – сапробка		b
α m – сапробна		a
Полісапробна		p

За індексом Пантле і Букка ксеносапробна зона визначається індексом 0,0 - 0,5 (I клас якості води), олігосапробна 0,51 - 1,5 (II клас якості води), бета-мезосапробна 1,51 - 2,5 (III клас якості води), альфа-мезосапробна 2,51 - 3,5 (IV клас якості води), полісапробна 3,51-4,0(V клас якості води).

Індикаторну значимість (S) визначають за зонами сапробності індикаторних організмів, представлених у вихідних даних. Для цього використовують “Атлас сапробних організмів” та дані таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Розрахунок індекса сапробності за фітопланктоном та зоопланктоном

№	Індикаторні організми	h	S	Sxh
1	Euglena viridis	4	1	4
2	Zooglea ramigera	4	5	20
3	Oscillatoria putrida	4	1	4
4	Closterium acerosum	3	3	9
5	Stentor couruleus	3	7	21
6	Vorticella convalaria	3	3	9
7	Larve stationmys	3	1	3
8	Paramecium burasria	2	3	6
9	Spirogira crassa	2	5	10
10	Cladophora crispata	2	7	14
11	Ciclotella bodanica	1	1	1
12	Tabellaria flocculosa	1	3	3
13	Planaria gonocephala	1	5	5
14	Lemanea annulata	1	7	7
			$\sum h =$ 52	$\sum Sh =$ 116

$$F = 116/52 = 2,23$$

Висновок: зона сапробності - бета-мезосапробна, III клас якості води.

Контрольні запитання.

- 1.. Які групи організмів зоопланкtonу є основою природної кормової бази водойм?
2. Що таке науплії організмів?
3. Яким буде клас якості води, якщо індекс сапробності за зоопланктоном дорівнює 3,8; 0,8; 1,6?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Розрахунок індекса Вудівісса за зообентосом

Мета роботи: Ознайомитись з розрахунком індекса Вудівісса за зообентосом

ХІД РОБОТИ

Макрозообентос.

При дослідженні макрозообентосу річок дається коротка характеристика методів відбору проб макроскопічного зообентосу, а також ролі макрозообентосу в живленні риб. Аналізуються вихідні дані на предмет видової представленості та чисельності макрозообентосу річки. Результати подаються у вигляді таблиць 1,2, колової діаграми „Структура донного зооценозу річки” та графіку „Динаміка біомаси макрозообентосу за течією річки”.

Розрахунок індексу Вудівісса використовують для біотестування мілководь та нешироких річок зарослих вищою водною рослинністю. Система сапробності дає можливість прослідкувати черговість зникнення і повторної появи організмів: водоростей, найпростіших, макробезхребетних і риб в залежності від вмісту та впливу забруднюючих речовин.

За базу досліджень прийняті макробезхребетні організми бентосу: личинки веснянок, одноденок, ручейників, тубіфіцид та частота їх зустрічаємості в пробах.

В екологічній класифікації річкових вод при їх дуже значному забрудненні індекс Вудівісса дорівнює 0. Категорія сильно забруднених вод має біотичний індекс - 1-0,1, брудних – 2-1,1, помірно брудних – 4-3, чистих вод – 7-5, дуже чистих – 10-8.

Здійснюється біологічна оцінка якості води річки шляхом розрахунку індексу сапробності Вудівісса. Для цього використовується формула:

$$I_c = X_1/n \quad (7.1)$$

де; X_1 - значення біотичних індексів індикаторних організмів;

n- кількість виявлених індикаторних організмів.

Величина біотичного індексу залежить від кількості виявлених груп, тобто видової різноманітності і складу населення. В екологічній класифікації річкових вод при їх дуже значному забрудненні індекс Вудівісса дорівнює 0. Категорія сильно забруднених вод має біотичний індекс - 1-0,1, брудних – 2-1,1, помірно брудних – 4-3, чистих вод – 7-5, дуже чистих – 10-8.

Таблиця 1

Видова представленість макрозообентосу річки

Ряд(підвид)		Клас (ТИП)		%відзаг. кількості видів
Латинська назва	Українська назва	Латинська назва	Українська назва	
Всього				100

Розрахувавши індекс Вудівісса, необхідно співставити його з індексами сапробності Пантле і Букказафіто- та зоопланктоном та екологічним індексом Іе.

Таблиця 2

Чисельність n (тис.екз /м³) та біомаса b (г/м²)
макрозообентосу річки

Ділянка річки	Варіант	
	n	b
Витік Середня течія Гирло		
Середньозважені показники	x	x

Таблиця 3

Робоча шкала оцінки біотичного індексу Вудівісса

Назва організмів	Видова різноманітність	Біотичні індекси за наявності загального числа груп				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16
Личинки веснянок	Більше 1 виду	-	7	8	9	10
	Тільки 1 вид		6	7	8	9
Личинки одноденок	Більше 1 виду	-	6	7	8	9
	Тільки 1 вид		5	6	7	8
Личинки ручейників	Більше 1 виду	-	5	6	7	8
	Тільки 1 вид	4	4	5	6	7
Бокоплав	Більше 1 виду	3	4	5	6	7
	Тільки 1 вид					
Водяні ослики	Більше 1 виду	2	3	4	5	6
	Тільки 1 вид					
Тубіфіциди, личинки мотиля	Більше 1 виду	1	2	3	4	-
	Тільки 1 вид					
Всі вуиди відсутні	Більше 1 виду	0	1	2	2	-
	Тільки 1 вид					

Контрольні запитання.

1. Яка різниця між кормовими ресурсами та кормовою базою водойм?
2. Що забороняється при відборі проб зообентосу?
3. Яким буде клас якості води, якщо біотичний індекс Вудівісса за зобентосом дорівнює 2,5; 0,8; 1,5?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Розрахунок біопродукційного потенціалу та потенційної рибопродуктивності досліджуваних водойм.

Мета роботи. Ознайомитись з розрахунком біопродукційного потенціалу та потенційної рибопродуктивності досліджуваних водойм.

ХІД РОБОТИ

Теоретичні відомості.

Потенційна рибопродуктивність річки.

Нарощування біомаси рибами за рахунок споживання ними кормів природного походження обумовлює *природну рибопродуктивність*.

Маючи інформацію стосовно біопродукційного потенціалу водного об'єкту, тобто чітко знаючи; який обсяг відповідного природного корму продукується, можна визначити оптимальну кількість і видовий склад компонентів іхтіоценозу.

Для проведення розрахунків стосовно стану розвитку природної кормової бази потрібно знати такі нормативні величини:

- **біопродукційно-біомасовий (Р/Б) коефіцієнт**, який уявляє собою співвідношення приросту продукції (Р) до середньої біомаси погляди гідробіонтів(В)за певний період (рік, сезон, місяць). Тобто фактично цей коефіцієнт показує, у скільки разів збільшує у середньому свою біомасу за вегетаційний період та чи інша популяція гідробіонтів (наприклад, зообентос > у 5 разів, фітопланктон - в 100 разів і т.д.). За допомогою П/В коефіцієнта здійснюється при розрахунках переведення кормових об'єктів у продукцію кормових організмів;

- **кормовий коефіцієнт(К/к)** окремих груп кормових гідробіонтів. Це співвідношення спожитого рибою корму до приросту її маси тіла;

- **відсоток допустимого споживання створюваної кормовими гідробіонтами органічної речовини**. Він становить 50%, тому що рибами може бути використано не >50% продукції, щоб не порушити нормальне функціонування екосистеми і відтворення кормових ресурсів.

Стан розвитку природної кормової бази відбиває продукційні можливості водних об'єктів і визначається сукупною кількістю

органічної речовини, продукуюваної кормовими гідро біонтами різних трофічних рівнів.

Щоб визначити величину первинної продукції, створюваної фітопланктоном на 1 га водної площі (10 000 м²), використовують формулу:

$$A_{\phi} = B_{\phi it} \times П/Б_{\phi it} \times \Gamma_{л} \times 10000, \text{ (кг/га)} \quad (8.1)$$

де: $B_{\phi it}$ -середньосезонна біомаса фітопланктону, г/м³(вихідні дані); $П/Б_{\phi it}$ -продукційно-біомасовий коефіцієнт фітопланктону (табл.16); $\Gamma_{л}$ - глибина найбільш продуктивного фотичного шару, яка відповідає подвоєній прозорості води, м; 10000 - перерахунок в га;

Якщо глибина водного об'єкту менша величини фотичного шару, то у розрахунках використовують реальну прозорість.

Таблиця 8.1

Нормативні величини для оцінки стану природної кормової бази

Показник	Рибницькі зони України		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Продукційно-біомасовий коеф. Р/Б:			
- фітопланктону	90-100	100-120	120-140
- макрофітів	1,1	1,1	1,1
-зоопланктону	20	20	20
- «м'якого» зообентосу (хірономід)	6	6	6
- твердого зообентосу (молюсків)	1,1	1.1	1,1
Кормовий коефіцієнт К/к:			
- фітопланктону	50	50	50
- макрофітів	50	50	50
- зоопланктону	5	5	5
- «м'якого» зообентосу (хірономід)	5	5	5
- твердого зообентосу (молюсків)	50	50	50
- смітна риба	3	3	3
Допустиме споживання органічної р-ни, %	50	50	50
Середній сезонний приріст маси тіла риби, г	400	450	500

Продукцію зоопланктону розраховують аналогічно до фітопланктону за формулою 8.1. Продукцію макрофітів і бентосу визначають на 1 га площі ложа водного об'єкту без урахування його глибини:

$$A_{зб} = B_{зб} \times П/Б_{зб} \times 10000, \text{ (кг/га)} \quad (8.2)$$

Таким чином, встановлюється кількість органічної речовини, яка утворюється гідробіонтами різних трофічних рівнів. На основі цих даних розраховується потенційна рибопродуктивність, яка створюється на кожному трофічному рівні:

$$M = 1/2A : K/k, \text{ (кг/га)} \quad (8.3)$$

де: М - потенційна рибопродуктивність відповідного трофічного рівня (M_{ϕ} , $M_{\phi}M_{\phi}$), кг/га; А - продукція органічної речовини відповідної групи кормових гідробіонтів (A_z , A_z , A_z), кг/га; К/к - кормовий коефіцієнт відповідної групи кормових гідробіонтів (табл.2).

Розрахована потенційна рибопродуктивність дасть можливість визначити якісний склад іхтіоценозу водного об'єкту, враховуючи тільки ту водну іхтіофауну.

Контрольні запитання.

1. Яка різниця між кормовою базою та кормністю водойм?
2. Що Ви розумієте під поняттям величина фотичного шару?
3. Від чого залежить щільність посадки риби при зарибленні водойм?

ЗАРИБЛЕННЯ ВОДОСХОВИЩА

(приклад розрахунку)

Зона рибництва – лісостеп.

Показники кормової бази:

- фітопланктон – 16 г/м³;
- зоопланктон – 3,8 г/м³;
- зообентос м'який – 5,8 г/м²;
- зообентос твердий – 5 г/м²;
- смітцева риба – 30 кг/га;

- макрофіти: заростання – 15%, біомаса 1,3 кг/м².
- площа водосховища – 460га.

1. Величину первинної продукції водосховища визначаємо на 1 га, за групами основних гідробіонтів.

- за фітопланктоном вона складе:

$$Аф.п = Бф.п \times П/Бф.п \times Гл \times 10000 \text{ м}^2 \text{ (кг/га) ,}$$

де: Аф.п – величина продукції фітопланктону за вегетаційний період, кг/га; Бф.п – середньосезонна біомаса фітопланктону, г/м³; П/Б –продукційно-біомасовий коефіцієнт фітопланктону (120); Гл – величина фотичного шару (2 м); 10000 – площа 1 га.

$$Аф.п = 16 \text{ г/м}^3 \times 120 \times 2 \times 10000 \text{ м}^2 = 38400 \text{ (кг/га) ,}$$

за зоопланктоном:

$$Аз.п = 3,8 \text{ г/м}^3 \times 20 \times 2 \times 10000 = 1520 \text{ кг/га}$$

Продукцію зообентосу на площі 1 га розраховуємо за формулою:

$$Аз.б = Бз.б \times П/Бз.б \times 10000 \text{ м}^2;$$

$$Аз.б \text{ м'якого} = 5,8 \text{ г/м}^2 \times 6 \times 10000 \text{ м}^2 = 348 \text{ кг/га}$$

$$Аз.б \text{ твердого} = 5 \text{ г/м}^2 \times 1,1 \times 10000 \text{ м}^2 = 55 \text{ кг/га}$$

Продукцію макрофітів розраховуємо за формулою:

$$Ам. = Бм. \times П/Бм \times 10000 \text{ м}^2 \text{ (кг/га) ,}$$

$$Ам = 1,3 \text{ кг/м}^2 \times 1,1 \times 10000 \text{ м}^2 = 14300 \text{ кг/га;}$$

2. Розраховуємо потенційну рибопродукцію створену на кожному трофічному рівні за формулою:

$$М = \frac{1}{2} \times А : Кк, \text{кг/га;}$$

де: М – потенційна рибопродукція, кг/га; А – продукція органічної речовини компоненту природної кормової бази, кг/га; 1/2 – коефіцієнт використання продукції органічної речовини (50%);

К/к – кормовий коефіцієнт природного корму.

Потенційна продукція за рахунок фітопланктону дорівнюватиме:

$$Мф.п = \frac{1}{2} \times 38400 \text{ кг/га} : 50 = 384 \text{ кг/га;}$$

Вона може бути досягнута при зарибленні водосховища білим товстолобиком, щільність посадки якого розраховуємо за формулою:

$$Щб.г = Мф.п : ІВ,$$

де: ІВ – приріст індивід. маси протягом сезону, кг.

$$\text{Щб.т} = 384 \text{ кг/га} : 0,5 = 768 \text{ екз/га}$$

На всю площу – $768 \text{ шт/га} \times 460 \text{ га} = 353280 \text{ екз.}$

За рахунок зоопланктону може бути вирощено рибної продукції:

$$\text{Мз.п} = \frac{1}{2} \times 1520 \text{ кг/га} : 6 = 126,6 \text{ кг/га}$$

Для досягнення такої рибопродуктивності, щільність зариблення зоопланктофагами (строкатий товстолобик) складе:

$$\text{Щс.т} = 126,6 \text{ кг/га} : 0,5 = 253 \text{ екз/га}$$

На всю площу – $253 \text{ шт/га} \times 460 \text{ га} = 116472 \text{ екз.}$

Дані організми можуть забезпечити приріст іхтіомаси на рівні:

$$\text{Мз.б м'який} = \frac{1}{2} \times 348 \text{ кг/га} : 5 = 34,8 \text{ кг/га}$$

$$\text{Мз.б твердий} = \frac{1}{2} \times 55 : 50 = 0,55 \text{ кг/га};$$

За рахунок смітцевої риби ($K_k = 3$) може бути одержано:

$$\text{Мс.р} = 30 \text{ кг/га} : 3 = 10 \text{ кг/га}$$

Приймаючи до уваги що основним споживачем м'якого зообентосу в водосховищі буде – короп; твердого – чорний амур; споживачем смітцевої риби – судак, приймаючи масу двохлітків: короп – 500 г; чорний амур – 500 г; судак – 400 г, потреба в рибопосадковому матеріалі складе:

$$\text{Короп} - \text{Щз} 34,8 \text{ кг/га} : 0,5 \text{ кг} = 69 \text{ екз/га};$$

$$\text{Чорний амур} - \text{Щз} 0,55 \text{ кг/га} : 0,5 \text{ кг} = 2 \text{ екз/га};$$

$$\text{Судак} - \text{Щз} 10 \text{ кг/га} : 0,4 \text{ кг} = 25 \text{ екз/га};$$

На всю площу:

$$\text{Короп} - 69 \text{ екз/га} \times 460 \text{ га} = 31740 \text{ екз.};$$

$$\text{Чорний амур} - 2 \text{ екз/га} \times 460 \text{ га} = 920 \text{ екз.};$$

$$\text{Судак} - 25 \text{ екз/га} \times 460 \text{ га} = 11500 \text{ екз.}$$

За макрофітами потенційна рибопродукція складе:

$$\text{Мм} = \frac{1}{2} \times 14300 \text{ кг/га} : 50 = 143 \text{ кг/га}$$

Потреба в білому амурі дорівнюватиме

$$\text{Щз} = 143 \text{ кг/га} : 0,5 \text{ кг} = 286 \text{ екз/га}$$

На всю площу:

$$\text{Щз} = 286 \text{ екз/га} \times 69 \text{ га} (460 \times 15\%) = 19734 \text{ екз.}$$

Отже, потреба в річниках для зариблення малого водосховища складатиме:

білого товстолоба - 353280 екз.; строкатого товстолоба-116472 екз.; білого амура – 19734 екз.; коропа – 31740 екз.; чорного амура – 920 екз.; судака – 11500 екз.

Список рекомендованої літератури

1. Борткевич Л. В. Гідробіологія. Програма курсу і методичні вказівки для студентів спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура (іхтіологія і рибництво)». Херсон, 1999. 22 с.
2. Романенко В. Д. Основи гідроекології. К. : Обереги, 2001. 728 с.
3. Хімко В. Р., Мережко О. І., Бабко Р. В. Малі річки - дослідження, охорона, відновлення. К. : Інститут екології, 2003. 380 с.
4. Липа О. Л., Добровольський І. А. Ботаніка. Систематика нижчих і вищих рослин. К.: Вища школа, 1975. 399 с.
5. Щербак В. І. Методи досліджень фітопланктону : методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. К., 2002. С. 41–47.
6. Цибань А. В. Бактеріонейстон і бактеріопланктон шельфової області Чорного моря. К. : Урожай, 1970. 128 с.
7. Щербак В. І., Кузьмінчук Ю. С. Різноманіття фітопланктону Житомирського водосховища р. Тетерів. *Міжвід. темат. наук. зб.* К., 2004. Вип. 63 С. 305–307.
8. Поліщук В. С. Динаміка рівня цвітіння води у Дніпровсько-Бузькому лимані як критерій об'єму зариблення рослиноідними рибами// *Таврійський науковий вісник*. Херсон.: Айлант. – 1998. – Вип. 5. Част. 2. С. 191.
9. Каховське водоймище. Гідробіологічний нарис. Київ : Наукова думка, 1964. 303с.
10. Краснощок Г. П. Реалізація продуктивних можливостей внутрішніх водойм на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 1998. Вип. 5. Част. 2. С. 191.
11. Трушева С. С. Гідробіологія. Рівне : НУВГП, 2005. 120 с.
12. Сучасний стан іхтіоценозу, видового складу та популяцій риб у басейнах малих річок Прип'ятського Полісся України / Сондак В. В. та ін.К. : Рибогосподарська наука України. 2020.

- № 4. С. 5–22. URL: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.005> (наукові фахові видання України).
13. Халтурин М. Б., Шевченко П. Г., Сондак В. В. Морфологічні характеристики лина (*Tincatinca*L.) Сумської та Чернігівської областей. *Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. В. Гнатюка. Серія Біологія*, 2022, т. 82, №4, С.65–69. URL: <https://doi.org/10.25128/2078-2357.22.4.7>. (наукові фахові видання України).
14. Конопельський Р. М., Сондак В. В. Лин (*Tincatinca*Linnaeus, 1758), як нетрадиційний об'єкт аквакультури (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип.1 (63), С. 68–93. URL: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.03.005> (наукові фахові видання України).
15. Корженевська П. О., Маренков О. М., Боровик І. І., Сондак В. В. Рівні накопичення важких металів та активності радіонуклідів у вузькопалих річкових раках (*Astaculeptodactylus*Eschscholtz, 1823) Кам'янського та Запорізького (Дніпровського водосховищ). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип.4 (66), С. 49–68. URL: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.03.005> (наукові фахові видання України).