

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до лабораторних занять з навчальної дисципліни
«Фізіологія риб з основами гістології»
для бакалаврів II року
денної та заочної форми навчання
Спеціальність: 207 Водні біоресурси та аквакультура
ОПП «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

Затверджено
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № _____ від «___» _____ 2024 р.
Голова групи _____ Шекк П.В.

Затверджено
на засіданні кафедри
Водних біоресурсів та аквакультури
Протокол № _____ від «___» _____ 2024 р.
Зав. кафедрою _____ Бургаз М.І.

Одеса 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до лабораторних занять з навчальної дисципліни
«Фізіологія риб з основами гістології»
для бакалаврів II року
денної та заочної форми навчання
Спеціальність: 207 Водні біоресурси та аквакультура
ОПП «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

Затверджено
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № _____ від « ____ » _____ 2024 р.

Одеса – 2024

Збірник методичних вказівок до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Фізіологія риб з основами гістології» для бакалаврів II року денної та заочної форми навчання, спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура, ОПП «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

Укладач:ст.викл., Матвієнко Т.І., Одеса: ОДЕКУ, 2024. – с.41

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....		5
ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ.....		6
1	МОРФОФУНКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ РИБ ТА ОРГАНІВ ЧУТТЯ РИБ	8
2	МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КРОВОНОСНОЇ СИСТЕМИ РИБ. ВЗЯТТЯ КРОВІ У РИБ.....	14
3	МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СЕЧОСТАТЕВОЇ СИСТЕМИ РИБ.....	18
4	МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РИБ. ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ, ВМІСТУ ВУГЛЕКИСЛОТИ ТА КИСНЮ НА ДИХАННЯ РИБ.....	23
5	ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИВЛЕННЯ РИБ. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛУНКОВОГО СОКУ РИБ.....	28
6	ПЛАВАЛЬНИЙ МІХУР ЯК ГІДРОСТАТИЧНИЙ ОРГАН РИБ	33
7	ВПЛИВ ФОНУ НА ЗАБАРВЛЕННЯ РИБ.....	35
8	ВИВЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ РИБ.....	37
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....		41

ПЕРЕДМОВА

Метою вивчення дисципліни «Фізіологія риб з основами гістології» є формування уяви студентами теоретичних і практичних знань особливостей морфології, анатомії рибоподібних і риб, фізіологічні процеси, які відбуваються в організмі представників різних видів риб, особливості їх живлення, травлення, обміну речовин, розмноження, відтворення, механізми регуляції усіх цих процесів, а також механізми адаптації організму до зміни екологічних умов навколишнього середовища тощо

Методичні вказівки з дисципліни «Фізіологія риб з основами гістології» спрямовані на: закріплення та поглиблення знань, які студенти отримали на лекціях; самостійне узагальнення експериментальних даних, зрівняння їх з теоретичними; здобуття навичок роботи в лабораторії; пробудження інтересу до практичного використання теоретичних знань.

В результаті вивчення і засвоєння матеріалу цього курсу студенти повинні знати:

- специфіку їх росту, розвитку, розмноження, живлення, життєвого циклу;
- особливості фізіології представників класу круглоротих, хрящових і кісткових риб.

На основі отриманих теоретичних знань студенти повинні вміти:

- визначати різні органи риб та їх системи (на свіжому, або фіксованому матеріалі);
- оволодіти практичними навиками використання різних морфологічних та анатомічних ознак.

Ця методична розробка є допоміжним матеріалом для виконання студентами лабораторних робіт і складається з 8 тем. Кожна робота містить загальні відомості та пояснення суттєвих положень даної теми.

Наприкінці кожної теми є питання для самоперевірки. На останній сторінці наведено перелік основної та допоміжної літератури.

Знання, набуті в результаті вивчення дисципліни «Фізіологія риб з основами гістології», сприятимуть у майбутніх фахівців появі знань основних понять фізіології риб, особливостей внутрішньої і зовнішньої будови представників класу круглоротих, хрящових і кісткових риб, основ гістології риб.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

У силлабусі дисципліни «Фізіологія риб з основами гістології» наведені змістовні лекційні та лабораторні модулі, контрольні питання для захисту лабораторних робіт та критерії оцінювання. Ознайомитись з силлабусом можна за посиланням - <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11469/>

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

1.1. Загальні вимоги

1.1.1 До лабораторних робіт з дисципліни Іхтіологія (Загальна та спеціальна) студенти допускаються лише після ознайомлення та складання індивідуального заліку з «Правил техніки безпеки та охорони праці», а до кожної окремої лабораторної роботи – після поточного інструктажу, відповідно темі роботи та особливостей її виконання.

1.1.2. Заборонено пересуватись по лабораторії без необхідності.

1.1.3. Категорично забороняється вживати будьщо (пити, їсти).

Користуватись виключно тим обладнанням, яке видане викладачем (лаборантом) для виконання поточного завдання.

1.1.4. Категорично забороняється приступати до роботи без інструктажу з техніки безпеки.

1.1.5. При випадковому отриманні травм або поганому самопочутті як особистому так і будь кого в лабораторії негайно повідомити про це викладача.

1.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

1.2.1. Перед початком роботи необхідно уважно вивчити зміст і порядок виконання роботи, перелік необхідного обладнання, препаратів та матеріалів.

1.2.2. Підготувати робоче місце згідно вимогам до виконання роботи.

1.2.3. Про помічені пошкодження обладнання повідомити викладача.

1.3. Вимоги безпеки під час роботи

1.3.1. Роботи виконуються виключно згідно плану та методики поточної лабораторної роботи.

1.3.2. Роботи виконуються обов'язково з дотриманням обережності при використанні колючих чи ріжучих інструментів (не допускати різких рухів, направляти їх гострою частиною на себе і оточуючих тощо) .

1.3.3. Обережно поводитися з лабораторним посудом, розбиті склянки не прибирати руками.

1.3.4. До будь-якої речовини чи розчину відноситись як до хімічно небезпечної (не нюхати, не пробувати на смак, при попаданні на шкіру, одяг негайно їх промити).

1.3.5. Для проведення лабораторних робіт з фіксованим у формаліні матеріалом необхідно напередодні заняття витягнути його з розчину і ретельно промити під проточним струменем води.

1.3.6. Не відволікатися і не відволікати інших студентів сторонніми розмовами і діями.

1.3.7. Негайно повідомляти викладача про розливи розчинів, води, не прибирати самотійно будь-які речовини.

1.4. Вимоги безпеки по закінченні роботи

1.4.1. Робота вважається закінченою після відповідного дозволу викладача.

1.4.2. Прибирання робочого місця виконується за інструкціями, наданими викладачем.

1.4.3. З лабораторії можна вийти після дозволу викладача.

1.4.4. Ретельно вимити руки.

1.5. Вимоги безпеки при аварійній ситуації

1.5.1. Негайно припинити роботу.

1.5.2. Повідомити про випадок, що трапився викладачеві.

1.5.3. Зберегти ту обстановку, при якій відбувся нещасний випадок.

1.5.4. Не приступати до роботи на даній ділянці до отримання дозволу викладача.

1.5.5. При виникненні пожежі:

а) припинити роботу;

б) приготуватися до евакуації з приміщення;

в) організовано, по команді викладача покинути приміщення згідно з планом евакуації.

Лабораторна робота 1.
ТЕМА: МОРФОФУНКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ РИБ ТА ОРГАНІВ ЧУТТЯ РИБ

Мета заняття: вивчення особливостей нервової системи риб.

Матеріали та обладнання: плакати, гістологічні препарати, жива риба.

Завдання: 1) вивчіть теоретичний матеріал; 2) замалюйте ілюстраційний матеріал; 3) вивчіть розташування нервової системи риб, 4) вивчіть принципову будову органів чуття риб

Теоретична частина

Нервова система риб представлена центральною нервовою системою та пов'язаною з нею периферичною і вегетативною нервовою системою.

Центральна нервова система складається з головного та спинного мозку (рис. 1).

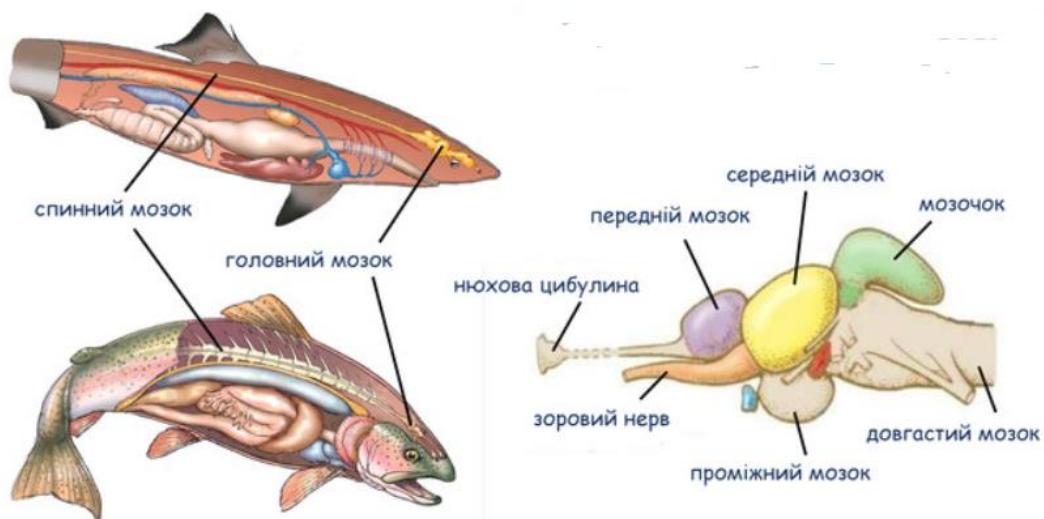


Рисунок 1. Центральна нервова система риб

До периферичної нервової системи належать нерви (рис.2), що відходять від головного та спинного мозку до органів. Вегетативна нервова система в основі своїй має численні ганглії та нерви, що іннервують м'язи внутрішніх органів і кровоносних судин серця.

Центральна нервова система має вигляд нервової трубки, що тягнеться вздовж тулуба; частина її, що лежить над хребтом і захищена верхніми дугами хребців, утворює спинний мозок, а розширена передня частина, оточена хрящовим або кістковим черепом, становить головний мозок.

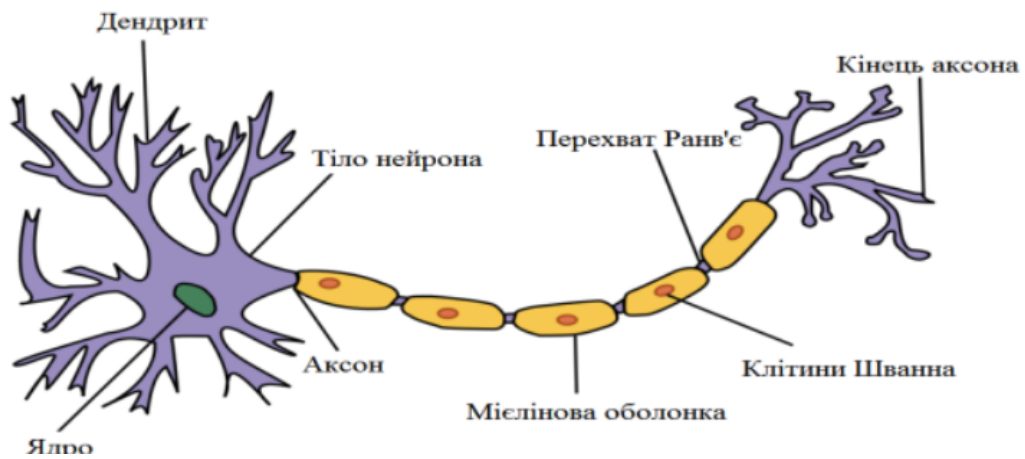


Рисунок 2. Будова нервової клітини

Трубка має всередині порожнину (невроцель), представлена в головному мозку шлуночками мозку. У товщі мозку розрізняють сіру речовину, що складається з тіл нервових клітин і коротких відростків (дендритів), і білу речовину, утворену довгими відростками нервових клітин - нейритами, або аксонами.

У будові головного мозку зберігаються примітивні риси: відділи мозку розташовуються лінійно. Виділяють передній мозок, проміжний, середній, мозочок і довгастий, що переходить у спинний мозок (рис. 1).

Від головного мозку відходить 10 пар черепно-мозкових нервів:

I - нюховий нерв (*nervus olfactorius*) - від чутливого епітелію нюхової капсули доводить подразнення до нюхових цибулин переднього мозку;

II - зоровий нерв (*nervus opticus*) - тягнеться від зорових горбів проміжного мозку до сітківки ока;

III - ококоруховий нерв (*nervus oculomotorius*) - іннервує м'язи ока, відходячи від середнього мозку;

IV - блоковий нерв (*nervus trochlearis*) - ококоруховий, тягнеться від середнього мозку до одного з м'язів ока;

V - трійчастий нерв (*nervus trigeminus*) - відходить від бічної поверхні довгастого мозку і дає три основні гілки: очноямкову, верхньощелепну і нижньощелепну;

VI - відвідний нерв (*nervus abducens*) - тягнеться від дна мозку до прямого м'яза ока;

VII - лицьовий нерв (*nervus facialis*) - відходить від довгастого мозку і дає численні розгалуження до мускулатури під'язикової дуги, слизової оболонки ротової порожнини, шкіри голови (в тому числі бічної лінії голови);

VIII - слуховий нерв (*nervus acusticus*) - пов'язує довгастий мозок і слуховий апарат;

IX - язикоглотковий нерв (*nervus glossopharyngeus*) - іде від довгастого мозку до глотки, іннервує слизову оболонку глотки та мускулатуру першої зябрової дуги;

X - блукаючий нерв (*nervus vagus*) - найдовший, пов'язує довгастий мозок зі зябровим апаратом, кишковим трактом, серцем, плавальним міхуром, бічною лінією.

Ступінь розвитку різних відділів головного мозку різний у різних груп риб і пов'язаний зі способом життя.

Органи сприйняття навколишнього середовища (органи чуття) риб мають низку особливостей, які відображають їхню пристосованість до умов життя (рис. 3).

Здатність риб сприймати інформацію з навколишнього середовища різноманітна. Їхні рецептори можуть уловлювати різні подразнення як фізичної, так і хімічної природи: тиск, звук, колір, температуру, електричні та магнітні поля, запах, смак.

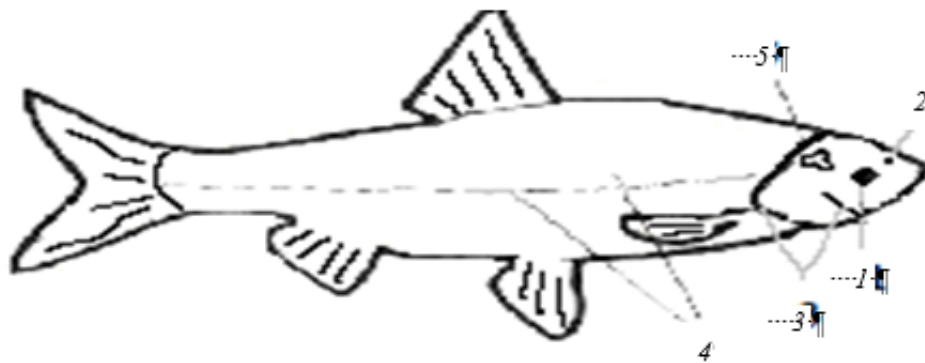


Рисунок 3. Розташування органів чуття в риб: 1 - органи зору; 2 - органи нюху; 3 - органи смаку; 4 - органи сприйняття коливання води та руху (бічна лінія); 5 - органи слуху та рівноваги

Одні подразнення сприймаються внаслідок безпосереднього дотику (дотик, смак), інші - на відстані, дистанційно.

Органи нюху розташовані в ніздрях, які в риб не наскрізні, а схожі на крихітні двогорлі колбочки, що розташовані зверху по обидва боки рила. На дні їх лежать складки нюхового епітелію, клітини якого сприймають хімічні речовини, розчинені у воді. Гострота нюху в риб надзвичайно велика. Особливо тонко розвинений він у нічних і хижих риб (сом, минь). На цей орган чуття розраховане застосування під час лову риби приманок, які пахнуть (рис. 4).

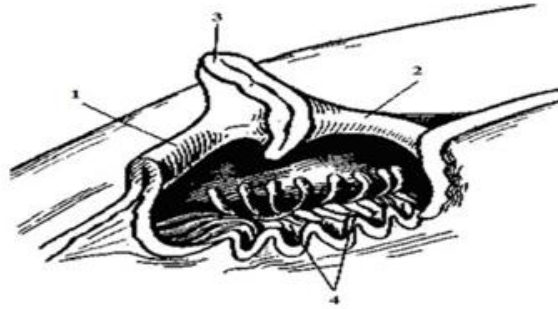


Рисунок 4. Орган нюху костистої риби:

1 - передня ніздря; 2 - задня ніздря; 3 - валик, що розділяє ніздрі; 4 - складка слизової оболонки органа

Органи смаку являють собою скупчення чутливих клітин, так звані смакові бруньки. Вони численні в ротовій порожнині, глотці, на вусиках, підборідді, зябрових дугах, на голих ділянках голови і навіть у шкірі тіла, особливо в місцях, позбавлених луски. Гольян, наприклад, здатний вловити смак крихти, що впала йому в акваріумі на хвіст.

Дуже тонко розвинене у риб температурне відчуття. Експериментально встановлено, що вони можуть розрізняти коливання в кількості тепла, що дорівнюють сотим часткам градуса. Така гостра чутливість не властива наземним тваринам. Зміни температури сприймаються спеціальними нервовими клітинами, розташованими в шкірі в точках тепла і холоду.

Органи бічної лінії є тільки в риб, деяких земноводних та їхніх личинок. З боків тіла у більшості риб (виняток становлять далеко не всі, наприклад оселедці) від голови до хвоста, іноді злегка згинаючись, тягнуться пунктирні лінії, що являють собою низку отворів, які ведуть до наповненого слизом каналу, що знаходиться під шкірою. Це і є бічна лінія (рис. 5). У слизовому каналі містяться групи чутливих клітин, що сприймають низькочастотні (дозвукові), головним чином негармонійні, коливання середовища: рух струменів води, вітрове хвилювання, коливання, що виникають внаслідок падіння у воду предмета, який впав у воду або рухається в ній.

Органи слуху риб також сприймають коливання водного середовища, але тільки більш високочастотні, гармонійні або звукові. Влаштовані вони в риб більш просто, ніж в інших тварин. Немає у риб ні зовнішнього, ні середнього вуха: вони обходяться без них через вищу проникність води для звуку. Є лише перетинчастий лабіринт, або внутрішнє вухо, укладене в кістковій стінці черепа (рис. 6).

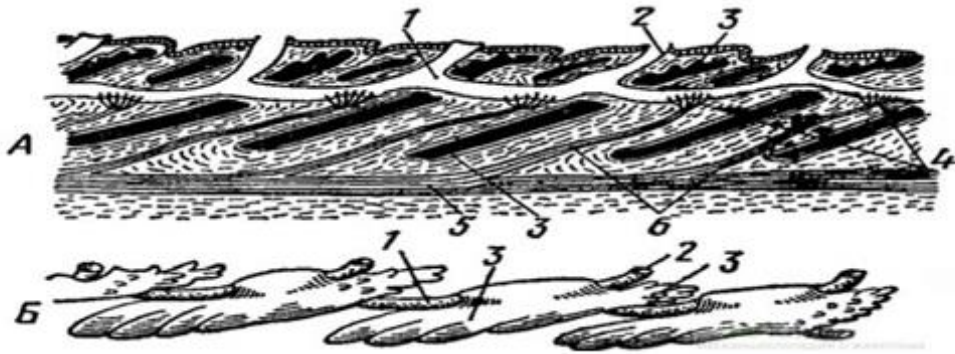


Рисунок 5. Бічна лінія костистої риби:

А - поздовжній розріз; Б - вид збоку;

1 - канал; 2 - зовнішній отвір каналу; 3 - луска; 4 - рецептори бічної лінії; 5 - бічна гілка блукаючого нерва; 6 - відгалуження нерва, що йдуть до органу бічної лінії

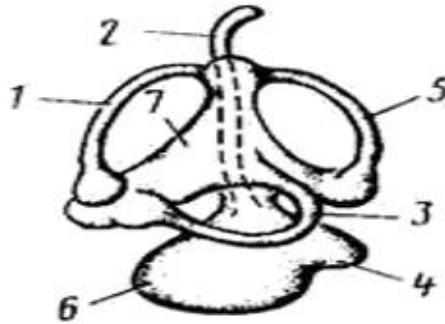


Рисунок 6. Орган слуху риб:

1 - передній канал; 2 - ендолімфатичний канал; 3 - горизонтальний канал; 4 - лагена; 5 - задній канал; 6 - саккулус; 7 - утрикулус

Очі в риб влаштовані загалом так само, як і в інших тварин, але є й істотні відмінності, викликані особливістю бачення у воді. Як відомо, світло у воді поширюється погано. Найбільша відстань, на якій риби можуть бачити в прозорій воді, 10-12 м. Нормально ж око встановлене на огляд у межах 1-2 м. Риби короткозорі за природою.

Очі у них завжди відкриті, оскільки повік немає. Кришталик кулястий. Це дає змогу вловлювати найбільшу кількість світлових променів. Унаслідок того, що око опукле і підноситься над поверхнею голови, в нього потрапляють не тільки прямі, а й косі промені - спереду, зверху, знизу і з боків (рис.7).

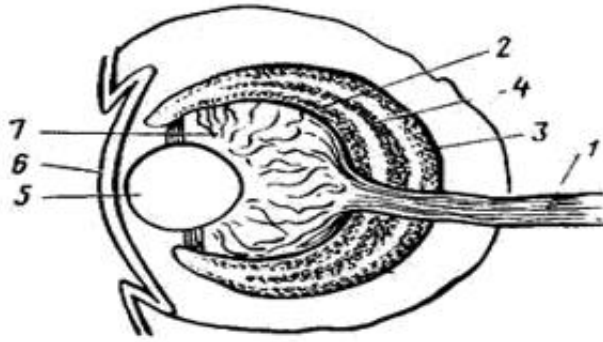


Рисунок 7. Будова ока костистих риб:

1 - оптичний нерв; 2 - гангліозні клітини; 3 - шар паличок і колбочок; 4 - сітківка; 5 - кришталік; 6 - рогівка; 7 - склоподібне тіло

Поле зору в риб велике: по горизонталі око охоплює кут у $160-170^\circ$, по вертикалі - близько 150° . Але кожне око при цьому дає власне зображення, тобто зір монокулярний.

З-під води риба може бачити тільки ті предмети, від яких промені падають в її око під кутом не більше 48° до вертикалі. Усе, що знаходиться під більшим кутом, приховано від неї. Людина, що сидить на низькому березі або в човні, має бути невидимою для риби. Вона може виявити її присутність лише за коливанням води або виробленим нею шумом. Рух людини берегом вона нерідко не стільки бачить, скільки чує.

Властиво рибі розрізняти і кольори. Особливо добре розпізнають забарвлення предметів риби, що ведуть денний спосіб життя.

Питання для самоперевірки

1. Опишіть нервову систему риб.
2. Де в риб розташований головний мозок і чим він представлений?
3. Скільки відділів у головному мозку риб?
4. Які центри розташовані в кожному з відділів головного мозку риб?
5. Опишіть органи чуття риб.
6. Які особливості органів слуху та зору риб?
7. Що являють собою органи бічної лінії риб?

Лабораторна робота № 2.

ТЕМА: МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КРОВОНОСНОЇ СИСТЕМИ РИБ. ВЗЯТТЯ КРОВІ У РИБ

Мета заняття: вивчення особливостей кровоносної системи риб, вивчення та відпрацювання методів взяття крові у риб.

Матеріали та обладнання: плакати, гістологічні препарати, жива риба., набір інструментів - скальпель, ножиці, медичні порожнисті голки, пастерівські піпетки; марля, вата; 3,8% розчин лимоннокислого або щавелевокислого натрію.

Завдання: вивчити теоретичний матеріал; замалювати ілюстративний матеріал; вивчити розташування органів кровоносної системи риб, відпрацювати методи взяття крові у риб з зябрової вени, серця і хвостової артерії;

Теоретична частина

Головною відмінністю кровоносної системи риб від інших хребетних є наявність одного кола кровообігу і двокамерного серця, наповненого венозною кров'ю. Кровообіг у риб відбувається за системою замкнутих порожнистих органів. Ця система включає серце, ряд артеріальних кровоносних судин, а також ряд венозних судин (рис. 8).

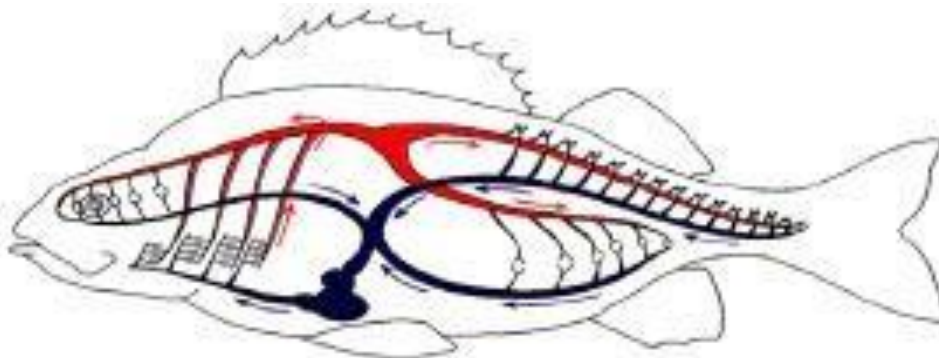


Рисунок 8 Схема руху крові риб

Будова серця риб. Серце (cor) костистих риб двокамерне, але складається з чотирьох відділів: венозного синуса, передсердя, шлуночка і цибулини (бульбус) аорти. Через серце проходить чисто венозна кров. Скороченням м'язів шлуночка кров проштовхується в черевну аорту. Серце лежить в вентральній частині зябрової області позаду краю нижньої щелепи (у щелепної і під'язикової дуг). На кордоні передсердя і венозного синуса розташовані відносно щільні півмісяцеві (синоатріальні) клапани. Дія цих клапанів - перешкоджати зворотному току крові з передсердя в венозний синус при скороченні передсердя. У місці з'єднання передсердя і шлуночка

є два атріовентрікулярних клапана. Вони мають вигляд кишень, відкрита сторона яких спрямована в бік шлуночка.

На кордоні шлуночка і черевної аорти розташовані два напівмісячних клапана. Вони півмісяцевої форми і зовнішніми краями прикріплені до правої і лівої стінок порожнини шлуночка і частково до стінки аорти. Кровоносні судини представлені у вигляді трубочок, що переносять кров. Вони бувають трьох типів: вени, артерії і капіляри. Кров виходить з серця і по артеріях (збагачуючись киснем в зябрах) розноситься по всьому організму риб, а потім по венах повертається назад. Капіляри ж, омиваючи тканини, з'єднують вени і артерії.

Кровоносні судини представлені у вигляді трубочок, що переносять кров. Вони бувають трьох типів: вени, артерії та капіляри.

Кров виходить із серця і артеріями (збагачуючись киснем у зябрах) розноситься по всьому організму риб, а потім венами повертається назад. Капіляри ж, омиваючи тканини, з'єднують вени й артерії. Будова стінок судин кровоносної системи представлена на рисунку 9.

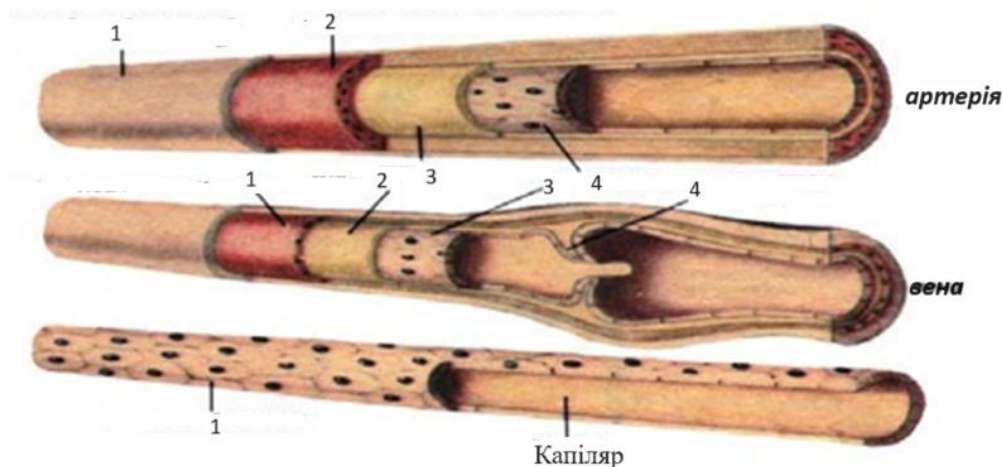


Рисунок 9. Будова стінок судин кровоносної системи:

Артерія: 1 – зовнішній шар щільної сполучної тканини, 2 – товстий шар гладких м'язів, 3 – еластичні волокна, 4 – внутрішній шар клітин;
Вена: 1 – тонкий шар гладких м'язів, 2 - еластичні волокна, 3 – внутрішній шар клітин; 4 – клапан;
Капіляр: 1 – один шар клітин.

Кровоносні судини густою сіткою охоплюють увесь організм риб, доставляючи кисень (необхідний для хімічних реакцій окиснення) і прибираючи надлишки вуглекислого газу.

СПОСОБИ ВЗЯТТЯ КРОВІ У РИБ

У рибництві для оцінки фізіологічного стану риб часто використовують показники крові. Початковим етапом аналізу крові є відбір проб, зроблений різними способами. Необхідно пам'ятати, що взята від риби кров здатна швидко згортатися. На згортання крові впливають безліч різноманітних факторів (видова приналежність риб, температура води, наявність в крові токсинів і ін.). Тому дослідник повинен в більш короткий термін (20-30 с), поки кров ще не згорнулася, зуміти від кожної риби взяти максимальну кількість проб на різні досліджувані показники. Особливо це стосується цінних екземплярів риб або випадків обмеження дослідника матеріалом, повторне отримання якого ускладнено.

Безпосередньо перед дослідженням рибу акуратно витягують рибальським приладом (наприклад, сачком) з води, загортають в чисту марлю (або рушник) і відразу ж приступають до взяття крові. При цьому необхідно дуже акуратно працювати з матеріалом, виключивши травматизм риби. Місце, звідки передбачається взяття крові, звільняють від слизу і надлишку вологи за допомогою ватно-марлевого тампона. Залежно від поставлених завдань проби крові одержують різними способами.

1. Взяття крові з зябрової вени.

Пальцями лівої руки злегка відводять зяброву кришку в бік. За допомогою пастерівської піпетки або інсулінового шприца, який треба попередньо ретельно обполоснути в розчині антикоагулянту (3,8% розчин лимоннокислого натрію або гепарину), роблять укол в зяброву вену біля основи зябрових пелюсток в області нижньої третини зябрової дужки. При використанні пастерівської піпетки чекають, коли вона наповниться кров'ю.

2. Взяття крові з серця.

Проводиться інсуліновою голкою або пастерівською піпеткою. Місце уколу знаходиться в середині відрізка, що з'єднує основи грудних плавців. Голку вводять в серце під кутом 45° щодо вентральної поверхні тіла. У разі правильного потраплення голки в порожнину серця відзначається ясна кровотеча в місці пункції. У разі отримання чистої крові необхідно місце уколу звільнити від слизу, продезінфікувати спиртом. При посмертному відборі проб крові її легко можна взяти безпосередньо з серця після розтину риби.

3. Взяття крові з хвостової артерії (рис. 10).

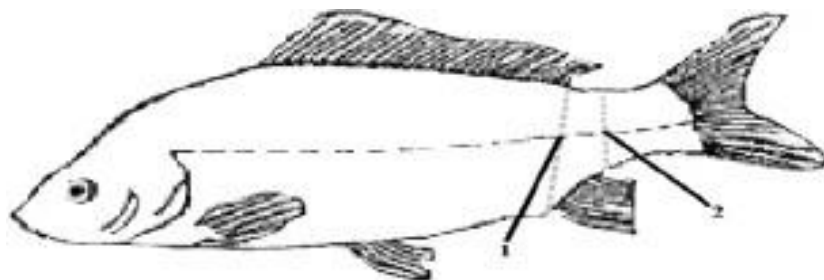


Рисунок 10. Місце відбору крові у риб

Проводиться двома способами:

➤ шляхом відсікання хвостового стебла ножицями. У великих риб кров, як правило, відбирають в заздалегідь оброблену антикоагулянтном посудину, у дрібних - пастерівською піпеткою з місця кровотечі.

Спосіб не є ідеальним, так як кров в даному випадку можливо буде розбавлена міжклітинною рідиною і слизом, що не відобразить реальної картини;

➤ шляхом повільного занурення порожнистої інсулінової голки на лінії перетину позаду анального плавника з бічною лінією під кутом 45 ° до упору голки в хребет риби. При цьому лусочки в місці пункції акуратно відводять в сторону, а шкіру в місці уколу протирають марлею, прибираючи слиз.

Питання для самоперевірки

1. Скільки кіл кровообігу у риб?
2. Де у риб відбувається перетворення венозної крові в артеріальну?
3. Скільки відділів має серце риб?
4. Які види клапанів знаходяться в серці у риб?
5. Які відмінності в будові судин кровоносної системи риб?
6. Які основні методи взяття крові, що застосовуються в гематології?
7. Які методи відбору проб крові найбільш нешкідливі для організму риб?
8. Назвіть основну умову правильного відбору проб крові.

Лабораторна робота № 3.

ТЕМА: МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СЕЧОСТАТЕВОЇ СИСТЕМИ РИБ

Мета заняття: вивчення особливостей сечостатевої системи риб.

Матеріали та обладнання: плакати, гістологічні препарати, жива риба.

Завдання: 1) вивчіть теоретичний матеріал; 2) замалюйте ілюстраційний матеріал; 3) вивчіть принципову будову сечостатевої системи риб.

Теоретична частина

Задню частину порожнини тіла риби займають органи розмноження. Якщо взяти рибу незадовго до того часу, коли відбувається її нерест, то можна знайти ці органи сильно збільшеними. У самки окуня побачимо при розтині великий жовтуватий яєчник (ястик), що лежить на правому боці. У більшості інших видів риб самки мають пару яєчників у вигляді двох мішків, що лежать уздовж тіла над кишечником. До часу нересту в яєчниках утворюється величезна кількість дрібних яєць, які у риб називають ікрою.

Молоки самців бувають білуватого кольору і не так сильно набухають під час нересту, як яєчники, оскільки сперматозоїди, що утворюються в них, набагато дрібніші за ікринки і помітні тільки під мікроскопом. Але доти, доки статеві продукти у риб ще не почали дозрівати, яєчники і насінники бувають дуже схожі за загальним виглядом, і тоді буває не так легко визначити, самець перед вами чи самка.

Процес формування статевих клітин називається гаметогенезом.

У риб розрізняють сперматогенез - формування чоловічих статевих клітин та овогенез - формування жіночих статевих клітин. За тим, що відбувається з ДНК, ці процеси практично не розрізняються: одна вихідна диплоїдна клітина дає чотири гаплоїдні. Однак за тим, що відбувається з цитоплазмою, ці процеси кардинально різняться. У яйцеклітині (рис. 11) накопичуються поживні речовини, які потрібні надалі для розвитку зародка, тому яйцеклітина - це дуже велика клітина, і коли вона ділиться, поживні речовини мають зберігатися для майбутнього зародка, у зв'язку з чим поділ цитоплазми несиметричний.

Для того щоб зберегти всі запаси цитоплазми і при цьому позбутися непотрібного генетичного матеріалу, від цитоплазми відокремлюються полярні тільця, які містять дуже мало цитоплазми, але дають змогу поділити хромосомний набір.

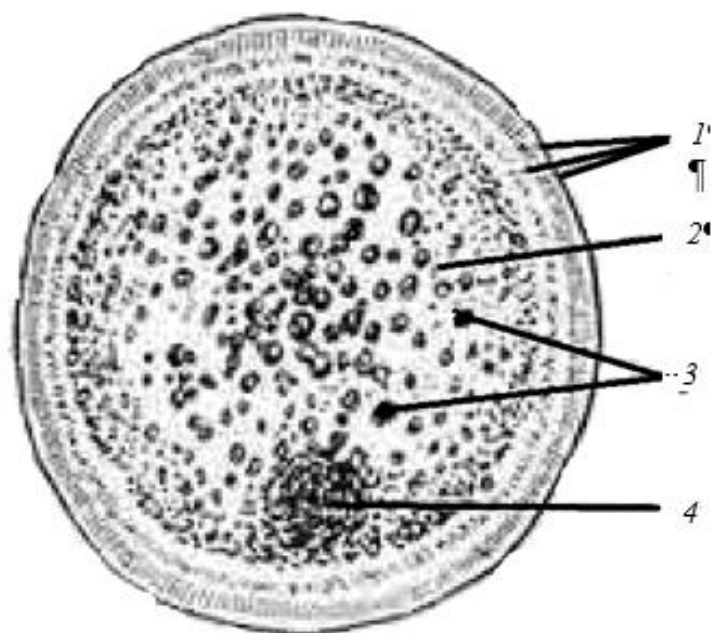


Рисунок 11. Будова яйцеклітини (ікринки) риб: 1 – оболонка, 2 – жовткова маса, 3 – жирові краплі, 4 – зародковий пухирець

Полярні тільця відокремлюються під час першого та другого поділів мейозу. Вихідна клітина, з якої згодом утворюється зріла яйцеклітина, називається овоцитом першого порядку (фаза поділу). Після поділу з нього утворюється овоцит другого порядку (фаза росту) і перше полярне тільце. Потім відбувається другий поділ мейозу, внаслідок якого утворюються гаплоїдний ооцид і друге полярне тільце (фаза дозрівання) (рис. 12).

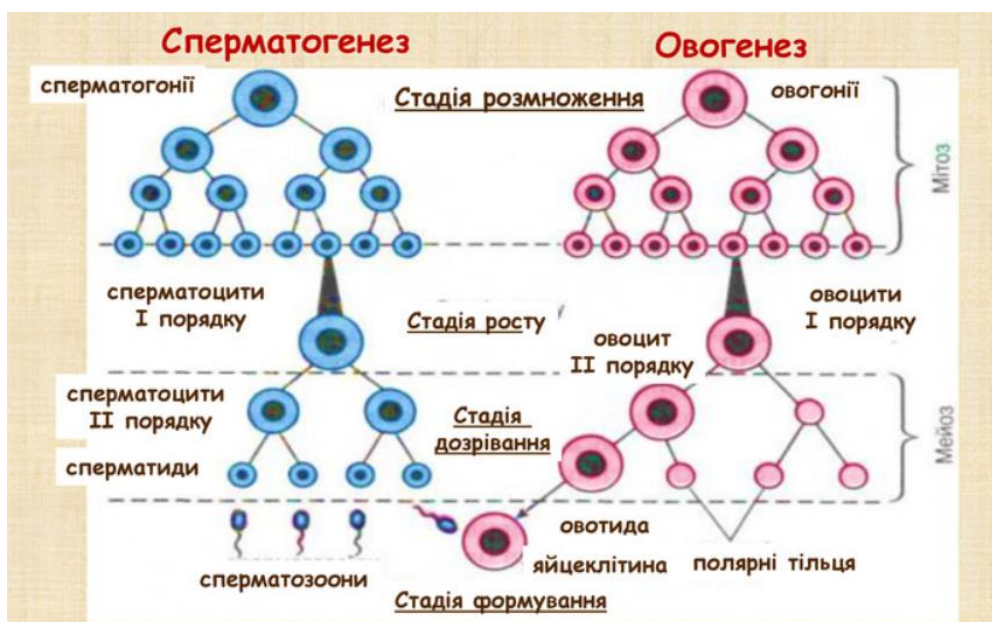


Рисунок 12. Схема гаметогенезу

Перше полярне тільце за цей час також встигає поділитися, таким чином, усього виходить три гаплоїдних полярних тільця. В оотиді відбуваються деякі процеси дозрівання, і він перетворюється на яйцеклітину, яка містить майже всю цитоплазму вихідного овоцита, але гаплоїдний набір хромосом. Ці хромосоми вже пройшли рекомбінацію, тобто якщо початково клітини містять одну хромосому від матері, одну від батька, то в зрілій яйцеклітині в кожній хромосомі чергуються шматки, отримані від одного і другого батька. Під час сперматогенезу цитоплазма вихідного сперматоцита першого порядку ділиться (перший поділ мейозу) порівну між клітинами, даючи сперматоцити другого порядку. Другий поділ мейозу призводить до утворення гаплоїдних сперматоцитів другого порядку. Потім відбувається дозрівання без поділу клітини, більша частина цитоплазми відкидається і утворюються сперматозоїди (рис. 13), які містять гаплоїдний набір хромосом і дуже мало цитоплазми.

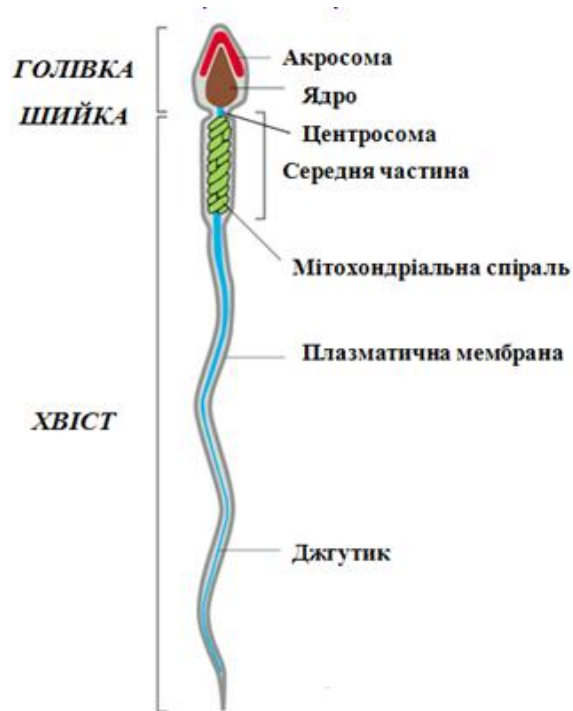


Рисунок 13. Будова сперматозоїда

Запліднене яйце називають зиготою (від грец. *zygotos* - з'єднаний разом).

На відміну від вищих хребетних, які мають компактну тазову нирку (метанефрос), риби мають більш примітивну тулубову нирку (мезонефрос), а їхні зародки - передпихвинну (пронефрос). У деяких видів (бичок, бельдюга, кефаль) передпочка в тому чи іншому вигляді виконує видільну функцію і в дорослих особин; у більшості ж дорослих риб функціонуючою ниркою стає мезонефрос.

У процесі обміну речовин у тілі тварини, окрім вуглекислого газу, утворюються й інші "відходи" (сечовина та деякі кислоти), які також мають бути видалені з тіла. Кров приносить їх до нирок, де ці речовини виділяються з неї у вигляді сечі. Від нирок ідуть вивідні протоки - сечоводи; потім вони з'єднуються в одну загальну протоку, і на ній утворюється невелике розширення - сечовий міхур.

Нирки - парні темно-червоні утворення, що тягнуться вздовж хребта і щільно прилягають до нього над плавальним міхуром (рис. 14). У нирці виділяють передній відділ (головна нирка), середній і задній. Артеріальна кров надходить у нирки по ниркових артеріях, венозна - по ворітних венах нирок.

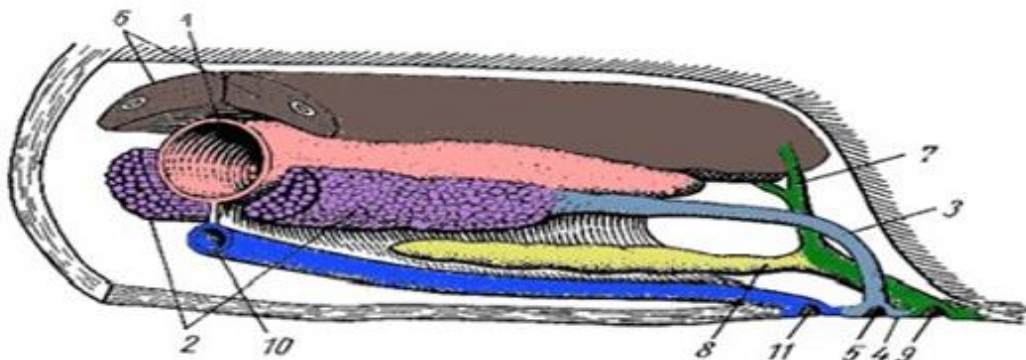


Рисунок 14. Сечостатева система риб (на прикладі щуки звичайної):
 1 - плавальний міхур; 2 - яєчник; 3 - вивідна протока яєчника; 4 - сечостатеви сосочок; 5 - статевий отвір; 6 - нирки; 7 - сечовід; 8 - сечовий міхур; 10 - кишечник; 11 - анальний отвір

Морфофізіологічним елементом нирки є звивистий нирковий сечовий каналець, один кінець якого розширюється в мальпігієве тільце, а інший відходить до сечоводу. Залозисті клітини стінок секретують продукти азотистого розпаду (сечовину), які потрапляють у просвіт каналців. Тут же, у стінках каналців, відбувається зворотне всмоктування води, цукрів, вітамінів із фільтрату мальпігієвих тілець.

Мальпігієве тільце являє собою клубочок артеріальних капілярів, що охоплюється розширеними стінками каналця, і утворює боуменову капсулу. У примітивних форм (акули, скати, осетрові) перед капсулою від каналця відходить миготлива воронка. Мальпігієвий клубочок слугує апаратом фільтрації рідких продуктів обміну. У фільтрат потрапляють як продукти обміну, так і важливі для організму речовини. Стінки ниркових каналців пронизані капілярами ворітних вен і судин із боуменових капсул.

Очищена кров повертається в судинну систему нирок (ниркову вену), а відфільтровані з крові продукти обміну та сечовина виводяться через каналець у сечовід. Сечоводи виливаються в сечовий міхур (сечовий

синус), а потім сеча виводиться назовні в самців більшості костистих риб через сечостатевий отвір позаду ануса, а в самок костистих риб і самців лососевих, оселедців, щуки та деяких інших - через анальний отвір. У акул і скатів сечовід відкривається в клоаку.

У процесах виділення та водно-сольового обміну крім нирок беруть участь шкіра, зябровий епітелій, травна система.

Статева система риб включає такі утворення: 1) статеві залози, або гонади, - насінники в самців та яєчники, або ястики, у самок, у яких розвиваються статеві клітини та виробляються статеві гормони; 2) статеві шляхи - сім'явивідники в самців та яйцеводи в самок, якими статеві продукти виводяться в зовнішнє середовище.

Статеві залози у самців і самок щуки парні, вони розташовуються з боків і дещо донизу від плавального міхура, до якого прикріплені брижійкою.

Сім'яники мають вигляд нешироких стрічок молочно-білого або трохи жовтуватого кольору. На всьому протязі по брижі до сім'яників підходять кровоносні судини.

Яєчники щуки парні. Вони займають майже те саме положення, що і сім'яники. Через тонкі стінки яєчника чітко просвічуються темно-жовті ікринки, які й дають колір всій залозі. Задні кінці яєчника, звужуючись, переходять у яйцепроводи.

Яйцеводи являють собою самостійні утворення і не пов'язані за походженням з мюллеровими протоками.

У риб яєчник утворений складками очеревини, всередині яких і відбувається дозрівання яйцеклітин. Дозрівання яйцевих клітин у риб йде складніше, ніж у ссавців. Клітини перебувають на різних стадіях розвитку. Найдрібніші - овогонії - не беруть участі в цьому нересті.

При зовнішньому огляді риби та її внутрішніх органів у ранньому періоді розвитку визначити стать, як правило, не представляється можливим, і особини класифікуються як ювенільні.

Ранні стадії розвитку гонад досить складні та різноманітні. Первинні статеві клітини мають здатність розвиватися як за чоловічим, так і за жіночим типом. Співвідношення жіночих і чоловічих статевих гормонів в організмі риби обумовлює шлях розвитку первинних статевих клітин. Особливо велика в цьому роль гормонів гіпофіза.

Питання для самоперевірки

1. Що таке гаметогенез?
2. Опишіть видільну систему риб.
3. Що являють собою ястик і сім'яник?

Лабораторна робота № 4.

ТЕМА: МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РИБ. ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ, ВМІСТУ ВУГЛЕКИСЛОТИ ТА КИСНЮ НА ДИХАННЯ РИБ

Мета заняття: вивчення особливостей будови органів дихання риб, вивчення впливу температури води, вмісту вуглекислоти та кисню в ній на дихання риб.

Матеріали та обладнання: плакати, жива риба, акваріум, термостат, оксиметр, секундомір.

Завдання: 1) вивчіть теоретичний матеріал; 2) замалюйте ілюстраційний матеріал; 3) визначте кількість дихальних рухів за різної температури води.

Теоретична частина

Основними органами дихання дорослих риб є зябра (ектодермального походження). Головна функція зябер - це газообмін (поглинання кисню і виділення вуглекислого газу), вони беруть участь також у водно-сольовому обміні, виділяють аміак і сечовину. У костистих риб є чотири зяброві дуги і стільки ж повних зябер (задня п'ята зяброва дуга зябер не несе зябер). Кожна зябра складається з двох напівзябер, але у зв'язку з наявністю розвиненої зябрової кришки міжзяброва перегородка повністю редукується, і зяброві пелюстки прикріплюються безпосередньо до зябрової дуги, що збільшує дихальну поверхню зябер. Основу зябра становить кісткова зяброва дуга, на якій розташовуються зяброві пелюстки трикутної форми (рис. 21).

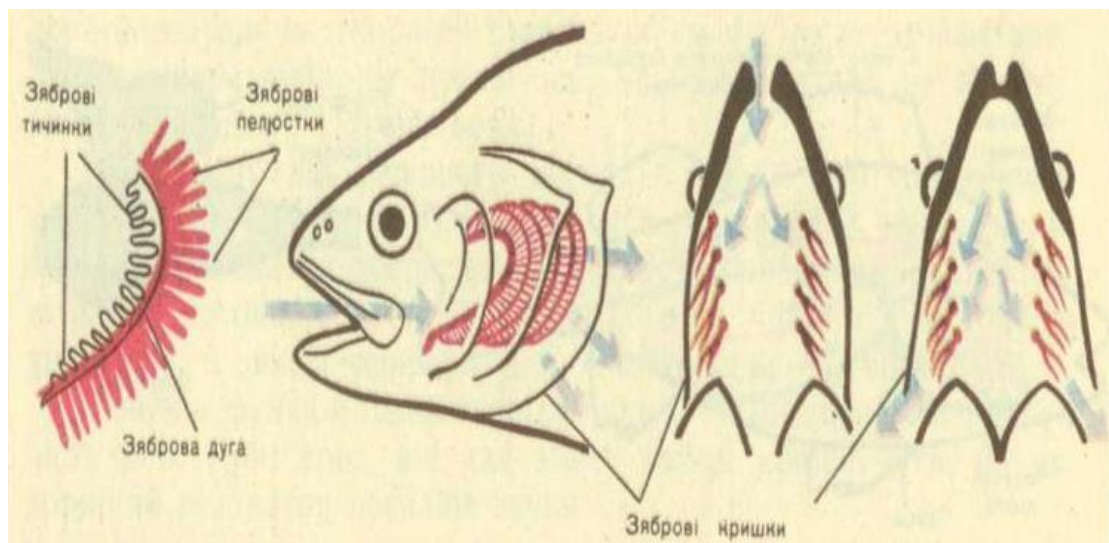


Рисунок. 21. Зябра риб.

У більшості хрящових риб є п'ять пар зябрових отворів (у деяких 6-7) і стільки ж зябрових дуг. Зябрової кришки немає, виняток становлять цільноголові (химери), у яких зяброві щілини прикриті шкірною складкою. У акул зяброві отвори розташовуються з боків голови, у скатів - на нижній поверхні тіла. Кожна зябра хрящових риб, як і кісткових, складається: 1) зі зябрової дуги; 2) зябрових пелюсток; 3) зябрових тичинок.

У хрящових риб до органів дихання можуть бути віднесені бризгальці, що являють собою рудиментарну зяброву щілину. Вони розташовуються позаду очей і сполучаються з ротоглотковою порожниною (рис. 22). На передній стінці бризгальця є клапани, а на задній - помилкова зябра, що постачає кров'ю органи зору. Бризгальця є у хрящових і осетрових. У хрящових риб, на відміну від кісткових, зябра не виділяють продукти азотистого обміну та солі.

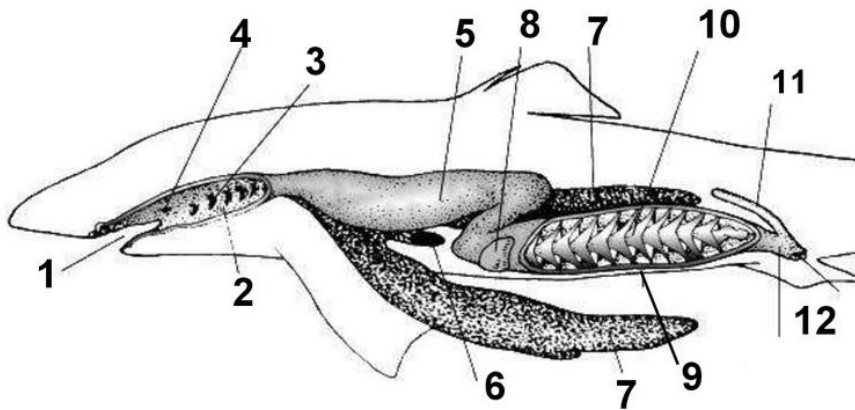


Рисунок. 22. Розташування зябрових щілин -3 і бризгальця – 4 в хрящової риби

Схема дихання кісткових риб така: під час зябрового дихання вода через рот надходить до глотки, проходить між зябровими пелюстками, віддає кисень у кров, отримує вуглекислоту й виходить зі зябрової порожнини назовні (рис. 23).

Зяброве дихання може бути двох видів: 1) активне - вода через ротовий отвір засмоктується в глотку й омиває зяброві пелюстки завдяки руху зябрових кришок (у всіх риб); 2) пасивне - риби плавають з прочиненим ротом і зябровими кришками, а струм води створюється за рахунок руху самої риби (у риб, які мешкають у воді з високим вмістом кисню). Додаткові органи дихання. У процесі еволюції в кісткових риб, що живуть у водоймах, у яких існує дефіцит кисню, а також за недостатньої розвиненості основних органів дихання (зябер) розвинулися додаткові органи дихання. У ембріонів риб дихання здійснюється за рахунок розвиненої мережі кровоносних судин на жовтковому мішку і в плавниковій складці.

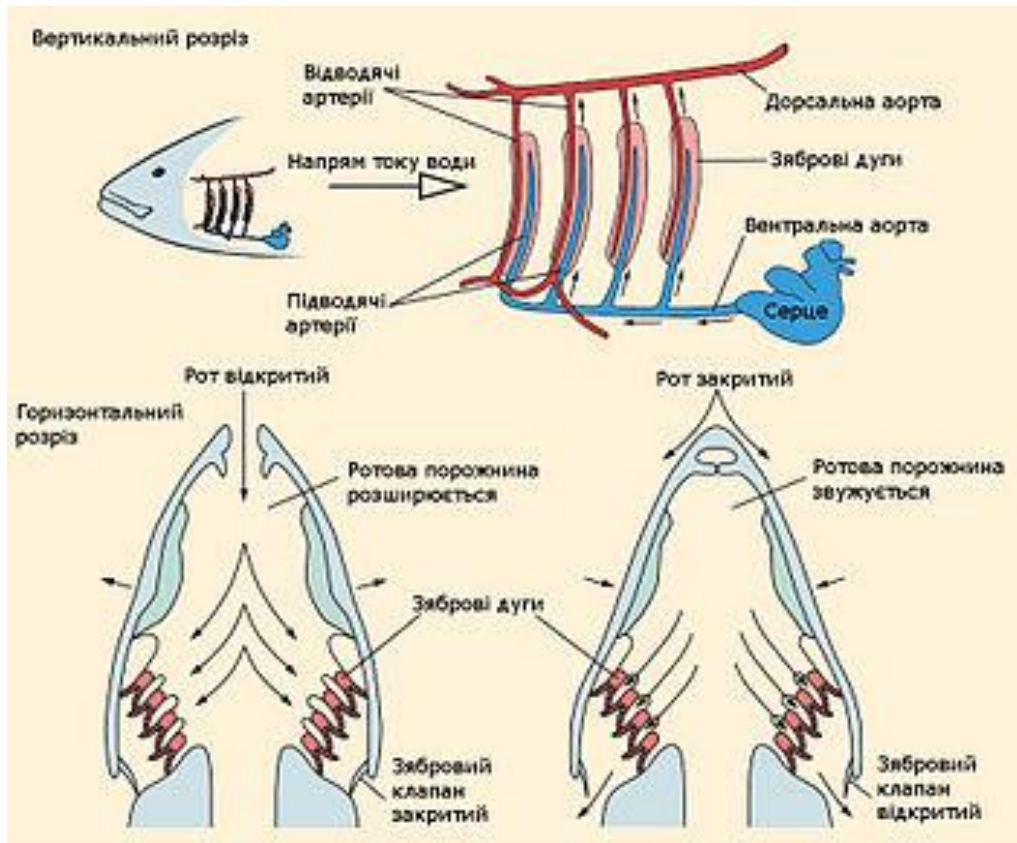


Рисунок. 23. Схема проходження води через ротову порожнину риб.
Вертикальний розріз

У личинок деяких риб розвиваються зовнішні зябра - вирости шкіри, забезпечені кровоносними судинами (дводишні, багатопер, в'юн та ін.) (рис. 24).

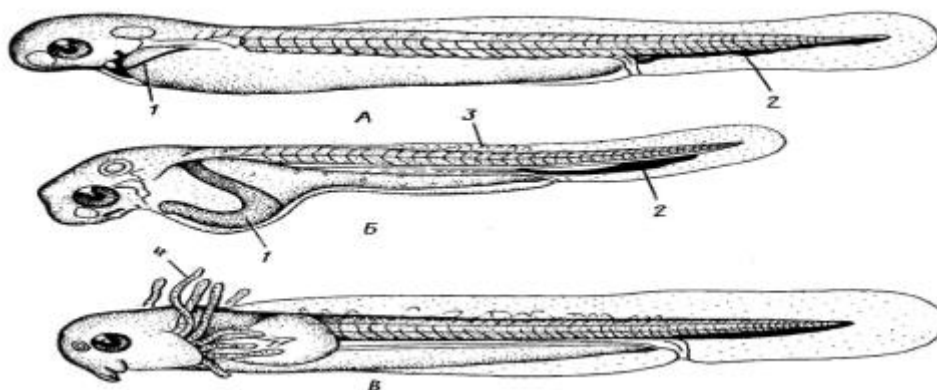


Рисунок. 24. Ембріональні органи дихання риб: А - пелагічна риба; Б - короп; В - в'юн; 1 - кюв'єрові протоки; 2 - нижня хвостова вена; 3 - мережа капілярів; 4 - зовнішні зябра

До додаткових органів дихання також належать: шкірне дихання, яке притаманне майже всім риbam; повітряне дихання, що здійснюється за допомогою надзубрових органів, пронизаних густою мережею кровоносних капілярів (змієголови); кишкове дихання, яке відбувається завдяки тому, що внутрішня поверхня частини кишечника позбавлена травних залоз і пронизана густою мережею кровоносних капілярів, де відбувається газообмін (в'юн, тропічні соми); плавальний міхур рыб, що також бере участь у газообміні (багатопер, амія, панцирна щука) (рис. 25).

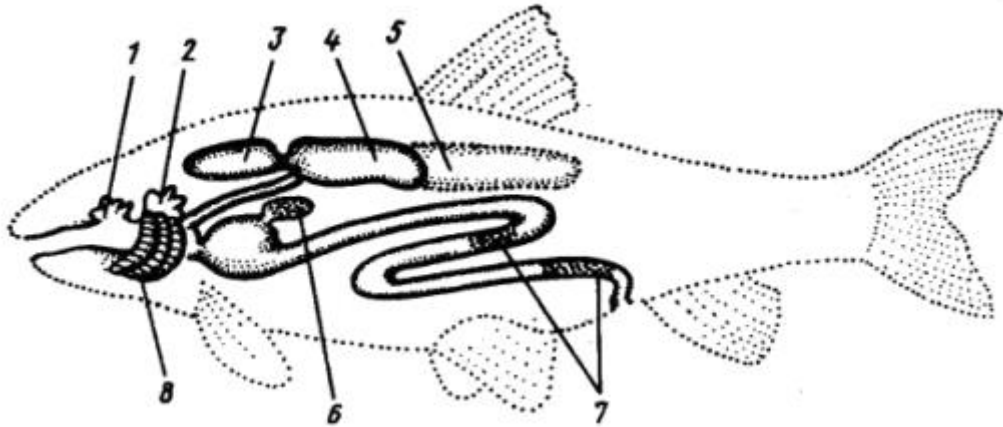


Рисунок. 25. Додаткові органи дихання рыб:

1 - випинання в ротовій порожнині; 2 - надзуберний орган; 3-5 - відділи плавального міхура; 6 - випинання в шлунку; 7 - ділянка поглинання кисню в кишечнику; 8 – зябра

Вважається, що найсильніший вплив на дихальний центр довгастого мозку чинять гази крові. У рыб підвищення напруги вуглекислоти за незмінного вмісту кисню викликає збудження центру дихання. Нестача кисню за незмінної напруги вуглекислоти також супроводжується збудженням дихального центру, що виражається в рыб прискореними рухами зябрових кришок. Організм рыб відповідає на нестачу кисню у воді підвищенням активності дихання, причому відбувається посилення роботи як всмоктувального, так і нагнітального апарату дихання. Уже невеликі концентрації вуглекислоти, нижчі за 1 % атмосферного тиску, чинять шкідливу дію на дихання рыб. Оскільки у воді, багатій вуглекислотою, остання не може дифундувати з крові назовні, кров накопичує неприродно високу кількість вуглекислоти. Внаслідок цього напруга, за якої відбувається насичення гемоглобіну киснем, стає набагато вищою, ніж у нормі, тому, незважаючи на повне насичення або навіть перенасичення води, що вдихається, киснем, кров захоплює його недостатньо точно. Таким чином, споживання кисню рибами знижується.

Однак, незважаючи на те, що риби дуже чутливі до підвищення концентрації вуглекислоти.

нію концентрації вуглекислоти, в природних умовах шкідлива дія її проявляється рідко, оскільки активною є тільки вільна вуглекислота, вміст якої зазвичай дуже невеликий.

Риби реагують на нестачу кисню загалом так само, як і інші хребетні тварини: нестача кисню викликає в них збудження дихального центру, що супроводжується посиленням і почастішанням дихальних рухів.

Хід роботи.

У заздалегідь приготовлені акваріуми помістіть риб. Поступово збільшуйте і зменшуйте температуру води, фіксуючи при цьому вміст кисню за допомогою оксиметра і число дихальних рухів. Дані досліду занесіть у таблицю.

Таблиця. Залежність числа дихальних рухів від температури води та вмісту кисню

Вид риби	Температура води, °С	Вміст кисню у воді, мг/л	Число зябрових рухів, шт/хв

Питання для самоперевірки

1. Що є основним органом дихання риб?
2. Назвіть структурні елементи зябер.
3. Які додаткові органи дихання риб ви знаєте і чому вони розвинулися?
4. Перелічіть види риб, для яких властиве дихання додатковими органами.
5. Яку функцію в газообміні виконують зяброві пелюстки?
6. У якому напрямку вода проходить через зябра риб, через рот до зябрових щілин чи навпаки?
7. Який тип вентиляції зябер називають "таранним"?
8. Назвіть чинники, від яких може залежати частота дихальних рухів риб.
9. Для яких риб шкірне дихання стає основним?
10. Яким чином риби реагують на нестачу кисню у воді?
11. Як змінюється число зябрових рухів у різних видів риб зі збільшенням і зниженням температури води?

Лабораторна робота № 5.

ТЕМА: ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИВЛЕННЯ РИБ. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛУНКОВОГО СОКУ РИБ

Мета заняття: ознайомитися основними методами вивчення живлення риб, вивчення шлункового соку риб, навчитися самостійно відбирати проби та аналізувати матеріал.

Матеріали та обладнання: Свіжа риба – 5-8 видів. Інструменти: ножиці, скальпель, препарувальні голки, лінійка, кювети, чашки Петрі, пінцет, фільтрувальний папір, товста нитка, мікроскоп, торсійні, аптечні та технічні терези, формалін, вата, пінцет, 0,1 N розчин NaOH, рН- метр (або лакмусовий папір).

Завдання: ознайомитися з теоретичною частиною; дослідити рН шлункового соку у хижих і мирних риб; зробити висновки.

Теоретична частина

Існують два методи збору та обробки матеріалів по вивченню живлення: індивідуальний і груповий. У разі індивідуального збору кожен рибину аналізують окремо, у разі групового – всі тракти збирають від групи риб і їх вміст обробляють як одне ціле.

Матеріал збирають активними засобами лову (волокушами, неводами, тралами), які не залишаються у воді протягом тривалого часу. Вибірка для проби на живлення повинна складатися з 10-100 особин, залежно від методу вивчення та цілей досліджень. Збір проб для вивчення живлення молоді риб проводиться в затоках і на мілководдях водосховищ за допомогою малькової таканки, довжиною 10 м, виготовленої з капронової делі №6. В пробі повинно бути не менше 25 екземплярів молоді кожного виду. Водночас з відбором проб на живлення беруть у тих же місцях гідробіологічні проби (бентос, планктон, нектон та н.), обов'язково проводять гідрохімічні та гідрологічні дослідження. Під час вивчення живлення молоді риб в журналі додатково записують дані щодо характеру біотопу (грунти, рослинність тощо), погодні умови.

Для вивчення живлення риб в місцях їх вилову необхідно провадити збір за наступною схемою:

1. Виловлену рибу вимірюють і зважують;
2. Рибу довжиною до 20 см фіксують цілком;
3. У риб довжиною понад 20 см беруть лише кишечники, які необхідно відрізати від стравоходу до анального отвору;
4. Кожен кишечник загортають в марлеву серветку з етикеткою і фіксувати у 4% формаліні;

5. Проби необхідно фіксувати і зберігати в скляних великих банках;

З метою вивчення добового ходу живлення риб проби відбираються кожні 2 години протягом 1,5 доби.

Ступінь наповнення їжею для кожного відділу шлунково-кишкового тракту оцінюють за шкалою Лебедева:

- пусто;
- одиночно;
- мале наповнення;
- середнє наповнення;
- багато, повний шлунок або відділ кишечника; 5 – маса, розтягнутий

кишечник.

Наповнення шлунково-кишкового тракту записують тризначним числом.

Наприклад, 321 – наповнення стравоходу – 3, шлунку – 2, кишечника – 1.

Ступінь перетравлення їжі оцінюють за такою схемою: 1 – організми добре збереглися;

- організми трохи перетравлені, визначення видів можливе;
- напівперетравлені організми, частково ушкоджені, але визначення за окремими частинами можливе;
- дуже перетравлені організми, сильно ушкоджені, але визначення за окремими частинами можливе;
- зовсім невизначена маса.

Ступінь перетравлення їжі визначають також у кожному відділі тракту та записують тризначним числом. З усіх методів цифрової обробки матеріалів для визначення живлення риб найбільш точним є метод індексів. Індекс наповнення кишечника кількісно характеризує інтенсивність живлення риб. Визначають за відношенням маси кормової грудки або її окремих компонентів до маси риби. Розрізняють загальні індекси наповнення кишечника (на основі маси всієї кормової грудки) і індекси наповнення кишечника (на основі маси окремих кормових компонентів). Індекс наповнення кишечника виражають у відсотках, проте часто, щоб запобігти їх поданню у вигляді дробів, прийнято перемножувати індекс на 10000 або виражати в процентилях.

Хід роботи

I. Визначення живлення риб

1. Провести біологічний аналіз кожного екземпляра: визначити стандартну й промислову довжини тіла, масу та вік риби.

2. Зробити розтин риби ножицями або скальпелем по

черевній стороні від анального отвору до голови. Шлунково-кишковий тракт вирізати від стравоходу до анального отвору. Передній та задній кінці тракту зав'язати ниткою, щоб запобігти випаданню їжі.

3. Визначити масу тіла риби без внутрішніх органів, стать і стадію зрілості статевих продуктів.

4. За шестибальною шкалою Лебедева оцінити ступінь наповнення їжею шлунково-кишкового тракту;

5. Тракт розрізати на три відділи, вміст кожного за допомогою скальпеля перенести у чашки Петрі. Харчову грудку висушити фільтрувальним папером і зважити.

6. Вміст кожного відділу розглянути під мікроскопом. Визначити ступінь перетравлення їжі.

7. Визначити індекс наповнення кишечника. Для цього потрібно масу кишечника помножити на 1000, потім поділити на масу риби. Результати записати в процентилях – ‰.

8. Отримані результати занести до таблиці:

№	Вид риби	Стать, стадія зрілості	L, см	L, см	Маса, г	вік	Наповнення кишечника	Ступінь перетравлення їжі	Індекс наповнення, ‰

II. Вивчити шлунковий сік риб

Секреторна функція шлунку у риб істотно відрізняється від такої у наземних теплокровних тварин. Хоча ця функція шлунку і знаходиться під нейрогуморальним контролем, як і у інших тварин, у риб є своя специфіка, викликана їх таксономічним становищем і способом життя. Розтягування стінки шлунка призводить до порушення травних центрів в центральній нервовій системі. За блукаючим нервом до секреторного апарату шлунка надходить стимул. У регуляції секреції не меншу роль відіграє і місцева ендокринна система шлунка, яка за допомогою біологічно активних речовин - гастрину, гістаміну, ацетилхоліну - стимулює секрецію шлункового соку.

Ацетилхолін є першим виконавцем волі центру. Він володіє різнобічною дією. Перш за все він виступає в ролі медіатора в синапсах. Ацетилхолін здатний безпосередньо порушувати секреторні клітини

шлунка. Він стимулює виділення гастрину, викликає посилення синтезу гістаміну.

Гастрин в 1,5 рази активніший гістаміну стимулює виділення соляної кислоти. Обидва слабо впливають на виділення пепсиногену. Гастрин діє на клітини слизової шлунка через кров, тобто з певною часовою затримкою.

Гістамін володіє паракриновим ефектом відносно секретуючих клітин шлунка, тобто діє безпосередньо, а отже, швидко.

Сумарний секрет шлунка називається шлунковим соком. Слиз створює бар'єр між слизовою шлунка і шлунковим соком і таким чином перешкоджає самопереварюванню шлунка. Шлунковий сік має рН 1,0-2,5 - оптимальний для ферментів шлункового соку. Кислота має бактерицидну дію, розпушує тканини, розм'якшує волокна і сприяє перетворенню пепсиногену (профермент, функціонально неактивний попередник пепсину, що відрізняється від пепсину наявністю 44 додаткових амінокислот) в активний фермент пепсин, який розщеплює білки на більш короткі поліпептиди.

Основними компонентами шлункового соку риб є слиз, ферменти і соляна кислота. Фізіологічна роль соляної кислоти виняткова і зводиться до наступного. Соляна кислота активує зимогени і перетворює, наприклад, пепсиноген в пепсин - активну форму.

Пепсин (від грец. Πέψις - травлення) - протеолітичний фермент класу гідролаз, що виробляється головними клітинами слизової оболонки шлунка, здійснює розщеплення білків їжі до пептидів. Присутній в шлунковому соку більшості риб. Пепсин не розщеплює білки до кінця, він тільки «розкладає» велику білкову молекулу на частини, доступні для дії травних ферментів кишечника. Пепсин максимально активний при рН 1,0-2,0.

Соляна кислота створює оптимальне значення рН в шлунку, що важливо для максимально ефективної роботи ферментів. За даними різних дослідників, рН шлункового соку коливається від 1,2 до 5,0. Соляна кислота сприяє набухання їжі, розчиняє кістки, кальциновані шкірні утвори - луску, жучки, зовнішній скелет і панцир молюсків, коралів і т. і., а також бере участь в регуляції процесу евакуації шлункового вмісту в кишечник.

Однак аналіз травлення хижаків з сімейства корошових (головень, жерех), у яких немає шлунка і не виробляється соляна кислота, дозволяє говорити про те, що вона не є обов'язковим компонентом травних соків навіть у хижих риб.

У деяких риб, наприклад акул, концентрація соляної кислоти в шлунковому соці досягає 3%. Тому тушка жертви, вийнята з шлунка акули через кілька хвилин після проковтування, вже позбавлена луски, жучок і інших кальцинованих утворень. Кількість пепсину, що секретується у риб залежить від температури води. Як різке підвищення, так і зниження температури води зменшують секрецію ферменту. Кількість соляної кислоти і слизу в більшій мірі визначається кількістю що надійшла в шлунок

їжі. Механічне розтягування шлунка супроводжується посиленням секреції соляної кислоти.

Крім протеолітичних ферментів в шлунку риб виявлена ліпаза. У шлунку деяких видів, наприклад вугра, райдужної форелі, судака, ставриди, виявляють фермент хітиназу. Однак немає доказів її ендогенного походження. Хітіназна активність шлунка - скоріше результат автолізу. Як відомо, автоліз широко розповсюджений у природі. Ще одна особливість шлункового травлення риб - висока лізосомна активність, що для риб, які харчуються зоопланктоном з високим вмістом різних полісахаридів в якості будівельного матеріалу покривних тканин, дуже важливо.

Хід роботи.

Для вивчення шлункового соку використовують два способи:

➤ прижиттєве отримання шлункового соку. Цей спосіб полягає в наступному: готують шматочок вати, через який протягають нитку. Пінцетом вату вводять в ротоглоткову порожнину риби і залишають в шлунку (риба проковтує шматочок) на 1 хв. Вата просочується шлунковим соком, і за нитку її витягують назад. Потім вату поміщають в стаканчик, куди додають 10 мл 0,1 N розчину NaOH і вимірюють рН за допомогою лакмусового папірця. Вміст стаканчика стає кислим, так як кислі радикали шлункового соку нейтралізують всі лужні радикали через високу концентрацію (наявність HCl в шлунковому соку риб);

➤ вимір рН соку шляхом розтину риби, відділення та видалення шлунка і поміщення його в той же стаканчик з 10 мл 0,1 N розчину NaOH.

Для вивчення ферментів шлункового соку використовують найчастіше другий метод.

У разі якщо в рибоводній практиці необхідно вивчити повністю вміст травного тракту, то дії повинні зводитися до наступного: роботу виконують двоє людей; одна людина тримає рибу головою вниз над глибокою тарілкою, інший вводить в пряму кишку риби наповнений водою шприц, на який надітий катетер або гумова трубка. Потім обережно натискають на поршень шприца, поступово протягом 2-3 хв. промиваючи травний канал. Наприклад, для промивання травного тракту риб масою 20 г достатньо 2 мг води.

Питання для самоперевірки

1. Які риби живляться фітопланктоном?
2. Чим живляться бентофаги?
3. За якою методикою визначають спектр живлення хижих видів риб?
4. Що таке індекс наповнення кишечника?
5. Дайте пояснення поняття «шлунковий сік».
6. Назвіть основні ферменти шлункового соку риб.
7. Опишіть способи вивчення шлункового соку.

Лабораторна робота 6.

ТЕМА: ПЛАВАЛЬНИЙ МІХУР ЯК ГІДРОСТАТИЧНИЙ ОРГАН РИБ

Мета заняття: вивчення ролі плавального міхура для риб.

Матеріали та обладнання: ємність, прилад для відкачування повітря з ємності, риби різних видів.

Завдання: 1) ознайомтеся з теоретичним матеріалом; 2) проведіть досліди щодо різкої зміни тиску та реакції різних риб на нього; 3) зробіть висновки.

Теоретична частина

Плавальний міхур є основним гідростатичним органом кісткових риб. Він утворюється в ранньому онтогенезі, як виріст кишки в ділянці стравоходу, і розташований позаду кишечника у вигляді поздовжнього непарного мішка, що сполучається з глоткою за допомогою повітряного ходу (рис. 26).

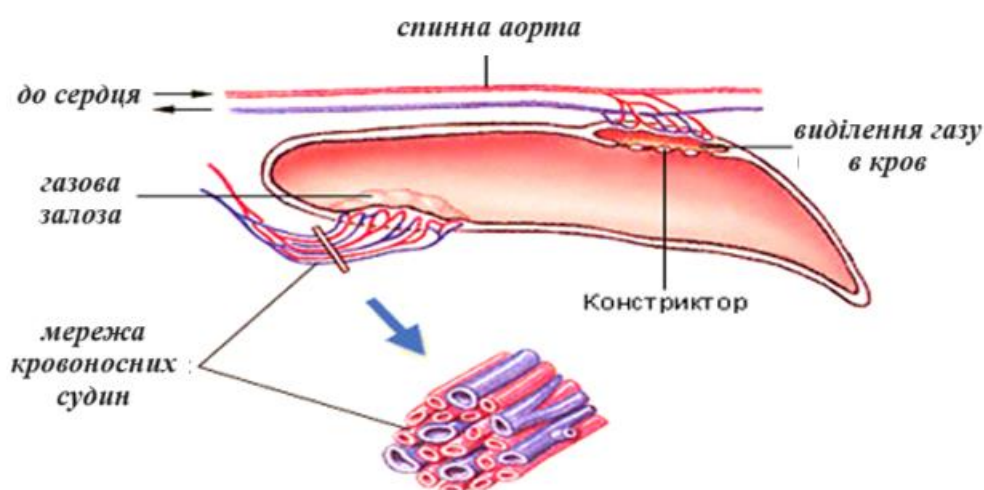


Рисунок 26. Плавальний міхур риб і його кровопостачання

На боці, зверненому до порожнини тіла, плавальний міхур вкритий сріблястою плівкою очеревини. Позаду він примикає до нирок і хребта. Зустрічаються різні форми плавального міхура. У лососевих він у вигляді трубки, а в коропових розділений на дві частини. Внутрішня стінка міхура вкрита шаром епітеліальних клітин. Під епітеліальними клітинами лежить шар пухкої сполучної тканини. У стінці плавального міхура знаходяться гладкі м'язові волокна, а також безліч нервових елементів у вигляді волокон.

Риби, які мають плавальний міхур, поділяються на дві групи: відкритобульбашкові, до яких відносять більшість костистих, і закритобульбашкові, до яких відносять усіх колючеперих (окунь, судак,

тиляпія). У закритоміхуровинних на ембріональній стадії є також відкритий міхур, але пізніше повітряний хід заростає.

Наповнення міхура відбувається незабаром після вилуплення ембріонів. Ембріон піднімається до поверхні води і заковтує повітря.

Надалі підняття риб до поверхні і заковтування повітря відбувається за зниження тиску всередині плавального міхура.

Склад газів плавального міхура різний у різних видів риб. У окуня кисню 25 %, коропа - 2,5, щуки - 19, краснопірки - 5,8 %. Вуглекислоти від 0,7 до 6,2 %. Іншу частину займає азот. За деяких обставин можливий вміст і інших газів (наприклад, водню в акваріумних до 80 %).

Секреція газів у плавальному міхурі перебуває під управлінням нервової системи і регулюється рефлекторно, через нерви вегетативної нервової системи, що підходять до плавального міхура.

Тіло риб за питомою вагою дещо важче за воду, і наповнення плавального міхура газами дає рибі можливість зменшити свою питому вагу і триматися на певному рівні.

Хід роботи.

У ємність із водою по черзі помістіть відкритоміхурову рибу (карась) і закритоміхурову (тиляпія). Ємність щільно закрийте кришкою і під'єднайте шланг від приладу для відкачування повітря. Потім відкачайте повітря і простежте, як відреагує та й інша риба на підвищення тиску.

Пояснення до досліду. Тиляпія не може швидко резорбувати гази з плавального міхура, піднімається вгору і безпорадно лежить на поверхні. Карась при зниженні тиску випускає надлишок газів через рот і продовжує плавати. У разі швидкого підйому - навпаки.

Описаний досвід має підтверджувати важливу роль плавального міхура як гідростатичного органу. Більшість риб, що вільно плавають, мають плавальний міхур. Однак під час швидких вертикальних міграцій плавальний міхур скоріше шкідливий, тому що обмін газів між кров'ю і міхуром займає тривалий час.

Для придонних (бентичних) видів наявність газу в міхурі була б скоріше недоліком, ніж перевагою, оскільки вимагала б більших витрат енергії для того, щоб досягти дна. У зв'язку з цим не дивно, що в багатьох придонних видів плавальний міхур редукований, а в деяких він зовсім відсутній.

Макрель є одним із найкращих плавців. Але щоб протриматися на одному місці, необхідна колосальна кількість енергії. Ось чому в неї температура тіла на кілька градусів вища за температуру навколишнього середовища.

Питання для самоперевірки

1. Що являє собою плавальний міхур і яку функцію він виконує?
2. Як карась і тиляпія реагують на різку зміну тиску повітря?

Лабораторна робота № 7.
ТЕМА: ВПЛИВ ФОНУ НА ЗАБАРВЛЕННЯ РИБ

Мета заняття: вивчення впливу фону на забарвлення риб.

Матеріали та обладнання: жива риба, ємність, затемнювач (кольоровий папір), штучне освітлення.

Завдання: ознайомитися з теоретичною частиною; дослідити вплив фону на забарвлення риб; зробити висновки.

Теоретична частина

Забарвлення шкіри риб надзвичайно різноманітне. Воно різне у окремих видів риб, залежить від екологічних і фізіологічних умов. Основне або пелагічне забарвлення, темна спина і світле черевце - це захисне забарвлення. Темна спина робить рибу непомітною на тлі темного дна при погляді зверху, а світлі боки і кіль відбивають світло від поверхні води, роблячи рибу практично непомітною. Подібне забарвлення характерне для риб, що мешкають у відкритій воді.

Для осілих територіальних видів, наприклад дрібних видів (піскар і ін.), характерний інший вид забарвлення - русловий. Забарвлення цих риб, як і багатьох інших придонних видів, максимально точно повторює фон дна, на якому риба знаходиться в даний момент, і найяскравішим прикладом тому служить камбала, миттєво змінює колір під фон дна, на якому вона знаходиться. Різне забарвлення риб викликане наявністю у них пігментних клітин. Всього їх чотири види:

- *меланофори* - містять чорний пігмент меланін;
- *ксантофори* - містять відповідно ксантофіл і інші каротиноїдні, жовті та оранжеві, пігменти;
- *еритрофори* - містять червоний астоксантин;
- *гуанофори* - містять блискучий гуанін.

Вся палітра кольорів, присутніх в забарвленні риб при обмеженій кількості пігментів, утворюється в такий спосіб: шари пігментних клітин розташовуються один над іншим, і в результаті візуального змішування виникають різні кольори і відтінки. Ці клітини здатні накопичувати в собі пігменти, які виробляються рибою або надходять в її організм з спожитим кормом. Так, наприклад, горбуша за час міграції по морю споживає велику кількість ракоподібних, що містять багато астоксантину (червоного пігменту), який накопичується в еритрофорах риб. І після досягнення безпосереднього місця ікрометання риби набувають яскравочервоний шлюбний одяг. Процес зміни кольору може протікати з різною швидкістю і викликатися різними фізіологічними процесами в організмі риби. Зміна забарвлення тіла риб відбувається внаслідок стиснення або експансії пігменту в хроматофорах.

Гуморальний вплив - це вплив за допомогою гормонів, що

виробляються рибою в переднерестовий і нерестовий періоди.

Центри пігментації тіла у риб лежать в спинному мозку, але у різних видів риб - в різних сегментах. Важливе значення при цьому мають гормони, що виділяються гіпофізом. Видалення всього гіпофіза або задньої долі його веде до надзвичайно сильного стиску пігменту в меланофорах, і риба при цьому неприродно світлішає. Придбання так званого шлюбного забарвлення забезпечується саме гормональними змінами в організмі риби.

Стрессова або агресивна зміна забарвлення відбувається дещо інакше. Як правило, риби, перебуваючи в цих станах, або темніють, або, навпаки, світлішають. Це пов'язано з тим, що до клітин, що містять чорні пігменти (Меланофори), підходять нервові закінчення і зміна кольору відбувається під впливом нервового імпульсу. Меланофори бувають двох типів: поверхневі, розташовані в епідермісі, і інші, розташовані в шкірі більш глибоко. Меланофори, які розташовуються в шкірі, можуть різко змінювати колір за рахунок того, що зерна меланіну можуть збиратися до центру (світле забарвлення) або розосереджуватися по всій клітці (темне забарвлення). Саме так змінює забарвлення камбала.

У першому розглянутому випадку риба має постійну інтенсивність забарвлення і може змінювати його в незначній мірі, в основному це стосується яскравих кольорів. Інтенсивність забарвлення в даному випадку залежить від фізіологічного потенціалу конкретного виду (природного забарвлення). Присутні в клітинах барвники, набрані з корми, нікуди не діти. А ось меланофори, розташовані самим нижнім шаром клітин і доволно регульовані рибою, можуть, блідніти або темніти, акцентувати або приглушати яскраві тони, які розташовані вище.

На світлому тлі тіла риби жовтий колір чітко видно, але якщо вона темніє, він нікуди не пропадає, він просто стає непомітний, то ж відбувається і з багатьма іншими відтінками.

Всі наведені механізми кольороутворення і його регуляції протікають в організмі риби паралельно і впливають один на одного. Живлення риб надає наступний вплив на забарвлення: голодуюча риба поступово втрачає червоний і жовтий окрас. Це пояснюється тим, що саме ці пігменти беруть участь в обміні речовин.

Хід роботи.

Одну ємність з живою рибою ставлять на 45 хв. в темне місце, іншу - на підвіконня, а третю - посеред аудиторії і наполовину обертають червоним папером. Слідкують, як зміниться забарвлення риб залежно від фону і освітлення.

Питання для самоперевірки

1. Чим обумовлюється здатність риб змінювати забарвлення?
2. Які пігментні клітини ви знаєте?

Лабораторна робота № 8.
ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ РИБ

Мета заняття: вивчити методики розрахунку швидкості руху риб і факторів, що на неї впливають.

Матеріали та обладнання: жива риба, ємність, плакати, лінійка, секундомір.

Завдання: ознайомитися з теоретичною частиною; вивчити методику розрахунку швидкості руху риб; визначити фактори, що впливають на швидкість руху риб; зробити висновки.

Теоретична частина

Швидкість руху риби у воді пропорційна частоті і амплітуді коливань тіла хвоста і укладається в рамки певних математичних рівнянь. Наприклад, для карася і форелі гранична швидкість плавання визначається за формулою:

$$V = (1/4) [L (3f - 4)],$$

де L - довжина тіла;

f - частота коливань тіла (хвоста).

Незважаючи на те що вода є більш щільним середовищем у порівнянні з повітрям, риbam вдається досягти дуже високих швидкостей, км / год.: риба- меч - 130; блакитний марлін - 90; блакитний тунець - 80.

Природно, що для забезпечення таких швидкостей природа наділила риб рядом морфологічних, гідродинамічних і метаболічних пристосувань. Оскільки граничні абсолютні швидкості риб залежать від їх лінійних розмірів, фахівці пропонують використовувати для зіставлення швидкісних можливостей риб відносний показник - коефіцієнт швидкості:

$$K_v = V / \sqrt{L}.$$

Цей коефіцієнт характеризує швидкість риби, рівну числу її корпусів (довжин) в секунду. Тоді всі види риб можна класифікувати як мінімум за шістьма категоріями.

Відповідно до цієї класифікації риби з однаковими максимальними швидкостями руху, але з різною довжиною тіла можуть відноситися до різних категорій.

Риби, у яких вигини тіла утруднені, використовують для пересування плавники. Плавці здійснюють або хвилеподібні, або гребкові руху. При цьому скат і морський коник використовують грудні, вугор - анальний, а кузовок - хвостовий плавники.

Коефіцієнт швидкості різних видів риби

Категорія	Вид риби	Характеристика	Кв
1	Риба-меч, тунці	Дуже швидко плаваючі	70 і більше
2	Скумбрія, лосось, акули	Швидко плаваючі	60-30
3	Кефаль, тріска, оселедця	Помірно швидкі	30-20
4	Сазан, лящ, короп, плітка	Помірно нешвидкі	20-10
5	Бички, соми	Повільно плаваючі	10-5
6	Риба-місяць, морський коник	Дуже повільні	менше 5

Особливо необхідні рибалкам знання величин швидкості переміщення риби. Вони змінюються в широких межах, і звичайним їх усередненням не обійтися. Їх числові значення залежать не тільки від виду риби, а й від її розміру.

Розрізняють такі швидкості руху риби:

1) крейсерська швидкість V . З нею риба може плисти годинами, переміщаючись на великі відстані. Вона становить 1,5-2 довжини тіла риби в секунду, т. Е. $V = 1,5 \dots 2L$, де L - довжина тіла риби, м;

2) максимальна швидкість плавання риби V_{\max} . Таку швидкість риба може підтримувати протягом 0,5-1 хв. Вона становить 3,5-7 довжин тіла риби в секунду, тобто $V_{\max} = 3,5 \dots 7L$.

3) кидкова швидкість (швидкість кидка риби) V_6 . Таку швидкість риба може витримувати протягом 3-5 с.

Для зменшення гідродинамічного опору риби застосовують два тактичні прийоми. По-перше, вони зберігають ламінарність (без безладних, швидких змін швидкості) оточуючого потоку по всій довжині тіла від голови до хвостового плавника. Досягається це згладжуванням нерівностей тіла. У активних плавців навіть очі можуть бути закриті жировими повіками, створюють своєрідні обтічники. Всі плавники, за винятком хвостового, притискаються до тіла, а у тунців навіть прибираються спеціальні жолоби іззападини тіла. Багато риби при русі з великими швидкостями переходять на такзване пасивне дихання. При цьому вода якби самопливом проходить через ротову порожнину і зябра. На виході з зябрового апарату вода не створює турбулентних завихрень, як у малорухомих видів при активному прокачуванні води через зябра, а ламінується.

Зниження опору досягається і за рахунок зниження тертя тіла об водну масу. Цьому сприяють еластичні властивості шкіри, луска і шкірний слиз. У дослідах зі щукою штучне видалення слизу з її тіла підвищувало гідродинамічний опір на 50%. Слиз виступає головним фактором

ламінування оточуючого тіла водяного потоку у таких риб, як вугри і соми. Ці риби не відрізняються високою швидкістю плавання, але здатні на короткі кидки з високою стартовою швидкістю, що вимагає ламінування потоку.

Однак у швидких риб - тунців і акул - слизу на шкірі дуже мало і шкіра має шорстку, а не гладку поверхню. Помічено, що розмір і розподіл луски по тілу також пов'язані з гідродинамічними характеристиками риби. Наявність луски на тулубі перешкоджає утворенню складок шкіри при м'язових скороченнях, тобто зберігає обтічність тіла риби. Велика луска характерна для малорухомих риб з коротким, але високим тілом, дрібна - для риб з витягнутим тілом, що здійснюють вугруподібні руху. Краші плавці серед риб мають середню і дрібну луску, причому у останніх вона може взагалі бути відсутньою в найбільш гнучкої частини хвостового стебла.

Несподівано висока потужність скелетної мускулатури риб частково пояснюється підвищенням температури тіла під час руху. Так, у тунців різниця між температурою води і температурою тіла становить 5-13 ° С. Однак, залишаючись пойкилотермними тваринами, риби виявляють велику залежність від температури навколишнього середовища. Доведено, що максимальну швидкість руху кожен вид риб проявляє в певних температурних діапазонах. Для нерки температурним оптимумом є температура води 15 ° С. Тільки при цій температурі вона розвиває крейсерську швидкість 5 L / с протягом 1 год. руху. Подібна закономірність виявлена і в інших видів риб - карася, нототенії, але в іншому температурному діапазоні, часто дуже вузькому. Наприклад, нототенія найбільш активна при -1,8 ° С і вже при 2 ° С припиняє рух.

Вплив температури навколишнього середовища на крейсерську швидкість риб здійснюється через обмін речовин і зміни в'язкості води в зоні контакту з шкірним покривом риби. У риб з добре вираженим кидковим характером рухової активності дещо інші властивості. Кидкові швидкості залишаються високими в широкому діапазоні температур, що пов'язують з деяким прогрівом м'язів при кидку. Рухова активність риби залежить і від деяких додаткових факторів. Так, граничні швидкості руху у більшості риб зхорошим зором досягаються лише при достатньому рівні освітленості.

Зниження концентрації кисню в воді з 2 до 1 мг / л супроводжується зниженням швидкості руху з 3 до 1 L / с, тобто у 3 рази. Ще більшу чутливість до вмісту кисню у воді має форель. Зменшення концентрації кисню в воді з 2,5 мг / л всього на 0,5 мг / л супроводжується чотириразовим падінням крейсерської швидкості риби.

Швидкість і характер руху риби змінюються при зміні солоності, осмотичного тиску, вмісту діоксиду вуглецю у водному середовищі. Швидкість руху залежить і від фізіологічного стану риби. Так, критичні швидкості руху ляща після нересту зменшуються в 3-5 разів. Лососі з

незрілими статевими продуктами (1-3-я стадія зрілості) розвивають більшу швидкість і виявляють велику витривалість, ніж риби перед нерестом. Відзначено статеві відмінності в швидкісних можливостях риб одного виду. Самці розвивають більш високу швидкість в порівнянні з самками.

Відомо і вплив ситості (голоду), наявності (відсутності) течій на рухову активність риб, причому ці впливи різні. Голодні риби активніші в порівнянні з ситими, однак граничні крейсерські швидкості вище у ситих риб.

Питання для самоперевірки

1. За якою формулою розраховується гранична швидкість риб?
2. Які типи швидкостей у риб ви знаєте?

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Матвієнко Т. І. Фізіологія риб з основами гістології: конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2024. 128 с.
2. Хохлов С.М. Фізіологія риб: Конспект лекцій. Одеса, 2011. 111с.
3. Фізіологія риб. Збірник методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Фізіологія риб”. / Хохлов С.М. Одеса, ОДЕКУ, 2010. 44 с.
4. Методичні вказівки для самостійної роботи по вивченню дисципліни „Фізіологія риб” для студентів другого курсу денної форми навчання, спеціальності „Водні біоресурси і аквакультура”. /Хохлов С.М. Одеса, ОДЕКУ, 2009. 18 с.
5. Фізіологія сільськогосподарських тварин.-К.: Сільгоспосвіта, 1994. 512с.
6. Фізіологія сільськогосподарських тварин: Підручник. К.:Сільгоспосвіта,1994. 512с.
7. Фізіологія сільськогосподарських тварин: підручник / В.В. Науменко, А.С. Дячинський, В.Ю. Демченко, І.Д. Дерев'янка; за ред. І.Д. Дерев'янка, А.С. Дячинського. 2-ге вид., перероб. і доп. К.: ЦУЛ, 2009. 564 с.
8. Фізіологія сільськогосподарських тварин: практикум / В.В. Науменко, А.С. Дячинський, В.Ю. Демченко, І.Д. Дерев'янка; за ред. І.Д. Дерев'янка, А.С. Дячинського. 3-тє вид., перероб. і доп. К.: ЦУЛ, 2009. 261 с.
9. Фізіологія тварин: підручник / А.Й. Мазуркевич, М.Д. Карповський, М.Д. Камбур [та ін.]; за ред. А.Й. Мазуркевича, В.І. Карповського. Вінниця: Нова книга, 2010. 418 с.

Навчальне електронне видання

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до лабораторних занять з навчальної дисципліни
«Фізіологія риб з основами гістології»
для бакалаврів II року
денної та заочної форми навчання
Спеціальність: 207 Водні біоресурси та аквакультура
ОПП «Охорона, відтворення та раціональне використання
гідробіоресурсів»

Укладач: ст.викладач, Матвієнко Тетяна Іванівна

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
