

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-215М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних, практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Анатомія і фізіологія риб» 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 ННІАЗ
Протокол № 9 від 08.01.2025

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання лабораторних, практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Анатомія і фізіологія риб» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної і заочної форм навчання. [Електронне видання] / Гроховська Ю. Р. – Рівне : НУВГП, 2025. – 48 с.

Укладач: Гроховська Юлія Романівна, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т. В., к.вет.н., доцент, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» Петрук А. М.

Попередня версія методичних вказівок 05-03-82

Зміст

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 3 |
| 1. Будова зовнішніх покривів риб | 4 |
| 2. Будова і функції скелета риб | 10 |
| 3. Будова і функції м'язової системи риб | 16 |
| 4. Топографія внутрішніх органів риб. Системи органів. | 20 |
| 5. Особливості будови і функції дихальної системи риб | 25 |
| 6. Особливості будови і функції кровоносної системи риб | 29 |
| 7. Особливості будови і функції сечостатевої системи риб | 32 |
| 8. Морфофункціональні особливості нервової системи та органів чуттів риб | 35 |
| Самостійна робота | 42 |
| 1. Спеціальна термінологія в анатомії | 42 |
| 2. Цікава анатомія риб | 45 |
| Рекомендована література та інформаційні ресурси | 48 |

© Ю. Р. Гроховська, 2025

© НУВГП, 2025

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Анатомія і фізіологія риб» викладається для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура» у 3 семестрі.

Мета навчальної дисципліни – формування у майбутніх фахівців іхтіологів-рибоводів сучасних знань про будову, функції і закономірності розвитку тіла рибоподібних та риб як мешканців водного середовища. Предмет вивчення дисципліни – будова і функції тіла риб і їх частин на рівні вище тканинного.

Знання анатомії і фізіології риб є важливою частиною біологічного фундаменту ведення рибного господарства на науковій основі і займає провідне місце в системі підготовки фахівців, формуючи у студентів уявлення про організм, як єдине ціле. Його будова визначається у взаємозв'язку органів, їх апаратів і систем, а також взаємообумовленістю будови і функції на фоні розвитку в онто- та філогенезі.

Знання і навички з анатомії і фізіології риб необхідні для формування у здобувачів освіти комплексу фахових компетентностей у галузі аквакультури та рибництва для запровадження принципів сталої аквакультури і Європейського Зеленого курсу, зокрема як основу для дослідження різноманіття іхтіофауни водних об'єктів, стану популяцій і їх динаміки через розуміння впливу складових антропогенного забруднення на функціональні системи організму риб.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліни, що передують вивченню зазначеної: «Вступ до спеціальності», «Гістологія та ембріологія водних тварин», «Зоологія (безхребетних, хордових)». До числа дисциплін, вивчення яких у подальшому базується на матеріалі зазначеної, належать дисципліни фундаментальної та фахової підготовки: «Іхтіологія (загальна та спеціальна)», «Годівля риб», «Розведення та селекція риб» та ін.

При підготовці методичних вказівок використано спеціальну та навчальну літературу, ілюстрації з різних джерел, які частково перелічені у списку рекомендованої літератури.

1. БУДОВА ЗОВНІШНІХ ПОКРИВІВ РИБ

Мета роботи. З'ясувати будову зовнішніх покривів риб.

Матеріали та обладнання. Схеми, мікроскопи, луска різних видів риб, довідкова інформація.

Теоретична частина. Тіло переважної більшості риб вкрите лускою. Маленька луска з'являється на тілі риби, коли його довжина досягає 1-2 см. Кількість лусок не змінюється, але розміри їх з віком риби збільшуються (рис. 1.1).

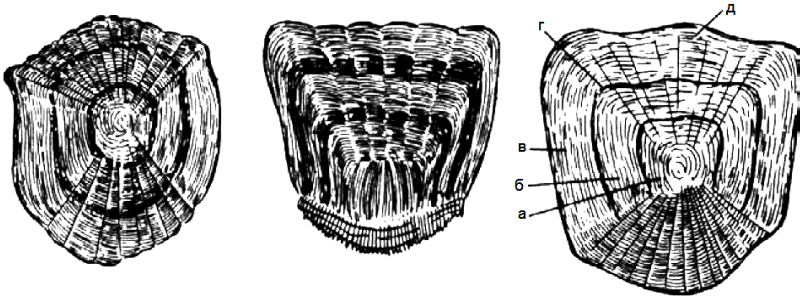


Рис. 1.1 Луска риб: ляща (ліворуч); окуня (в центрі); коропа (праворуч): а, б, в – річні кільця; г – зимові склерити; д – літні склерити

На тілі риби луска розташовується в особливій шкіряній кишеньці, з якої виступає лише її частина. Ці кишеньки добре помітні на тілі коропа, якщо з нього зняти луску.

Під час розгляду луски за допомогою лупи або мікроскопа можна помітити лінії, кожна з яких утворює кільце. Ці кільця називаються **склеритами**. Їх розміри збільшуються з віддаленням від центру луски, а обриси кожного з кілець практично відповідають контуру краю луски. Кільця розміщуються то рідше, то густіше, тобто між ними є ширші і вужчі ділянки. За рік, як правило, формується одна зона широких склеритів (влітку) і одна зона вузьких (восени і взимку), тому кількість таких подвійних зон відповідає віку риби, вираженому в роках.

У риб виділяють наступні типи луски:

- плакоїдна (найдавніша);
- ганоїдна;

- циклоїдна;
- ктеноїдна (наймолодша).

Плакоїдна луска риби характерна для сучасних і викопних хрящових риб – акул і скатів. У спеціальній літературі такий тип луски називають «шкірними зубами», через специфіку її будови (Шерман І.М. та ін., 2009). Кожна така луска має пластинку і шип, вістря якого виходить назовні через епідерміс. Має три шари: вітродентин, дентин та пульпу. Основою такої луски є *дентин*. Сам шип вкритий емаллю – *вітродентином*. Плакоїдна луска всередині має порожнину, яка заповнена м'якоттю – *пульпою*, яка насичена кровоносними судинами і нервовими закінченнями (рис. 1.2).

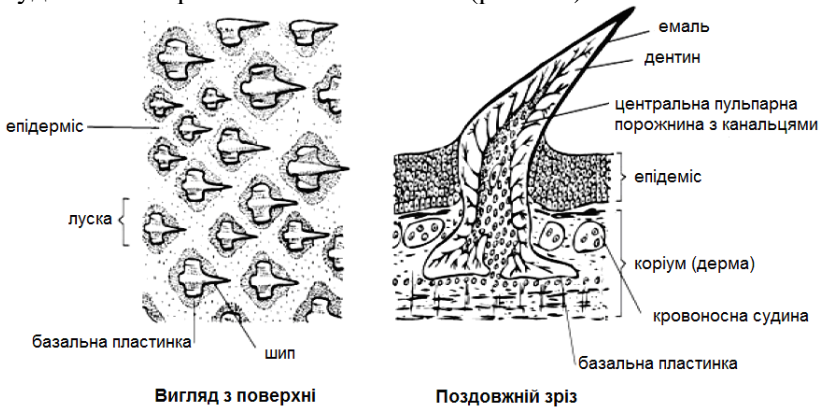


Рис. 1.2. Плакоїдна луска

Ганоїдна луска риби має ромбічну форму та боковий виступ у вигляді зубу, за допомогою якого луски з'єднуються між собою. Тому ганоїдна луска, як правило, утворює на рибі щільний панцир. Ганоїдна луска має тришарову будову. Кожна така луска складається з дуже твердої речовини – з видозміненого дентину: верхня частина з *ганоїну*, середня – з *косміну*, а нижня з *кістки (ізопедину)*. Такий тип луски мають значна кількість викопних риб, а також з неї утворені характерні ряди бляшок у сучасних осетрових риб (рис. 1.3).

Кісткова луска. Утворилася в результаті перетворення ганоїдної – шари ганоїну і косміну зникли і залишилася тільки кісткова речовина.

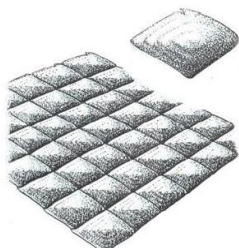


Рис. 1.3. Ганоїдна луска

За характером поверхні розрізняють два типи кісткової луски: *циклоїдну* з гладким заднім краєм (оселедцеві, коропові) і *ктеноїдну*, задній край якої озброєний шипиками (окуневі).

Циклоїдна луска властива кістковим риbam (лососеподібним, оселедцеподібним, коропоподібним та ін.). Має форму округлої і гладкої пластинки (рис. 1.4).

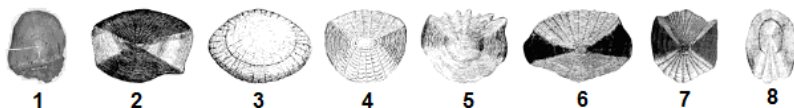


Рис. 1.4. Циклоїдна луска: 1 – лосось, 2 – лящ, 3 – голец, 4 – пічкур, 5 – харіус, 6 – верховодка, 7 – головень, 8 – щука

Кожна з лусок лежить в глибокій кишені сполучнотканного шару шкіри, черепицеподібно налягаючи на наступну, і складається з двох шарів безклітинної кісткової тканини: гомогенного верхнього і волокнистого базального. Верхній шар наростає по периферії концентричними смугами – склеритами, періодичність в утворенні яких дозволяє визначати за річними кільцями вік і темп росту риби.

Ктеноїдна луска характерна переважно для високоорганізованих костистих риб (окунеподібних, камбалоподібних, скорпеноподібних), але зустрічається і у деяких оселедцеподібних і тріскоподібних. Ця луска не має шару ганоїну, на задній стороні її є шипики (*ктенії*). Вважається, що шипики ктеноїдної луски покращують гідродинамічні властивості тіла риби. Зазвичай луска такого типу розташована черепицеподібно і кожна лусочка прикрита спереду і з обох сторін такими ж лусочками. Виходить так, що задній кінець лусочки виходить назовні, але знизу він

підстелений іншою лусочкою. Такий вид покриву зберігає гнучкість і рухливість риби (рис. 1.5).

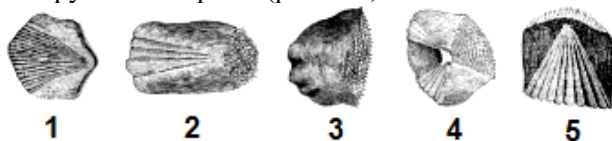


Рис. 1.5. Ктеноїдна луска: 1 – бичок, 2 – плоскоголов, 3 – скатофагус, 4 – летрин, 5 – пічкур

Луски на тілі риби розташовані рядами, число рядів і кількість лусок у поздовжньому ряду зі зміною віку риби не змінюється. Це є важливою систематичною ознакою для різних видів.

Будова шкіри рыб. У шкірному покриві рыб розрізняють два шари: зовнішній шар епітеліальних клітин, або *епідерміс*, і внутрішній шар зі сполучнотканинних клітин (рис. 1.6).

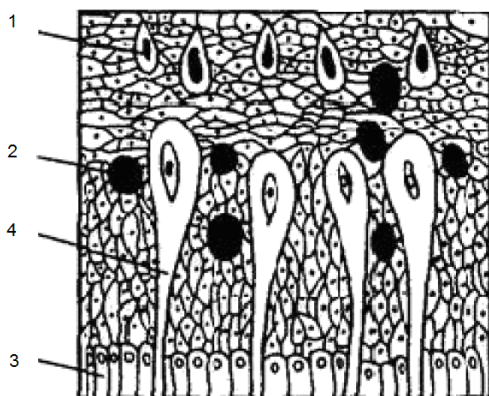


Рис. 1.6. Будова шкіри рыб (на прикладі вусача):
1 – бокаловидні клітини; 2 – зернисті; 3 – базальні; 4 – колбоподібні

Шкіра підстелена пухким сполучнотканинним прошарком (підшкірна сполучна тканина, підшкірна клітковина). У багатьох рыб у підшкірній клітковині відкладається жир.

Епідерміс призначений для захисту організму рыб від проникнення в нього речовин ззовні. Він складається з багатошарового епітелію, форма клітин і кількість шарів якого різні у різних рыб. Самий зовнішній шар епітеліальних клітин ороговілий, але, на відміну від наземних хребетних у рыб він не

відмирає, зберігаючи зв'язок з живими клітинами. Протягом життя риби інтенсивність відмирання епідермісу не залишається незмінною, найбільшою вона є у деяких риб перед нерестом: так, у самців корошових і сигових в деяких місцях тіла (особливо на голові, зябрових кришках, боках і т. д.) з'являється так зване «шлюбне вбрання» у вигляді «перлинної висипки» – маси дрібних білих горбочків, що додають шкірі шорсткість. Після нересту вона зникає.

Шкіра риб відрізняється від інших хребетних великою кількістю слизу. Слиз утворюється в спеціалізованих залозистих клітинах, що розташовані в епідермісі. Це клітини трьох форм: бокаловидні, колбоподібні і зернисті. Присутність всіх форм клітин визначає виділення найбільшої кількості слизу, а за наявності лише одного виду – слизу виділяється значно менше.

Слиз різних видів риб за біохімічним складом неоднаковий. Існує кореляція між вмістом білків і швидкістю плавання. У риб, що плавають швидко, білків у слизі більше, ніж у плаваючих повільно.

Інтенсивність виділення слизу в різних риб різна. Як правило, риби з добре розвиненим лусковим покривом виділяють слизу менше (лососеві, окуневі). Риби, позбавлені луски або луска у яких редукована (круглороті, соми, деякі корошові і в'юни), виділяють слизу дуже багато.

Слиз виконує наступні функції:

- зменшує тертя тіла об воду (механічний захист);
- запобігає потраплянню в організм паразитів і бактерій (бактерицидний захист);
- прискорює згортання крові у випадках поранень;
- сприяє виведенню речовин з організму;
- регулює проникнення води і солей (осмотична регуляція);
- осаджує зважені у воді частинки, оберігаючи зябра від засмічення;
- виділяє специфічний видовий запах.

За науковими даними, слиз деяких риб і круглоротих отруйний. Слиз міног здатний викликати у хижаків порушення травлення.

У деяких риб у залозах шкіри утворюються феромони – леткі (пахучі) речовини, що виділяються в навколишнє середовище і впливають на рецептори інших риб. Вони специфічні для різних видів, навіть близькоспоріднених; у деяких випадках визначене їх внутрішньовидове диференціювання (вікове, статеве).

У багатьох риб, в тому числі у коропових, утворюється так звана речовина страху (*іхтіоптерин*), яка виділяється в воду з тіла пораненої особини і сприймається її родичами як сигнал, що сповіщає про небезпеку.

Світні органи морських глибоководних риб і отруйні залози деяких риб, розміщені біля основи шипів і плавцевих променів (морський дракон), також є залозистими утвореннями епідермісу.

У нижніх шарах епідермісу і в прикордонних з ним шарах коріуму залягають пігментні клітини – *хроматофори*, представлені зірчастими клітинами з безліччю відростків, які включають зерна пігменту. Вони визначають всю різноманітність забарвлення риб, особливо яскравої в тропіках.

Власне шкіра забезпечує міцність покривів. Вона складається з декількох шарів сполучної тканини (у костистих риб, наприклад, з трьох), пронизаних нервами і капілярами. У цьому ж шарі залягають спеціалізовані клітини – *склеробласти*, які виділяють секрет, який, застигаючи, утворює луску (шкірний скелет), основним призначенням якої є механічний захист тіла.

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) перемалювати ілюстративний матеріал;
- 3) розглянути зовнішню будову риб;
- 4) розглянути під збільшенням зовнішні покриви (шкіру і луску) у різних видів риб. Визначити видову приналежність луски і вік риби.

Контрольні питання

1. Що являє собою луска?
2. У чому полягають основні відмінності між ктеноїдною і плакоїдною лускою?
3. Що являє собою шкіра риб і яку функцію вона виконує?

4. Для яких риб характерна плакоїдна, ганоїдна, циклоїдна, ктеноїдна луска?

2. БУДОВА І ФУНКЦІЇ СКЕЛЕТА РИБ

Мета роботи. Вивчення осьового скелета, скелета плавців і голови.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, скелети голови і тулуба риб, довідкова інформація.

Теоретична частина. **Остеологія** – наука, яка вивчає будову та функції кісток, а також пов'язаних з ними структур.

Скелет у більшості риб складається з двох частин: зовнішній – захисний (луска) і внутрішній – опорний. Внутрішній скелет складається з осьового скелета, скелета голови (черепної коробки, що оберігає головний мозок і пов'язана з зябровим і щелепних апаратом), скелета грудного (плечового) і тазового поясів та плавців – парних і непарних (рис. 2.1).

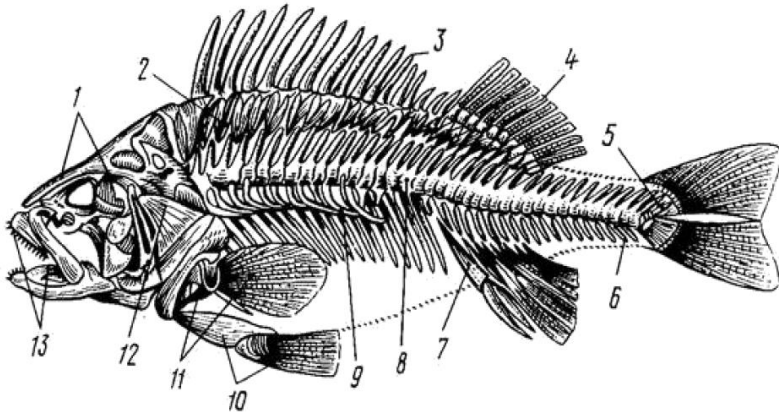
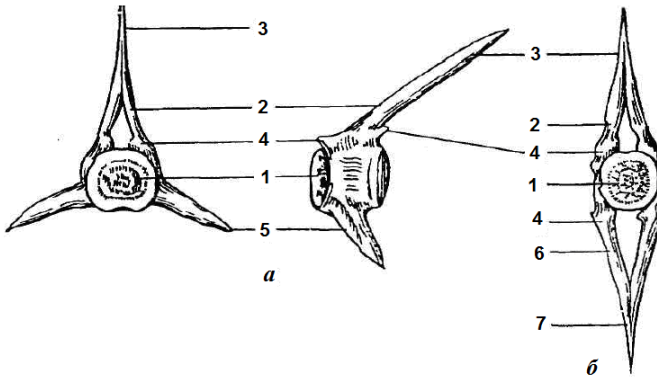


Рис. 2.1. Скелет костистої риби (окуня): 1 – кістки черепа; 2 – основні елементи спинного плавця; 3, 4 – промені спинного плавця; 5 – останні хребці, які утримують хвостовий плавець; 6 – хвостові хребці; 7 – основні елементи анального плавця; 8 – тулубні хребці; 9 – ребра з придатками; 10 – кістки і промені черевного плавця; 11 – кістки і промені грудного плавця; 12 – зяброва кришка; 13 – верхня і нижня щелепи

Черепна коробка з'єднана з хребтом нерухомо. Ший у риб немає. Це викликано специфікою способу життя і місця існування – необхідністю розрізати головою воду.

Осьовий скелет може бути представлений хордою або хребтом. У представників круглоротих, осетрових і дводишних **хорда** зберігається впродовж усього життя. У всіх інших риб хорда є на ранніх етапах розвитку, а у дорослих замінюється хребтом, який складається з хребців.

Костисті риби мають **окостенілий хребет**. У ньому виділяють **тулубовий і хвостовий** відділи. Тулубовий відділ розчленований на типові хребці, в яких розрізняють тіло, верхню дугу з верхніми (невральними) остистими відростками, що захищають спинний мозок, і великі нижні дуги з нижніми відростками (рис. 2.2). У тулубному відділі до хребта (до поперечних відростків або до тіла хребця) прикріплюються



ребра (рис. 2.3).

Рис. 2.2. Будова тулубового (а) і хвостового (б) хребців костистої риби: 1 – тіло хребця; 2 – невральна дуга; 3 – верхній остистий відросток; 4 – зчленований відросток; 5 – парапофіз; 6 – гемальна дуга; 7 – нижній остистий відросток

Кількість хребців визначається внутрішніми і зовнішніми факторами і слугує систематичною ознакою риби. Наприклад, у оселедця їх 57, у річкового вугра – 114, у сома – 72, у риби-місяця – 17, у судака – 44.

Крім ребер опорну функцію у костистих риб виконують тонкі міжм'язові, або тулубні, кісточки, які пронизують м'язи (їх

також називають *інтермускулярами*). Ці кісточки утворені окостенілими сухожиллями. Найбільше їх у коропових риб.

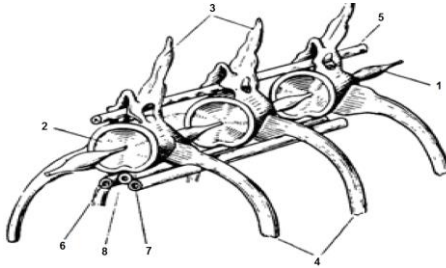


Рис. 2.3. Хребет костистої риби: 1 – хорда; 2 – тіло хребця; 3 – верхні остисті відростки; 4 – ребра; 5 – спинний мозок; 6 – права вена; 7 – ліва вена; 8 – аорта

Скелет непарних плавців. Спинний і анальний плавці складаються з кісткових променів: внутрішніх, прихованих в м'язах, – птеригофор (*pterygiophora*) і зовнішніх плавцевих променів – лепідотрихій (*lepidotrichia*) (рис. 2.4). У всіх костистих риб спостерігається відповідність числа птеригофорів числу плавцевих променів. Число променів у плавцях і їх характер є систематичною ознакою.

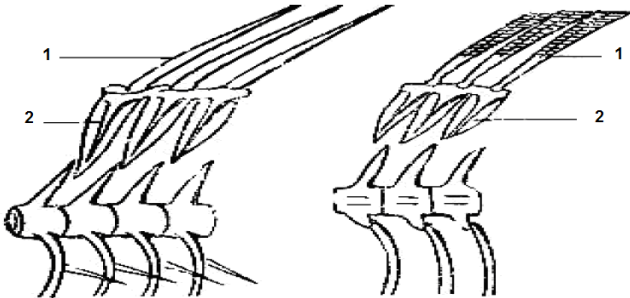


Рис. 2.4. Скелет непарного спинного плавця костистої риби з прилеглим відділом хребта: 1 – промені плавця лепідотрихії (зліва тверді, праворуч м'які); 2 – птеригофори

У задній частині хребта хребці видозмінюються: верхні і нижні дуги перетворюються на розширені пластинки, що підтримують зовнішні промені хвостового плавця (рис. 2.5).

Змінені нижні дуги називають гіпураліями (*hypuralia*), верхні – уронеураліями (*uroneuralia*). Тіла останніх хребців злиті в паличкоподібну кісточку – уростиль (*urostyl*), спрямовану в верхню лопать хвостового плавця.

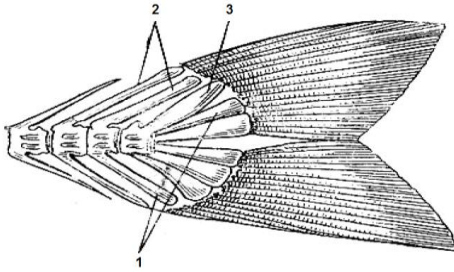


Рис. 2.5. Скелет хвостового плавця костистої риби:

- 1 – гіпуралії;
- 2 – уронеуралії;
- 3 – уростиль

Парні плавці (рис. 2.6) – грудні і червні – мають власний скелет, який представлений кістками вільного плавця і кістками відповідного пояса (плечового або тазового).

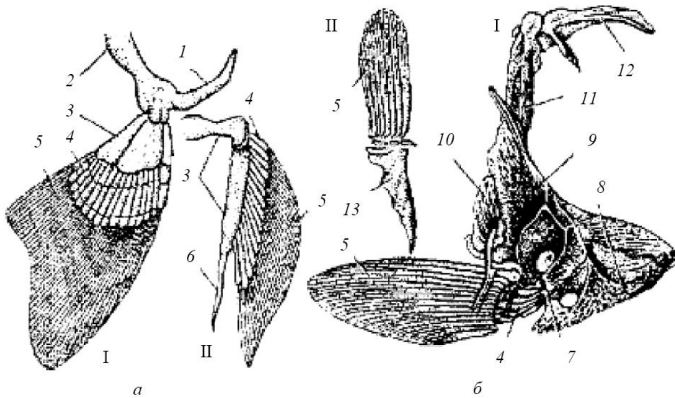


Рис. 2.6. Кістки парних плавців і їх пояси: а – хрящова риба;

б – костиста риба; I – грудний плавець з плечовим поясом;

II – черевний плавець з тазовим поясом; 1 – лопатковий відділ;

2 – коракоїдний відділ; 3 – базалії; 4 – радіалії; 5 – промені плавців; 6 –

птеригоподії; 7 – лопатка; 8 – коракоїд; 9 – клейтрум; 10 – задній

клейтирум; 11 – надклейтирум; 12 – задньовисочна кістка; 13 – тазова кістка

Плечовий пояс костистих риб складається з лопатки, коракоїда, трьох кісток клейтруму і задньовисочної кістки. Задньовисочна кістка є елементом черепа і тому надає плечовому поясу міцність і відносну нерухомість, яка посилюється нерухомим з'єднанням клейтрумів правої і лівої половини тіла.

Тазовий пояс (пояс червних плавців) з осьовим скелетом жорстко не пов'язаний. Він складається з двох (правої і лівої)

трикутних кісток, до яких кріпляться плавці. Кісткова основа грудних і черевних плавців неоднакова.

Череп риб, так само як і осьовий скелет, поступово ускладнюється в процесі еволюції. У круглоротих немає черепної коробки; у них є окремі, пов'язані сполучною тканиною хрящові мозкові капсули (нюхова, слухова, очна).

Вищі костисті риби в ембріональному періоді проходять всі ці етапи: спочатку у них закладається і розвивається хрящовий череп, пізніше відбувається його окостеніння, причому поряд з заміщаючими кістками виникають і покривні (рис. 2.7, 2.8).

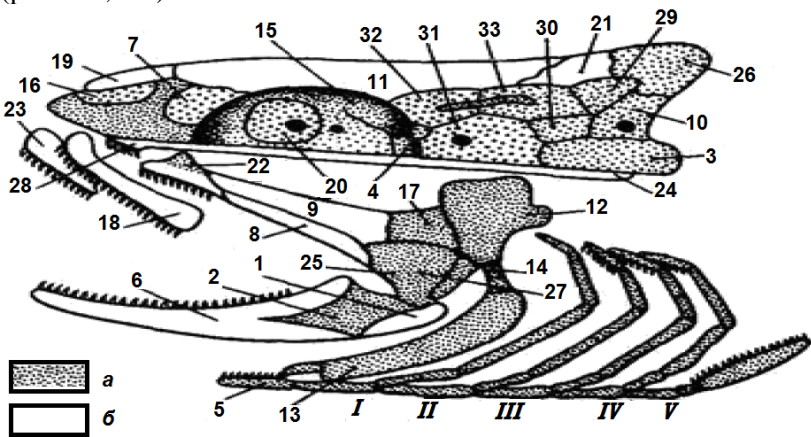


Рис. 2.7. Розташування кісток в черепі костистої риби

(окуня): а – основні кістки і хрящі; б – покривні кістки; 1 – кутова; 2 – зчленівна; 3 – основна потилична; 4 – основна клиноподібна; 5 – копула; 6 – зубна; 7 – бічна нюхова; 8 – зовнішня крилоподібна; 9 – внутрішня крилоподібна; 10 – бічна потилична; 11 – лобова; 12 – підвісок; 13 – гіоїд; 14 – окостеніла зв'язка; 15 – бічна клиноподібна; 16 – середня нюхова; 17 – задня крилоподібна; 18 – верхньощелепна; 19 – носова; 20 – очноклиновидна; 21 – тім'яна; 22 – піднебінна; 23 – передщелепна; 24 – пара-сфеноїд; 25 – квадратна; 26 – верхня потилична; 27 – додаткова; 28 – сошник; 29-33 – вушні кістки; I-V – зяброві дуги



Рис. 2.8. Кістки зябрової кришки костистої риби: червона – передкришечна, жовта – кришечна, зелена – міжкришечна, рожева – підкришечна

У черепі костистих риб виділяють два відділи: мозковий (осьовий) і вісцеральний. Численні кістки *осьового відділу* з'єднані нерухомо. Цим досягається надійний захист мозку.

Вісцеральний відділ черепа утворюється щелепним і зябровим апаратом. Він складається з щелепної, під'язикової і п'яти зябрових дуг, прикритих зябровими кришками.

Хрящові риби (акули, скати) мають хрящовий череп, утворений зросленими мозковими капсулами, щелепи, озброєні зубами. Щелепний апарат з'єднується з черепом.

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) замалювати ілюстративний матеріал;
- 3) розглянути на прикладі наявних муляжів та препаратів риби будову скелета риб.

Контрольні питання

1. Чим представлений скелет риб?
2. Яка будова осьового скелета риб?

3. З яких кісток складається скелет парних і непарних плавців?
4. Назвіть основні кістки черепа костистої риби.

3. БУДОВА І ФУНКЦІЇ М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ РИБ

Мета роботи. Вивчення м'язової системи риб.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, довідкова інформація.

Теоретична частина. М'язова система являє собою сукупність скорочувальних елементів м'язової тканини, об'єднаних у м'язи й зв'язаних між собою сполучною тканиною. Вона забезпечує рухову активність риб (у тісному зв'язку із скелетом), транспортування їжі й крові усередині організму. У м'язовій системі відбувається перетворення хімічної енергії в механічну й теплову.

Діяльність м'язової системи регулюється нервовою системою, до кожного м'язового волокна підходить нерве волокно, кожний м'яз іннервується певним нервом. Живлення м'язів здійснюється кров'ю в сполучнотканинних прошарках – **міосептах**.

Основу мускулатури становить м'язова тканина, що здійснює її скорочувальну функцію. За будовою розрізняють поперечносмугасту й гладку м'язові тканини.

Поперечносмугасті м'язи – складаються із багатоядерних м'язових волокон – **симпластів**, які з'єднані в м'язові пучки (сегменти) – **міомери**, відділені один від одного сполучнотканинними прошарками – **міосептами**. Мають видиму почленованість (або посмугованість – звідси й назва) і становлять основу соматичної мускулатури.

Гладкі м'язи – складаються з окремих дуже витягнутих веретеноподібних клітин (довжиною близько 0,1 мм) – **міоцитів**, які оточені волокнами сполучної тканини, що утворюють щільний "футляр". Вони не мають поперечної посмугованості. Їм характерна здатність до повільного скорочення, тривалого перебування в стані скорочення, витрачаючи порівняно мало енергії й не піддаючись стомленню.

Гладкі м'язи становлять основу вісцеральної мускулатури (стінок кишечника, шлунка, кровоносних судин, сечостатевого каналів).

М'язова система риб поділяється на соматичну (парієтальну) і вісцеральну мускулатуру.

Вісцеральна мускулатура – мускулатура внутрішніх органів риб, якими є м'язи шкіри, стінок кровоносних судин, серця, вивідних проток сечостатевої системи, кишечника й глотки. Вісцеральна мускулатура риб переважно представлена гладкими м'язами, виняток становлять м'язи глотки й серця, де присутні поперечносмугасті м'язи.

Соматична (парієтальна) мускулатура – це м'язова система тіла риб, що має назву скелетна мускулатура, у якій виділяють осьову, мускулатуру плавців і голови. Соматична мускулатура складається лише з поперечносмугастих м'язів.

Найрозвиненіша в риб **осьова** мускулатура, що забезпечує рух риб. Вона чітко сегментована на міомери, розділені міосептами. Кількість міомерів відповідає кількості хребців.

Послідовне скорочення міомерів лівої й правої сторони, за такого типу їх з'єднання із хребцями, викликає хвилеподібні вигини тіла. У результаті вздовж тіла проходить мускульна (локомоторна) хвиля, що створює певну силу для поступального руху риби.

Якщо розглянути поперечносмугасті м'язи, то перше, що звертає на себе увагу, різний їх колір. За цією ознакою виділяють *червоні* й *білі* м'язи, які відрізняються між собою за функціональними характеристиками, що помітно під час їх порівняння (табл. 1).

Колір м'язової тканини обумовлений наявністю **міоглобіну** – білка, що легко поглинає кисень. За рахунок цього білка забезпечується «м'язове дихання» – фосфорилування, що супроводжується виділенням енергії, яку забезпечують скорочувальні функції м'язових волокон. Крім кольору червоні й білі м'язи розрізняються низкою морфо-фізіологічних характеристик: формою, розміщенням, механічними і біохімічними властивостями (інтенсивністю дихання, концентрацією глікогену і енергетичних жирів).

Таблиця 1

Функціональні характеристики червоних і білих м'язів

| | |
|--|---|
| Червоні м'язи | Білі м'язи |
| Характеризуються повільним скороченням | Характеризуються швидким скороченням |
| Домінують аеробні процеси | Домінують анаеробні процеси |
| Багаті глікогеном | Бідніші глікогеном (у 2 рази) |
| Функціональні навантаження слабо впливають на рівень глікогену – практично не змінюється під час швидкого плавання | Функціональні навантаження надто впливають на рівень глікогену – різко знижується під час швидкого плавання |
| Багаті жиром (велика кількість) | Бідні жиром (невелика кількість) |
| Багаті міоглобіном | Відсутній міоглобін |

Білі м'язи мають ширші, товстіші волокна, у них утримується менше глікогену й дихальних ферментів. Вуглеводний (окисний) обмін відбувається переважно в анаеробних умовах, кількість енергії, що виділяється, порівняно невелика. Ці м'язи здатні до сильних скорочень, забезпечують короткочасні різкі кидки риб, але дуже швидко стомлюються. Лежать вони більш глибоко в м'язовій системі. Містять більше вологи й білка.

Червоні м'язи мають вузькі, тонкі волокна, інтенсивно забезпечуються кров'ю, розташовані більш поверхнево, зміщені частіше до хвоста, у них утримується значна кількість глікогену, виявляються скупчення жирів. Скорочуються вони з меншою силою, але здатні до тривалої роботи. Вуглеводний (окисний) обмін відбувається інтенсивно, чому сприяє достаток ферментів аеробного обміну. Червоні м'язи постійно діють (серце, зябровий апарат, глотка), вони забезпечують тривалу роботу органів.

У разі швидких кидків працюють білі м'язи, тривалого (крейсерського або рейдерного) плавання – червоні. Наявність або співвідношення білих і червоних м'язів залежить від рухливості риб:

- засадні хижаки, "спринтери" мають майже винятково білі м'язи;
- риби, що здійснюють тривалі міграції мають добре розвинені червоні бічні м'язи.

Тулубна мускулатура утворює основу м'яса риби, вихід якого різний у різних видів та в особин одного виду залежно від статі, сезону, умов існування. М'ясистість риб – найважливіший господарський показник.

Осьова мускулатура представлена наступними основними м'язами:

- **спинний м'яз** (musculus dorsalis), або найдовший м'яз спини, що проходить від потиличної частини голови до хвоста.
- **великий бічний м'яз** (musculus lateralis magnus), що проходить уздовж тіла від голови до хвоста й розділений горизонтальною чітко видимою сполучнотканинною перегородкою на спинний (дорсальний) і черевний (вентральний) м'язові тяжі;
- **прямий бічний поверхневий м'яз** (musculus lateralis superficialis), що покриває черевний тяж великого бічного м'яза і пролягає від плечового пояса до хвоста. Міосепти утворюють ламану лінію у вигляді W, середній кут приблизно розміщений посередині і вершиною спрямований уперед;
- **прямий черевний м'яз** (musculus rectus ventralis), що проходить уздовж черевної частини тіла;
- **косі м'язи** (musculus obliquus), розміщені між прямим черевним м'язом і вентральним тяжем великого бічного м'яза.

Мускулатура плавців представлена групою м'язів, що забезпечують такі типи їх руху: *абдукцію* (підняття); *аддукцію* (опускання); *протракцію* (висування); *ретракцію* (відтягування назад). Ці типи руху й відповідно велика розмаїтість м'язів характерна для парних плавців. Для непарних властиві два типи руху – абдукція й аддукція.

М'язи голови пов'язані з роботою щелеп, зябрового апарату, з рухом очей.

За очами в потиличній частині голови, на вершині зябрової кришки розташовані м'язи, що відкривають і закривають зяброву кришку і забезпечують дихання риб.

Спереду від зябрової кришки лежить мускулатура, пов'язана з рухом щелепного апарату, що утворює так звані «щоки» риб.

В області очниць розміщено 6 коротких очних м'язів (4 прямі й 2 косі), що втримують очне яблуко й забезпечують його функціональні рухи.

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) замалювати ілюстративний матеріал;
- 3) розглянути на прикладі наявних муляжів та препаратів риби будову і функції м'язів.

Контрольні питання

1. Назвіть основні групи м'язів у риб.
2. Які м'язи найбільш розвинуті у риб і чому?
3. Яка будова тулубних м'язів?
4. На якій частині тіла риби найбільш складна будова м'язів?

4. ТОПОГРАФІЯ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ РИБ.

СИСТЕМИ ОРГАНІВ

Мета роботи. Вивчення особливостей будови внутрішніх органів і систем органів кісткової і хрящової риби.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, жива риба, ножиці, препарувальні голки, пінцет.

Теоретична частина. **Спланхнологія** (лат. *splanchnologia* від грец. *splanchna* – нутроші) – це розділ анатомії, що вивчає будову внутрішніх органів. Нутроші – органи, що розташовані в порожнині вісцеральної трубки та забезпечують обмін речовин між організмом і довкіллям

Спланхнологія вивчає наступні системи органів:

- травна система (лат. *systema digestorium*),
- дихальна система (лат. *systema respiratorium*),
- сечостатевий апарат (лат. *systema urogenitalis*),
- сечова система (лат. *systema urinarium*),

статева система (лат. *systema genitalium*),
ендокринні залози (лат. *glandulae endocrinae*).

Методика проведення розтину риби. Починаючи розтин, необхідно взяти рибу (краще всього невеликого окуня) в ліву руку і вістряч ножиць проколоти їй черевну стінку біля анального отвору, потім розрізати по середній лінії черева до кісток нижньої щелепи, перерізаючи по шляху кісточки плечового пояса (при розрізанні необхідно сильніше відтягувати стінку, щоб не зачепити нутрощі, що лежать під нею).

Повна картина внутрішніх органів костистої риби представлена на рис. 4.1.

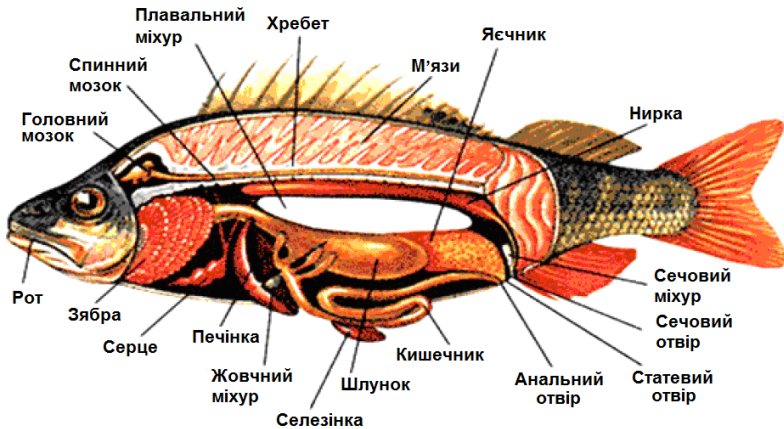


Рис. 4.1. Будова костистої риби (на прикладі окуня)

Кишечник. Необхідно зняти вирізану стінку, і тоді відкриється порожнина тіла, в якій щільно укладені внутрішні органи риби. Спочатку знаходимо травний канал, або кишечник. У травній системі їжа потрапляє спочатку в глотку, звідси вода виганяється через зяброві щілини, а їжа через короткий стравохід потрапляє в об'ємний **шлунок** (його можна знайти на розкритій рибі у вигляді сірувато-білого мішка в передній частині порожнини тіла). Як правило, спереду шлунок прикритий жовтуватою або червонуватою **печінкою**. Це орган, тісно пов'язаний з **кишечником**: в печінці виробляється жовч, спочатку вона збирається в **жовчному міхурі**, а потім надходить

через тоненьку протоку в передню частину кишки, де вона сприяє перетравлюванню їжі.

У риб з родини коропових (короп, карась, плітка) у глотці виявляються своєрідні **глоткові зуби** (в роті справжніх зубів немає). Сидять вони на останній зябрової дузі, і ними риба подрібнює їжу, перетираючи її об поверхню «жорна», розташованого тут же, на нижньому боці черепної коробки.

Далі необхідно зняти печінку і обережно розплутати кишечник, не обірвавши його (тут можуть бути помітні білі прошарки жиру, які тягнуться вздовж кишки і між її петлями). За шлунком йде передня кишка, від якої у багатьох видів, немов пальці на рукавичках, відходять кілька відростків, або **кишкових придатків**, куди також набивається їжа. За передньою кишкою починається середня кишка. Вона утворює в тілі петлю, а потім витягується уздовж тіла і переходить в задню кишку, яка закінчується анальним отвором. У вигині середньої кишки ми знайдемо довгасту червону **селезінку**; цей орган вже не має прямого відношення до кишки і травлення: селезінка пов'язана з кровоносними судинами, і в ній відбуваються переробка і утворення кров'яних тілець.

Блискучий, наповнений повітрям **плавальний міхур**, який розташований у порожнині тіла ближче до спини, хоча і не має відношення до перетравлювання їжі, проте виявляється виростом кишкового каналу. У деяких риб він залишається з'єднаним зі **стравоходом** за допомогою вузької повітряної трубочки протягом усього життя (наприклад, у щуки, коропа, карася, плітки); у інших ця трубка є тільки у зародка, а потім вона заростає і міхур відділяється від кишечника (окунь, йорж, судак). Форма міхура різна у різних риб. Плавальний міхур зрівнює масу тіла з масою навколишньої води і дозволяє рибі без зусиль триматися на будь-якій глибині (якщо у мертвої риби розрізати черево і проткнути міхур або якщо рибу випатрати, як це роблять на кухні, тіло її виявиться важчим за воду і опуститься на дно).

Газ, яким наповнений міхур, не потрапляє туди з атмосферного повітря, а виділяється зі складу крові через стінки дрібних капілярних судин, розгалужених в стінках міхура. При поступовому накопиченні газу в міхурі середня щільність тіла

риби стає рівною масі води і риба тримається на певній глибині, не піднімаючись вгору і не опускаючись вниз, не витрачаючи для цього будь-яких м'язових зусиль. Коли виділення газів з крові в міхур збільшується, міхур розширюється, збільшуючи і загальний об'єм тіла риби, середня щільність його зменшується – і риба спливає вгору. Якщо ж, навпаки, частина газів знову поглинається кров'ю, об'єм плавального міхура і всього тіла стає меншим і середня щільність зростає – риба опускається глибше.

Але плавальний міхур служить для риби не лише гідростатичним апаратом, він виконує також іншу, ще важливішу функцію, пов'язану вже з роботою кровоносної системи. Коли риба піднімається з нижніх шарів у верхні, де її тіло відчуває менший тиск, змінюється і насиченість крові газами. У цих умовах кров виявляється пересиченою газами, і якби ці гази виділялися у вигляді вільних бульбашок, то це призвело б до закупорки судин і загибелі риби. Плавальний міхур і є органом, який регулює вміст газів в крові. На його внутрішній поверхні у багатьох риб знаходиться так зване **червоне тіло** – дуже розгалужена мережа капілярів, через які і відбувається виділення з крові надлишку газів або, навпаки, поглинання газів кров'ю, якщо їх в ній недостатньо.

Є риби, які не мають плавального міхура. Серед костистих риб це такі види, які зазвичай тримаються на дні (наприклад, бичок-підкаменщик, камбала).

Органи розмноження. Задню частину порожнини тіла риби займають органи розмноження. Якщо взяти рибу незадовго до того часу, коли має відбуватися її нерест, то можна виявити, що ці органи сильно збільшені. 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. На час нересту в яєчниках утворюється величезна кількість дрібних яєць – ікра.

Молоки самців бувають білуватого кольору і не так сильно набухають під час нересту, як яєчники, тому що сперматозоїди які в них утворюються, набагато дрібніші від ікринок і помітні тільки під мікроскопом. Але до того часу поки статеві продукти у риб ще не почали дозрівати, яєчники і сім'яники бувають дуже

схожі на вигляд і тоді буває не так легко визначити, самець перед вами чи самка.

Кровоносна і видільна системи. У передній частині тіла, де голова з'єднується з тулубом, знаходимо серце, яке у риби складається з двох відділів – передсердя і шлуночка. Темно-червоне *передсердя* розташоване трохи вище шлуночка і охоплює його зверху; *шлуночок* лежить нижче і відрізняється блідішим, червонуватим забарвленням. Серце являє собою мішок з товстими м'язовими стінками, робота його полягає в тому, що шляхом постійних ритмічно повторюваних скорочень стінок воно невинно проштовхує кров, яка надходить в нього, і змушує її рухатися по кровоносних судинах.

Якщо видалити плавальний міхур і органи розмноження, то під самим хребтом можна помітити дві довгі червоно-бурі стрічки – це *нирки*, які служать у хребетних органами виділення. У процесі обміну речовин в тілі тварини крім вуглекислого газу утворюються і інші «відходи» (сечовина і деякі кислоти), які також повинні бути видалені з тіла. Кров приносить їх до нирок, де ці речовини виділяються з неї у вигляді сечі. Від нирок йдуть вивідні протоки – *сечоводи*; потім вони з'єднуються в один загальний проток, і на ньому утворюється невелике розширення – *сечовий міхур*.

Центральна нервова система. Щоб виявити і розглянути *головний мозок*, голову риби міцно затискають в лівій руці і скальпелем зішкрябують її черепні кістки, стругаючи їх від потилиці до очей. Коли відкриється порожнина, в якій міститься мозок, потрібно спочатку обережно, по шматочках, видалити пухку жирову масу, яка абсолютно закриває мозок. На дні черепної порожнини виявляється мозок, дуже невеликий у порівнянні з розміром тіла риб.

Над хребтом тягнеться центральний орган нервової системи – *спинний мозок*, захищений дугами хребців і кістками черепа.

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) за допомогою описаної в роботі методики препарувати рибу (коропа);

- 3) детально вивчити топографію риби і замалювати її в робочий зошит.
- 4) Заповнити таблицю

| Система органів | Органи, які до неї відносяться | Особливості будови | Функції |
|-----------------|--------------------------------|--------------------|---------|
| | | | |

Контрольні питання

1. Опишіть методику розтину риб.
2. Назвіть основні внутрішні органи риб і їх функції в організмі.

5. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ І ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РИБ

Мета роботи. Вивчення особливостей будови і функцій органів дихання риб.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, довідкова інформація, жива риба.

Теоретична частина. Основними органами дихання дорослих риб є зябра (ектодермального походження). Головна функція зябер – 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).

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 зябри становить кісткова зяброва дуга, на якій розташовуються зяброві пелюстки трикутної форми (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Зябра риби

У більшості хрящових риби є п'ять пар зябрових отворів (у деяких 6-7) і стільки ж зябрових дуг. Зябрової кришки немає, виняток становлять суцільноголові (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 риби, як і кісткових, складається: 1) з зябрової дуги; 2) зябрових пелюсток; 3) зябрових тичинок.

У хрящових риби до органів дихання можуть бути віднесені бризкальця, які є рудиментарною зябровою щілиною. Вони розташовані позаду очей і з'єднуються з ротоглотковою порожниною (рис. 5.2). На передній стінці бризкальця є клапани, а на задній – несправжні зябра, що постачає кров'ю органи зору. Бризкальця є у хрящових і осетрових. У хрящових риби, на відміну від кісткових, зябра не виділяють продукти азотистого обміну і солі.

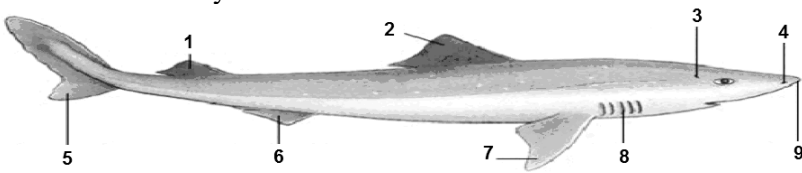


Рис. 5.2. Розташування зябрових щілин і бризкальця у хрящової риби: 1 – другий спинний плавець, 2 – перший спинний плавець, 3 – бризкальце, 4 – ніздря, 5 – хвостовий плавець, 6 – черевний плавець, 7 – грудний плавець, 8 – зовнішні зяброві щілини, 9 – рострум

Схема дихання кісткових риби наступна: при зябровому подиху вода через рот надходить в глотку, проходить між

з'ябровими пелюстками, віддає кисень у кров, отримує вуглекислоту і виходить із з'ябрової порожнини назовні (рис. 5.3).

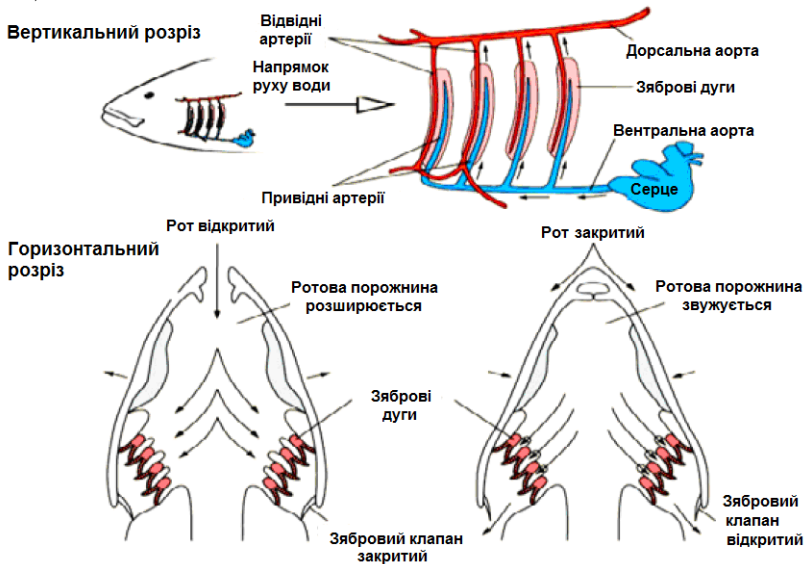


Рис. 5.3. Схема проходження води через ротову порожнину риб

З'яброве дихання риб може бути двох видів: 1) **активне** – вода через ротовий отвір засмоктується в глотку і омиває з'яброві пелюстки за рахунок руху з'ябрових кришок (у всіх риб); 2) **пасивне** – риба плаває з відкритим ротом і з'ябровими кришками, а струмінь води створюється за рахунок руху самої риби (характерно для риб, що мешкають у воді з високим вмістом розчиненого кисню).

Додаткові органи дихання. У процесі еволюції у кісткових риб, які живуть у водоймах, в яких існує дефіцит кисню, а також за недостатнього розвитку основних органів дихання (з'ябер) розвинулися додаткові органи дихання. У ембріонів риб дихання здійснюється за рахунок розвиненої мережі кровоносних судин на жовтковому мішку і в плавцевій складці. У личинок деяких риб розвиваються зовнішні з'ябра – вирости шкіри із кровоносними судинами (дводишні, багатопер, в'юн та ін.) (рис. 5.4).

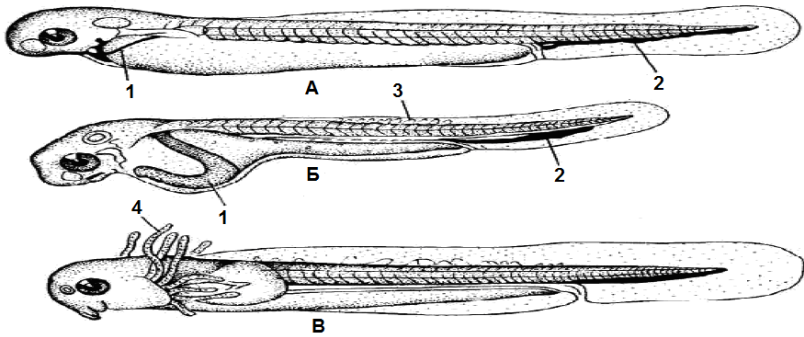


Рис. 5.4. Ембріональні органи дихання риб: А – пелагічна риба; Б – короп; В – в'юн; 1 – к'юверові протоки; 2 – нижня хвостова вена; 3 – мережа капілярів; 4 – зовнішні зябра

До додаткових органів дихання також відносяться: *шкірне дихання*, яке властиве майже для усіх риб; *повітряне дихання*, яке здійснюється за допомогою надзябрових органів, які пронизані густою мережею кровоносних капілярів (змієголов); *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* риб, який також бере участь в газообміні (багатопер, амія, панцирна щука) (рис. 5.5).

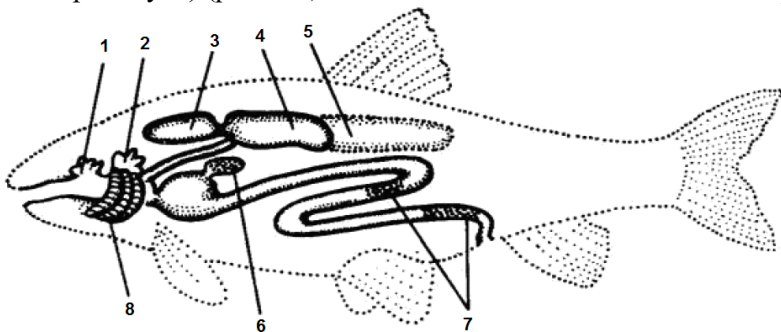


Рис. 5.5. Додаткові органи дихання риб: 1 – випинання в ротовій порожнині; 2 – надзябровий орган; 3-5 – відділи плавального міхура; 6 – випинання в шлунку; 7 – ділянка поглинання кисню в кишечнику; 8 – зябра

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) замалювати ілюстративний матеріал;
- 3) спостерігати за дихальними рухами риб в акваріумі;
- 4) препарувати рибу і вивчити її органи дихання.

Контрольні питання

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. Перерахуйте види риб, для яких властиве дихання додатковими органами.

6.ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ І ФУНКЦІЇ КРОВОНОСНОЇ СИСТЕМИ РИБ

Мета роботи. Вивчення особливостей будови і функцій кровоносної системи риб.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, довідкова інформація, гістологічні препарати, жива риба.

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 у системі замкнутих порожнистих органів. Ця система включає серце, ряд артеріальних кровоносних судин, а також ряд венозних судин (рис. 6.1).

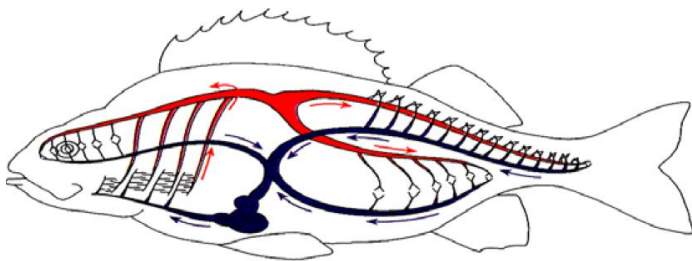


Рис. 6.1. Схема руху крові у риб

Будова серця риб. Серце (*cor*) костистих риб двокамерне, але складається з чотирьох відділів: венозного синуса, передсердя, шлуночка і цибулини (бульбус) аорти. Через серце проходить венозна кров. Скороченням м'язів шлуночка кров проштовхується в черевну аорту.

Серце лежить у вентральній частині зябрової області позаду краю нижньої щелепи (біля щелепної і під'язикової дуг).

На кордоні передсердя і венозного синуса розташовані відносно щільні **півмісяцеві (синоатріальні) клапани**. Дія цих клапанів перешкоджає зворотному току крові з передсердя в венозний синус при скороченні передсердя.

У місці з'єднання передсердя і шлуночка є два **атріовентрикулярних** клапани. Вони мають вигляд кишень, відкрита сторона яких спрямована в бік шлуночка (рис. 6.2).

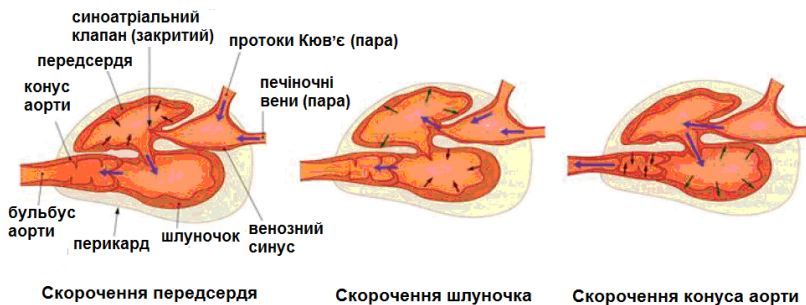


Рис. 6.2. Скорочення серця риб

На кордоні шлуночка і черевної аорти розташовані два півмісяцевих клапани. Вони півмісяцевої форми і зовнішніми краями прикріплені до правої і лівої стінок порожнини шлуночка і частково до стінки аорти.

Кровоносні судини 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. Будова стінок судин кровоносної системи представлено на рис. 6.3.

Кровоносні судини густою сіткою обплітають весь організм риб, доставляючи кисень (необхідний для хімічних реакцій окислення) і прибираючи надлишки вуглекислого газу. Розташування основних судин кровоносної системи риб представлено на рис. 6.4.

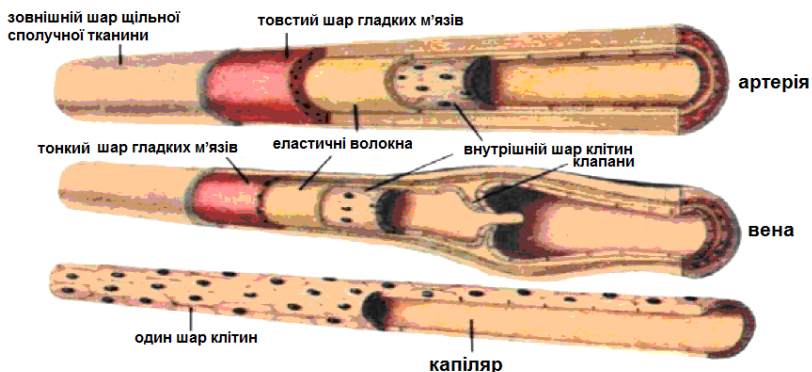


Рис. 6.3. Будова стінок судин кровоносної системи

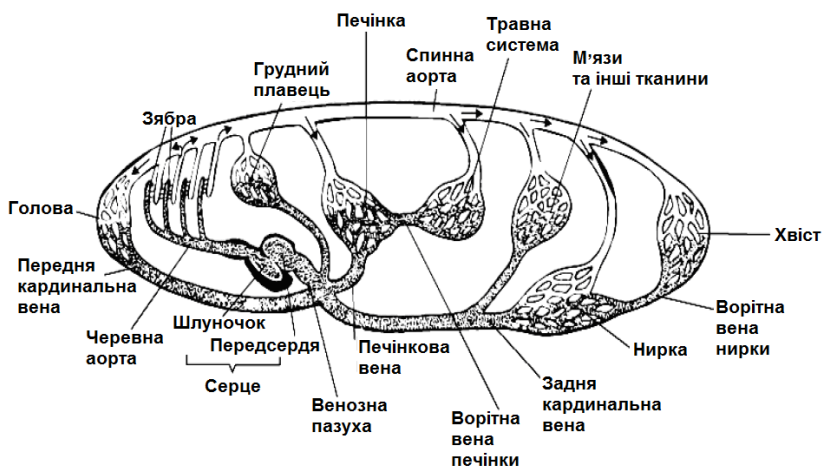


Рис. 6.4. Розташування основних судин кровоносної системи риб

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) замалювати ілюстративний матеріал;
- 3) вивчити розташування органів кровоносної системи риб.

Контрольні питання

1. Скільки кіл кровообігу у риб?
2. Де у риб відбувається перетворення венозної крові на 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?

7. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ І ФУНКЦІЇ СЕЧОСТАТЕВОЇ СИСТЕМИ РИБ

Мета роботи. Вивчення особливостей сечостатевої системи риб.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, довідкова інформація, гістологічні препарати, жива риба.

Теоретична частина. На відміну від вищих хребетних, що мають компактну тазову нирку (метанефрос), риби мають примітивнішу тулубну нирку (мезонефрос), а їх зародки – переднирку (пронефрос). У деяких видів (бичок, бельдюга, кефаль) пронефрос в тому чи іншому вигляді виконує функцію виділення і у дорослих особин; у більшості ж дорослих риб функціонуючою ниркою стає мезонефрос.

Нирки – парні темно-червоні утвори, які тягнуться вздовж хребта і щільно прилягають до нього над плавальним міхуром (рис. 7.1). У нирці виділяють передній відділ (головна нирка), середній і задній. Артеріальна кров надходить в нирки по нирковим артеріям, венозна – по ворітним венах нирок.

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

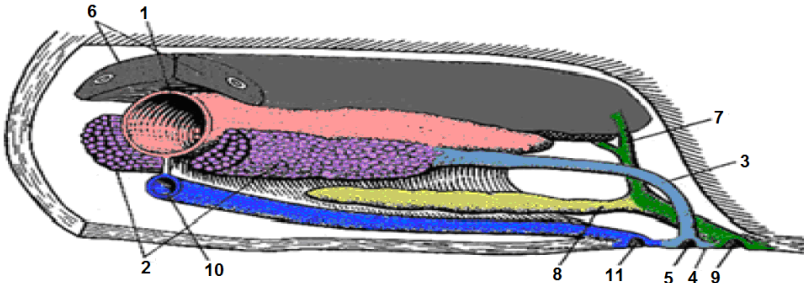


Рис. 7.1. Сечостатева система риб (на прикладі щуки звичайної): 1 – плавальний міхур; 2 – яєчник; 3 – вивідний проток яєчника; 4 – сечостатевої сосочок; 5 – статевий отвір; 6 – нирки; 7 – сечовід; 8 – сечовий міхур; 10 – кишечник; 11 – анальний отвір

Мальпігієве тільце – це 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. Мальпігієве тільце 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 з боуменових капсул.

Очищена кров повертається в судинну систему нирок (ниркову вену), а відфільтровані з крові продукти обміну і сечовина виводяться через каналець в сечовід. Сечоводи виливаються в сечовий міхур (сечовий синус), а потім сеча виводиться назовні у самців більшості костистих риб через сечостатевий отвір позаду ануса, а у самок костистих риб і самців лососевих, оселедців, щуки і деяких інших – через анальний отвір. У акул і скатів сечовід відкривається в клоаку.

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

Статева система риб включає наступні утвори: 1) статеві залози, або гонади, – сім'яники у самців і яєчники, або **ястики**, у самок, в яких розвиваються статеві клітини і виробляються статеві гормони; 2) статеві шляхи – сім'япроводи

у самців і яйцеводи у самок, через які статеві продукти виводяться в зовнішнє середовище.

Статеві залози у самців і самок шуки парні, вони розташовуються з боків і трохи донизу від плавального міхура, до якого прикріплені **брижєю** (лат. *Mesenterium* – подвійна складка (дублікатура) очеревини, за допомогою якої утворюється кріплення внутрішніх органів до стінок черевної порожнини).

Сім'яники мають вигляд вузьких стрічок молочно-білого або трохи жовтуватого кольору. По брижі до сім'яників підходять кровоносні судини.

Яєчники займають майже те ж положення, що і сім'яники. Через тонкі стінки яєчника чітко просвічуються темно-жовті ікринки, які і дають колір всій залозі. Задні кінці яєчника, звужуючись, переходять в яйцепровід.

Яйцепроводи представляють 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 яйцеклітин у риб йде складніше, ніж у ссавців. Клітини знаходяться на різних стадіях розвитку. Найдрібніші — *овогонії* — не беруть участі у поточному нересті.

При зовнішньому огляді риби і її внутрішніх органів на ранньому періоді розвитку визначити стать, як правило, не можливо, і особини класифікуються як ювенільні.

Ранні стадії розвитку гонад досить складні і 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.

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;
- 2) замалювати ілюстративний матеріал;
- 3) вивчити принципову будову сечостатевої системи риб.

Контрольні питання

1. Опишіть систему виділення риб.
2. Що являють собою ястики і сім'яники?

8. МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ТА ОРГАНІВ ЧУТТІВ РИБ

Мета роботи. Вивчення особливостей нервової системи та органів чуттів риб.

Матеріали та обладнання. Схеми, муляжі, довідкова інформація, гістологічні препарати, жива риба.

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

Центральна нервова система складається з головного і спинного мозку (рис. 8.1).

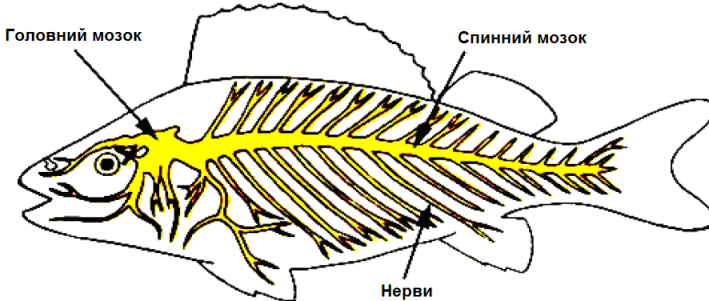


Рис. 8.1. Нервова система риб

До *периферичної нервової* системи відносяться нерви (рис. 8.2), що відходять від головного і спинного мозку до органів. Вегетативна нервова система в основі своїй має численні ганглії і нерви, що іннервують м'язи внутрішніх органів і кровоносних судин серця.

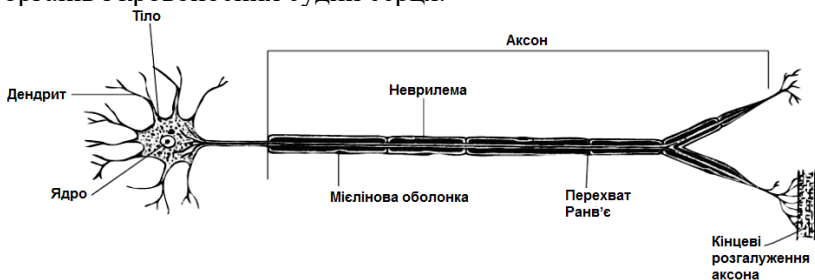


Рис. 8.2. Нервова клітина (нейрон)

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

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 в спинний мозок (рис. 8.3).

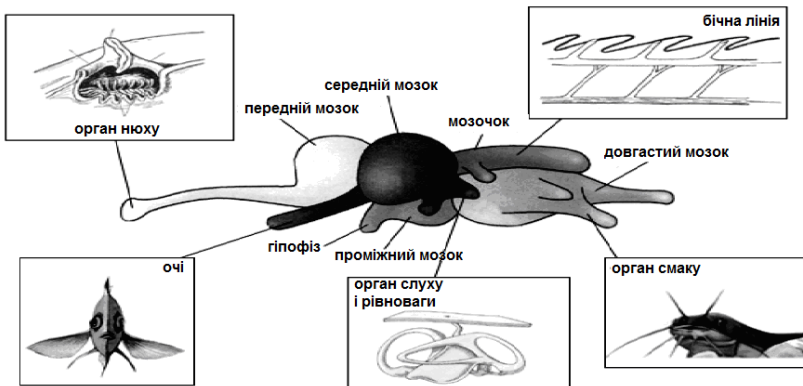


Рис. 8.3. Головний мозок риб

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 — окоруховий нерв (*nervus oculomotorius*) — іннервує м'язи ока, відходить від середнього мозку;

IV — блоковий нерв (*nervus trochlearis*) — окоруховий, 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: очну, верхньощелепну і нижньощелепну;

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

VII — лицевий 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*) — йде від довгастого мозку до глотки, іннервує слизову глотки і мускулатуру першої зябрової дуги;

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

Ступінь розвитку різних відділів головного мозку різна у різних груп риби і пов'язана зі способом життя (рис. 8.4).

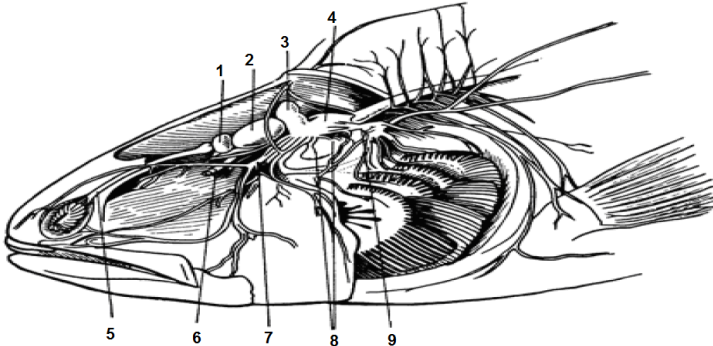


Рис. 8.4. Мозок і головні нерви в черепі окуня: 1 — передній мозок; 2 — середній мозок; 3 — мозочок; 4 — довгастий мозок; 5 — нюховий нерв; 6 — зоровий нерв; 7 — трійчастий нерв; 8 — слуховий нерв; 9 — блукаючий нерв

Органи чуття риби. Органи сприйняття навколишнього середовища (органи чуття) у риби мають ряд особливостей, що

відображають їх пристосованість до умов життя у водному середовищі (рис. 8.5).

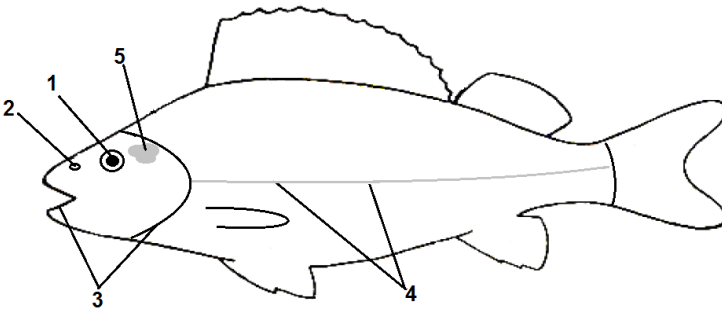


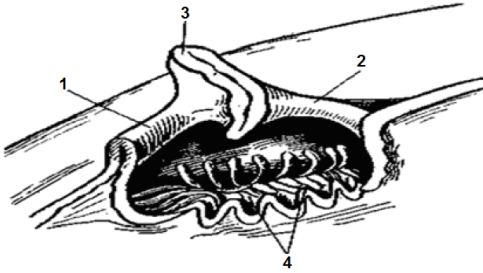
Рис. 8.5. Розташування органів чуттів у риб: 1 – органи зору; 2 – органи нюху; 3 – органи смаку; 4 – органи сприйняття коливання води і руху (бічна лінія); 5 – органи слуху і рівноваги

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

Одні подразнення сприймаються у результаті безпосереднього дотику (дотик, смак), інші – на відстані, дистанційно.

Органи нюху розташовані в ніздрях, які у риб не наскрізні, а схожі на крихітні двогорлі колбочки, що знаходяться зверху з двох боків рила. На дні їх лежать складки нюхового епітелію, клітини якого сприймають хімічні речовини, розчинені у воді. Гострота нюху у риб надзвичайно велика. Особливо тонко розвинений нюх у нічних і хижих риб (сом, минь). На цей орган чуттів розраховане застосування при лові риби приманок, які пахнуть (рис. 8.6).

Органи смаку являють собою скупчення чутливих клітин, так званих смакових сосочків (цибулинок). Вони численні в ротовій порожнині, глотці, на вусиках, підборідді, зябрових дугах, на голих ділянках голови і навіть в шкірі тіла, особливо в місцях без луски. Голець, наприклад, здатний вловити смак крихти, яка впала йому в акваріумі на хвіст.



**Рис. 8.6. Орган
нюху костистої
риби:**

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

Дуже тонко розвинене у риб *температурне відчуття*. Експериментально встановлено, що вони можуть розрізняти коливання в кількості тепла, на рівні сотих часток 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 лише у риб, деяких земноводних і їх личинок. З боків тіла у більшості риб (виняток становлять лише одиниці, наприклад оселедець) від голови до хвоста, іноді злегка згинаючись, тягнуться пунктирні лінії, що представляють собою ряд отворів, що ведуть в наповнений слизом канал, що знаходиться під шкірою. Це і є бічна лінія (рис.8.7).

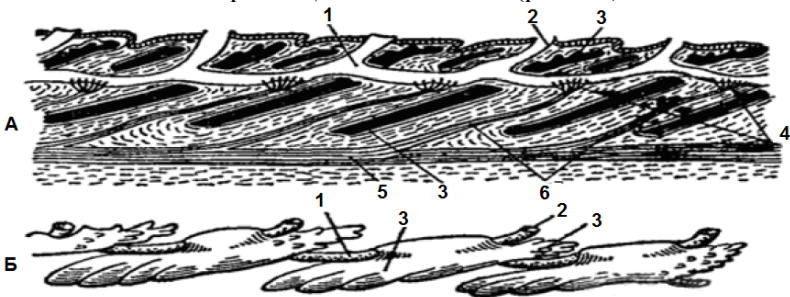


Рис. 8.7. Бічна лінія костистої риби: А – поздовжній розріз; Б – вигляд збоку; 1 – канал; 2 – зовнішній отвір каналу; 3 – луска; 4 – рецептори бічної лінії; 5 – бічна гілка блукаючого нерва; 6 – відгалуження нерва, що йдуть до органу бічної лінії

У слизовому каналі бічної лінії розміщуються групи чутливих клітин, що сприймають низькочастотні (дозвукові),

переважно негармонійні, коливання середовища: рух струменів води, вітрове хвилювання, коливання, спричинені предметом, який упав у воду або рухається в ній.

Органи слуху риб також сприймають коливання водного середовища, але тільки більш високочастотні, гармонійні або звукові. Влаштовані вони у риб простіше, ніж у 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, розміщене в кістковій стінці черепа (рис. 8.8).

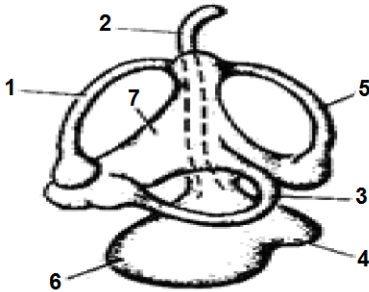


Рис. 8.8. Орган слуху риб:

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

Органи зору. Очі у риб побудовані подібно до інших тварин, але є й істотні відмінності, викликані особливістю зору у воді. Як відомо, світло в воді поширюється погано. Найбільша відстань, на якій риби можуть бачити в прозорій воді, 10-12 м. Нормально ж око розраховане на огляд в межах 1-2 м. Риби короткозорі за своєю природі.

Очі у них завжди відкриті, оскільки повік немає. Кришталик кулястий. Це дозволяє вловлювати найбільшу кількість світлових променів. Внаслідок того, що око опукле і підноситься над поверхнею голови, в нього потрапляють не тільки прямі, але і косі промені – спереду, зверху, знизу і з боків (рис. 8.9).

Поле зору у риб велике: по горизонталі око охоплює кут в 160-170°, по вертикалі – близько 150°. Але кожне око при цьому дає власне зображення, тобто зір монокулярний (рис.8.10).

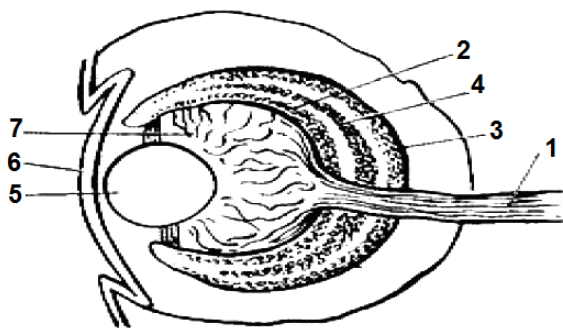


Рис. 8.9. Будова ока костистих риб:

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

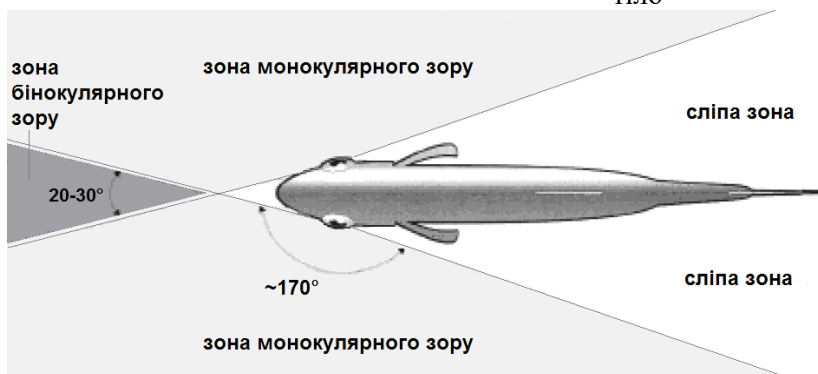


Рис. 8.10. Поле зору риб

З-під води риба може бачити лише ті предмети, від яких промені падають в її око під кутом не більше 48° до вертикалі. Все, що знаходиться під великим кутом, приховано від неї. Людина, що сидить на низькому березі або в човні, повинна бути невидимою для риби. Вона може виявити її присутність лише за коливанням води або виробленим нею шумом. Рух людини по березі вона часто не бачить, а лише чує.

Рибі властиво розрізняти і кольори. Особливо добре розпізнають забарвлення предметів риби з денним способом життя.

Хід роботи

- 1) вивчити теоретичний матеріал;

- 2) замалювати ілюстративний матеріал;
- 3) вивчити розташування нервової системи риб;
- 4) вивчити принципову будову органів чуття риб.

Контрольні питання

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

Самостійна робота

1. Спеціальна термінологія в анатомії

У тварин зазвичай на одному кінці тіла розташовується голова, а на протилежному — хвіст. Головний кінець в анатомії називають **краніальним**, *cranialis* (*cranium* — череп), а хвостовий зветься **каудальним**, *caudalis* (від *cauda* — «хвіст»).

На самій же голові орієнтуються на ніс тварини, і напрямком до його кінчика називають **ростральним**, *rostralis* (від *rostrum* — «дзьоб», «ніс»). «Ростральний» описує ознаку яка стосується дзьоба (рострума), чи яка має відношення до голови або передньої частини тіла, в напрямку рострума.

Поверхня або сторона тіла тварини, спрямована догори, проти сили тяжіння, називається **дорсальною**, *dorsalis* (від *dorsum* — «спина»), а протилежна сторона тіла, що виявляється найбільше близько до землі, коли тварина знаходиться в природному положенні, тобто ходить, літає або плаває, — **вентральною**, *ventralis* (*venter* — живіт). Наприклад, спинний плавець у риб розташований *дорсально*.

Для кінцівок справедливі поняття: **проксимальний**, *proximalis*, — для точки ближчої до тулуба, і **дистальний**, *distalis*, — для віддаленої точки. Ті ж терміни для внутрішніх органів означають віддалення від місця початку даного органа (наприклад: «дистальний відрізок кишечника»).

Права, *dexter*, і **ліва**, *sinister*, сторони позначаються, як вони могли б представлятися з погляду досліджуваної тварини.

Термін **гомолатеральний**, рідше **іпсилатеральний** позначає розташування на тій же стороні, а **контрлатеральний** — розташований на протилежній стороні. **Білатерально** — означає розташування по обох сторонах.

Утворення, що лежать ближче до серединної площини — **медіальні**, *medialis*, а розташовані далі — **латеральні**, *lateralis*. Утворення, розташовані на серединній площині називають **серединними**, *medianus*. Наприклад, щока розташовується *латеральніше* за ніздрі, а кінчик рострума — *серединна* структура. Якщо орган лежить між двома сусідніми утвореннями, його називають **проміжним**, *intermedius*.

Утворення, розташовані ближче до тулуба будуть *проксимальними* стосовно віддаленіших, *дистальних*. Ці поняття справедливі також і при описі органів. Наприклад, *дистальний* кінець сечовода проникає в сечовий міхур.

Центральний — той, що знаходиться в центрі тіла або анатомічної області; **периферичний** — зовнішній, віддалений від центра.

При описі положення органів, що залягають на різній глибині, використовують терміни: **глибокий**, *profundus*, і **поверхневий**, *superficialis*.

Поняття **зовнішній**, *externus*, і **внутрішній**, *internus*, використовують при описі положення структур стосовно різних порожнин тіла.

Терміном **вісцеральний**, *visceralis* (*viscerus* — внутрішність) позначають належність і близьке розташування з якимось органом. А **паріетальний**, *parietalis* (*paries* — стінка), — означає такий, що має відношення до якої-небудь стінки.

В анатомії прийняте поняття про основні проекційні площини. **Вертикальна** площина розділяє тіло на ліву і праву частини; **фронтальна** площина розділяє тіло на дорсальну і вентральну частини; **горизонтальна** площина розділяє тіло на краніальну і каудальну частини.

Крім того, застосовують і такі терміни, що *описують положення*: **абаксіальний** — розташований далі від осі; **адаксіальний** — розташований ближче до осі; **апикальний** —

розташований при вершині; **базальний** — розташований при основі; **аборальний** — розташований на полюсі тіла протилежному роту; **адоральний** — розташований поблизу рота.

Основні площини і розрізи:

Сагітальний — розріз, що йде в площині двосторонньої симетрії тіла, поділяючи його на праву і ліву сторони.

Парасагітальний — розріз, що йде паралельно площини двосторонньої симетрії тіла.

Фронтальний — розріз, що йде уздовж передньо-задньої осі тіла перпендикулярно сагітальному.

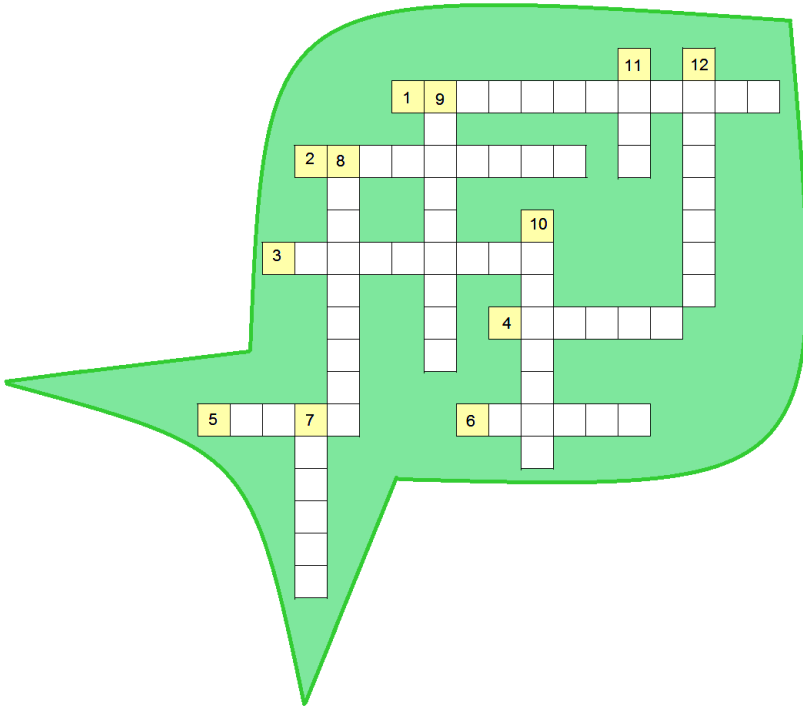
Завдання

- 1) Вивчити теоретичний матеріал.
- 2) Заповнити таблицю

| Термін | Значення терміну | Антонім |
|----------------|---------------------------|--------------|
| Приклад | | |
| абаксіальний | розташований далі від осі | адаксіальний |

2. Цікава анатомія риб

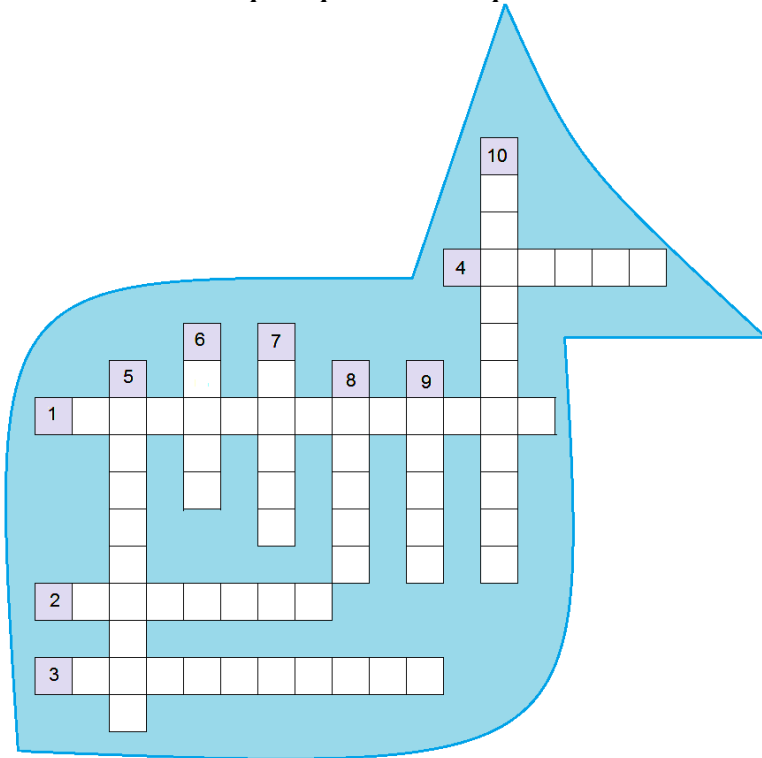
Кросворд 1. Зовнішні покриви тіла риб



По-горизонталі: 1. Спеціалізовані клітини, які виділяють секрет з якого утворюється луска. 2. Зовнішній шар епітеліальних клітин шкіри. 3. Луска, яка має форму округлої і гладкої пластинки і властива кістковим рибам. 4. Речовина, з якої складається середній шар ганоїдної луски. 5. Тверді метамерні пластинки шкірного кістяка хребетних. 6. Речовина, з якої складається середній шар плакоїдної луски.

По-вертикалі: 7. Шипики на задній стороні кісткової луски. 8. Найдавніша луска. 9. Кісткова луска властива окуневим. 10. Луска риб, яка має ромбічну форму та боковий виступ у вигляді зубу. 11. Виділяється бокаловидними, колбоподібними і зернистими клітками. 12. Родина риб, які мають ганоїдну луску.

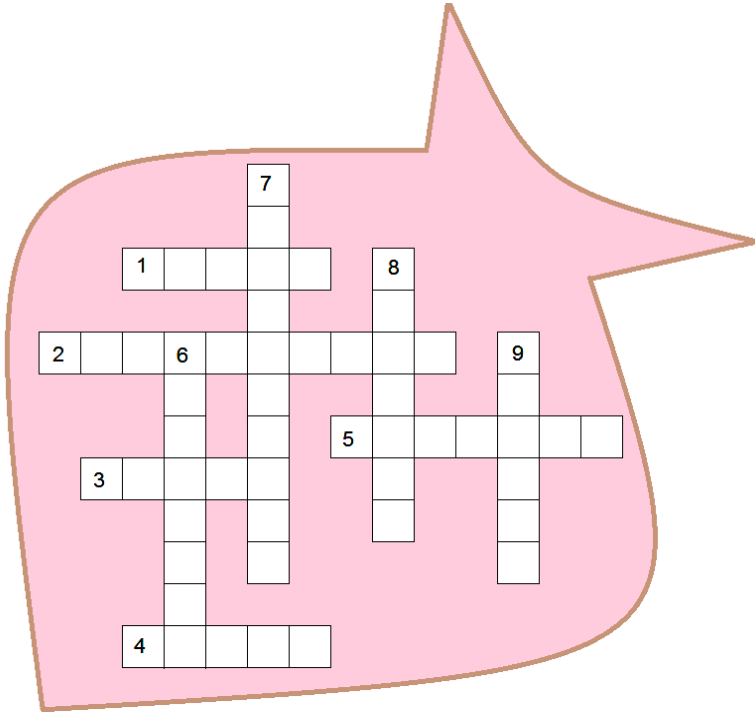
Кросворд 2. Скелет риб



По-горизонталі: 1. Тонкі між'язові, або тулубні, кісточки, які пронизують м'язи. 2. Паличкоподібна кісточка у задній частині хребта, спрямована у верхню лопать хвостового плавця. 3. Змінені верхні дуги хребців у задній частині хребта – розширені пластинки, що підтримують зовнішні промені хвостового плавця. 4. Елемент скелету.

По-вертикалі: 5. Внутрішній кістковий промінь спинного або анального плавців, який прихований у м'язах. 6. Несегментована скелетна вісь, яка складає осьовий скелет круглоротих. 7. Парні плавці у риб. 8. Сукупність твердих тканин у тваринному організмі, які слугують опорою тіла або крем'я його частин і /або захищають від механічних ушкоджень. 9. Органи руху або регуляції положення тіла риб. 10. Зовнішні плавцеві промені.

Кросворд 3. Загальна анатомія риб



По-горизонталі: 1. Орган дихання риб, який здатний поглинати кисень із води. 2. Черевні плавці (термін). 3. Довгий циліндричний відросток нервової клітини. 4. Орган риб, який розвивається як виріст стравоходу і дозволяє рибі без зусиль триматися на будь-якій глибині. 5. Клас риб у яких тіло вкрите плакоїдною лускою.

По-вертикалі: 6. Родина костистих риб, представники якої зазвичай мають два або три спинних плавці і багату на жир печінку. 7. Спинний (термін). 8. Розгалужений відросток нейрону. 9. Яйцеклітина.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Ковтун М. Ф., Микитюк О. М., Харченко Л. П. Порівняльна анатомія хребетних : навчальний посібник. Харків: «ОВС», 2002. 176 с.
2. Методи іхтіологічних досліджень : навчальний посібник / Ю. В. Пилипенко та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 432 с.
3. Федоненко О. В., Маренков О. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Загальної та спеціальної іхтіології» : навчальний посібник / Д. : ДНУ, 2012. 40 с.
4. Шерман І. М., Пилипенко Ю. В., Шевченко П. Г. Загальна іхтіологія : підручник. К. : Аграрна освіта, 2009. 453 с.
5. Bone Q., Moore R. H. Biology of fishes. 3rd ed. 2008. 478 p.
6. Currie S., Evans D.H. (Editors). The Physiology of Fishes. CRC Press. 2020. ISBN 978-0367477554.
7. Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays, and their Relatives / Smith M., Warmolts D., Thoney D., Hueter R. (Editors). Ohio Biological Survey, 2004.
8. Farrell A. P., Pieperhoff S. Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment / Editor-in-Chief A. P. Farrel. London, 2011. Vol. 1-3.
9. Helfman G. S., Collette B. B., Facey D. E., Bowen B. W. The diversity of fishes. 2nd ed. Blackwell Publishing, 2009. 720 p.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Посібник з розтину риби. URL: <https://www.necropsymanual.net/en/>.
2. Рибне господарство. Сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/napryamki/rybne-hospodarstvo>
3. Сайт Інституту рибного господарства НААНУ. URL: <http://if.org.ua/index.php/uk/>.
4. Сайт журналу «Рибогосподарська наука України». URL: <http://fsu.ua/index.php/uk/arkhiv-zhurnalu>.
5. World Register of Marine Species (WoRMS) : вебсайт URL: <https://www.marinespecies.org/>