

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА
БІОТЕХНОЛОГІЇ**

**Кафедра технології виробництва
продукції тваринництва**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ
АКВАКУЛЬТУРИ**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**для самостійного вивчення дисципліни (модуль І «Основи
іхтіології») здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти ОПШ «Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва» спеціальності 204 «ТВППТ» денної та заочної
форми здобуття вищої освіти**

**Миколаїв
2024**

УДК 639.3/5
Т38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету від 24.04.2024 р., протокол № 9.

Укладач:

Г. А. Данильчук – канд. с.-г. наук, доцент кафедри ТВПТ Миколаївського національного аграрного університету

Рецензенти:

С. П. Кот – канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри ветеринарної медицини та гігієни Миколаївського національного аграрного університету;

О. І. Петрова – канд. с.-г. наук, доцент, завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Історія розвитку іхтіології.....	6
2. Місце риб у системі тварин.....	10
3. Абіотичні фактори та їх вплив на риб	12
4. Основні частини і форми тіла риб.....	33
5. Зовнішня будова головного відділу риб.....	38
6. Плавники риб, позначення, будова і функції.....	45
7. Бічна лінія і типи луски риб.....	57
8. Анатомічні особливості хрящових ганоїдів	63
9. Анатомічні особливості костистих риб (топографія внутрішніх органів).....	78
10. Скелет костистої риби.....	91
ЛІТЕРАТУРА.....	107

ВСТУП

Іхтіологія – наука про рибу (з грецької “іхтіс” – риба, “логос” – слово, розум).

Під іхтіологією за Л. С. Бергом розуміють природну історію риби. Іхтіологія вивчає зовнішні ознаки та внутрішню будову риби (морфологію й анатомію), відношення риби до зовнішнього середовища – неорганічного й органічного (екологію, яку інколи називають біологією), історію розвитку – індивідуального (ембріологію) та історію розвитку видів, родів, родин, загонів і т.д. (еволюцію та філогенію), а також географічне розповсюдження риби (зоогеографію). На теперішній час іхтіологія інтенсивно вивчає рибу як об'єкт господарювання.

Біологічні ресурси Світового океану та прісноводних водойм здавна використовуються людиною як найважливіше джерело цінних харчових ресурсів.

Сучасний світовий промисел базується перш за все на використанні риби, що складає майже 90 % загального вилову, і в меншій мірі використовує безхребетних (в основному ракоподібних і молюсків), а також водорості та морських ссавців (кити й тюлені). Океанічний промисел складає 85 % загального вилову.

У світовому промислі пелагічні риби складають зараз більше 80 %, а частка придонних мешканців, які були основними об'єктами морського риболовства у минулому, зменшується. Тріскові, оселедцеві, анчоусові, скумбрієві, ставридові, тунцеві, макрелешукові, корюшкові (мойва) займають ведуче місце серед морських промислових риби, що пояснюється перш за все багатократною перевагою біомаси зоопланктону в порівнянні з продукцією бентосу в океані.

Враховуючи показники рибопродуктивності та особливості процесів біопродуктування у різних зоогеографічних зонах, а також багато інших факторів, потенціальну рибопродуктивність Світового океану у вигляді можливого вилову традиційних морських риби і крупних безхребетних можна визначити у 90-100 млн.т.

Подальший розвиток океанічного риболовства буде визначатися ступенем використання біологічних ресурсів дальньонеретичних зон, епіпелагіалі і батипелагіалі, а також відносно великих глибин, які можуть забезпечити суттєве зростання загального вилову, при умові розвитку дослідницьких, пошукових і промислових робіт в цих

обширних і нових для риболовства районах Світового океану.

Велике значення риби як об'єкта господарської діяльності людини прискорило виділення іхтіології як самостійної науки й дисципліни із зоології та її розвиток. При цьому крім вивчення складу іхтіофауни різних регіонів нашої планети та системи риб в цілому особлива увага надавалася виявленню закономірностей, які визначають динаміку чисельності й популяційну структуру промислових видів, що лежать в основі їх поведінки та розповсюдження в залежності від біотичних і абіотичних факторів, які є причиною й управляють міграційними процесами риб, а також до розробки наукових основ організації раціонального рибного господарства.

На теперішній час у період інтенсивного розвитку риболовства, яке супроводжується високим ступенем використання рибних ресурсів не лише внутрішніх водойм, а й морів і океанів, особливого значення набуває розробка як наукових основ раціонального і високоефективного морського і океанічного риболовства, так і керуемого людиною рибного господарства у прісних і морських водоймах, що включають здійснення цілеспрямованої біологічної та технічної меліорації, акліматизації й трансплантації цінних риб і кормових об'єктів у нових районах мешкання, створення приберегових господарств по вирощуванню товарної риби, масове розведення і підрощення молоді риб, які мешкають у прибережжі, з наступним їх морським пасовищним вирощуванням і т. д., що може бути здійснено тільки на основі поглиблених спеціалізованих іхтіологічних досліджень.

Відбувається поступовий перехід на морське рибне господарство під керуванням людини від сучасного риболовства – охоти – до раціонального науково обґрунтованого промислу, створення приберегових морських господарств для вирощування водоростей, молюсків, ракоподібних і риб, здійснення біологічної меліорації морських промислових районів і трансплантації водних об'єктів в нові регіони їх мешкання.

1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ІХТІОЛОГІЇ

Людство здавна використовує водні об'єкти і перш за все рибу в якості найважливішого, а інколи і основного компонента харчування. В “кухонних кучах” стоянок доісторичної людини, як правило, знаходять кістки риб і раковини молюсків. В більш пізні епохи масштаби і різноманітність біологічних ресурсів морів і внутрішніх водойм, що використовувалися жителями нашої планети постійно зростали. Починаючи з 3600 – 3700 рр. до нашої ери на папірусах і настінних зображеннях Древнього Єгипту відмічені малюнки риб, які дозволяють встановити їх видову приналежність, а також показані процеси їх обробки – різка і сушка. Історія багатьох держав, а також причини ряду географічних відкриттів, заселення нових районів, виникнення деяких міжнародних конфліктів стають більш зрозумілими, якщо враховувати бажання народів ширше використовувати різноманітні водні біологічні ресурси різних районів нашої планети. Населення практично всіх країн збільшує використання в раціоні харчування рибні продукти, а жителі деяких з них, перш за все Японії, переважну частину білків тваринного походження отримують від рибного промислу.

Більш-менш серйозне вивчення риб, цих різноманітних представників тваринного світу, почалося тільки 2,5 тис. років тому великим філософом і вченим древності Аристотелем, що жив у 384-322 рр. до н.е. Його “Історія тварин” є першою спробою дати науковий огляд сучасних уявлень про тваринний світ. Аристотель мав достатньо об'єктивні для того часу уяви про риб як водних тварин, що дихають зябрами. Відрізняючи риб від китів і водних безхребетних тварин, Аристотель поділяв їх на хрящових і кісткових, вказуючи, що у них є серце, селезінка, печінка, жовчний міхур, шлунок і пілоричні придатки. Його книга містить відомості про біологію та міграції деяких риб, строках і місцях ікрометання, а також наявності у деяких видів живонародження. Аристотель описав 116 видів риб. Вплив робіт великого вченого був суттєвим і навіть визначальним протягом наступних двох тисячоліть. Послідовники й ученики Аристотеля тривалий час тільки переказували його праці, хоч в часи Древнього Риму й Еллади зросло практичне використання риб – римляни вирощували риб у лагунах і басейнах для кулінарних

цілей, житель грецьких поселень на берегах Чорного моря ловили хамсу й інших риб. Період раннього середньовіччя не залишив крупних досліджень у цій області. Тільки з середини XVI століття починають здійснюватися дослідження риб і інших тварин, при тому з'являються спроби описати зовнішню будову риб і створити їх систематику. Серед зоологів помітно виділяються П. Білона, Г. Ронделі та І. Сальвіані, які залишили докладні описання риб. У XVII столітті Д. Рей і А. Віллугбі намагалися класифікувати риб.

У XVIII столітті шведський іхтіолог Петра Артеді проаналізував опубліковані раніше роботи, що містили характеристику риб, розробив методи і правила їх систематичного аналізу, якими в подальшому користувалися іхтіологи, а його "Іхтіологія" тривалий час справедливо розглядалася як найбільш обґрунтоване дослідження риб. П. Артеді поділив риб на чотири загони в залежності від характеристики плавців і достатньо докладно описав 72 види.

В подальшому К. Лінней з деякими змінами включив систему риб запропоновану П. Артеді в свою знамениту "Систему природи", яка стала основоположною роботою для подальших зусиль вчених з систематизації і каталогізації всього тваринного світу.

Починаючи з XIX століття багато вчених приділяють увагу вивченню порівняльної анатомії й палеонтології риб. Особливо багато в цьому відношенні видатний анатом і природознавець Ж. Кюв'є, а також Іоганн Мюллер (1801-1858 рр.), який створив систему риб, близьку до сучасних уявлень і яка стала першою спробою достатньо обґрунтовано для того часу скласти й науково обґрунтувати нині існуючих риб.

Великі вчені-іхтіологи того часу А. Гюнтер, Г. Буланже, Т. Ріген і інші продовжували уточнювати та вдосконалювати уяву про систему риб.

Вчення Ч. Дарвіна сильно вплинуло на розвиток біологічної науки і в тому числі іхтіології другої половини XIX століття. Порівняльна анатомія, ембріологія та палеонтологія привернули увагу вчених, а систематику тварин і в тому числі риб стали розробляти як еволюційне вчення.

В кінці XIX століття і на початку XX іхтіологія отримує великий розвиток і набуває характеру самостійної науки.

З багато чисельних зарубіжних вчених-систематиків необхідно відмітити іхтіолога Д. Джордена і іхтіолога-палеонтолога Е.

Стеншио. Подальший розвиток дослідження цих вчених набули в роботі російського іхтіолога академіка Л. С. Берга “Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых”.

Інтенсивне риболовство, що вже забезпечувало до 1900 р. загальний вилов у 4 млн. т, зробило особливо необхідним вивчення біології промислових риб. Здійснюються рибогосподарські експедиції, будуються дослідницькі судна, створюються наукові установи. В зв'язку зі значними коливаннями уловів і зниженням рівня запасів деяких видів риб іхтіологи почали приділяти особливу увагу вивченню чисельності популяцій і прогнозуванню можливих уловів риб. Тому ХХ століття принесло з собою суттєвий розвиток тих розділів іхтіології, які мають практичне значення – ретельно вивчаються вік і темп росту, розповсюдження і міграції, чисельність і популяційна структура, поведінка риб і т.д.

Підкреслюючи ведучу роль М. М. Книповича у розвитку науково-промислового напрямку в іхтіології, створенні рибогосподарської науки, необхідно назвати його видатних попередників другої половини ХІХ століття – К. Ф. Кесслера, який описав багато нових видів риб і вперше дав їх біологічну класифікацію; О. А. Грімма, який поклав початок рибництву; О. О. Остроумова і М. О. Варпаховського, які склали відомі визначники риб; Л. П. Сабанєєва, автора неперевершеної до цього часу книги з лову риби, і ін.

Великий вклад у розвиток іхтіології вніс академік Л. С. Берг (1876-1950 рр.). його справедливо називають головою іхтіологічної школи. Ним опубліковано більше 700 робіт. Його праці “Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран”, “Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых” і до цього часу є настільними книжками кожного іхтіолога. Ним встановлено і вперше описано 17 родів, 38 видів і 51 підвид риб.

Розвитку іхтіології сприяли роботи відомих вчених – В. К. Солдатова, дослідника лососевих і осетрових риб; П. Ю. Шмідта, автора багатьох робіт про риб далекосхідних морів; О. М. Державіна, який описав лососевих і осетрових риб Каспійського моря; Є. К. Суворова, І. Ф. Правдіна і С. В. Аверінцева, які створили підручники та методичні посібники по іхтіології; П. Г. Борисова, який дослідив іхтіофауну річок Сибіру, розробив основи лову каспійської кільки на електросвітло; Г. М. Монастирського, який вдосконалив методи визначення віку та

темпу росту ри́б, а також виявив закономірності, пов'язані з оцінкою стану їх запасів; Г. В. Нікольського, автора книг зі спеціальної іхтіології й екології ри́б.

Україна, перебуваючи в ХХ ст. в складі єдиної радянської держави, мала також значну плеяду видатних іхтіологів, дослідження яких стосувались переважно саме іхтіофауни українських водойм. Серед них слід згадати Д. Белінга, Д. Третьякова, А. Нікольського, В. Владимірова, І. Короткого, П. Павлова, В. Брюзгіна, Г. Мельничука, К. Бугая, В. Пінчука, П. Сухойвана, І. Дячука, В. Жукінського, М. Ковалю та інших. Особливо слід відзначити дослідника ри́б України, професора-іхтіолога Д. Белінга, який працював у Київському ветеринарному інституті (1922-1931 рр.), що пізніше ввійшов до структури нинішнього Національного університету біоресурсів і природокористування України. Академік АН України Д. К. Третьяков під час роботи досліджував будову органів чуття ри́б, зокрема їх сейсмоденситетну систему, написав визначник прісноводних ри́б іхтіофауни внутрішніх водойм. Іхтіолог П. І. Павлов (1898-1970 рр.) написав низку робіт, серед яких "Сучасний стан запасів промислових ри́б Нижнього Дніпра і Дніпровсько-Бузького лиману і їх охорона" (1964 р.). Слід згадати також про іхтіолога М. Д. Білого (1900-1972 рр.), який встановив закономірності росту прісно-водних ри́б, залишивши нам книгу "Загальні закономірності росту ри́б". Владіміров В. І. (1911-1976 рр.) досліджував умови розмноження ри́б пониззя Дніпра, Дністра та Дунаю. Уточнив систему біологічної класифікації ри́б, розробив концепцію різноякісного раннього онтогенезу у ри́б, описав критичні періоди розвитку їх личинкових стадій та ін. У співавторстві із П. Г. Сухойваном і К. С. Бугайом написав у 1963 р. книгу "Розмноження ри́б в умовах зарегульованого стоку річки" тощо.

Сучасна історія іхтіологічних досліджень вже незалежної України після 1992 р. створюється руками іхтіологів, що проводять дослідження в структурі науково-дослідних установ НАН України (Інститути гідробіології, зоології ім. І. І. Шмальгаузена та біології південних морів), УААН (Інститут рибного господарства), Держкомрибгоспу (ПівденНІРО та АзЧерНІРО), в університетах аграрного і біологічного спрямування (КНУ ім. Т. Шевченка, НУБіП України, Херсонський ДАУ та інші). На теперішній час в Україні проводяться наукові дослідження не лише біологічних ресурсів морів і океанів та внутрішніх водойм, а і розроблюються наукові основи

рибництва, основи раціонального ведення рибного господарства.

2. МІСЦЕ РИБ В СИСТЕМІ ТВАРИН

Риби, а також і круглороті в системі тварин займають саме низьке місце серед хребетних (рис. 1). Вони відносяться до типу хордових Chordata (завдяки наявності хорди – еластичного тяжа, який є у них початковим осьовим скелетом, у більшості риб замінюється хребтом), підтипу хребетних або черепних Vertebrata чи Craniata.

Серед сучасних риб виділяють два класи – *хрящові* (Chondrichthyes) і *костисті* (Osteichthyes) риби. До підтипу хребетних відноситься і клас круглоротих (Cyclostomata) – міноги і міксини; менш досконалі, ніж справжні риби, вони не мають ще щелеп і парних плавців і називаються рибоподібними.

Риби – древня група, яка нараховує сотні мільйонів років. Найбільш ранні останки хребетних належать круглоротим і панцирним риbam, знайденим у Європі та Америці в силурійських відкладеннях (палеозойська ера). Примітивні рибоподібні тварини за будовою були близькі до круглоротих, вони з'явилися та мешкали в прісних водах.

Пізніше виникли акули та скати. Їх появу відносять до кінця палеозойської ери (карбонський і пермський періоди) і до початку мезозойської ери (тріасовий і юрський періоди), але потім ця група почала згасати.

До палеозойської ери приурочують і появу достатньо складно організованих риб, які характеризуються більш чи менш окостенілим скелетом. В середньому девоні древні лучепері, кистепері та двоякодихаючі риби вже багаточисельні у прісних водах, а в мезозойській ері починається перехід лучеперих у моря.

Костисті риби (Teleostei) були виявлені у мезозойській ері (тріасовий і крейдяний періоди), переважали як у прісних, так і у морських водоймах.

На теперішній час нараховують більше 22 тис. видів риб, що мешкають у морських і прісних водах.

У відповідності з зоною мешкання у водоймах різних типів виділяють такі біологічні групи риб:

морські – живуть тільки у солоній воді морів та океанів (пеламіда, тунець, скумбрія, анчоус і ін., всього 11,6 тис. видів);

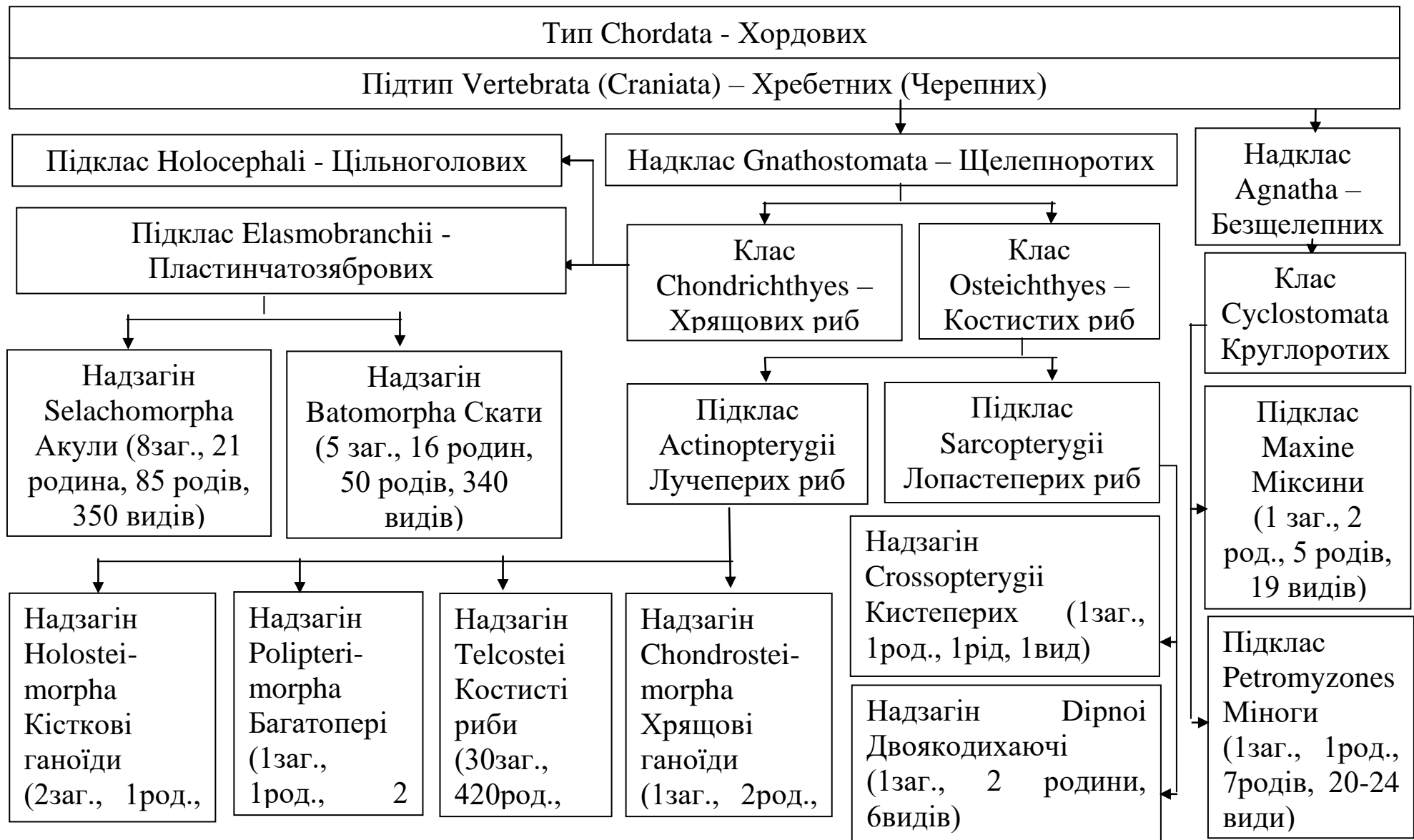


Рис.1. Положення основних груп риб у системі тварин

прісноводні – мешкають тільки у прісних водах (карась, щука і ін., всього біля 8,3 тис. видів);

солонуватоводні – живуть у солонуватій воді опріснених ділянок морів, передгірлових просторах (бички, річкова камбала і ін.);

прохідні – у певні періоди життя міняють морське середовище на прісноводне і навпаки; при цьому морські заходять для нересту у річки, до їх верхів'їв (осетер, білуга, лососеві роду *Oncorhynchus*), а прісноводні виходять з річок нереститися в море (вугор, всього біля 130 видів);

напівпроходні – це мешканці опріснених просторів морів, що піднімаються на нерест невисоко в річки (сазан, лящ, сом, судак).

За мешканням в характерних екологічних зонах водойми – пелагіалі (товща води), бенталі (придонна зона), лотиралі (при берегова зона) розрізняють риб пелагічних, бентичних, лотиральних.

У межах цих великих груп виділені більш вузькі екологічні групи у зв'язку з особливостями живлення, розмноження й ін.

3. АБІОТИЧНІ ФАКТОРИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РИБ

Відомо, що більше 71% поверхні земного шару (приблизно 360 млн. км²) займають моря, океани й внутрішні водойми. Біля 50... 60% площі океанів приходить на глибини до 3000 м, максимальна відома глибина океану приблизно 11 000 м. Деякі гірські озера знаходяться на висоті 6000 м над рівнем моря. І скрізь мешкають риби: від полярних широт до тропіків, від поверхневих шарів до океанічних глибин, у прісній й морській воді, у берегів і у відкритих просторах, у високогірних і печерних водоймах, у гарячих джерелах і при негативній температурі, у заморних водоймах.

В процесі еволюції у них виробилися як загальні, так і досить специфічні пристосування, що дозволяють усім їм, з однієї сторони, жити у водному середовищі, а з іншої – освоювати такі різноманітні водойми.

Ці пристосування торкаються усіх систем організму. До загальних, найбільш характерних, відносяться зябра, що дають можливість використовувати для дихання розчинений у воді кисень; форма тіла й плавники, що забезпечують рух у воді; плавальний міхур, який виконує гідростатичну функцію; метамерна будова

рухової мускулатури, завдяки чому в русі приймає участь майже все тіло; шкіра, в якій утворюється луска, а також слиз, які відіграють важливу роль у захисті тіла від зовнішнього впливу і в багатьох інших процесах; бокова лінія – важливий сейсмо сенсорний орган; багато чисельні пристосування, що забезпечують збереження потомства при зовнішньому осіменінні ікри й ембріональному розвитку поза материнським організмом.

Пристосуванням до життя у водному середовищі (в умовах низької температури, низького вмісту кисню) є низький рівень обміну. За пристосованістю до зовнішнього середовища риби перевершують усіх інших хребетних.

Риби – первинноводні тварини, все життя проводять у воді, тому властивості води мають сильний вплив на життєдіяльність і в кінцевому рахунку на склад іхтіофауни водойми.

Щільність води й рух риб. Велика щільність і в'язкість води (перевищують ці показники повітря майже у 800 і 60 разів відповідно) відіграють велику роль у житті риб. З цими факторами пов'язані, з однієї сторони, опір води тілу, яке рухається, а звідси, і швидкість його руху, а з іншої - тиск маси води на організм, який, збільшуючись з глибиною на кожні ~ 10 м на $1,01 \cdot 10^5$ Па, в глибинах океану перевищує 10^{13} - 10^5 Па.

Тому велике значення для риб мають пристосування, які забезпечують існування в товщі води, утримання тіла в певному положенні й полегшує плавання.

Ці пристосування виражені у зниженні щільності тіла, завдяки чому збільшується здатність триматися в товщі води без особливих зусиль, і у виробленні різноманітних форм тіла та способів руху.

Щільність тіла риб тільки трохи вище цих показників води, а у хороших плавців – рівна їм. Завдяки цьому плавучість (відношення щільності тіла риби до щільності води) стає нульовою або нейтральною (осетер, судак, короп, головль і інші нектонні риби). Таким чином, риби у воді майже невагомі. У придонних і донних риб відмічена незначна негативна плавучість (у камбал і бичків – 0,05 ... 0,07) – це сприяє утриманню їх біля дна.

Вирівнювання щільності тіла риби і води відбувається у хрящових і деяких костистих риб за рахунок накопичення жиру. Костисті риби мають спеціальний гідростатичний апарат – плавальний міхур – мішкоподібний орган, наповнений газами. Зміни об'єму плавального міхура дозволяють рибі у певних межах

регулювати плавучість. Спеціальні гідростатичні пристосування мають риби і в ембріональному періоді: обводнення жовтка, наявність у жовтку жирових капель, збільшення перивітелінового простору в ікринках і ін.

Будова тіла риб відповідає образу життя: швидко плавучі риби мають обтічну форму, невеликі плавники, їх внутрішні органи компактні, багато не мають плавального міхура, у них немає виростів – голок, колючок; все це зменшує опір потоку води при русі тіла. Погані пловці можуть мати сплюснуте тіло, великі голову і плавники, різні вирости, які використовують для захисту і приваблення харчових організмів.

Термічний режим водойми. Поступовість нагріву й охолодження водних мас забезпечують: велика питома теплота пароутворення (2255 Дж/г); висока скрита теплота плавлення води (334 Дж/г), завдяки якій велика кількість тепла виділяється при її замерзанні й поглинається при таненні льоду; більш висока, ніж у суші, теплопровідність води, яка сприяє проникненню сонячних променів у глибину і нагріванню товщі води; велика теплоємність води (4 Дж/г), т. е. здатність поглинати теплоту. Низька теплопровідність льоду веде до того, що взимку температура води з глибиною збільшується і утримується у придонних шарах водойми на рівні кількох градусів, а зниження питомої ваги вод при замерзанні, її здатність при цьому збільшуватися в об'ємі приводить до спливання льоду, який утворює на поверхні теплоізоляційний шар. Все це виключає промерзання водойм, крім мілководних.

Основну масу теплових променів з атмосфери поглинають верхні шари води. Кількість променів, що проникають у глибину, поступово зменшується, тому температура води на різних глибинах неоднакова (температурна стратифікація). Зимою у малих водоймах спостерігається зворотна стратифікація – від 0 °С під льодовим покривом до 4 °С на глибинах.

Температура слідом за розчиненим киснем – важливіший фактор існування життя у водоймі. Температура є кількісним показником рівня теплової енергії у тілі. Відображаючи кінетичну енергію молекул у розчинах, температура тим самим визначає швидкість хімічних реакцій, тобто регулює метаболізм і ріст організму, тому очевидна її роль в життєдіяльності живих істот, їх адаптивних можливостях.

Риби відносяться до пойкилотермних тварин, тобто до тварин зі

змінною температурою тіла (від слова “пойкілос” - строкатий), або, як невдало їх називають, до холоднокрровних тварин.

Тепло, що виробляється в організмі риб в обмінних процесах, не затримується у тілі, так як у них немає механізмів, регулюючих його віддачу. Внаслідок цього температура їх тіла непостійна. У коропа, лина, карася, які знаходяться у покої, температура тіла відповідає температурі оточувальної води, а при плаванні перевищує її на 0,2 ... 0,3 град. Температура тіла вугра, у якого відкладається велика кількість жиру під шкірою, може бути на 2,7 град, вище оточувальної. У хворих риб температура тіла підвищується приблизно на 2 град. Найбільше перевищення температури тіла над температурою води – 11 град, зареєстровано у тунця.

Риби освоюють водойми з самими різними температурними режимами. У гарячих джерелах Каліфорнії при 52 °С живе луканія. Вугри були знайдені при температурі 45 °С; наряду з цим далія мешкає у промерзлих водоймах Чукотки і Аляски. У нашій фауні виключною холодостійкістю відрізняється карась. Він здатен, промерзаючи зимою у лід, залишатися живим (якщо тільки не промерзають порожнинні рідини). Але це крайні приклади. Як правило в залежності від меж температури, в яких відбувається найбільше інтенсивна нормальна життєдіяльність, риб розділяють на теплолюбних і холодолюбних.

Теплолюбні риби нашої фауни, такі, як сазан, короп, карась, лин, плотва, рослиноїдні, осетрові і ін., живляться найбільш інтенсивно при температурі 17..28°С, при пониженій температурі харчова активність слабне, а у ряду риб на зиму припиняється, і вони проводять зиму у малорухомому стані в глибоких місцях водойми; розмножуються в теплий час року – весною і літом. Таким чином, обмін речовин у них найбільш ефективний при високій температурі, але у певних межах.

Для холодолюбних риб оптимальні температури 8... 16 °С; зимою вони продовжують харчуватися; нерест проходить восени та зимою (сиги, білорибця, лосось, струмкова форель і ін.). При високих температурах (більше 20 °С) їх активність зменшується, тобто. у цих риб найбільш інтенсивний обмін пристосований до низьких температур.

Вся життєдіяльність риб (живлення, ріст, розмноження і ін.) безпосередньо визначається температурою води, тому риби дуже чуттєві до її зміни.

Загальновідомі скопичення теплолюбних риб на найбільш прогріваних ділянках водойм і відхід їх на глибину під час похолодання: сардина концентрується в шарах води з температурою 18 ... 26°C, а сайра – при 14 ... 18°C, оселедець реагує на перепад температури води 0,5 град. При організації лову необхідно обов'язково враховувати розподіл риб у водоймі у відповідності з бажаною для них температурою.

Молодь риб більш стійка до коливань температури. Наприклад, у коропа менш уразливою до дії пониженої температури є молодь одразу після викльову, тобто тоді коли вона практично не може змінити біотоп і переважно висить, приклеївшись до субстрату. В цей час вона може виносити навіть заморозки. Кількома днями пізніше холодостійкість втрачається, але молодь уже може перейти в більш глибоке місце.

За здатністю переносити коливання температури риб поділяють на *евритермних* (можуть жити у широкому діапазоні температур) і *стенотермних* (діапазон можливих температур вузький). *Евритермні риби* пристосувались до життя в умовах, що міняються, і переносять широкі коливання температури (щука, окунь, сазан, короп, карась, линь і ін.). До *стенотермних* відносять риб, еволюція яких проходила в більш чи менш стабільних умовах. Це мешканці тропічної і полярної зон, а також великих глибин, де температура міняється мало.

Проте і у межах необхідної температури підвищення або пониження її викликає відповідні зміни у життєдіяльності риб. При цьому змінюється реакція організму на одні і ті ж фактори середовища: при підвищенні температури збільшується споживання кисню, прискорюється розвиток, посилюється пошук, споживання і переварювання їжі – збільшується шлункова секреція і моторна діяльність кишечника, прискорюється всмоктування розчинених речовин із зовнішнього середовища, підвищується чутливість до токсикантів і ін. При цьому важливу роль відіграє стан організму (вік, ступінь статевої зрілості й ін.). Надмірне охолодження приводить до застуди (помутніння покров, відслоювання епідермісу). Різка зміна температури води негативно впливає на організм риби, тому необхідно вирівнювати температуру води при пересадках риби.

Температура, що виходить за допустимі межі для даного виду, викликає шок і в подальшому гибель риби.

Температура, при якій життя риби стає неможливою,

називається пороговою. Пристосування організму до температурних умов середовища відбувається на клітинному рівні. Порогові температури є як би межею опору клітин організму шкідливій дії зовнішньої температури. Оскільки ця здатність у різних видів різна, то температурні пороги їх неоднакові. Проте на личинках коропа було встановлено, що порогова температура може трохи мінятися в залежності від температури вирощування. Більш того, температурний режим утримання плідників впливає на теплостійкість їх потомства.

У рибництві температура, при якій вирощують рибу, визначає швидкість розвитку, інтенсивність живлення і дихання риби, затрати кормів на приріст, направленість пластичного обміну, швидкість дозрівання, стійкість потомства до коливань температури і ін.

На стимулюючому впливі підвищеної температури, якщо вона не перевищує максимальну, основані і великі перспективи використання для рибництва теплих вод. Це стосується перш за все промислових і скидних вод електростанцій і геотермальних вод.

Велика здатність води розчинятися забезпечує наявність різних як життєво важливих, так і шкідливих хімічних з'єднань у зовнішньому середовищі і в організмі риби.

Розчинені у воді гази. Розчинність різних газів у воді неоднакова. Швидше інших розчиняється двоокис вуглецю, далі – кисень, повільніше всіх – азот. Тому для водойм характерно інше співвідношення газів, ніж для атмосфери: у воді більше CO₂ (4% проти 0,05%) і кисню (34% проти 21%), але менше азоту (62% проти 79%). При нормальних умовах співвідношення кисню і азоту у воді складає майже 1 : 2, у повітрі – 1:4. Проте абсолютний вміст кисню у воді в 20... 30 разів менше, ніж у повітряному середовищі. Кисень із атмосфери дифундує у воду повільно, тому вміст його зменшується від поверхні до глибини.

Різноманітність фізичних і біологічних процесів у водоймі (циркуляційні потоки, вітрові переміщення, життєдіяльність рослин і тварин і ін.) є причиною непостійності кисневого режиму у малих водоймах.

Переважає більшість риби дихає розчиненим у воді киснем, тому вміст його у зовнішньому середовищі має для них першорядне значення. Різні види риби потребують різну кількість кисню. Найбільш вимогливим мешканцям холодних, проточних водойм (наприклад, лососевим) необхідна концентрація кисню 4,4 ... 7,0 мг/л, окунь (*Perca fluviatilis*) і йорж (*Gymnocephalus cernuus*) можуть жити при вмісті

кисню 2,5 мг/л, а найбільш витривалі риби нашої фауни – карасі не відчують пригнічення при його концентрації 0,3 мг/л.

Залежність життєдіяльності риб від вмісту у воді кисню особливо помітна в період ембріонального розвитку; так, при вмісті кисню 1,2 мг/л розвиток коропа триває 120 г, притому вилуплюється тільки 40% ембріонів; при концентрації кисню 9... 12 мг/л розвиток триває 68... 70 г, а кількість вилуплених ембріонів складає 92... 98%.

Морські риби більш вимогливі до вмісту у воді кисню, ніж прісноводні. У воді морів кисню багато і коливання його незначні. Непостійність кисневого режиму малих водойм, у яких нерідкі літні й зимові замори, примушує прісноводних риб пристосовуватися до дефіциту кисню.

Велике значення для нормальної життєдіяльності риб має двоокис вуглецю. При підвищеному його вмісті у воді зменшується здатність крові риб поглинати з води кисень, дихання прискорюється, але газообмін стає менш інтенсивним.

Вода здатна поглинати велику кількість двоокис вуглеводню: розчинність CO_2 при 0°C у 35 разів, а при 30°C – у 25 разів вище, ніж розчинність O_2 (при 15°C в 1 л води може розчинитися більше 1 л CO_2), проте у природі вміст вільного CO_2 у воді мізерний, так як він зв'язується кальцієм. Якщо це не відбувається, то настає отруєння риби двоокисом вуглеводню і замор. Здатність протистояти підвищенню концентрації CO_2 у різних видів риб неоднакова.

Критичними кількостями CO_2 в 1 л води є: для форелі – 120 ... 140 мг, товстолобика – 200 (молодь) ... 300 (доросла риба), коропа – 200, лина – більше 400 мг.

Значення рН, зумовлене концентрацією водневих іонів, є одним із важливіших абіотичних факторів зовнішнього середовища, який визначає видовий склад і численність гідробіонтів водойми. Вплив рН на життєдіяльність гідробіонтів пов'язаний з тим, що здатність гемоглобіну використовувати розчинений у воді кисень при різних концентраціях водневих іонів неоднакова. Внаслідок цього зміна рН води приводить до зміни інтенсивності дихання й кисневого порогу.

Найбільш сприятливо для дихання більшості риб рН, близьке до нейтрального. За сильних змін рН в кислу й лужну сторони (тобто при збільшенні чи зменшенні концентрації водневих іонів) утруднюється дихання, зростає кисневий поріг, послаблюється інтенсивність живлення. За відношенням до коливань рН середовища риб поділяють на *стено*- і евріонних. У воді морів рН змінюється

мало (7,5 – 8,5), морські риби відносяться до *стеноіонних*. Прісні води характеризуються нестійкою рН. Це викликано різноманітними факторами, які спрямовують хід біохімічних процесів у водоймі: характером ґрунтів ложа й водозбору, хімічним складом водного джерела, фотосинтетичною діяльністю рослин, особливо в період “цвітіння” води, і так далі. В результаті спостерігаються різкі річні, сезонні й добові коливання рН. Тому більшість прісноводних риб пристосувалась переносити значні зміни рН і є *еврііонною*. Проте можливі границі рН, в яких можуть жити прісноводні риби, неоднакові й при інших рівних умовах залежать перш за все від їх виду. Із об’єктів риборозведення найбільш витривалі карась і короп; щука переносить коливання рН у межах 4,0... 8,0, струмкова форель – 4,5 ... 9,5, короп – 4,3 ... 10,8, карась втримує зниження рН до 4,5. Чутливі до зміни рН ікринки, що розвиваються (для більшості прісноводних риб літальна границя – рН 5).

Діяльність людини, яка змінює гідрохімічний режим водойми, сильно впливає і на рН. У водосховищах, утворених при зарегулюванні стоку річок, концентрація водневих іонів коливається у широких межах. Стічні води підприємств хімічної, металургійної, целюлозної і іншої промисловості містять як кислоти, що знижують рН води, так і луги, соду і інші компоненти, що підвищують рН.

Сірководень (H_2S), який утворюється у водоймах при відсутності кисню, має на риб нищівну дію. Мінімальна його летальна концентрація для риб – 1,0 мг/л, проте різні риби реагують неоднаково. Струмкова форель при концентрації H_2S 0,86 мг/л гине через 24 ч, а короп може жити при концентрації 6,3 мг/л.

Сольовий склад води. Риби можуть жити при різній солоності води. Вплив на риб розчинених у воді солей заключається перш за все в тому, що від їх кількості залежить осмотичний тиск.

Велике значення має також і склад солей, так як вони і безпосередньо, і побічно впливають на життєдіяльність риб.

В організм риб солі проникають через ротову порожнину, зябра й шкіру, причому проникнення солей через шкіру залежить від щільності лусочкового покриву: у лускатого коропа через зябра і ротову порожнину проходить 93% солей фосфору, а через поверхню тіла тільки 6,3%; у дзеркального коропа на долю зябер і ротової порожнини приходить 87,9%, а на поверхню тіла – 12,1%.

Потрапляючи в організм, солі включаються в обмін речовин. Так, при збільшенні концентрації солей фосфору в воді до 10 мг/л

різко прискорювався ріст молоді осетрових.

Великий і побічний вплив солей на рибу: їх кількість і склад визначають багатство водойми біогенними речовинами, а отже, створюють основу для розвитку харчових організмів для риби (фітопланктон, зоопланктон, бентос), тобто кормності водойми. Існує пряма залежність між наявністю у воді фосфору, розподілом планктону й умовами морських пелагічних риби.

Світло, звук, електропровідність, запах. Світло у воді поглинається достатньо швидко, причому промені різної частини спектру проникають на різну глибину: червоні і жовті промені не проникають глибше 10 м, сині і фіолетові проходять глибше інших – до 100 м.

Освітленість різко убиває з глибиною, і на великих глибинах (1,0 ... 1,5 км) царить повна темнота.

Прозорість прісноводних водойм значно менше, ніж морських, і коливається сильніше: від прозорих гірських струмків до мутних коричневих річок Азії чи деяких чорних притоків Амазонки.

До особливостей освітлення пристосована у риби будова органів зору і розвиток інших органів чуття, окрас покрив, наявність (чи відсутність) органів світіння і ін. У видів, що мешкають у поверхневих шарах, виробляється позитивний фототаксис, а у придонних і сутінкових – негативний. З освітленістю пов'язані активність риби, хід обмінних процесів, статеве дозрівання.

Звук поширюється у воді в 4,5 рази швидше, ніж у повітрі, а поглинається в тисячу разів повільніше, тобто чутно на десятки кілометрів. Тому у воді його уловлюють легше, ніж у повітрі. За звукопровідністю тканини тіла риби близькі до води. В зв'язку з цим навіть слабо розвинений орган слуху риби (внутрішнє вухо) забезпечує сприйняття значної інформації з зовнішнього середовища. Крім того, у сприйнятті звуків приймають участь також органи бокової лінії і плавальний міхур, який слугує резонатором.

Електропровідність води зумовлена тим, що більшість солей знаходиться в ній у диссоційному стані, у вигляді іонів. Багато риби сприймають зміни електричного поля у воді, використовують слабкі електричні розряди для орієнтування, сигналізації, нападу.

Штучно створене електричне поле викликає у риби збудження, повертання або електронаркози (шок) в залежності від відстані до аноду. Багато морських риби виявляють позитивний електротаксис, прісноводні – негативний.

У малих водоймах (не спускних ставах) застосовують лов риби за допомогою електротоку.

Запахи зберігаються у воді довше і більш стійко, ніж у повітрі. Вони є джерелом різноманітної інформації (у харчовій, нерестовій, оборонній, стадній поведінці і ін.). Риби сприймають широкий спектр запахів, розрізняють хімічні з'єднання різних класів (спирти, кетони, ефіри, кислоти і ін.). Риби з добре розвиненою нюховою чутливістю (сом, налим, вугор, линь) сильно реагують на запахи їжі, риб свого і інших видів і ін.

Завдяки сприйняттю видового запаху, властивого слизу, риби відрізняють запах своєї ватаги (що дозволяє їм зберігати її), виявляють вони і запах риб інших видів, при цьому мирні риби особливо чуйно вловлюють запах хижаків – щуки, сома, ротана, а хижаки – своїх жертв – карасів, линів, коропів і осетрів. Акули можуть вловлювати запах здобичі на відстані до 500 м. Бич південноамериканських річок – піраньї: принаджені запахом крові пораненої тварини, миттєво оточують її величезними ватагами.

Дивовижна тонкість нюху дозволяє риbam орієнтуватися на запах рідної водойми, який визначається метаболітами його мешканців.

Визначено, що речовини, які виділяються шкірою морського лева у надзвичайно слабкій концентрації – 1 : 80000000000, викликає переляк і тривогу риб. Органи нюху риб виявляють у воді “речовину страху” та феромони.

Висока чутливість нюху риб дозволила використовувати їх в якості живих індикаторів при очищенні стокових вод.

Здатність риб знаходити їжу по запаху використовується у любительській риболовлі (лов налима, бичка і інших риб на пахучі приманки).

Ґрунт і зважені у воді частки. Велику роль у житті риб відіграють зважені у воді частки, які у значній мірі визначають прозорість води і тим самим впливають на освітленість товщі води і дна.

Прозорість визначає: глибину проникнення світла і у сукупності з температурою й концентрацією біогенних речовин (фосфору, азоту, кремнію і ін.); характер життя на всіх горизонтах (поверхня, товща води, дно) і перш за все інтенсивність фотосинтетичних процесів, які забезпечують утворення первинної продукції, в першу чергу фітопланктону.

Більшість риб в тій чи іншій мірі пов'язана з дном водойми, тобто з ґрунтом. Пристосування до життя на дні розвиваються у різних напрямках. Загальновідома здатність риб міняти окрас, зовнішні покрови донних риб повторюють тон і рисунок дна. Види, що закопуються, освоюють м'які мулові ділянки, а ті, що живуть на кам'янистих ґрунтах, мають присоски і ін.

Такі прісноводні риби, як в'юн (*Misgurnuss fossilis*) і карась (*Carassius carassius*), при висиханні водойми можуть зариватися в мул. Перекопують мул у пошуках харчових організмів бентосоїдні риби, багато з лососевих перед нерестом розкидають хвостом гальку, влаштовуючи "гнізда" (ямки) для ікри.

Захисними пристосуваннями від надлишку зважених часток у воді у мешканців мутних вод є зменшення очей (тобто скорочення найбільш уразливих ділянок поверхні тіла) і посилене виділення слизу, який, осаджуючи муть, забезпечує чистоту води навколо тіла риби і таким чином покращує умови дихання.

Ґрунт і донні відкладення – найважливіші фактори, що визначають рибопродуктивність водойми; будучи місцем проживанням бентичних організмів, через структуру, багатство біогенними елементами, через свою роль у формуванні гідрохімічної ситуації у придонних шарах вони впливають на склад і чисельність різних харчових для риб організмів.

Поверхневий натяг. Важливе значення у житті водойми має здатність води утворювати міцну плівку поверхневого натягу, де утворюється своєрідний біотоп (місце мешкання) організмів, які використовують її у якості опори як зверху – з сторони атмосфери, так і знизу – з води. Завдяки пружності поверхневої плівки по поверхні води бігають клопи-водоміри (*Hydrometra*, *Gerris*), жуки вертячки (*Gyrinus*), мухи (*Ephydra*); по нижній стороні плівки рухаються клопи (*Notonecta*), жуки (водолюби), рачки (*Scapholeberis*), молюски (*Limnaea*, *Physa*). Тут же мешкають бактерії, простіші, тримається ікра і молодь деяких риб. Одна з особливостей цього біотопу – велика кількість органічної речовини, яка забезпечує сприятливі умови живлення для його мешканців.

Забруднення водойм, викликане діяльністю людини. Взаємовідносини людини з природою надзвичайно складні і різноманітні. Протягом всієї історії діяльність людини неминуче супроводжується впливом на зовнішнє середовище. По мірі інтенсифікації виробництва розширюються шляхи і зростає глибина

вторження людини у природу – у всі компоненти біосфери (атмо-, гідро-, літо-), а отже, і в біосферу в цілому.

Забруднення гідросфери внаслідок її величезного об'єму (табл.1) і різноманітного впливу на клімат і біосферу може мати катастрофічні наслідки для життя на Землі.

Таблиця 1

Світові водні ресурси

Частина гідросфери	Об'єм	
	тис. км ²	% загального об'єму
Океан	1370 000	94,20
Підземні води	60000	4,12
Льодяники	24 000	1,65
Озера	230	0,016
Ґрунтова волога	75	0,005
Пари атмосфери	14	0,001
Річки	1,2	0,0001

Розвиток промисловості і судноплавства, створення нових і реконструкція існуючих водних систем, промислові і побутові стоки, кислотні дощі, інтенсифікація сільського господарства, яка включає застосування хімічних засобів захисту рослин, удобрення полів і ставів, дезінфекція і меліорація ставів і інші заходи тягнуть за собою зміну режиму природних вод. Вплив цих факторів на гідробіотів може бути або прямим, або непрямим – через зміну температурного, газового, сольового режимів. В результаті різноманітність життя у водоймах скорочується, часто катастрофічно.

Зараз загальна кількість речовин, які містяться у стоках різного походження, перевищує 10 тис. Забруднення охопило і моря і океани: ріки виносять 320 млн. т заліза, 6,5 млн. т фосфору, 2,3 млн. т свинцю, 1,6 млн. т марганцю, велику кількість жирів, кислот, отрутохімікатів, радіоактивних з'єднань, до 10 млн. т нафти, біля 700 млн. т органічних речовин за рік. Найбільш сильно забруднюються внутрішні водойми.

Доля прісної води у світовому водному балансі мала, тому проблема збереження і раціонального використання її запасів набула глобальних масштабів.

Стоки різних промислових підприємств і застосовувані у сільському господарстві для боротьби зі шкідниками пестициди і інші

отрутохімікати містять токсичні речовини неорганічного і органічного походження (спирти, стирол, етилбензол, капролактам, ацетон, смолу, аміак, соду, луги, кислоти, феноли, фторагенти, іони кольорових і тяжких металів, ціаніди і багато інших речовин).

Кислоти і луги стічних вод не тільки міняють рН до сублетальних і летальних меж для риб, а і самі є отрутами, викликаючи паталогоморфологічні зміни органів (опіки зябер і шкіри, уповільнення росту) і загибель риб. Летальними дозами є вміст у 1 л води 134 мг сірчаної кислоти, 159 мг соляної, 200 мг азотної кислот. Борна кислота в концентрації 62... 500 мг/л понижує темп росту передличинок севрюги, а в концентрації 500... 2500 мг/л викликає їх загибель.

Серед мінеральних речовин стоків особливо отруйні ціаніди, з'єднання ртуті, миш'яку, свинцю, міді. Смертельними дозами для гольяна, коропа, гірчака і дафній є вміст у 1 л: KCN – 0,06 мг; HgCl₂ – 0,002 мг; NaHA₂O₃ – 0,5 мг. З'єднання свинцю викликають гибель риб в концентрації 10... 150 мг/л, планктонних рачків – 0,5 мг/л. Гибель можуть викликати з'єднання заліза при вмісті 0,2 мг/л, алюмінію 0,5 мг/л, натрію 10... 15 г/л, кальцію 15 г/л.

Удобрення площі водозбору і безконтрольне внесення добрив у стави створює у воді надлишок мінеральних речовин. Найбільш небезпечно перевантаження водойми амонійно-аміачними добривами (селітра, нітрофоска, аміачна вода і ін.), так як аміак і солі амонію є отрутами комбінованої дії: локальної, нервово-паралітичної і гемолітичної. Тому, наприклад, аміак навіть у невеликих концентраціях викликає гостре отруєння риб: головня при 1,0... 1,2 мг/л (при температурі 14 °С і вмісті кисню 9 ... 10 мг/л), форелі при 0,3... 0,4 мг/л.

Із органічних речовин найбільш шкідливі синтетичні миючі препарати – фенол, крезол і нафтеніві кислоти, як правило смертельні в концентраціях 10... 100 мг/л; ДДТ паралізує нервову систему. Хлоровані вуглеводи не розпадаються біологічним шляхом і залишаються отруйними протягом багатьох років. Пральний порошок, попадаючи на зябра риб, порушує їх взаємодію з водою. Потрапляння кисню у кров зменшується і риба задихається.

Вплив токсикантів проявляється неоднаково і залежить від зовнішніх факторів і фізіологічного стану риби. Велике значення має температура води. Так, при температурі 1 °С летальна концентрація CO₂ для коропа 120 мг/л, а при 30°С – 55...60 мг/л. Змінюється

стійкість організму риб і в залежності від сольового складу води. У м'якій воді токсичність кислот збільшується, так як у ній дуже швидко змінюється рН. Велике значення має і вік риб: вони найбільш чутливі до отруень на ранніх стадіях розвитку. Найбільш уразливим організм стає в період інтенсивного обміну речовин, зокрема в час інтенсивного харчування.

Дуже небезпечні в якості забруднювачів нафта і нафтопродукти. Щорічно у світовий океан потрапляє біля 5... 10 млн. т нафти, а стоки нафтопереробних підприємств мають також сірчану кислоту, сульфати, сірчисті луги, сірководень, смоли, розчинні гази, жирні кислоти. Деякі нафтопродукти канцерогенні. Навіть при невеликих концентраціях нафти (0,2 ... 0,4 мг/л) вода і риба отримують стійкий запах нафти.

Плівка, що утворюється на поверхні води перешкоджає процесам тепло-, водо- та газообміну між водоймою і атмосферою, а це особливо небезпечно так як у поверхневій плівці водойми відбуваються найважливіші біологічні процеси. Зокрема, дзеркало Світового океану на 2/3 забезпечує поповнення атмосфери киснем, поглинає надлишок вуглекислоти, а також продуктує первинну продукцію за рахунок фотосинтезу фітопланктону.

Окислення нафтопродуктів у природних умовах відбувається дуже повільно (в Арктиці нафта зберігається у воді 50 років) і потребує багато кисню: на окислення 1 л нафти в середніх кліматичних умовах необхідний запас кисню, розчиненого у 400 тис. л морської води. Нафта забруднює водну товщу на всіх горизонтах – на поверхні у вигляді плівки, у товщі – у вигляді розчину, біля дна – у вигляді осаду тяжких фракцій.

Пересичення водойм стоками різноманітного походження и нафтопродуктами підриває їх здатність до природного самоочищення, перетворює їх у “стічні канави”. Наприклад, води Рейну несуть за рік біля 20 млн. т солей, 13 тис. т окислів цинку, 2 тис. т окислів міді і інших відходів (до тисячі найменувань). Ріка По виносить в Адріатичне море біля 2/3 усіх отруйних речовин, щорічно з її водами у море попадає біля 60 тис. т нітратів, 13 тис. т різних з'єднань аміаку, 7 тис. т фосфатів, біля 10 тис. т сирової нафти, сотні тонн свинцю, цинку, хрому, миш'яку, 65 т ртуті. В Осло-фіорд щорічно промисловість викидає 117 тис. т відходів переважно целюлозно-паперової промисловості.

У Великих озерах у 1966 – 1969 роках 70% риб містили у тілі

хлоровані вуглеводи, причому середня концентрація ДДТ коливалась від 16 до 100 мкг/кг, коли допустимим у США вважається 5 мг/кг. В екосистемі оз. Ері, самому мілководному із Великих озер і колись самому багатому у світі за рибними запасами, до теперішнього часу багато несприятливих змін вже незворотні.

У промислових стоках, що попадають у Каспій, вміст отруйних речовин (тяжкі метали, хлорорганічні з'єднання, пестициди, нафтопродукти і ін.) в 15... 20 разів, а концентрація фенолу в 9 разів перевищує допустимі границі. На глибині 200 м виявлений шар нафти. Там утворюються мертві зони. У річках Західного Сибіру, Обі і Іртишу вміст нафтопродуктів у 20 разів перевищує допустимі норми. Загальновідомий збиток, нанесений системам річок і озер Байкалу, Ладоги, Балхаша; гине Аральське море, самоочищення Волги знизилось у десятки разів; у значній мірі втрачена біологічна продуктивність Каспійського і Азовського морів.

Немалу шкоду водоймам наносять і кислотні дощі, тумани і сніг, які утворюються в атмосфері на основі хімічно активних речовин (перш за все двоокис сірки і окис азоту), що містяться у димових і теплових викидах ТЕЦ, хімічних заводів і автотранспорту і перетворюються в кінці кінців у сірчану і азотну кислоти. Так, до нашого часу біля 18 тис. водойм Швеції отруєні кислотними дощами, із них в 4 тис. водойм риба зникла, а в 9 тис. вимирає частково. Риба, в першу чергу лосось, форель, щука, гине тому, що кислотна вода вбиває мальків і їх їжу, а вилужений із ґрунту алюміній поражает зябра.

Як крупні водні артерії, на берегах яких розташовані промислові гіганти, так і малі річки, що живлять їх, страждають від непродуманого застосування добрив і пестицидів на полях, в тому числі агрохімікатів на фосфатній, карбонатній і хлорній основі, зміни гідрологічного режиму внаслідок вирубки лісу по берегам, осушення боліт, регулювання стоків при гідробудівництві і інших факторів, пов'язаних з індустріалізацією.

У зв'язку з розвитком атомної промисловості збільшується радіоактивність повітря і води, яка безпосередньо впливає на все живе. Поверхня водойми акумулює радіоактивні ізотопи у 1,5 – 2 рази ефективніше, ніж суша, тому найбільша кількість їх знаходиться в самих поверхневих шарах. Вплив радіоактивних елементів на живі організми пов'язано і з різними строками їх напіврозпаду: відносно короткий цей період у радіоактивного йоду і радіоактивного ітрію (1-

90), тоді як у стронцію (Sr-30) він триває 27,7 р.

Водні організми акумулюють радіоактивність як безпосередньо із води, так і із об'єктів харчування. Радіоактивне опромінення негативно впливає на риб будь-якої вікової групи, причому ікра і ембріони найбільш уразливі, ніж дорослі особи, а молоді акумулюють радіоактивність швидше, ніж більш старші. Це викликано різною інтенсивністю обміну. Місця накопичення радіоактивних елементів у тілі риб різні: основна маса, наприклад, стронцію знаходиться у кістках (50... 65%), менше – в органах, розташованих у порожнині тіла (10... 25%) і в зябрах (8... 25%), менше всього у м'язах (2 ... 8%).

Радіоактивність гідробіонтів залежить от часу перебування їх у зараженому середовищі: після двомісячного життя у радіоактивній воді радіоактивність тилапії зростає у 6 разів в порівнянні з тою, яка спостерігається на другий день.

Значним джерелом забруднення водойм є водний транспорт і всі види стоків, пов'язані з урбанізацією (стоки каналізаційні, міських територій, удобрюваних парків і садів, зон відпочинку і ін.), які є причиною концентрації у воді різних шкідливих речовин, розчинених нафтопродуктів, появи плівки на поверхні, пересичення води біогенними елементами (зокрема, фосфатами, особливо після широкого розповсюдження синтетичних миючих засобів – детергентів).

Дуже шкідливі для водних організмів лісосплав і стоки деревообробувальної і целюлозно-паперової промисловості: у водоймі різко зростає кількість зважених і розчинених органічних речовин, на дні виявляються топляки і обломки деревини, вміст розчиненого у воді кисню катастрофічно падає, настає замор, сплавляема деревина травмує дорослих риб, які йдуть на нерест і молодь, що скочується, річки втрачають своє нерестове і взагалі рибогосподарське значення.

Не менш пагубним для життя водойми може бути теплове забруднення. Вода, використана промисловими підприємствами для охолодження систем (зокрема, ТЕЦ) і повернена у водойму нагрітою, сильно змінює його термічний режим: значно підвищується температура води на великих площах, а в місцях скиду нерідко до 35... 36 °С, знижується вміст кисню. Це негативно впливає на гідробіонтів: підвищує споживання ними кисню, знижує стійкість до отруйних речовин, порушує ембріогенез, риби втрачають здатність нереститися, встановлені біоценози розпадаються.

Вплив гідробудівництва на гідробіонтів проявляється в тому, що в результаті зміни гідрологічного і гідрохімічного режимів відбувається перебудова екологічної обстановки: змінюється локалізація і чисельність видів на окремих ділянках зарегульованого стоку, загальний об'єм і структура біотопу, іхтіофауна водойми.

Технологія вирощування рису передбачає обробку посівів гербіцидами, які забруднюють водойми. Наприклад, такий препарат, як Сатурн, зберігається у воді 40... 50 діб. Гербіциди акумулюються у тканинах мешканців водойм. Тому необхідний ретельний контроль за водою як у самих чеках, так і у відвідних каналах. Особливо це стосується рисо-рибних господарств, так як фосфорорганічні препарати високотоксичні для риб і їх кормових організмів.

Разом з забруднювальними для водойми шкідливими речовинами не менш шкідливі і біогенні елементи (“утворюючі життя”), якщо вони у надлишку. У зв'язку з цим шкідливо впливають на життя водойми біогенні елементи стоків молокозаводів, тваринницьких ферм і комплексів, які скидаються без утилізації гною і птичого посліду, а також із комунальних вод. Наглядні, наприклад, такі цифри: у міських умовах комунальні стоки несуть у розрахунку на одного жителя за рахунок продуктів обміну 2,8.. .3,3 г фосфору на добу, чи 1 ... 1,2 кг за рік. При сильних ливнях з міських територій змивається в 5 ... 10 раз більше біогенних елементів, ніж з лісних і неосвоєних зон водозбору.

Необхідні у певних кількостях для життєдіяльності водних організмів біогенні елементи, в першу чергу з'єднання фосфору і азоту, накопичуючись, змінюють трофічний рівень водойми в сторону збільшення вмісту органічної речовини. Збільшення трофності (“трофе” – живлення) водойми під впливом людини – так зване антропогенне ефтрофування водойми – приводе спочатку до бурного розвитку водоростей, а також мілководної і приберегової рослинності. Відбувається “цвітіння” води завдяки бурному розвитку фітопланктону, в тому числі зелених і синьо-зелених водоростей. При цьому їх продукування перевищує споживання зоопланктоном і розпад бактеріями. Така надлишкова органічна речовина, відмирає і накопичується, потребує для розпаду великої кількості кисню, що викликає заморні явища у водоймах. Паралельно міняється фауна: скорочується її склад, більш вимогливі до кисню види замінюються більш витривалими, але в кінці кінців зникають і вони, водойма стає нежиттєздатним.

Таким чином, при перенавантаженні водойми біогенними елементами відбувається перебудова його екосистеми, в результаті якої здатність його до самоочищення порушується, тобто налагоджені природою процеси в природних системах виявляються не в змозі підтримувати баланс і, як наслідок, рослинний і тваринний світ руйнується.

Для охорони рибоводних господарств від забруднень і тим самим профілактики токсикозів риб навколо них створюють захисні зони. Найбільш жорсткі природоохоронні вимоги у I зоні, де розміщені інкубаційні цехи і розплідні споруди. Тут заборонено зберігання і використання токсичних для риби речовин, органічних і мінеральних добрив, розміщення силососховищ, кормоцехів, складування побутових відходів, використання стічних вод, забір води із рибоводних водойм. У II зоні, що охоплює всю водозбірну площу розташованих тут рибоводних ставів і інших споруд для вирощування риби, заборонено дощування стічними водами, обмежено застосування азоту (не більше 200 кг/га при дробному внесенні).

Об'єм промислових, побутових і сільськогосподарських стоків, який все збільшується, висуває на перший план проблему попередження забруднення ними зовнішнього середовища, яка включає їх знезараження і раціональне використання їх біогенного потенціалу та збереження екологічної рівноваги шляхом повернення цих вод в загальний круговорот.

Особливе місце у цій проблемі належить знезараженню й утилізації відходів тваринницьких комплексів. Переробка величезних мас гнойових стоків може забезпечити чистоту зовнішнього середовища і додатковий дохід за рахунок економії добрив та води при використанні стоків для зрошення й рибництва.

В різноманітних системах очищення стічні води обробляються механічними та біологічними методами.

Механічна очистка передбачає звільнення стоків від крупних зважень за допомогою різних сит, решіток, пісколовок і короткочасного відстоювання.

Біологічне очищення ґрунтується на розкладанні стоків в основному мікроорганізмами у процесі їх життєдіяльності у спеціальних спорудах – біофільтрах, аеро- і метантенках (в яких анаеробні бактерії розщеплюють складні органічні з'єднання – білки, жири, вуглеводи – до метану, вуглекислоти і сірководню) чи в умовах,

більш наближених до природних екосистем – на полях фільтрації, зрошення, на мулових майданчиках, у ставах і ін., після первинної обробки, наприклад, у відстійниках.

Очищення міських стоків на так званих полях зрошення була вперше успішно випробувана М. С. Строгановим ще на початку минулого століття.

Зараз ретельної уваги вимагає використання для зрошення стоків тваринницьких комплексів, так як це дозволяє утилізувати величезні маси стоків, попереджаючи тим самим забруднення територій, поверхневих і підземних вод та повітря. Одночасно стоки є повноцінним органічним добривом, що містить компоненти в легко-засвоюваній рослинами формі. Проходячи через орний шар ґрунту, вони збагачують його з'єднаннями азоту, фосфору, калію і іншими біогенними елементами, підвищують його родючість: урожайність багатолітніх трав і других культур підвищується у 2... 6 разів, на лісопосадках ріст дерев прискорюється в 2... 4 рази. Благодійний вплив на стан ґрунту має присутність у стоках кальцію, який сприяє зниженню кислотності ґрунту, що особливо важливо для нечорноземних районів.

Проте зрошення полів неочищеними тваринницькими стоками недопустимо, так як вони містять патогенну флору і яйця гельмінтів (збудників туберкульозу, сальмонельозів, лептоспірозів), довго зберігаються у ґрунті (наприклад, патогенні бактерії зберігаються у ґрунті до року і здатні розмножуватися у стічних водах).

Надійним і дешевим способом знезараження стоків є включення в очисні системи біологічних ставів, які можуть бути призначені для роботи у різних режимах проточності, аерації чи без них, застосовуватися в самостійному варіанті чи в комплексі і другими. В основі протікаючих у них процесів лежить біохімічне окислення органічних речовин, що стимулює природне самоочищення стоків. Відповідно розрізняють стави аеробні, анаеробні і факультативні.

В анаеробних ставах, які заповнюються неосвітленими стоками, розпад органічних з'єднань забезпечують бактерії, життєдіяльність яких можлива у середовищі без доступу кисню (метаноутворювальні, зброджувальні клітковину, жирні кислоти, вуглеводи, амонієфіксуючі бактерії, відновлювальні солі азотної і сірчаної кислот); вони перетворюють органічні з'єднання до сірководню, метану, капролактаму і ін. В таких ставах ступінь очищення невеликий, і рідина, що з них виходить вимагає доочищення в аеробних ставах.

Факультативні стави (аеробно-анаеробні), тобто. стави проміжного типу, заповнюються освітленими неочищеними стоками. В них товща води визначається аеробними умовами. Придонні шари не мають вільного кисню, відповідно у товщі проходять аеробні процеси, а біля дна – анаеробні. В результаті створюються полі-, α -мезо- і β -мезосапробні зони. Очищають стоки аеробні і анаеробні бактерії, а також простіші, які можуть переносити тимчасовий дефіцит і відсутність кисню. Тут мешкають водорості, які виносять великий вміст органіки у воді, а вільний кисень, що з'являється в результаті їх життєдіяльності, прискорює аеробні процеси очищення.

В аеробних ставах забруднення розкладають організми, для існування яких необхідна наявність у воді кисню. Тут розвиваються гідробіонти, здатні утилізувати різні речовини. Велике значення мають процеси, що відбуваються в мулі і поверхневій плівці.

Для інтенсифікації процесів самоочищення стоків в аеробних ставах потрібна аерація води (шляхом подачі у товщу повітря чи кисню), озонування (озон взаємодіє з мінеральними і органічними речовинами, в тому числі з цитоплазмою бактеріальних клітин і руйнує їх) і культивування мікроводоростей (альгалізація). Мікроводорості сприяють знезараженню стоків, підвищують їх удобрювальну цінність і, крім того, білок водоростей може бути використаний для годівлі тварин. Для цих цілей використовують зелені, протококові, вольвоксові, евгленові і діатомові водорості.

Таке альгобактеріальне співтовариство добре очищує стоки і в процесі фотосинтезу насичує воду киснем, який використовується аеробними бактеріями для розпаду органічних речовин, а також запобігає масовому розвитку синьо-зелених водоростей.

Водорості виділяють фітонциди, що мають бактерицидну дію, а виділення сапрофітних мікробів включають речовини антибіотичної властивості.

За допомогою водоростей і вищих водних рослин можлива очистка стічних вод від іонів металів, деяких фарбників і речовин, що містяться у промислових стоках, а також накопичуються в системах оборотного водопостачання і викликають корозію. Зелені водорості, як правило, заряджені негативно, а іони алюмінію, хрому, марганцю, кобальту, срібла, кальцію, ртуті, свинцю і метил-, кристаловіолету, основного фуксину, сафраніну Т, родамінів 2G і Р, брильянтового зеленого – позитивно. Взаємодіючи, вони з'єднуються з водоростями і виносяться разом з ними. Різноманітна і роль вищих водних рослин

у біологічних ставах: на слизу, що покриває поверхню рослин, осідають мінеральні і органічні частки; інтенсивно іде фотосинтетична діяльність, вони активно поглинають і накопичують мінеральні і органічні речовини; поглинають із води ізотопи цезію, стронцію, кобальту і ін.; в процесах метаболізму окислюють органічні з'єднання і їх мінералізують при виділенні кисню; сприяють детоксикації середовища шляхом поглинання фізіологічно активних речовин типу фенолів (наприклад, 100 г комишу озерного поглинає 4 г фенолу) і виділення бактерицидних речовин (тростяник); на стеблах вищих водних рослин утворюються біоценози обростань, в склад яких входять бактерії, що розкладають нафту (при концентрації нафти 1 г/л її плівка на поверхні води руйнується у присутності вищих рослин за 5... 10 діб, без рослин – за 28 ... 32 діб).

На теперішній час для очищення стоків використовують різні системи біологічних ставів, основані на загальній схемі: стоки після механічного очищення пропускають послідовно через ряд біологічних ставів (чи бетоновану траншею, розділену поперечними перегородками на секції), в яких вони поступово очищаються. Після первинного очищення на початку системи (при найменшому видовому складі мікрофлори) по мірі інтенсифікації процесів самоочищення наростає видова різноманітність гідробіонтів. Бактерії, що розвиваються в масі і водорості разом з очищенням стічних вод забезпечують і кормову базу для бурхливого розвитку різних безхребетних, перш за все гіллястовусих рачків: вони, в свою чергу, є цінним кормом для риб. В останньому ступені каскаду у деяких системах можливе вирощування посадкового матеріалу.

Витривалість рослинних і тваринних організмів в умовах забруднення неоднакова і визначається їх фізіологічними особливостями. Найбільш чутливі можуть служити індикаторами стану стоків. Наприклад, при очищенні стічних вод підприємств нафтової і хімічної промисловості у відстійниках використовують золотих рибок и дзеркального коропа: при збільшенні забруднення вони стають збудженими. Надзвичайна чутливість щуки до забруднення дозволяє використовувати її для контролю за якістю питної води: по мірі збільшення забруднення у неї знижується частота електричних імпульсів, які використовує риба для орієнтування. Здатність форелі накопичувати в тканинах (особливо у печінці) мідь, ртуть, цинк, кадмій, марганець в кількостях, що, перевищують допустимі, дала можливість визначити розсіювання цих

металів на місцевості і виявити поклади міді.

4. ОСНОВНІ ЧАСТИНИ І ФОРМИ ТІЛА РИБ

Основні частини тіла риби. Тіло риби складається з трьох відділів: голови, тулуба і хвоста.

Головний відділ визначається як відстань від початку рота до заднього краю зябрової кришки (без зябрової перетинки).

Тулубовий відділ визначається як відстань від кінця голови до анального отвору чи до початку анального плавця.

Хвостовий відділ визначається як відстань від анального отвору (початку анального плавця) до кінця хвостового плавця.

У головному відділі виділяють: *рило* – відстань від початку голови до передньої вертикалі (краю) ока; *заоковий простір* – від задньої вертикалі (краю) ока до дистального кінця зябрової кришки; *щоку* – ділянку від задньої вертикалі ока до заднього краю передкришки; *лоб*, або міжоковий простір, – відстань між очами.

Перш ніж розглянути ділянки нижньої частини голови, потрібно звернути увагу на зяброві перетинки – шкіряні складки, що обрамляють зяброву кришку (рис. 1). У деяких риб (коропові Cyprinidae) зяброві перетинки прирощені до міжзябрового проміжку (*isthmus*) – ділянці між зябровими щілинами. У нижній частині голови виділяють: *підборіддя* – ділянку голови від початку нижньої щелепи до місця з'єднання чи прикріплення зябрових перетинок; *горло* – відстань від місця прикріплення чи зрощування між собою зябрових перетинок до основи грудних плавників. Крім того, у нижній частині голови розрізняють місце з'єднання кісток нижньої щелепи, яке називається *симфізисом* (див. рис. 2).

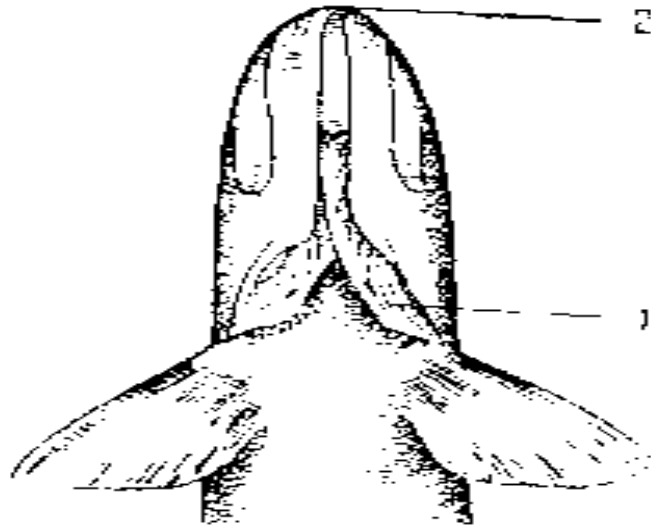


Рис. 2. Нижня сторона голови риби: 1 – зяброві перетинки; 2 – симфізис

У хвостовому відділі виділяють *хвостове стебло* – ділянку від кінця анального плавника до початку хвостового плавника (у лускатих риб до кінця лускового покриву). Хвостове стебло – це сама низька частина тіла риби, а сама висока знаходиться перед спинним плавником, де і виміряють найбільшу висоту тіла.

Форми тіла риб. Найбільш розповсюдженою формою тіла є веретеноподібна. Риби такої форми мають стиснене з боків тіло і злегка загострену голову. Веретеноподібна форма характерна для більшості риб, наприклад плітки, окуня, оселедця. Риби з веретеноподібною формою тіла мешкають у поверхневих шарах, у товщі води і біля дна, у приберегових і відкритих районах водойм.

Виділяють такі форми тіла у риб (рис. 3). *Торпедоподібна* (її часто називають веретеноподібною) – характеризується загостреною головою, закругленим, у поперечному розрізі формою овалу тілом, потоншеним хвостовим стеблом, нерідко з додатковими плавничками. Вона властива хорошим пловцям, здатним до тривалих переміщень – тунцям, скумбріям, акулам і ін.

Стрілоподібна – кості риля витягнуті і загострені, тіло риби по всій довжині має однакову висоту, спинний плавник віднесений до хвостового і розташований над анальним, чим створюється імітація оперення стріли. Ця форма типова для риб, які не переміщуються на великі відстані, що утримуються у засаді і розвивають високі швидкості руху на короткий проміжок часу за рахунок поштовху плавників при кидку на здобич чи втечі від хижака. Це щуки (*Esox*),

панцирні щуки (*Lepisosteus*), саргани (*Belone*) і ін.

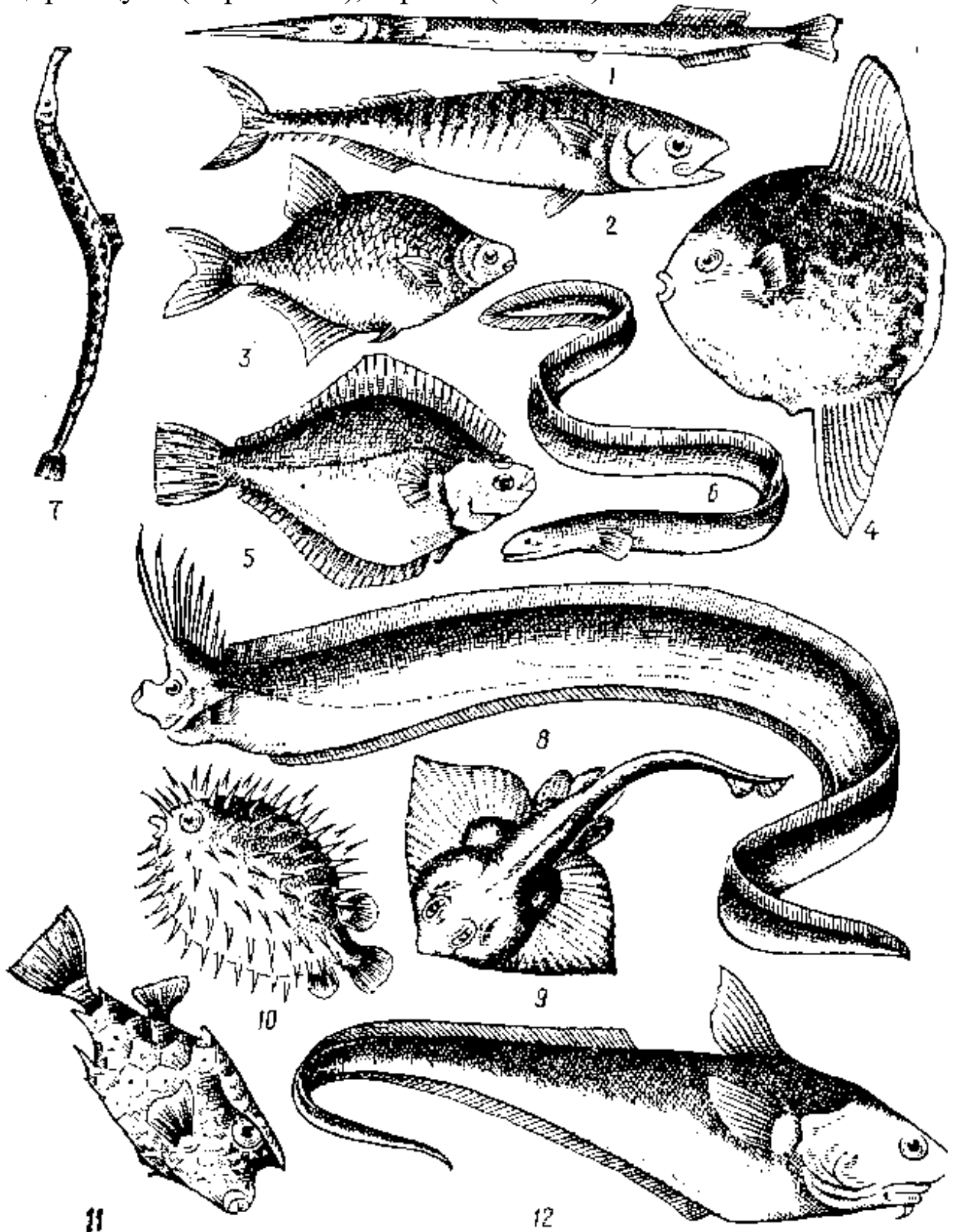


Рис. 3. Форма тіла риб: 1 - сарган; 2 - скумбрія; 3 - лящ; 4 - рибалуна; 5 - камбала; 6 - вугор; 7 - риба-голка; 8 - оселедцевий король; 9 - скат; 10 - риба-їжак; 11 - кузовок; 12 - макрурус

Симетрично стиснене з боків тіло – сильно стиснене з боків, високе при відносно невеликій довжині і високе. Це риби коралових рифів – щетинозуби (*Chaetodon*), заростей донної рослинності – скалярії (*Pterophyllum*). Така форма тіла допомагає їм легко маневрувати серед перешкод. Симетрично стиснену з боків форму тіла мають і деякі пелагічні риби, яким необхідно швидко міняти положення у просторі для дезорієнтації хижаків, - вомери (*Vamer*) чи для маскуванню у товщі води при підкараулюванні здобичі – сонечники (*Zeus*). Таку ж форму тіла мають риба-луна (*Mola mola* L.) і лящ (*Abramis brama* L.). *Несиметрично стиснене з боків тіло* – очі зміщені на одну сторону, що створює асиметрію тіла. Вона властива придонним малорухомим риbam заgonу Камбалоподібні (*Pleuronecti-formes*), допомагає їм добре маскуватися на дні. У русі цих риб велику роль відіграють хвилеподібні вигинання довгих спинного і анального плавників. Всі ці риби, крім чорного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides* Walb), плавають на одній стороні тіла.

Сплющене у дорзовентральному напрямку тіло – сильно стиснене у спинно-черевному напрямку, як правило, добре розвинені грудні плавники. Таку форму тіла мають малорухомі донні риби – більшість скатів (*Batomorpha*), морський чорт (*Lophius piscatorius* L.). Сплющене тіло маскує риб в умовах дна, а розташовані зверху очі допомагають бачити здобич. Для крупних скатів – морських дияволів сімейства *Mobulidae*, що мешкають у пелагіалі, захистом від хижаків служить не форма тіла, а великі розміри.

Вугреподібна форма – тіло риб продовгувате, закруглене, має вид овалу на поперечному розрізі. Спинний і анальний плавники довгі, черевних плавників немає, а хвостовий плавник невеликий. Вона характерна для таких донних и придонних риб, як вугреподібні (*Anguilliformes*), які рухаються, латерально вигибаючи тіло.

Стрічкоподібна – тіло риб продовгувате, але на відміну від вугреподібної форми сильно стиснене з боків, що забезпечує велику питому поверхню і дозволяє риbam мешкати у товщі води. Характер руху у них такий же, як і у риб вугреподібної форми. Така форма тіла характерна для риби-саблі (*Trichiuridae*), оселедцевого короля (*Regalecus*).

Макруроподібна – тіло риби високе у передній частині, звужене з задньої, особливо у хвостовому відділі. Голова крупна, масивна, очі великі. Властива глибоководним малорухомим риbam – макруросоподібним (*Macrurus*), химероподібним (*Chimaeriformes*).

Астероліпідна (або *кузовкоподібна*) – тіло замкнене у кістковий панцир, що забезпечує захист від хижаків. Ця форма тіла характерна для придонних мешканців, багато з яких зустрічаються у коралових рифах, наприклад для кузовків (*Ostracion*).

Шароподібна форма властива деяким видам із загону Голкочеревоподібні (*Tetraodontiformes*) – рибі-шару (*Sphaeroides*), рибі-їжаку (*Diodon*) і ін. Ці риби погані пловці і рухаються за допомогою ундулюючих рухів плавників на великі відстані. При небезпеці риби роздувають повітряні мішки кишечника, наповнюючи їх водою чи повітрям; при цьому розправляються шипи і колючки, які є на тілі і захищають їх від хижаків.

Голкоподібна форма тіла характерна для морських голок (*Syngnathus*). Їх продовгувате, скрите у кістковому панцирі тіло імітує листя зоостери, в заростях якої вони мешкають. Риби не мають бокової рухливості і переміщуються за допомогою ундулюючої дії спинного плавника.

Нерідко зустрічаються риби, форма тіла яких нагадує одночасно різні типи форм. Так, у зубаток (*Anarhichas*) і в'юна (*Misgurnus fossilis* L.) форма тіла вугреподібно-стрічкоподібна, тобто передня частина закруглена, а хвостова стиснена з боків. Для ліквідації демаскуючої тіні на череві риби, що виникає при освітленні зверху, мілкі пелагічні риби, наприклад оселедцеві (*Clupeidae*), чехонь (*Pelecus cultratus* (L.)), мають загострене, стиснене з боків черевце з гострим кілем (рис. 4).

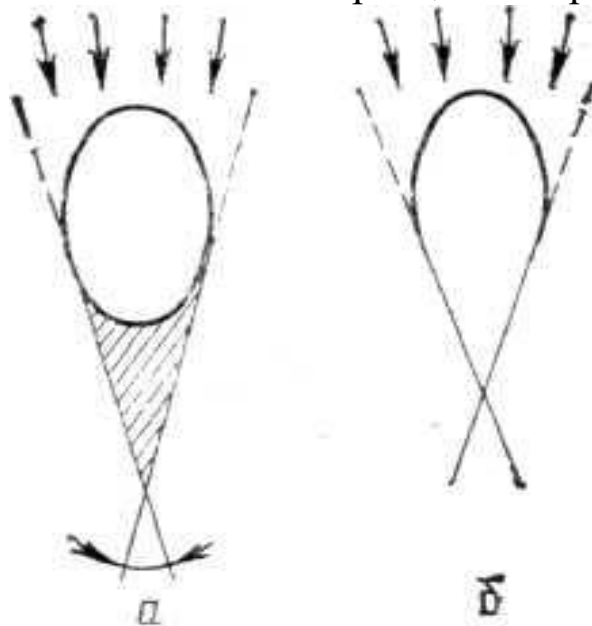


Рис. 4. Схема утворення демаскуючої тіні на череві риби (а), при наявності черевного кілю він займає собою область тіні (б).

Стрілками показано напрямлення світового потоку

У крупних рухливих пелагічних хижаків – скумбрій (Scomber), риби-меча (Xiphias gladius L.), тунців (Thunnus) – киль як правило не розвивається. Їх спосіб захисту оснований на швидкості руху, а не у маскуванні. У придонних риб форма поперечного січення наближається до рівнобедреної трапеції, зверненої великою основою вниз, що виключає появу тіні на боках при освітленні зверху. Тому більшість придонних риб і має широке сплющене тіло (рис. 5).



Рис. 5. Характерні форми поперечного зрізу тіла придонних риб

Питання для самоперевірки:

1. Перечислити форми тіла риб, що мешкають у пелагіалі.
2. Назвіть форми тіла придонних риб.
3. Яку форму тіла мають оселедець, тріска, окунь?
4. Який тип плавання властивий мінозі, міксинам, вугру?
5. Які риби мають макруроподібну форму тіла?
6. Вкажіть границі відділів тіла риби.
7. Що називається щогою, рилом, горлом, підборіддям?
8. Що таке хвостове стебло?
9. Що таке зяброві перетинки і де вони розташовані?

5. ЗОВНІШНЯ БУДОВА ГОЛОВНОГО ВІДДІЛУ РИБ

На голові риби розташовані рот, очі, носові і зяброві отвори, бризгальця і органи чуття.

Положення і будова рота риби залежить від характеру її живлення. Виділяють три основних типа положення рота: *верхній, конечний, нижній* (рис. 6).

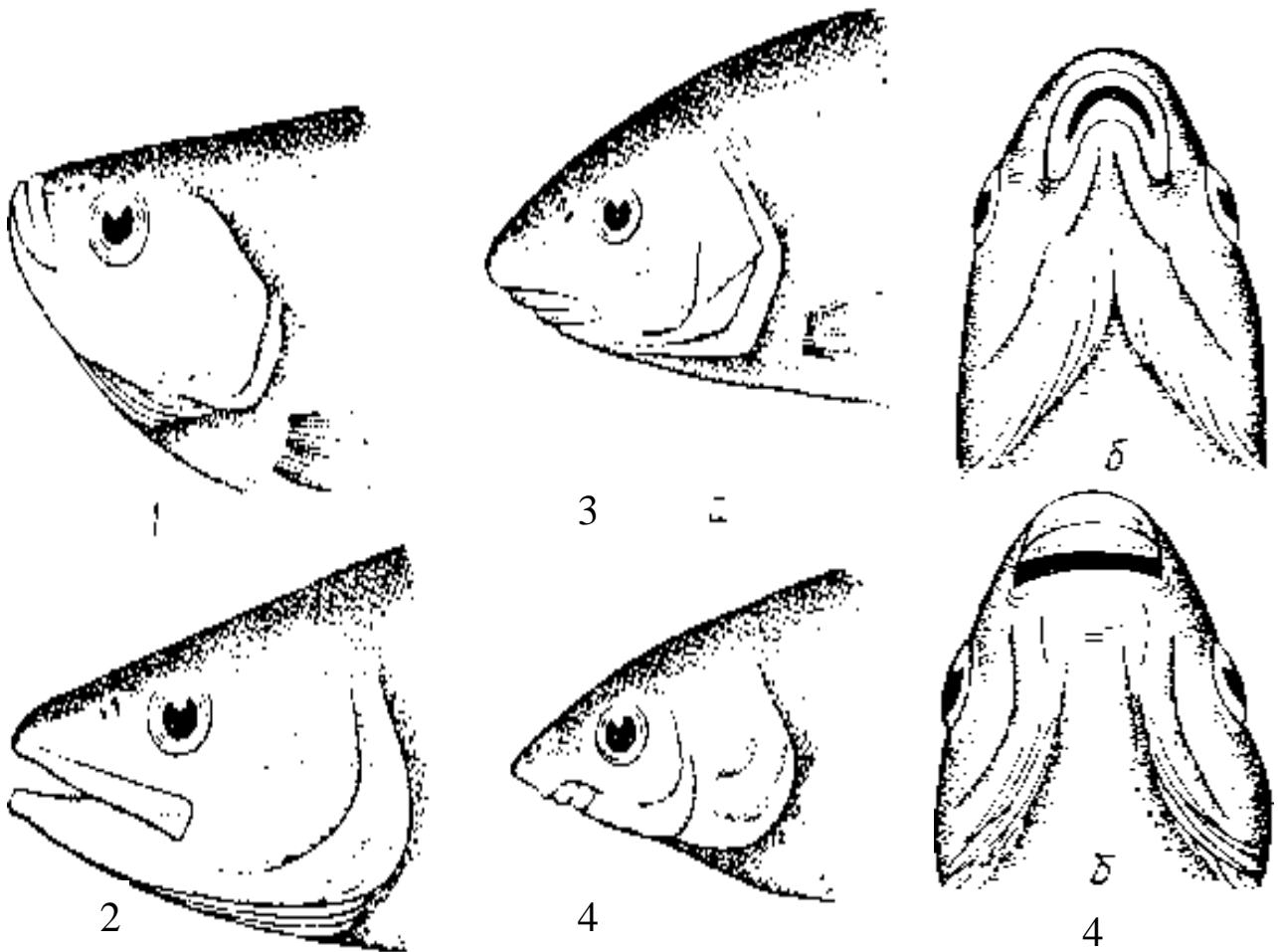


Рис. 6. Різні форми рота:

1 – верхній; 2 – конечний; 3 – нижній косий; а – вид збоку; б – вид знизу; 4 – нижній поперечний; а – вид збоку; б – вид знизу

Верхній рот – нижня щелепа більше верхньої, і ротовий отвір направлений уверх. Таке положення властиве риbam, що беруть їжу з верхніх горизонтів, головним чином планктонофагам – шпротам

Sprattus), чехоні (Pelecus), а також донним хижакам-засідникам – морському чорту (Lophius), сомam (Silurus) і ін.

Конечний рот – обидві щелепи однакової довжини. Такий рот властивий риbam, що беруть їжу з товщі води. В основному це риби зі змішаним характером живлення – окунь {Perca flu-viatilis, L.}, омуль (Coregonus autumnalis, Pallas чи хижаки, що переслідують здобич - тунці (Thunnus), пеламіди (Sarda), судаки (Lucioperca, чи Stizostedion).

Нижній рот – верхня щелепа більше нижньої, ротовий отвір направлено вниз. Це риби-бентофаги, що живляться донними організмами, - вусачі (Barbus), барабулі (Mullus), піскарі (Gobio). Нижнє положення рота акул не пов'язано з характером живлення, а

визначається наявністю рострума, що виступає над нижньою щелепою вперед і виконує гідродинамічні функції. Таке ж, можливо, походження нижнього положення рота у анчоусових (Engraulidae), які живляться планктоном. Нижній рот може бути косим, як у рибиц (Vimba), і поперечним, як у підуста (Chondrostoma) і храмулі (Varicorhinus).

Положення рота риби не завжди можна визначити точно. Рот може бути напівверхнім, як у уклеї (*Alburnus alburnus* L.), чи напівнижнім, як у ляща (*Abramis brama* L.) і сазана (*Cyprinus carpio* L.).

Величина рота у риби визначається довжиною нижньої щелепи. Рот вважається великим, якщо кінець нижньої щелепи заходить за вертикаль заднього краю ока, чи невеликим, якщо кінець нижньої щелепи не доходить до вертикалі заднього краю ока (рис. 7).

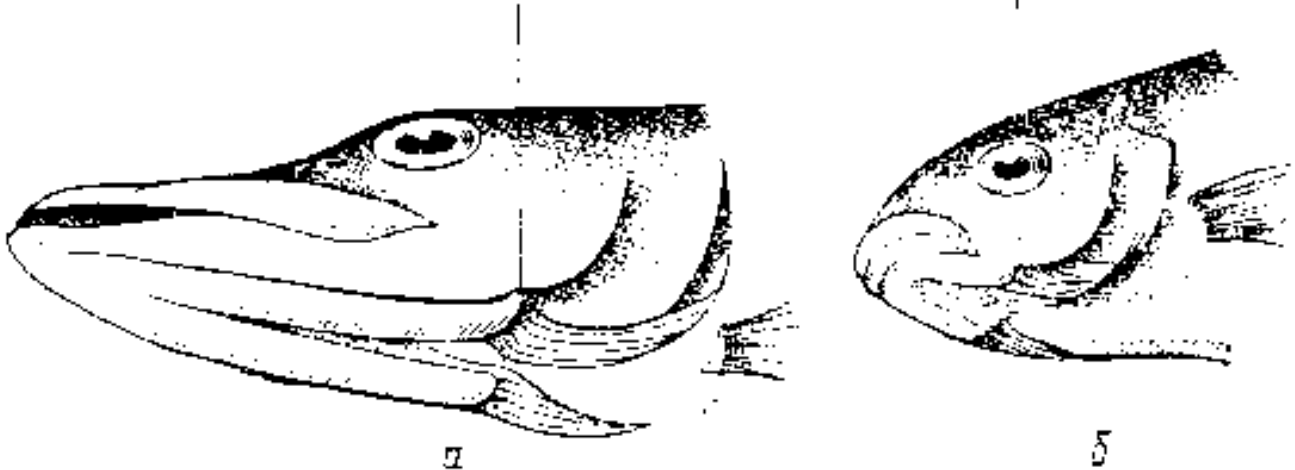


Рис. 7. Визначення величини рота риби (пунктирна лінія проведена як перпендикуляр від кінця нижньої щелепи): а – великий; б – невеликий

Розміри рота залежать від величини харчових об'єктів, їх твердості і щільності розподілу, а також від способу лову їжі.

Невеликий рот мають рослиноїдні і планктоноїдні риби, а також бентофаги, що живляться мілким бентосом, - кефалі (*Mugil*), тюльки (*Clupeonella*), малороті камбали (*Limanda*, *Pleuronectes*) і ін. Великий рот мають такі хижаки, як щуки (*Esox*), соми (*Silurus*), і риби, що живляться крупним бентосом, такі як зубатки (*Anarhichas*). Причому у хижаків доганяючого типу – тунці (*Thunnus*) – рот менших розмірів, так як ловля їжі забезпечується великою швидкістю і маневреністю. У хижаків засадного типу – щука (*Esox lucius* L.), морський чорт (*Lophius piscatorius* L.) – рот великих розмірів, так як вони добувають їжу ривком, і ймовірність захоплення залежить у великому ступені

від розмірів рота. Великі роти, які виконують функцію уловлювачів, мають також деякі планктонофаги – анчоуси (*Engraulis*), веслоноси (*Polyodon*) і ін.

Розміри рота знаходяться у прямій залежності від концентрації харчових об'єктів: чим вона нижче, тим більших розмірів рот. Прикладом можуть служити глибоководні риби, що живуть у зоні пониженої щільності розподілу харчових об'єктів. Величина рота залежить також від твердості харчових об'єктів: чим твердіше їжа, тим звичайно рот менше. Чим більше зусиль потрібно для закривання рота, тим, як правило, менше його розмірі. Так, представники родини Спинорогові (*Balistidae*) і Скалозубі (*Tetraodontidae*), живлячись коралами, мають дуже маленький рот.

За своїм характером рот буває видвижний і невидвижний.

Видвижний рот характеризується рухливим з'єднанням верхньої щелепи черепом, завдяки чому при розкриванні рота верхня щелепа може викидатися вперед. Рот такого типу властивий риbam, що споживають планктон (оселедцеві), чи мілкий бентос (сазан, лящ), чи детрит (кефалі).

Невидвижний рот характеризується нерухливим чи майже нерухомим з'єднанням верхньої щелепи з черепом. Він властивий більшості риб, що живляться порівняно крупними об'єктами і у процесі захоплення їжі вимушений витратити значні зусилля на закривання рота. Це хижаки, а також бентофаги, що розгризають раковини моллюсків, тверді панцири ракоподібних і голкошкірих.

Будова рота риб відрізняється великою різноманітністю. Г.В.Нікольський виділяє шість типів будови рота: хватальний (судак, сом, щука); засмоктуючий (лящ, риба-голка); подрібнюючий (кузовки, зубатки); у вигляді присоски (мінога); рот планктоноїда (оселедці, ряпушка); рот перифітоноїда (підуст, храмуля). Ю. Г. Алєєв вважає, що правильніше розрізняти два принципово різних типи рота: хватальний і засмоктуючий. Перший характеризується тим, що щелепи виконують хватальну функцію (переважна більшість риб), другий – майже повною втратою цієї функції щелеп.

У самців глибоководних вудильників (*Ceratiidae*) у зв'язку з їх паразитичним образом життя спостерігається редукція ротового апарату.

Розташування очей риби тісно пов'язано з місцем її мешкання і не залежить від характеру живлення. У придонних і донних риб очі розташовані або у верхній частині голови – морський чорт (*Lophius*),

скати (Batomorpha), камбалові (Pleuronectidae), або вище середньої лінії тіла – барабулі (Mullus), морські дракончики (Trachinus), морські півні (Trigla). Риби, що ведуть пелагічний і придонно-пелагічний образ життя, мають очі, розташовані по бокам голови приблизно на рівні повздовжньої осі тіла (рис. 8).

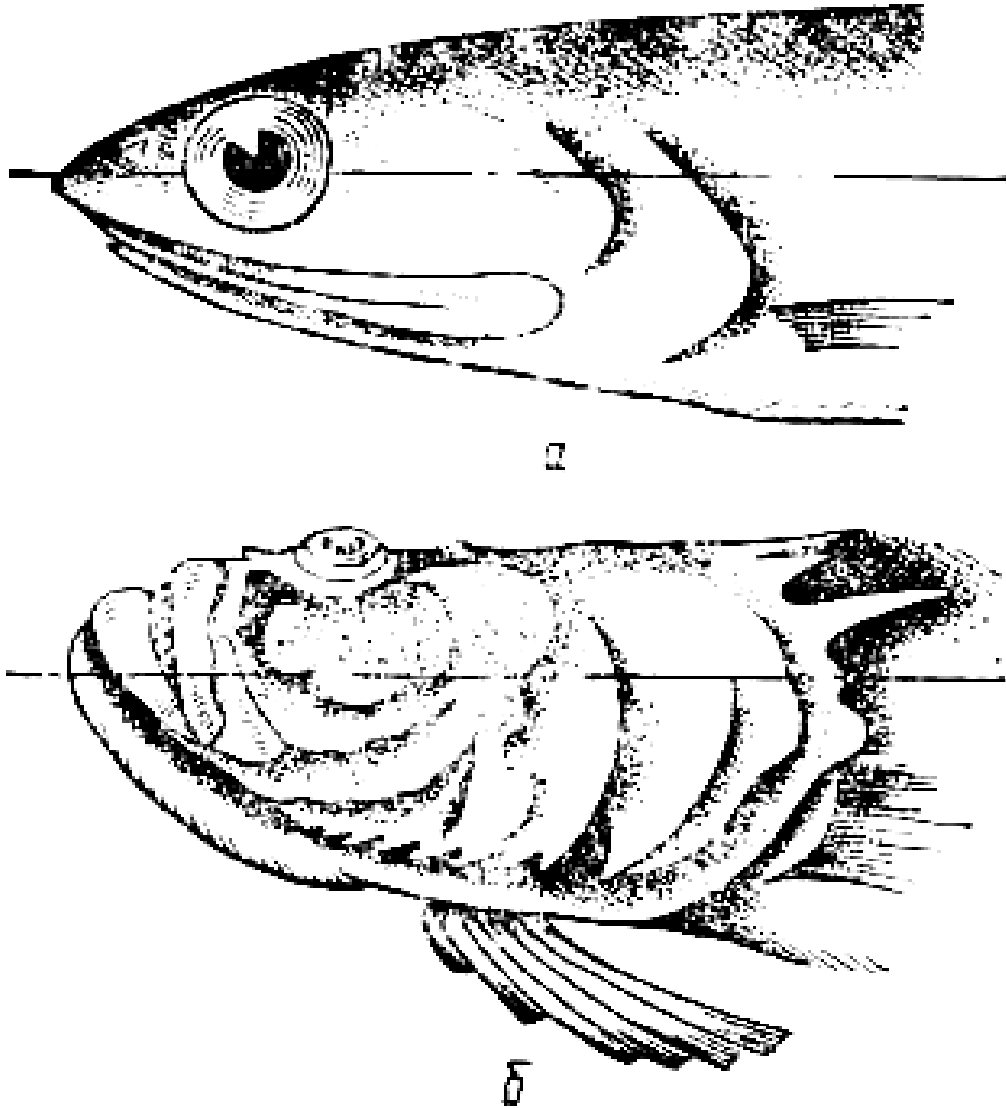


Рис. 8. Розташування очей у хамси (а) и зоречота (б) (пунктиром позначена повздовжня ось риби)

Величина очей у риб різних видів коливається у широких межах. Одним із визначальних факторів є освітленість. При хорошій освітленості очі розвинені, як правило, нормально. У глибоководних і печерних риб, що живуть у афотній зоні, спостерігається редукція очей. Із збільшенням глибини і зменшенням освітленості розміри очей збільшуються, особливо у напівглибоководних (морські окуні) і

мезопелагічних (світляних анчоусів) риб, живущих в тих шарах води, де організми отримують можливість уловлювати дуже слабе світло. У цьому випадку з'являються телескопічні очі (опістопрот).

Розмір осей залежить і від ролі зору у загальній системі рецепторів органів чуття. У придонних риб, живущих в умовах замулених вод, де більшу роль відіграє осявання, очі маленькі (сом, вусач). У пелагічних риб, крім батипелагічних, і у приберегових придонно-пелагічних видів очі розвинені добре.

На передній частині голови риб знаходяться парні носові отвори, розташовані спереду очей по обидві сторони голови. Вони не сполучені з глоткою і у більшості риб поділені перетинкою на передню і задню ніздрю. Перегородка відсутня у нототенієвих (Nototheniidae), терпугових (Hexagrammidae). Розташування, форма і величина носових отворів міняється в залежності від екології риб. У більшості риб з добре розвиненим зором носові отвори розташовані на верхній стороні голови між очима і кінцем риля (рис. 9, 1). У пластинчатозябрових риб ніздрі знаходяться на нижній стороні риля поблизу ротового отвору (рис. 9, 2). У таких придонних риб, як угрі (Anguilla), мурени (Muraena), глибоководна сліпа риба із роду *Typhleotris*, роль зору незначна, а значення нюху велике, передні носові отвори мають форму трубочок і наближені до рота (рис. 9, 3).

Величина носових отворів тісно пов'язана зі швидкістю руху риб. У риб, плаваючих повільно, носові отвори більше, і перегородка, розділяюча передню і задню ніздрі, функціонує як клапан, направляючий воду в нюхальну капсулу (коропові, ведучі придонний образ життя). У риб, плаваючих швидко, носові отвори невеликі, а клапан відсутній, так як при великих швидкостях зустрічний потік води інтенсивно проникає і у маленькі носові отвори (тунці, скумбрії).

У круглоротих носовий отвір непарний. У міксин він розташований на передньому кінці риля і зв'язаний з глоткою, у міног – знаходиться у міжкоковому просторі.

У пластинчатозябрових риб і деяких хрящових ганоїдів {осетер, білуга і ін.) позаду очей розташовані парні отвори – бризгальця (spiraculum) – залишок не функціонуючих зябрових щілин. У скатів бризгальця приймають участь у диханні. У цільноголових і костистих риб бризгальце редуційоване у зв'язку з розвитком зябрової кришки.

Голова риби закінчується зябровими отворами, чи щілинами, число яких може бути різним: у міксин від 1 до 15 пар; у міног 7 пар;

у акул від 5 до 7 пар; у химер 1 пара зябрових отворів, покритих складкою шкіри. У костистих риб є 1 пара зябрових щілин, закритих зябровою кришкою. Риби, у яких зяброві перетинки не приростають до міжзябрового проміжку (білуги, оселедцеві), мають зяброві щілини значного розміру, а риби, у яких зяброві перетинки приростають до міжзябрового проміжку (коропові), - достатньо малі зяброві щілини. Дуже малі зяброві щілини у Голкочеревоподібних (Tetraodontiformes) і Вугреподібних (Anguilliformes) риб.

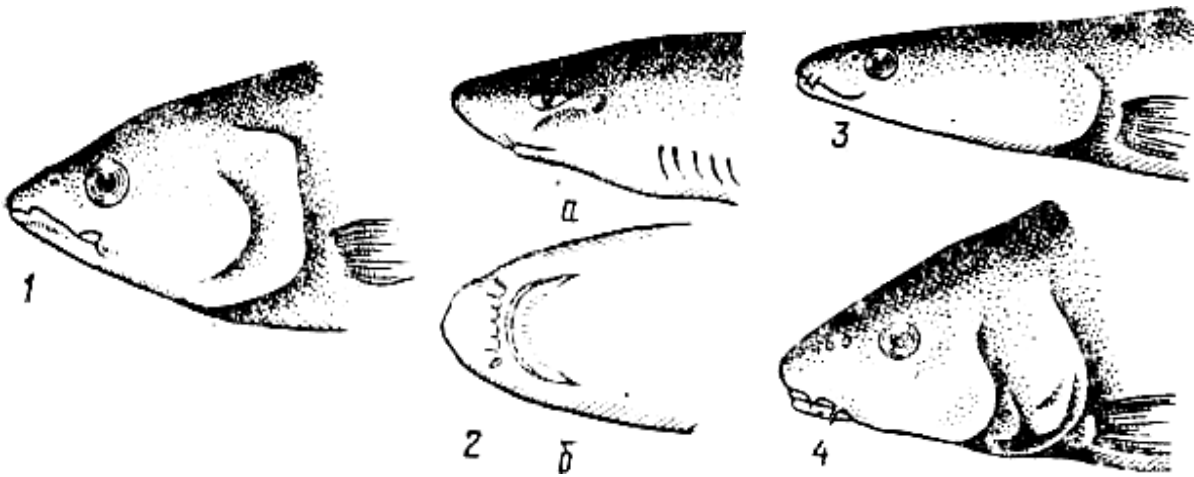


Рис. 9. Схема розташування ніздрів у риб: 1 - тунець; 2 - акула: а - вид збоку, б - вид знизу; 3 - вугор; 4 - сазан

На передній частині голови у деяких риб є вусики – органи осявання, неоднакові по числу і розмірам. У сомових (Siluridae) і в'юнових (Cobitidae) їх декілька пар, у барабулевих (Mullidae) – одна пара, а у більшості тріскових (Gadidae) – один непарний вусик. Вусики можуть бути короткими (линь, сазан) чи довгими (сом); у деяких глибоководних риб вони розвинені дуже сильно, наприклад у вудильника роду *Linophryne* (рис. 10).

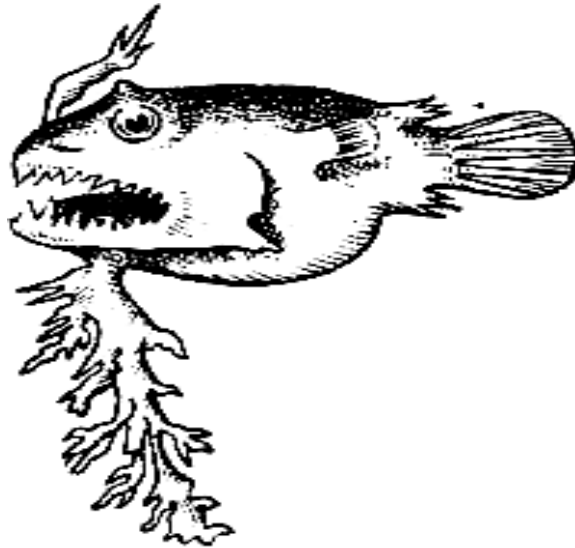


Рис. 10. Вудильник роду *Linophryne* с вусоподібним придатком на нижній щелепі

Крім того, у деяких риб на голови є: шкіряні вирости, що маскують рибу на фоні середовища мешкання (скорпени, морські собачки); кришечні шипи і колючки, які виконують захисну функцію (бички кам'яністі, морські окуні); слизевидільні пори (горбилеві, йоржі); канали бокової лінії і геніпори (оселедці, бички). У ряду швидко плаваючих пелагічних риб (лобан, оселедці) на очах розвиваються жирові віки, захищають очі від дії зустрічних потоків води і надають очним впадинам обтікаєму форму.

Питання для самоперевірки

1. Які типи положення рота виділяють у риб?
2. Наведіть приклади риб з різними положеннями рота і пов'яжіть це з характером живлення.
3. Який рот вважається великим і від яких факторів залежить величина рота?
4. Що таке видвижний і невидвижний рот? Наведіть приклади.
5. Від чого залежить розташування і величина очей риби?
6. У яких риб носові отвори непарні?
7. Що таке бризгальця? Наведіть приклади риб, які мають бризгальця.
8. Скільки пар зябрових отворів у міксин, міног, акул і скатів?
9. Де розташовані зяброві отвори у акул і скатів?

6. ПЛАВНИКИ РИБ, ПОЗНАЧЕННЯ, БУДОВА І ФУНКЦІЇ

Плавники риб бувають парні і непарні. До парних належать грудні Р (pinna pectoralis) і черевні V (pinna ventralis); до непарних – спинний D (pinna dorsalis), анальний А (pinna analis) і хвостовий С (pinna caudalis). Зовнішній скелет плавників костистих риб складається з променів, які можуть бути *гіллястими* і *не гіллястими*. Верхня частина *гіллястих* променів розділена на окремі промені і має вигляд кисті (гілляста). Вони м'які і розташовані ближче до каудального кінця плавника. *Негіллясті* промені лежать ближче до переднього краю плавника і можуть бути розділені на дві групи: *членисті* і *нечленисті* (колючі). *Членисті* промені розділені по довжині на окремі членики, вони м'які і можуть гнутися. *Нечленисті* – тверді, з гострою вершиною, жорсткі, можуть бути *гладкими* и *зазубреними* (рис. 11).

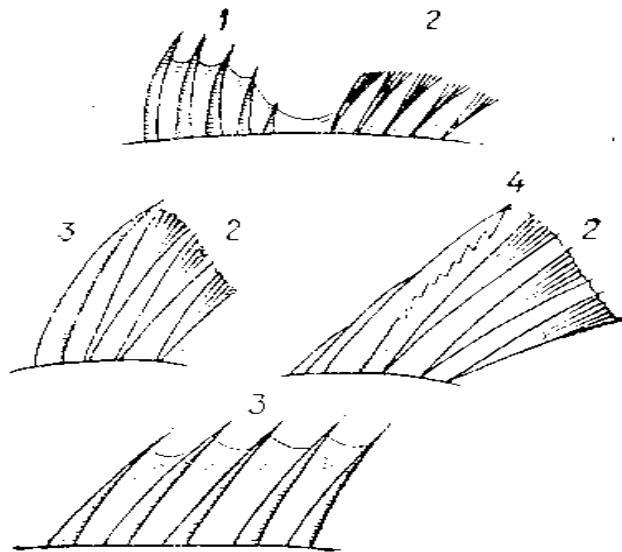


Рис. 11. Промені плавників: 1 – не гіллястий членистий; 2 – гіллястий; 3 – колючий гладкий; 4 – колючий зазубрений

Число гіллястих і не гіллястих променів у плавниках, особливо у непарних, - важлива систематична ознака. Промені прораховуються, і число їх записується. Нечленисті (колючі) позначаються римськими цифрами, гіллясті – арабськими. На основі прорахунку променів складається формула плавника. Так, судак має два спинних плавника.

В першому з них 13-15 колючих променів (у різних особин), у другому – 3 колючки і 19-23 гіллястих променя. Формула спинного плавника судака має такий вигляд: D XIII – XV, I – III 19-23. У анальному плавнику судака число колючих променів I – III, гіллястих 11-14. Формула анального плавника судака виглядає так: A II – III 11 – 14.

Парні плавники. Ці плавники є у всіх дійсних риб. Відсутність їх, наприклад, у муренових (Muraenidae) – явище вторинне, результат пізньої втрати. Круглороті (Cyclostomata) не мають парних плавників. Це явище первинне.

Грудні плавники знаходяться позаду зябрових щілин риб. У акул і осетрових грудні плавники розташовані у горизонтальній площині і малорухомі. У цих риб випукла: поверхня спини і сплюснена черевна сторона тіла надають їм схожість з профілем крила літака і при русі створюють підйомну силу. Подібна асиметричність корпусу викликає появу обертального моменту, який намагається повернути голову риби вниз. Грудні плавники і роstrум акул і осетрових риб у функціональному відношенні складають єдину систему: спрямовані під невеликим (8-10°) кутом до руху вони створюють додаткову підйомну силу і нейтралізують дію обертального моменту (рис. 12).

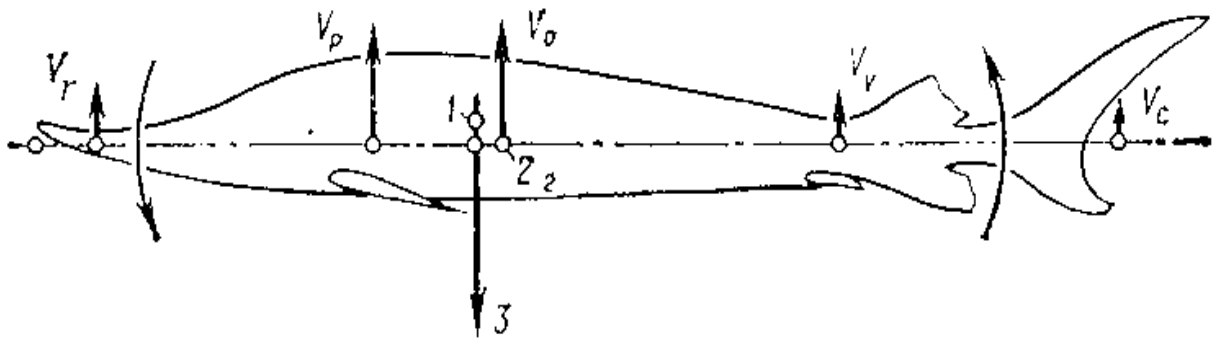


Рис. 12. Схема вертикальних сил, що виникають при поступальному русі акул чи осетрової риби у напрямку повздовжньої осі тіла: 1 - центр ваги; 2 - центр динамічного тиску; 3 - сила остаточної маси; V_0 - підйомна сила, що створюється корпусом; V_P - підйомна сила, що створюється грудними плавниками; V_T - підйомна сила, що створюється роstrумом; V_V - підйомна сила, що створюється черевними плавниками; V_C - підйомна сила, що створюється хвостовим плавником. Вигнуті стрілки показують дію обертального моменту

Якщо акулі видалити грудні плавники, вона буде піднімати голову вгору, щоб утримати тіло у горизонтальному положенні. У осетрових риб видалення грудних плавників нічим не компенсується із-за поганої гнучкості тіла у вертикальному напрямку, якій заважають жучки, тому при ампутації грудних плавників риба опускається на дно і не може піднятися. Так як грудні плавники і роstrум у акул і у осетрових риб функціонально пов'язані, сильний розвиток роstrума, як правило, супроводжується зменшенням розмірів грудних плавників і віддаленням їх від передньої частини тіла. Це добре помітно у акули-молота (*Sphyrna*) і пилконосної акули (*Prisiorphorus*), роstrум яких розвинений сильно, а грудні плавники невеликі, тоді як у морської лисиці (*Alopias*) і синьої акули (*Prionace*) грудні плавники розвинені добре, а роstrум невеликий. Грудні плавники костистих риб на відміну від плавників акул і осетрових розташовані вертикально і можуть здійснювати гребні рухи вперед і назад. Основна функція грудних плавників костистих риб – двигуни малого ходу, що дозволяють точно маневрувати при пошуках корму. Грудні плавники разом з черевними і хвостовим дозволяють зберігати рівновагу рибі при нерухомості. Грудні плавники у скатів, рівномірно окаймляють їх тіло, виконують функцію головних двигунів при плаванні. Грудні плавники у риб дуже різноманітні як за формою, так і за розмірами (рис. 13).

У летучих риб довжина променів може складати до 81 % довжини тіла, що дозволяє рибам парити у повітрі. У прісноводних риб кілебрюшок із родини Харацінові збільшені грудні плавники дозволяють рибі здійснювати політ, що нагадує політ птахів. У морських півнів (*Trigla*) перші три променя грудних плавників перетворились у пальцеподібні вирости, опираючись на які риба може пересуватися по дну. У представників загону Вудильнікоподібних (*Lophiiformes*) грудні плавники с м'ясистими основами також пристосовані до руху по ґрунту і швидкому закопуванню у нього.

Переміщення по твердому субстрату за допомогою грудних плавників зробило ці плавники дуже рухливими. При переміщенні по ґрунту вудильникові можуть опиратися як на грудні, так і на черевні плавники.

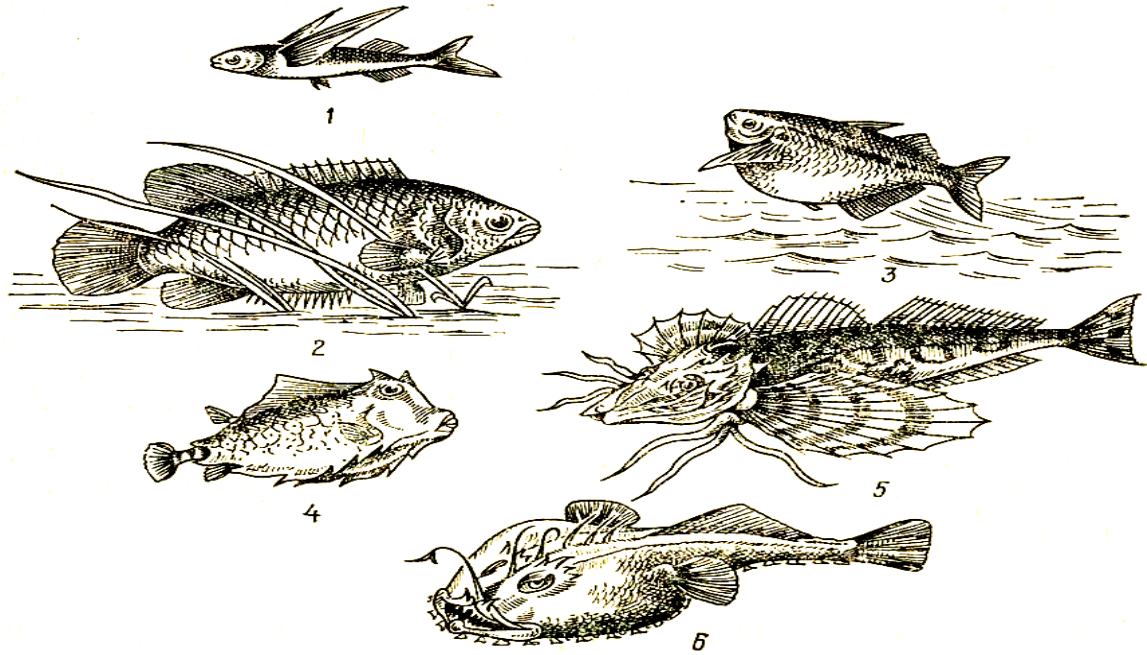


Рис. 13. Форми грудних плавників риб: 1 - летуча риба; 2 - окунь-повзун; 3 - кілебрюшка; 4 - кузовок; 5 - морський півень; 6 - морський чорт

У сомів роду *Clarias* і морських собачок роду *Blennius* грудні плавники слугують додатковими опорами при змієподібних рухах тіла під час переміщення по дну. Своєрідно влаштовані грудні плавники плигунових (*Periophthalmidae*). Їх основи мають спеціальну мускулатуру, що дозволяє здійснювати рухи плавника вперед і назад, і мають вигиб, який нагадує ліктьовий суглоб; під кутом до основи знаходиться сам плавник.

Мешкаючи на приберегових мілинах, плигунові за допомогою грудних плавників здатні не тільки переміщатися по суші, а й підніматися вгору по стеблам рослин, використовуючи при цьому хвостовий плавник, яким вони охоплюють стебло. За допомогою грудних плавників переміщаються по суші і риби-повзуни (*Anabas*). Відштовхуючись хвостом і чіпляючись грудними плавниками і шипами зябрової кришки за стебла рослин, ці риби здатні мандрувати від водойми до водойми, проповзаючи сотні метрів. У таких придонних риб, як кам'яні окуні (*Serranidea*), колюшкові (*Gasterosteidae*), і губаневі (*Labridae*), грудні плавники звичайно широкі, закругленні, віялоподібні. При їх роботі хвилі ондуляції

рухаються вертикально вниз, риба опиняється як би підвішеною у товщі води і може підніматися уверх подібно вертольоту. Риби загону Голкочеревоподібні (*Tetraodontiformes*), морські голки (*Syngnathidae*) і коники (*Hyporhamphus*), які мають малі зяброві щілини (зяброва кришка скрита під шкірою), можуть здійснювати грудними плавниками кругові рухи, створюючи відтік води від зябер. При ампутації грудних плавників ці риби задихаються.

Черевні плавники виконують головним чином функцію рівноваги і тому, як правило, розташовуються поблизу центра ваги тіла риби. Їх положення міняється з зміною центру ваги (рис. 14). У низькоорганізованих риб (оселедцеподібні, коропоподібні) черевні плавники розташовані на череві за грудними плавниками, займаючи абдомінальне положення. Центр ваги цих риб знаходиться на череві, що пов'язано з некомпактним положенням внутрішніх органів, займаючих більшу порожнину. У високоорганізованих риб черевні плавники знаходяться у передній частині тіла. Таке положення черевних плавників називається торакальним і характерно переважно для більшості окунеподібних риб.

Черевні плавники можуть розташовуватися попереду грудних – на горлі. Таке розташування називається югулярним, і характерне воно для великоголових риб з компактним розміщенням внутрішніх органів. Регулярне положення черевних плавників властиве всім ридам загону Тріскоподібних, а також великоголовим ридам загону Окунеподібних: нототенієвим (*Nototheniidae*), собачковим (*Blenniidae*) і ін. Черевні плавники відсутні у риб з вугреподібною і стрічкоподібною формою тіла. У ошибнеподібних (*Ophidioidei*) риб, які мають стрічкоподібно-вугреподібну форму тіла, черевні плавники знаходяться на підборідді і виконують функцію органів осявання.

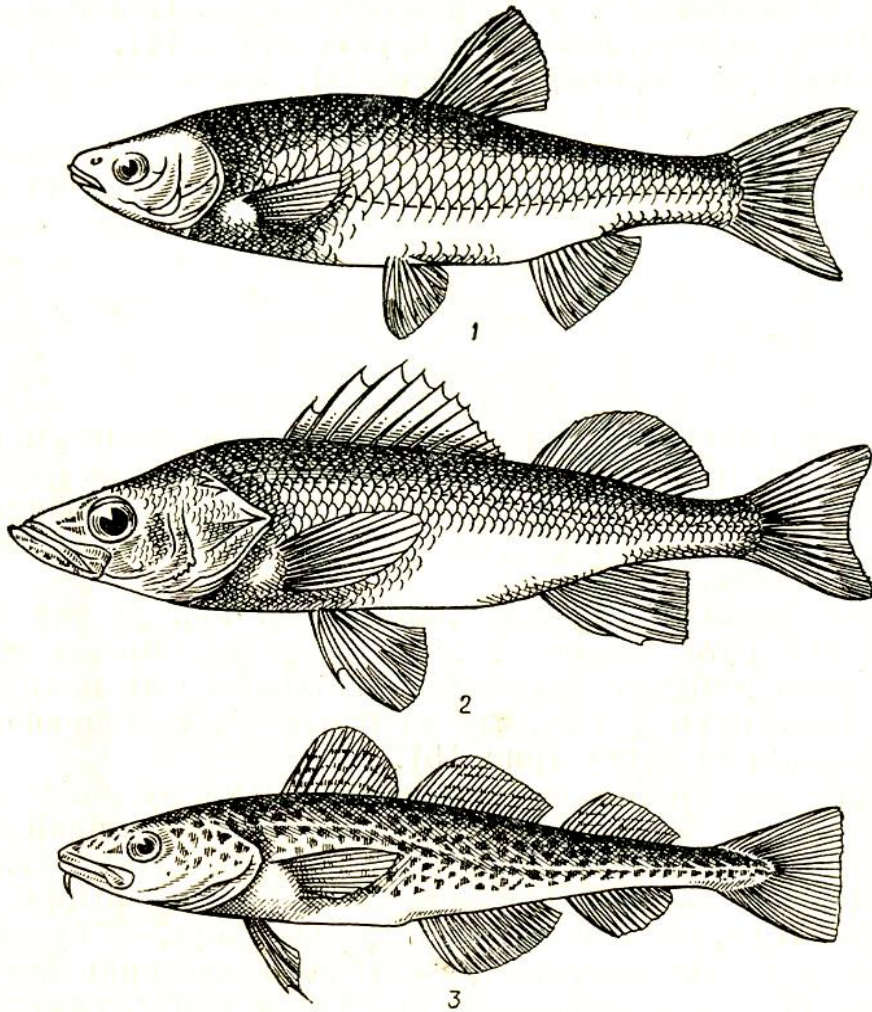


Рис. 14. Положення черевних плавників: 1 - абдомінальне; 2 - торакальне; 3 - югулярне

Черевні плавники можуть видозмінюватися. за допомогою їх деякі риби прикріплюються до ґрунту (рис. 15), утворюючи або присисну воронку (бичкові), або присисний диск (пінагорові, слизнякові). Видозмінені у колюшки черевні плавники колюшкових несуть захисну функцію, а у спинорогів черевні плавники мають вид колючого шипа і разом з колючим променем спинного плавника являються органами захисту. У самців хрящових риб останні промені черевних плавників перетворені у птеригоподії – органи спаровування. У акул і осетрових черевні плавники, як і грудні, виконують функцію несущих плоскостей, проте їх роль при цьому менша, ніж грудних, так як вони служать для збільшення підйомної сили.

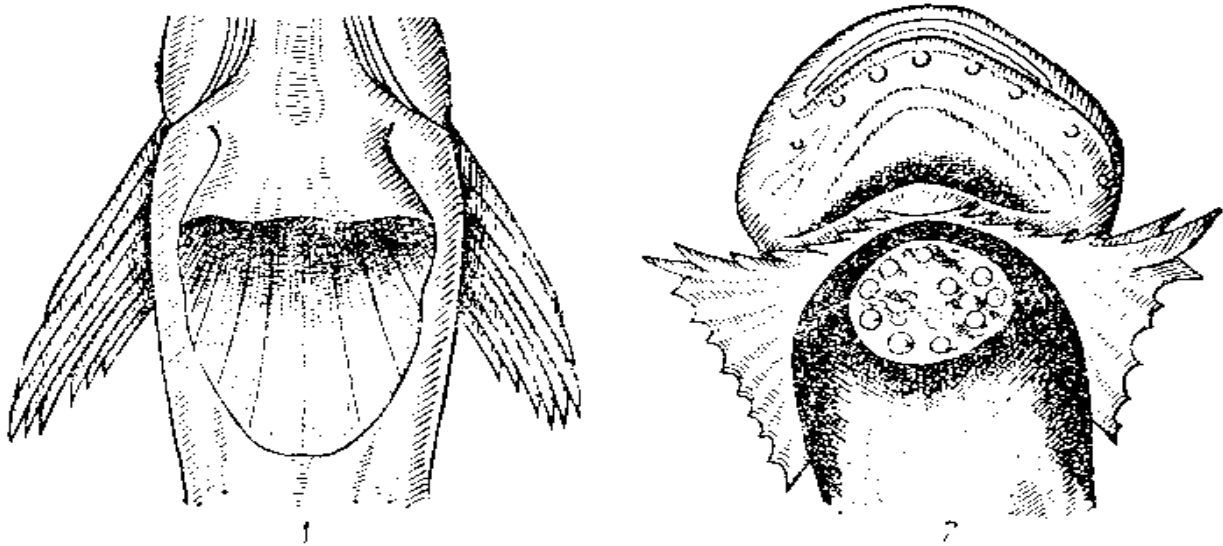


Рис. 15. Видозмінення черевних плавників: 1 - присисна воронка у бичкових; 2 - присисний диск у слизняка

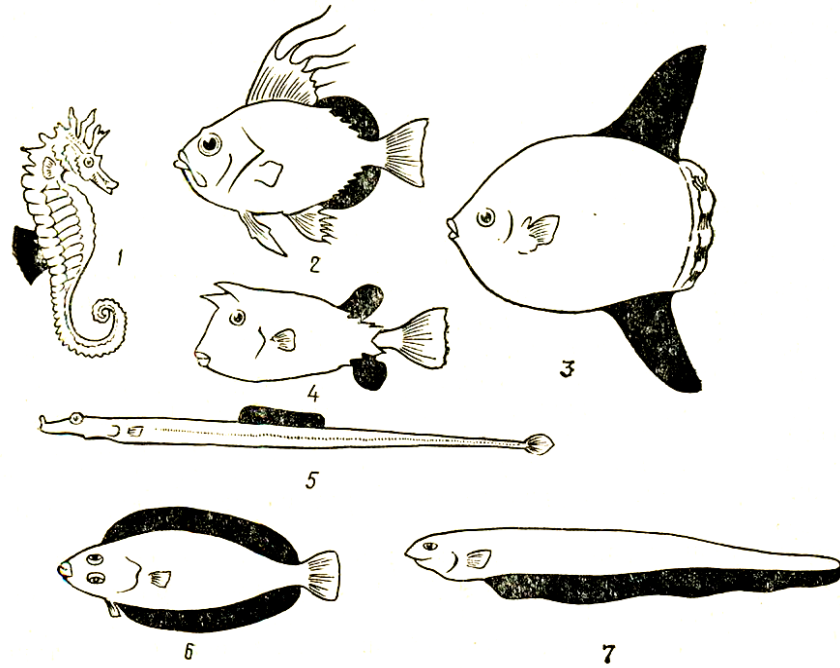
Непарні плавники. Як уже відзначалось вище, до непарних плавників відносяться *спинний, анальний і хвостовий*.

Спинний і анальний плавники виконують функцію стабілізаторів, оказують опір боковому зміщенню тіла при роботі хвоста.

Великий *спинний* плавник парусників при різких поворотах діє як руль, сильно підвищуючи маневреність риби при переслідуванні здобичі. Спинний і анальний плавники у деяких риб виступають у якості двигунів, які надають риbam поступальний рух (рис. 16).

В основі локомоції за допомогою ундулюючих рухів плавників лежать хвилеподібні рухи пластинки плавника, зумовлені послідовними поперечними відхиленнями променів. Такий спосіб руху звичайно властивий риbam з невеликою довжиною тіла, нездатним нагинати корпус, - кузовки, риба-луна. Тільки за рахунок ондуляції спинного плавника переміщаються морські коники і морські голки. Такі риби, як камбалоподібні і сонцеподібні, поряд з ундулюючими рухами спинного і анального плавників плавають, латерально вигинаючи тіло.

У повільно плаваючих риб з вугреподібною формою тіла спинний і анальний плавники, зливаючись з хвостовим, утворюють у функціональному значенні єдиний окаймляючий тіло плавник, несуть пасивну локомоторну функцію, так як основна робота приходить на корпус тіла.



**Рис. 16. Форма ундулюючих плавників у різних риб:
1 - морський коник; 2 - солнечник; 3 - риба-луна; 4 - кузовок;
5 - морська голка; 6 – камбала; 7 - електричний вугор.**

У швидких риб зі збільшенням швидкості руху локомоторна функція концентрується у задньому відділі корпусу і на задніх частинах спинного і анального плавників. Збільшення швидкості веде до втрати локомоторної функції спинним і анальним плавниками, редукції задніх їх відділів, передні ж відділи виконують функції, які не мають відношення до локомоції.

У швидкоплаваючих скомброїдних риб спинний плавник при русі вкладається у жолобок, що проходить вздовж спини.

Оселедцеподібні, сарганоподібні і інші риби мають один спинний плавник. У високоорганізованих загонів костистих риб (окунеподібні, кефалеподібні), як правило, два спинних плавника. Перший складається з колючих променів, які надають йому певну поперечну стійкість. Цих риб називають колючоперими. У тріскоподібних три спинних плавника. У більшості риб тільки один анальний плавник, а у тріскоподібних риб їх два.

Спинний і анальний плавники у ряду риб відсутні. Наприклад, спинного плавника немає у електричного вугра, локомоторним ундулюючим апаратом якого служить сильно розвинений анальний плавник; немає його і у скатів-хвостоків. Анального плавника не мають скати і акули загону Squaliformes.

Спинний плавник може видозмінюватися (рис. 17).

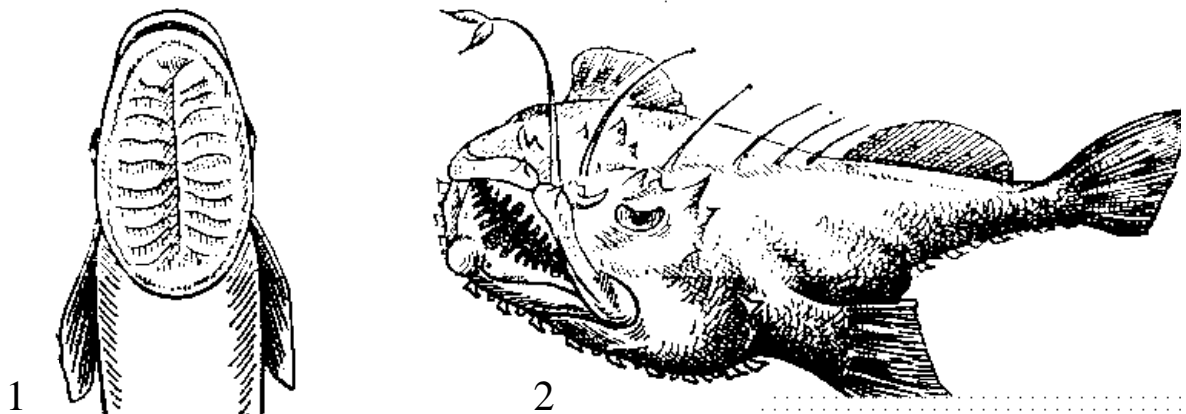


Рис. 17. Видозмінений перший спинний плавник: 1. – у риби-прилипали, 2. – у вудильника

Так, у риби-прилипали перший спинний плавник перемістився на голову і перетворився у присисний диск. Він як би поділений перегородками на ряд самостійно діючих більш маленьких, а тому відносно більш потужних присосок. Перегородки гомологічні променям першого спинного плавника, вони можуть відгинатися назад, приймаючи майже горизонтальне положення, чи випрямлятися. За рахунок їх руху і створюється ефект присмоктування. У вудильникоподібних перші роз'єднані один від другого промені першого спинного плавника перетворились у вудочку (ilicium). У колюшок спинний плавник має вид окремих колючо, які виконують захисну функцію. У риб-курків роду *Balistes* перший промінь спинного плавника має замкову систему. Він випрямляється і фіксує нерухомо. Вивести його з такого положення можна натисканням третього колючого променя спинного плавника. За допомогою цього променя і колючих променів черевних плавників риба при небезпеці ховається у розщілини, фіксуючи тіло в підлозі і стелі схованки.

У деяких акул задні подовжені лопасті спинних плавників створюють певну підйомну силу. Аналогічна, але більш суттєва, підтримуюча сила створюється анальним плавником з довгою основою, наприклад, у сомових риб.

Хвостовий плавник виступає як головний двигун, особливо при скомброїдному типі руху і є силою, яка надає рибі поступальний рух вперед. Він забезпечує високу маневреність риб при поворотах.

Виділяють кілька форм хвостового плавника (рис. 18).

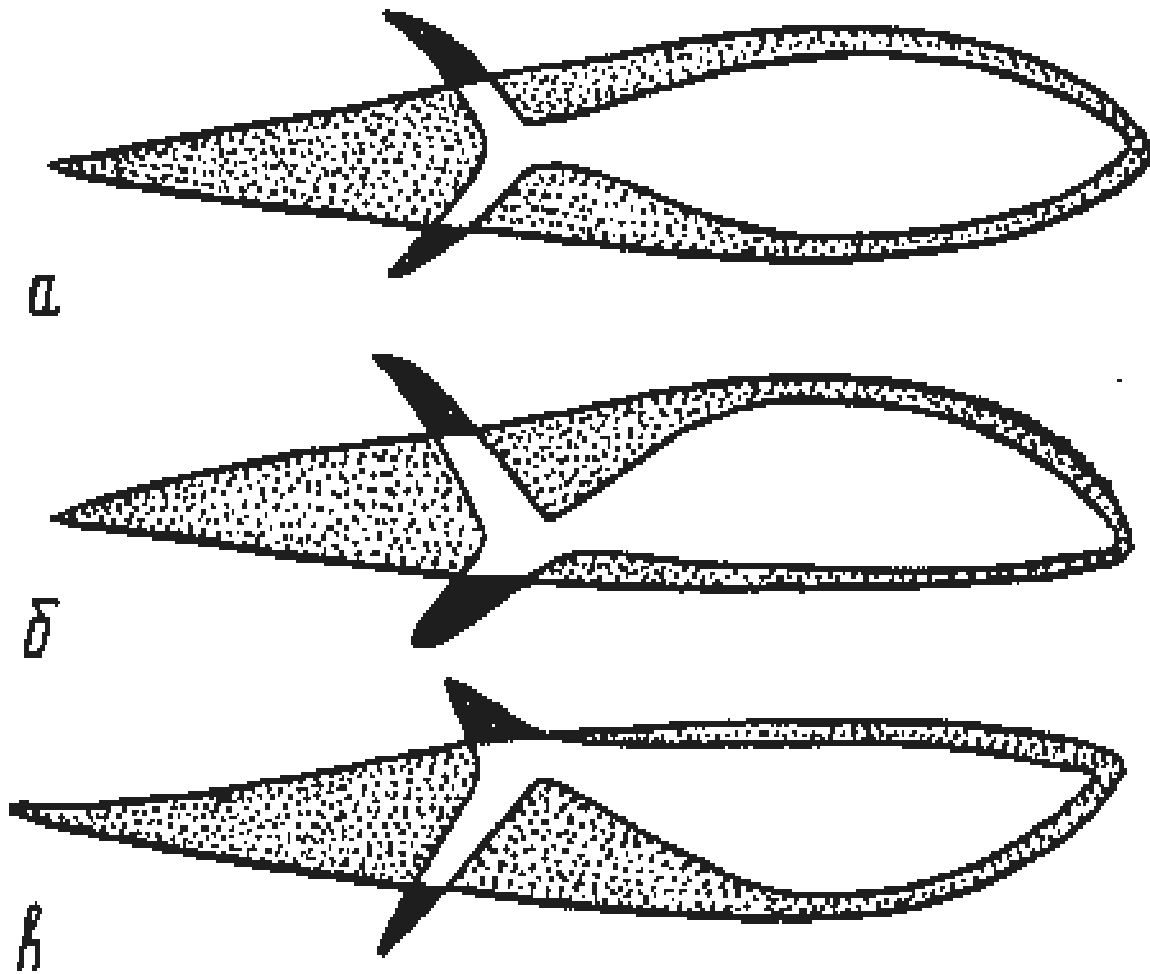


Рис. 18. Схеми розташування лопастей хвостового плавника відносно зони вихрів і шару тертя при різній формі тіла: а – при симетричному профілі (ізоцеркія); б – при більш випуклому нижньому контурі профілю (гіпоцеркія). Зона вихрів і шар тертя заштриховані

Протоцеркальний, тобто первинно рівнолопасний, має вид кайми, підтримується тонкими хрящовими променями. Кінець хорди входить у центральну частину і ділить плавник на дві рівні половини. Це найдревніший тип плавників, властивий круглоротим і личиночним стадіям риб.

Дифіцеркальний - симетричний зовнішньо і внутрішньо. Хребет розташований у середині рівних лопастей. Він присущий деяким двоякодихаючим і кистеперим. Із костистих риб такий плавник є у сарганових і тріскових.

Гетероцеркальний, або несиметричний, нерівнолопасний.

Верхня лопасть розростається, і кінець хребта, вигибаючись, входить у нього. Цей тип плавника характерний для багатьох хрящових риб у хрящових ганоїдів.

Гомоцеркальний, чи удавано симетричний. Цей плавник зовнішньо можна віднести до рівнолопасних, але осьовий скелет розподілений у лопастях неоднаково: останній хребець (уростіль) заходить у верхню лопасть. Цей тип плавника широко розповсюджений і характерний для більшості костистих риб.

По співвідношенню розмірів верхньої і нижньої лопастей хвостові плавники можуть бути епі-, гіпо- і ізобатними (церкальними). При *епібатному* (епіцеркальному) типі верхня лопасть довше (акули, осетрові); при *гіпобатному* (гіпоцеркальному) верхня лопасть коротше (летучі риби, чехонь), при *ізобатному* (ізоцеркальному) обидві лопасті мають однакову довжину (оселедці, тунці) (рис. 18). Ділення хвостового плавника на дві лопасті пов'язано з особливостями обтікання тіла риби зустрічними токами води. Відомо, що навколо риби, яка рухається, утворюється шар тертя – шар води, якому тілом надається деяка додаткова швидкість. При розвитку рибою швидкості можливі відрив пограничного шару води від поверхні тіла риби і утворення зони вихрів. При симетричному (відносно його повздовжньої осі) тілі риби виникаюча ззаду зона вихрів більш чи менш симетрична відносно цієї осі. При цьому для виходу із зони вихрів і шару тертя лопасті хвостового плавника подовжуються у рівній мірі – ізобатність, ізоцеркія (див. рис. 18, а).

При асиметричному тілі: випукла спина і сплюснена черевна сторона (акули, осетри), зона вихрів і шар тертя здвигнута вверху відносно повздовжньої осі тіла, тому у більшому ступені подовжується верхня лопасть – епібатність, епіцеркія (див. рис. 18, б). При наявності у риб більш випуклої черевної і прямої спинної поверхонь (чехонь) подовжується нижня лопасть хвостового плавника, так як зона вихрів і шар тертя більш розвинені з нижньої сторони тіла – гіпобатність, гіпоцеркія (див. рис. 18, в). Чим вище швидкість руху, тим інтенсивніше процес вихроутворення і товстіший шар тертя і тим сильніше розвинені лопасті хвостового плавника, кінці якого повинні виходити за межі зони вихрів і шару тертя, що забезпечує високі швидкості. У швидкоплаваючих риб хвостовий плавник має або півмісячну форму – короткий з добре розвиненими серповидно витягнутими лопастями (скомброїдні), або виделчасту – виїмка хвоста йде майже до основи тіла риби

(ставридові, оселедцеві). У малорухомих риб, при повільному русі яких процеси вихроутворення майже не мають місця, лопасті хвостового плавника зазвичай короткі – виїмчастий хвостовий плавник (сазан, окунь) або не диференційований зовсім – закруглений (налим), усічений (солнечники, риби-метелики), загострений (капітанські горбила).

Величина лопастей хвостового плавника, як правило, пов'язана з висотою тіла риби. Чим вище тіло, тим довше лопасть хвостового плавника.

Крім основних плавників на тілі риб можуть бути додаткові плавнички. До них відносяться жировий плавник (*pinna adiposa*), розташований позаду спинного плавника над анальним і являючий собою складку шкіри без променів. Він характерний для риб родин Лососеві, Корюшкові, Харіусові, Харацінові і деяких сомоподібних. На хвостовому стеблі у ряду швидкоплаваючих риб за спинним і анальним плавниками нерідко знаходяться маленькі плавнички, які складаються з кількох променів. Вони виконують функцію гасителів завихрень, які утворюються при русі риби, що сприяє збільшенню швидкості риби (скомброїдні, макрелешукові). На хвостовому плавнику оселедців і сардин розташовані продовгуваті луски (*alae*), які виконують функцію обтікачів. По бокам хвостового стебла у акул, ставридових, скумбрієвих, риби-меча розташовані бокові килі, які сприяють зменшенню бокового згинання хвостового стебла, що покращує локомоторну функцію хвостового плавника. Крім того, бокові килі служать горизонтальними стабілізаторами і зменшують вихроутворення при плаванні риби (рис. 19).

Питання для самоперевірки:

1. Які плавники входять у групу парних, непарних? Дати їх латинське позначення.
2. У яких риб є жировий плавник?
3. Які типи променів плавників можна виділити і чим вони відрізняються?
4. Де розташовані грудні плавники риб?
5. Де розташовані черевні плавники риб і від чого залежить їх положення?
6. Навести приклади риб з видозміненими грудними, черевними і спинними плавниками.
7. У яких риб немає черевних і грудних плавників?

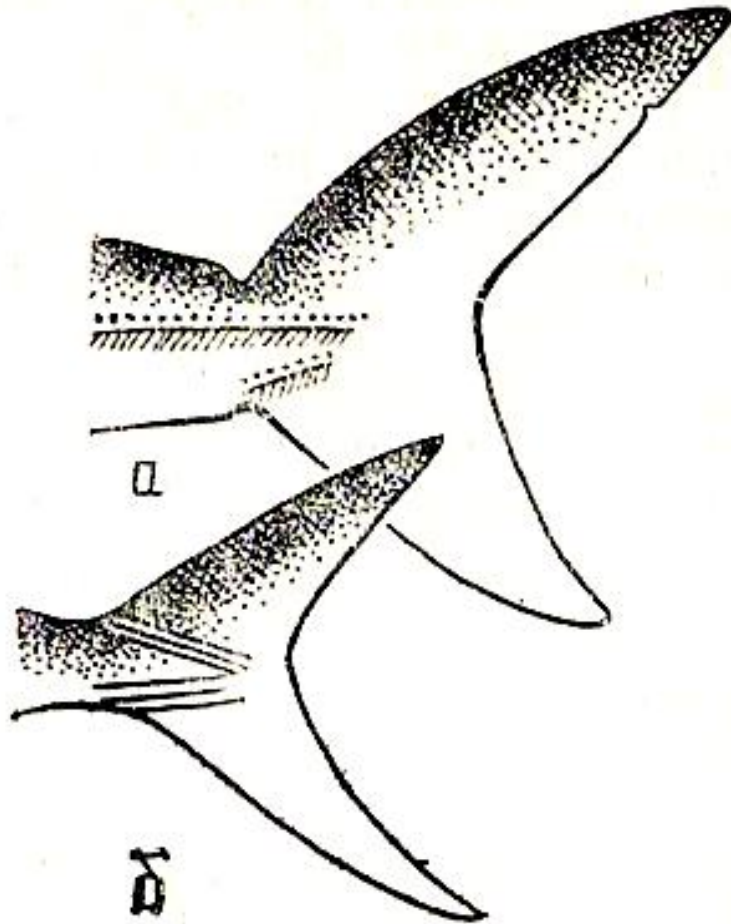


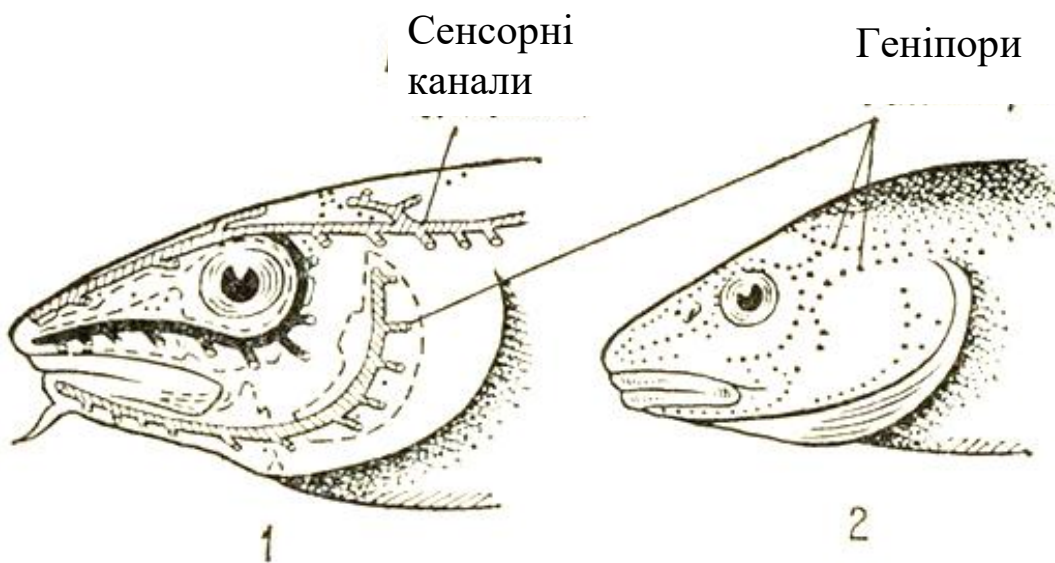
Рис. 19. Килі на хвостовому стеблі риб: а – у оселедцевої акули; б – у скумбрії

8. Які функції парних плавників? Яку роль відіграють спинний і анальний плавники риб?
10. Які типи будови хвостового плавника виділяють у риб?
11. Що таке епібатний, гіпобатний, ізобатний хвостовий плавники?

7. БОКОВА ЛІНІЯ І ТИПИ ЛУСКИ РИБ

Бокова лінія (*Linea lateralis* II) – своєрідний орган чуття риб, який сприймає низькочастотні коливання води, являє собою підшкірний канал, висланий клітками чуттєвого епітелію з підходящими до нього нервовими закінченнями. З зовнішнім середовищем канал сполучений отворами, що пронизують луску чи покрови тіла. Бокова лінія має систематичне значення. Її зовнішній вид дуже різноманітний. У більшості риб бокова лінія проходить у вигляді прямої лінії з боків тіла від голови до хвостового плавника

(лящ, сазан, окунь и др.). Така бокова лінія називається *повною*. У деяких видів риб бокова лінія утворює різкий вигиб над грудними плавниками (чехонь, білокорий палтус). У корюшкових і верхівок бокова лінія неповна, вона займає кілька лусочок. Бокова лінія може бути на череві (сарганові) чи на спині (пісчанки). Терпугові мають 4 – 5 пар бокових ліній, нототенієві – 1 - 3. У оселедцевих, бичкових і деяких інших риб бокової лінії немає. Функцію її виконує сильно розвинена система сенсорних каналів на голові чи геніпори. Сенсорні канали і геніпори є і у риб з боковою лінією (тріска, навага) (рис. 20).



**Рис. 20. Геніпори і сенсорні канали: 1 – на голові тріски;
2 – на голові наваги**

Характеристику бокової лінії можна записати формулою. Для складання формули бокової лінії прораховується число лусочок вздовж бокової лінії, над і під нею. Так, формула бокової лінії язя: $II = 56 (8 - 9) / (4 - 5) 61$, що означає: 56 - найменше для виду число лусочок вздовж бокової лінії; 61 - найбільше для виду число лусочок вздовж бокової лінії; 8 – 9 – число лусочок над боковою лінією до спинного плавника; 4 – 5 – число лусочок під боковою лінією до черевних плавників. Не завжди прорахунок над і під боковою лінією можна провести точно, тому інколи обмежуються прорахунком лусочок тільки вздовж бокової лінії. В цьому випадку формула язя буде мати такий вид: $II = 56 - 61$.

Типи луски риб. Однією з характерних особливостей риб є наявність у них шкіряних утворень – луски. У риб виділяють три

основних типи луски, що різняться як за формою, так і за матеріалом, з якого вони побудовані. Це *плакоїдна*, *ганоїдна* і *кісткова* лусочки (рис. 21).

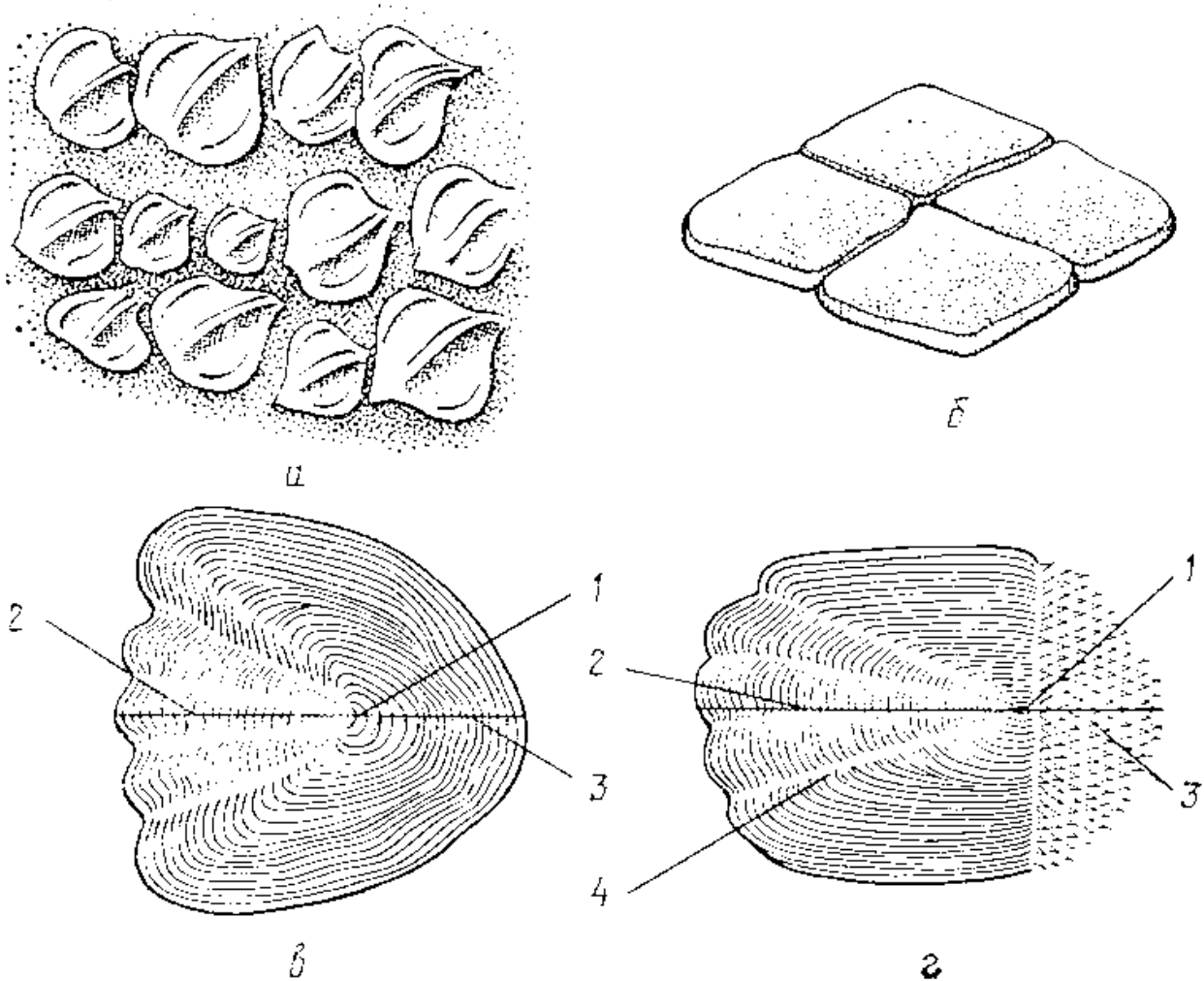


Рис. 21. Типи луски: а – плакоїдна; б – ганоїдна; в – циклоїдна; г – ктеноїдна; 1 – центр луски; 2 – передній радіус; 3 – задній радіус; 4 – канали живлення

Плакоїдна луска, що називається шкіряними зубами, складається з лежачої у шкірі пластинки і сидячого на ній шипа, покритого шаром емалі; вістря шипа видвигається через епідерміс зовні. Основу плакоїдної луски складає дентин – тверда органічна речовина з солями кальцію. В середині луски знаходиться порожнина з кровоносними судинами і нервовими закінченнями. Плакоїдна луска розташовується на тілі риб діагональними рядами, причому кожна лусочка вільно лежить у шкірі і не з'єднується з сусідньою, що не перешкоджає боковій рухливості риби.

Шипи у більшості акул своїми вістрями спрямовані до хвостової частини, що створює обтікаємість тіла. Плакоїдна луска властива

хрящовим риbam. Видозміненнями плакоїдної луски є зуби акул і скатів, колючки в спинних плавниках у рогатих і колючих акул і різного роду шипуваті пластинки на тілі скатів. Протягом життя плакоїдна луска підлягає не однократній зміні.

Багатьом древнім кистеперим, сучасній латимерії і древнім двоякодихаючим риbam властива космоїдна луска. За своїм походженням космоїдна луска – це зрощені і сильно змінені плакоїдні лусочки. У нині існуючої латимерії луска складається з чотирьох шарів: поверхневого (емалеподібного) з зубчиками і порами; губчато-кісткового; кістково-губчатого; нижнього, складеного з щільних кісткових пластинок.

Ганоїдна луска виникла з космоїдної. Вона складається з кісткової ромбічної форми пластинки з боковим крючкоподібним виступом, завдяки якому лусочки щільно з'єднуються одна з одною, утворюючи на тілі риби панцир. Зверху луска покрита дентиноподібною речовиною – ганоїдом. Така луска була властива древнім палеоніскам і виконувала захисну функцію. Із нині живущих риб таку луску мають: багатопероподібні (у них космоїдно-ганоїдна луска), панцирнікоподібні (у них ганоїдна луска). У осетровоподібних останки ганоїдної луски збереглися на верхній лопасті хвоста. Видозміненнями ганоїдної луски є фулькри – сідловидні утворення, розташовані з зовнішньої грані плавників панцирних щук і багатоперів, а у осетрових – з зовнішньої грані верхньої лопасті хвостового плавника.

Кісткова луска властива більшості сучасних кісткових риб. Філогенетично є видозміненням ганоїдної луски. Вона має вид тонких округлих пластинок, що лежать на тілі риби в шкіряних кишеньках; один кінець її закруглений, другий вільно налягає на сусідню лусочку. Поява кісткової луски сприяла розвитку бокової рухливості риб, зменшенню їх маси, маневреності руху. Крім того, черешицеподібне розташування виключає можливість утворення вертикальних складок на шкірі при бокових рухах, сприяючи цим збереженню гладкої, добре обтічної поверхні тіла. Луска складається з основної пластинки кісткового походження, з паралельних волокон і жорсткого мінералізованого верхнього гіалодентинового шару. Гіалодентиновий шар має нерівності у виді концентрично розташованих валиків – склеритів.

Луска росте нижнім підстилаючим шаром: під першою пластинкою, що закладається у малька, з'являється нова, більшого

діаметра. При подальшому рості на наступний рік знизу закладається ще одна пластинка більшого діаметра. На виступаючих з-під старої пластинки краях знову утворених пластин розміщується гіалодентиновий шар у виді склеритів. Сама маленька пластинка зверху – центральна, сама стара, більша за діаметром; знизу – сама молода. В результаті росту центральна частина луски стає більш щільною, ніж її краї. В період уповільненого росту (восени і зимою) склерити на зовнішній поверхні луски закладаються близько один до одного чи зовсім не закладаються. В період інтенсивного росту (весною і літом) склерити закладаються на відстані один від одного. Границя між зближеними склеритами осіннього росту і широко розсунутими склеритами весінньо-літнього росту і є річне кільце. Крім річних кілець у період уповільненого росту на лусці можуть утворюватися додаткові кільця. Частина луски, прикрита налягаючою сусідньою лускою, називається передньою, вона помітно відрізняється від вільної неприкритої – задньої і відділяється чітко помітною границею. Передній край луски у більшості риб нерівний, хвилеподібний, що сприяє закріпленню луски у шкіряній кишеньці. На пересіченні лінії, що відділяє границю передньої і задньої частин луски, і середньої повздовжньої діагоналі лежить центр луски. Від нього відходять радіальні смужки – канали живлення луски (див. рис. 21). Центр луски необов'язково займає центральне положення на лусці. Він може бути зміщеним до заднього краю луски.

Внаслідок механічних пошкоджень окремі лусочки у риб часто випадають, і на їх місці виростає нова регенована луска. Центр її не має правильної склеритної структури і складається з тріщин основної пластинки, що йдуть у різних напрямках. Правильна склеритна скульптура верхнього шару луски починається з того року, коли луска знову утворилася. Така луска непридатна для визначення віку.

Кісткова луска буває двох типів: *циклоїдна*, с гладким заднім краєм, і *ктеноїдна*, по задньому, вільному від кишеньки краю якої знаходяться шипики (ктенії). Ктенії видимі лише при збільшенні, але чітко відчуються на дотик, тому у риб з ктеноїдною лускою шершава поверхня тіла. *Циклоїдна* луска властива низькоорганізованим риbam загонів оселедцеподібних, щукоподібних і ін. *Ктеноїдна* луска властива високоорганізованим риbam (окунеподібні, камбалоподібні). Проте це положення не є абсолютним, і у цих загонах зустрічаються риби з циклоїдною лускою. У деяких видів (полярна камбала) самки мають циклоїдну

луску, самці – ктеноїдну. У окунів мероу на спині – ктеноїдна луска, на череві – циклоїдна. У звичайного окуня тіло покрите ктеноїдною, а щоби – циклоїдною лускою.

Розміри луски тісно пов'язані зі способами руху риби. У риб з вугроподібною і стрічкоподібною формами тіла, плаваючих завдяки сильному вигинанню тіла, луска мілка (вугрові, зубаткові), а у деяких випадках такий спосіб руху веде до її зникнення (муренові). Мілку луску мають риби, які рухаються скомброїдним типом за рахунок дуже великої частоти поперечних локомоторних вигинань корпуса, при яких присутність луски затрудняло б латеральне вигинання тіла і зі збільшенням частоти вигинань луска зменшується у розмірах. У скумбрієвих у передній частині тіла, біля грудних плавників і на спині, де латеральні вигинання практично відсутні, луска зберігається і буває крупніше, утворюючи так званий корсет. У риб з високим тілом, як правило луска крупніше. Найбільш крупна луска у малорухомих риб, більшість з яких є мешканцями стоячих вод чи коралових рифів (спарові, щетинозубі і більшість корошових).

На внутрішній поверхні луски, що прилягає до тілу риб, залягає шар, який містить кристалики гуаніну і вапна, що надає срібного кольору рибі. Шар гуаніну особливо рясний на лусці пелагічних риб (оселедцеві, чехонь). Відсутність гуаніну зумовлює прозорість луски (корюшкові). Зовнішня поверхня луски покрита шаром епідермісу, під яким знаходиться тонкий шар з'єднувальної тканини з пігментними клітками. На тілі деяких риб (корошові, сигові, корюшкові) у період нересту на тулубі і голові з'являється так званий перлинний сип – бугорки, утворені розростанням епідермісу, який конусоподібно видвигається зовні. Зверху бугорок покривається роговою речовиною. Розвиваючись у період розмноження під дією статевих гормонів, перлинний сип пізніше зникає, не залишаючи слідів.

Тіло деяких риб може бути покрите кістковими щитками, пластинками, які виконують захисну функцію. У деяких випадках щитки чи пластинки, щільно прилягаючи друг до друга, утворюють на тілі риби панцир (колюшка, морські голки, кузовки, морські лисички).

Питання для самоперевірки:

1. Які функції бокової лінії і сенсорних каналів риб?
2. Якою може бути бокова лінія? Наведіть приклади.

3. Як складається формула бокової лінії риб?
4. Які типи луски виділяють у риб?
5. Які типи луски є найбільш древніми?
6. У яких риб збереглася ганоїдна луска?
7. Назвіть типи кісткової луски і чим вони відрізняються.
8. Як росте кісткова луска?
9. Який зв'язок простежується у розмірах луски і характері руху риби?
10. Які утворення зустрічаються на тілі риб?

8. АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ХРЯЦОВИХ ГАНОЇДІВ (ХРЯЦОКОСТИСТИХ РИБ)

Хрящові ганоїди (загін Осетрові – *Acipenseriformes*) зберігають у своїй будові ряд примітивних рис. Зовнішнє це можна бачити на будові: роstrumu і бризгалець; горизонтально розташованих, по відношенню до тіла, парних плавників; гетероцеркального хвостового плавника; анального отвору, яке знаходиться поблизу черевних плавників. Із внутрішніх органів примітивну будову можна спостерігати у: хрящового осьового черепа; щелепної дуги, представлені піднебінно-квадратним і меккелевим хрящами; артеріального конуса у серці і спірального клапана у кишечнику. Вказані риси зближають хрящових ганоїдів з пластинчатозябровими (*Elasmobranchii*).

В то й же час вони мають признаками, за якими їх відносять до костистих риб. У скелеті хрящокостистих риб є окостеніння: покривні кості черепа; сошник; парасфеноїд і вторинні щелепи; зяброва кришка; ключиця.

Поєднання у скелеті хрящових і кісткових елементів визначило першу назву цих риб – хрящокісткові. Наявність останків ганоїдної луски і фулькр на верхній лопасті хвоста (свідчення древності походження) визначило другу назву хрящові ганоїди.

Зовнішня будова. У осетрових тіло торпедоподібне. Як і у всіх риб, воно поділяється на голову, тулуб і хвостовий відділ. Голова має форму конуса. Форма рила (*rostrum*) може бути конічною, тупуватою, загостреною, мечовидною, закругленою чи лопатовидною. Це є

видовою ознакою. На нижній стороні риля попереду рота розміщені дві пари вусиків, чи шупалець (*cirri*). Їх форма у різних видів осетрових неоднакова. У стерляді і шипа вони бахромчаті, у севрюги без бахромок, а у калуги – сплюснені з боків, без листовидних додатків. Вусики є видовою ознакою. Рот (*stoma*) у всіх осетрових нижній, у представників роду *Acipenser* він у вигляді невеликої поперечної щілини, а у білуг (род *Huso*) – великий півмісячний. Рот оточений м'ясистими губами у виді валиків на верхній і нижній щелепах. Він видвижний, і, якщо потягнути за верхню щелепу, видвигається ротова воронка разом з щелепним апаратом. Це має пристосувальне значення для всмоктування їжі з дна. З боків голови розміщені носові отвори, чи ніздрі (*nares*), позаду них очі (*oculus*).

Зяброва кришка (*operculum*) закриває зябровий апарат з боків голови. Її обмежує зяброва перетинка, яка у осетрів прирощена до міжзябрового проміжку *isthmus*, а у білуг утворює вільну складку.

Бризгальце (*spiraculum*) у виді маленького булавочного отвору розміщене позаду очей, на верхньому краю зябрової кришки. Воно відсутнє у лопатоносів і хибнолопатоносів.

По тілу осетрових проходять п'ять повздовжніх рядів кісткових жучок. Один ряд розміщений на спині, два з боків і два на черевній стороні тіла. Число жучок і їх розміри – важлива систематична ознака. Так, у стерляді бокових жучок 57 – 71, у руського осетра 24 – 50, між рядами жучок є кісткові пластинки різної форми і величини. У сибірського осетра між спинними і боковими жучками пластинки мілкі, зірчасті, у руського осетра крупніші; у стерляді – у вигляді гострих конічних щитків.

Грудні плавники розташовані позаду зябрової кришки, майже горизонтально по відношенню до тулуба. Перший промінь плавника має вид кісткового шипа, ступінь розвитку якого у різних видів неоднаковий. Сильно розвинений він у атлантичного і амурського осетрів, слабо у сахалінського осетра. Інші промені плавників (лепідотріхії) – кісткові шкіряного походження.

Черевні плавники трохи здвигнуті назад, до хвостового відділу, так же як і грудні, складаються з лепідотріхій.

Спинний плавник віднесений назад, до хвостового і розміщений над анальним. Анальний плавник знаходиться позаду анального отвору. Хвостовий плавник гетероцеркальний, епібатний. Його лопасть покрита ганоїдною лускою, а по верхній грані лопасті лежать фулькри. Анальний (*anus*) і статевий (*foramen genitale*) отвори

знаходяться між черевними плавниками одне за одним.

Внутрішня будова. Загальна топографія внутрішніх органів риби дає можливість розглянути розташування органів у тілі в природному стані (рис. 22).

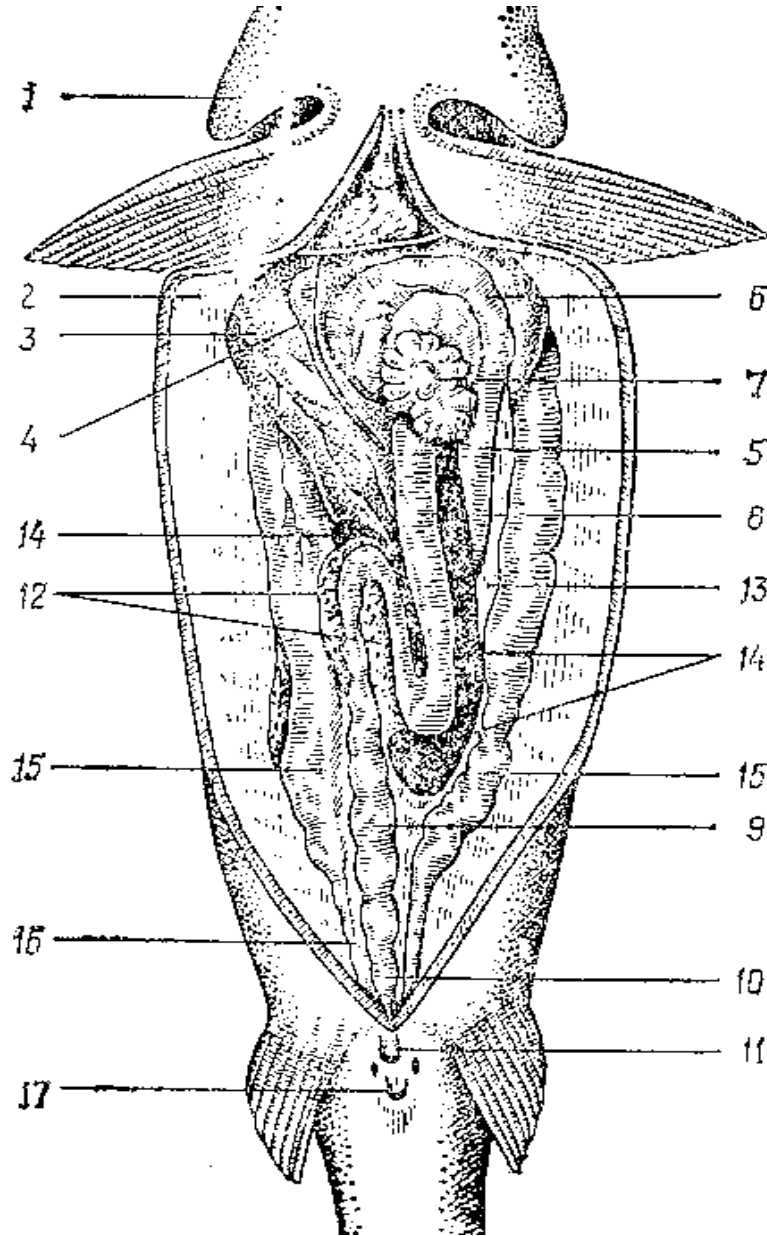


Рис. 22. Загальна топографія внутрішніх органів стерляді:
1 – серце; **2** – черевна порожнина; **3** – печінка; **4** – жовчний міхур; **5** – кардіальний відділ шлунку; **6** – пілоричний відділ шлунку; **7** – пілорична залоза; **8** – дванадцятиперстна кишка; **9** – спіральний клапан; **10** – пряма кишка; **11** - анальний отвір; **12**- підшлункова залоза; **13** – плавальний міхур; **14** – селезінка; **15** – сім'яники; **16** – статевий проток; **17** – статевий отвір

Внутрішні органи розміщені в навколосерцевій і черевній

порожнинах. Навколосерцева порожнина лежить ближче до голови і відділена від черевної поперечною перегородкою. В ній знаходиться серце (cor).

В передньому відділі черевної порожнини видно багатолопасну печінку (hepar), що охоплює шлунок (gaster) спереду у з боків так, що видно лише його задню частину. Від шлунку відходить диференційований на відділи кишечник. В передній його частині розташована пілорична залоза (glandula pelorica) бобовоподібної форми, до якої примикає V- подібна крупна селезінка (lien). На спинній стороні тіла над травним трактом лежить плавальний міхур. Його можна бачити, відводячи передню петлю кишечника. У глибині черевної порожнини вздовж хребта тягнуться продовгуваті нирки (ren). Значну частину порожнини тіла у дорослої риби займають гонади.

Внутрішня будова осетрових. Травна система. Видвижний беззубий (зуби є тільки у личинок) рот осетрових веде у ротоглоточну порожнину (cavum oropharyngeus), яка складається з передньої – ротової і задньої – зябрової порожнин. За нею йде стравохід (oesophagus) (рис. 23), початок якого можна побачити, відвернувши шлунок і печінку. Стравохід переходить у шлунок (gaster), що складається з двох відділів: переднього – кардіального (gaster cardium) і заднього – пілоричного (gaster pylorus). Пілоричний відділ веде у середню кишку. На границі пілоричного відділу і початку середньої кишки розміщена пілорична залоза (glandula pylorica). Вважають, що вона представляє собою багаточисельні пілоричні придатки, зв'язані з'єднувальною тканиною і кровоносними судами в один орган, який відкривається у кишечник широким отвором.

Передній відділ середньої кишки – дванадцятиперстна кишка (duodenum). У задньому відділі середньої кишки – спіральній кишці (colon) розміщений спіральний клапан з 7 – 8 витками. Він утворений закругленою складкою слизистої оболонки кишкової трубки. Далі знаходиться пряма кишка (rectum), чи короткий відділ, який закінчується анальним отвором (anus).

Із травних залоз у передній частині черевної порожнини знаходиться багатодольова печінка (hepar). В її передній долі розташований жовчний міхур (vesica fellea), який жовчним протоком відкривається у дванадцятиперстну кишку у основи пілоричної залози.

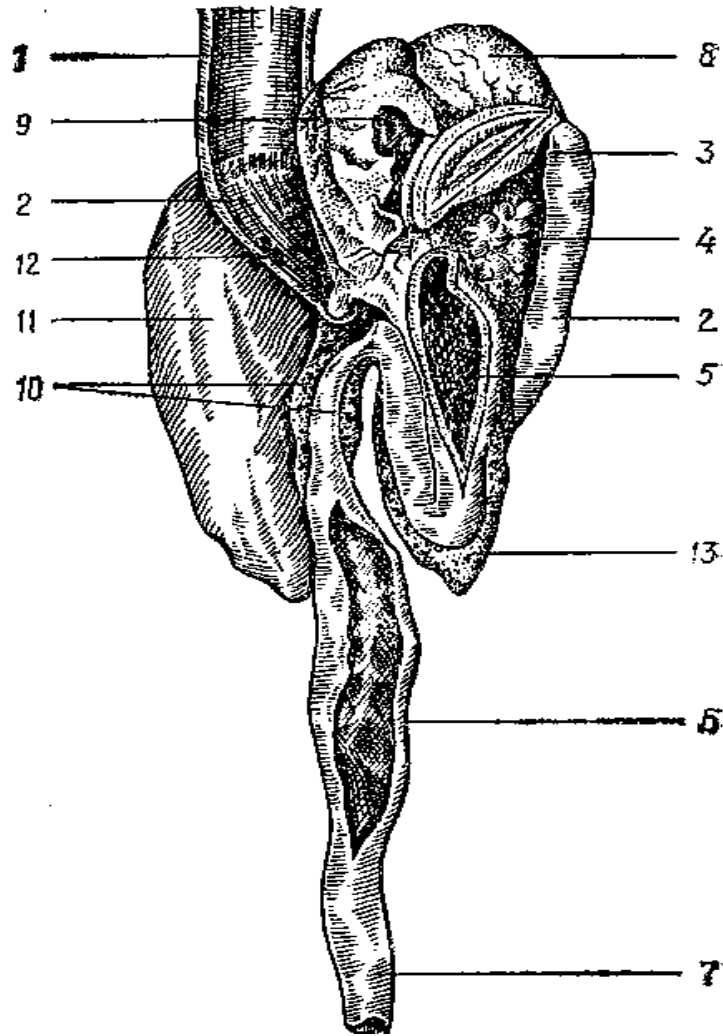


Рис. 23. Загальний вид органів травлення стерляді: 1 – стравохід; 2 – кардіальний відділ шлунку; 3 – пілоричний відділ шлунку; 4 – пілорична залоза; 5 – дванадцятиперстна кишка; 6 – спіральна кишка зі спіральним клапаном; 7 – пряма кишка; 8 – печінка; 9 – жовчний міхур; 10 – підшлункова залоза; 11 – плавальний міхур; 12 – отвір плавального міхура; 13 – селезінка.

Підшлункова залоза (pancreas) не завжди диференційована від лопастей печінки, тому її нерідко називають hepatopancreas. У крупних осетрових підшлункова залоза може бути відокремленою і розташовуватися у вигляді двох повздовжніх лопатей у місці переходу пілоричного відділу шлунку у дванадцятиперстну кишку.

Органи дихання. Органами дихання хрящових ганоїдів, як і інших риб, є зябра ектодермального походження. Зовні зяброва порожнина прикрита зябровою кришкою. Під зябровою кришкою лежать зябра. Кожна зябра складається із зябрової дуги (arcus

branchialis), з зовнішнього краю якої розташовані у два ряди зяброві пелюстки (*fulum branchialis*), віддалені одна від одної зябровими перегородками. На відміну від пластинчатозябрових, у яких зяброві перегородки доходять до країв зябрових отворів, у хрящових ганоїдів вони редуційовані і не досягають краю зябрових пелюсток.

Від внутрішньої сторони зябрових дуг відходять зяброві тичинки, розташовані, як і пелюстки, у два ряди. На внутрішній поверхні зябрової кришки можна побачити оперкулярну зябру (*branchia opercularis*) – напівзябру під'язичної дуги.

Серцево-судинна система. Серце (*cor*) знаходиться у навколосерцевій порожнині, замкнене у навколосерцеву сумку і складається з чотирьох відділів. Передній відділ – артеріальний конус (*conus arteriosus*) (рис. 24), від якого вперед відходить черевна аорта (*aorta ventralis*).

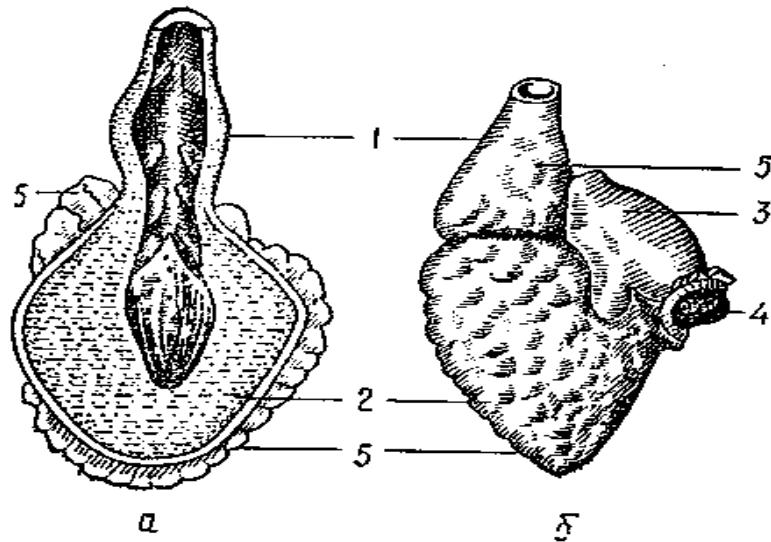


Рис. 24. Серце осетра: а – в розрізі; б – вид збоку; 1 – артеріальний конус; 2 – шлуночок; 3 – передсердя; 4 – венозний синус; 5 – лімфоїдна залоза.

Другий відділ серця – товстостінний шлуночок (*ventriculus*), зовнішня поверхня якого, як і поверхня артеріального конуса, покрита пупиреподібними розширеннями. Це лімфоїдна залоза, типова для осетрових. Під шлуночком знаходиться передсердя (*atrium*), яке сполучене з самим заднім відділом серця – венозним синусом (*sinus venosus*), що має вид тонкостінного мішка.

Кровотворним органом у риб є селезінка (*lien*) – великий орган, що огинає справа і зліва петлю дванадцятиперстної кишки і підстиляючий її, це можна побачити, піднявши кишку.

Сечостатева система. Сечостатева система осетрових зберігає риси будови хрящових риб і несе нові – костистих. Як і у хрящових, у них є яйцеводи з воронками, що відкриваються у порожнину тіла (рис. 25).

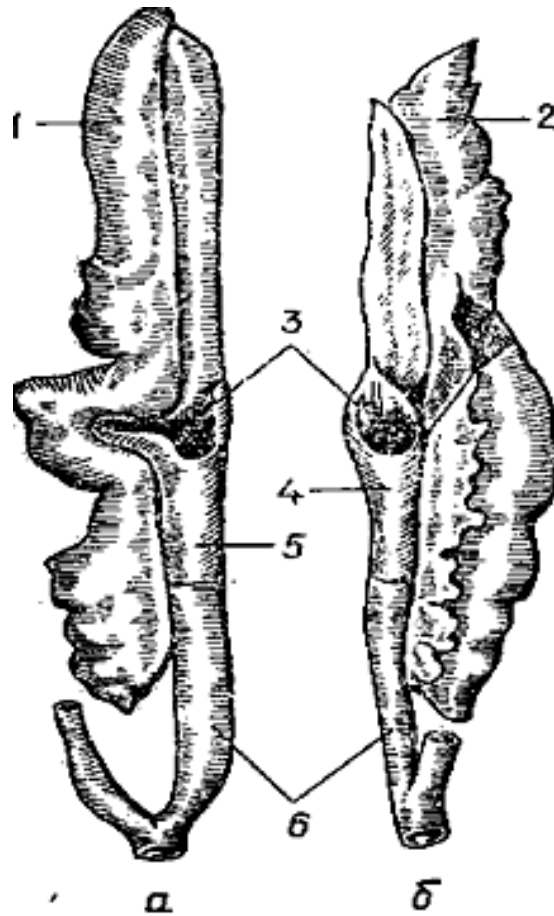


Рис. 25. Статеві органи самця (а) и самки (б) стерляді:
 1 – сім'яники; 2 – яєчники; 3 – воронка яйцеводу; 4- яйцепровід;
 5 – сім'япровід; 6 – сечостатевий канал

З костистими їх зближує зовнішнє запліднення, висока плодовитість і відсутність клоаки. Нирки (ren) у вигляді парних плоских продовгуватих тіл лежать з боків хребта, зливаючись позаду плавального міхура. Вони пронизані кровоносними судами, що утворюють ворітну систему нирок.

Сечоточниками (ureter) і сім'япроводами (vasdeferens) служать первинні ниркові протоки. Починаючись у переднього краю нирки окремими каналцями, вони утворюють загальний проток. До нього на рівні заднього кінця плавального міхура приєднується воронка яйцеводу, утворена у осетрових риб мезонефричним каналом. Через цю воронку і вивідний канал ціломна рідина виводиться зовні.

Яєчники (ovarium) – парні гонади самки – розміщені з боків

порожнини тіла і прикріплені до її дорзальної стінки бризжейками. Вивідними протоками яєчників служать яйцеводи (oviductus), що лежать на зовнішній стороні гонад у вигляді широких трубок. В порожнину тіла вони відкриваються широкими воронками на рівні нижньої половини гонади. Зовні яйцеводи відкриваються загальним отвором позаду ануса.

Сім'яники (testis) – парні статеві залози самців – також знаходяться з боків порожнини тіла. На відміну від зернистої структури яєчника сім'яники мають дольову структуру. Від сім'яників відходять сім'явиносні канальця (vas efferens), що впадають у верхню частину нирки.

Нервова система і органи чуття. Головний мозок хрящових ганоїдів складається з п'яти відділів (рис. 26).

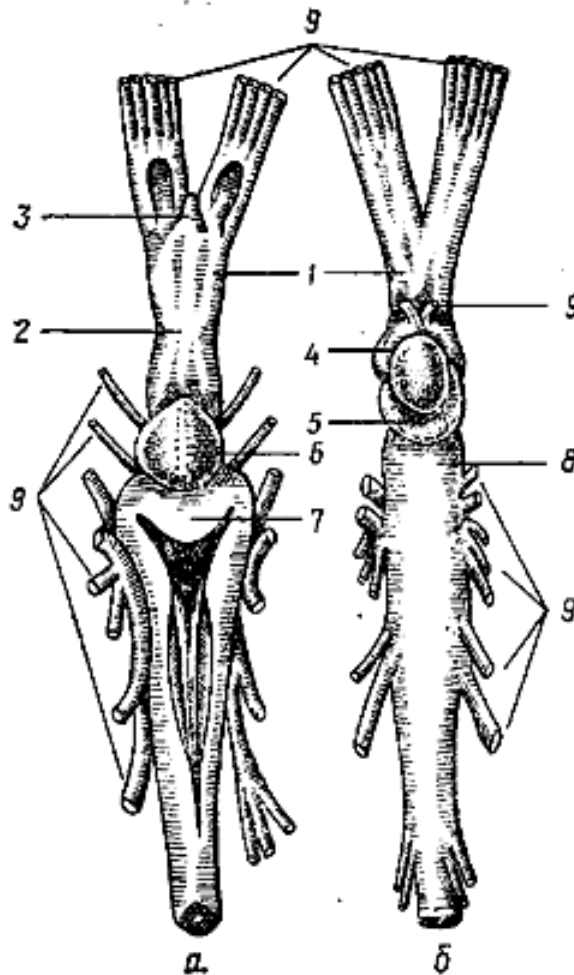


Рис. 26. Головний мозок стерляді: а – вид зверху; б – вид знизу; 1 – передній мозок; 2 – проміжний мозок; 3 – епіфіз; 4 – воронка проміжного мозку; 5 – гіпофіз; 6 – середній мозок; 7 – мозочок; 8 – продовгуватий мозок; 9 – нерви.

Передній мозок (telencephalon) невеликий, не розділений на півкулі. Спереду від нього відходять парні нюхальні доли, задній верхній відділ прикритий кришкою проміжного мозку (diencephalon). Від проміжного мозку вперед на ніжці відходе пінеальний орган, чи епіфіз (epiphysis). На дні мозкової воронки нижнього відділка проміжного мозку знаходиться нижня мозкова залоза, чи гіпофіз (hypophysis). За проміжним мозком розміщений слабо диференційований середній мозок (mesencephalon) із зоровими долями, до яких ззаду примикає мозочок (cerebellum), що представляє собою потовщену передню стінку продовгуватого мозку і його ромбовидної ямки.

Останній відділ головного мозку – продовгуватий мозок (myelencephalon) переходить у спинний. Кришка продовгуватого мозку прикрита зверху лімфоїдним органом грушовидної форми.

У різних видів осетрових відділи головного мозку розвинені по різному, що пов'язано з їх образом життя і діяльністю окремих органів чуття. Для мозку стерляді характерний сильний розвиток нюхальних мішків і нюхальних нервів. Відповідно значно розвинений і передній мозок, де зосереджені нюхальні центри. Добре розвинений середній мозок і мозочок. У севрюги добре розвинений передній і проміжний мозок, а зорові доли у середньому мозку в порівнянні із стерляддю розвинені слабше.

Основними органами чуття, що дозволяють осетровим орієнтуватися у зовнішньому середовищі, є органи системи бокової лінії і органи нюху, а органи зору розвинені слабо. Органи системи бокової лінії представлені каналами і ямками, чи фолікулами. Боковий канал (canalis lateralis) проходить у бокових рядах жучок вздовж всього тіла. На поверхню він відкривається отворами у проміжках між жучками. На голові шкіряні органи чуття дуже складні і представлені чутливими каналами, бугорками і ямками (рис. 27). Орган нюху осетрових у виді парних носових отворів розташований попереду очей. Нюхальні мішки добре розвинені. зовні нюхальний мішок прикритий шкіряною плівкою з двома отворами – ніздрями.

Органи зору – очі мають типову для риб будову.

Органами дотику служать вусики, на яких розміщені смакові нирки.

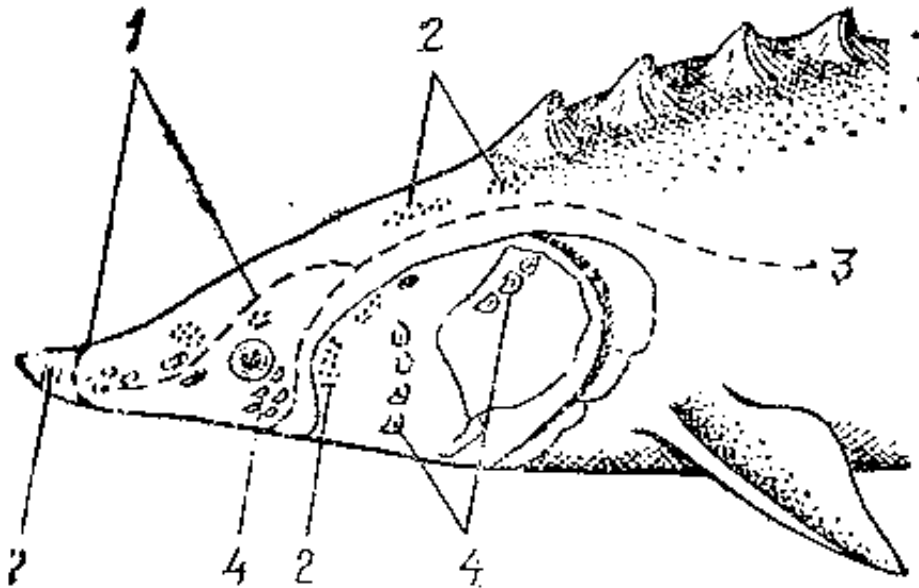


Рис. 27. Схема розміщення шкіряних органів чуття бокової лінії на голові стерляді і ін.: 1 – чутливі канали; 2 – чутливі бугорки; 3 – бокова лінія тіла; 4 – чутливі ямки.

Скелет риб. Скелет осетрових, як і всіх риб, розділяється на відділи: скелет голови, тулуба, скелет парних плавників і їх поясів, непарних плавників.

Скелет голови. Як і у інших риб, він представлений двома відділами черепа: осьовим (мозкова коробка) і вісцеральним (скелет ротового і зябрового апаратів) (рис. 28).

Мозковий череп, чи нейрокраніум (neurocranium), у осетрових повністю хрящовий, лише у риб старшого віку у ньому з'являються невеликі окостеніння. Він має вид коробки, в якій розрізняється кілька відділів.

Передня частина черепа – ростральний відділ, чи рострум, характеризується наявністю сильно розвинутого непарного конічної форми рострального хряща. Позаду основи роструму знаходяться нюхові капсули – нюхальний відділ (етмоїдальний – pars ethmoidales). Позаду нього розташовані обширні поглиблення бокових стінок черепа – очиці, чи орбіти (orbita), які складають очковий відділ (pars orbitalis). За очицями іде слуховий, чи висковий, відділ (pars otica, s. temporalis), у хрящових стінках якого замкнено слухові капсули. Слуховий відділ короткий і переходить у потиличний, де приростає хребет. В основі черепа залягає непарне покривне окостеніння – парасфеноїд (parasphenoideum), який спереду впирається у непарний сошник (vomer). У осетрових основа черепа широка; в області очиць

черепна коробка розширена – тип черепа платібазальний. Зверху череп покритий великим числом шкіряних кісток, що утворюють суцільний панцир з отворами для очей і ніздрів. За цим розвитком і будовою ці шкіряні кістки представляють собою такі ж розрослі лусочки, як і жучки, розташовані на спині і боках осетрових. Деякі з цих кісток за своїм розміщенням можна порівняти з найбільш постійними покривними кістками черепа вищих риб (лобні – *frontale*; тім'яні – *parietale* і ін.).

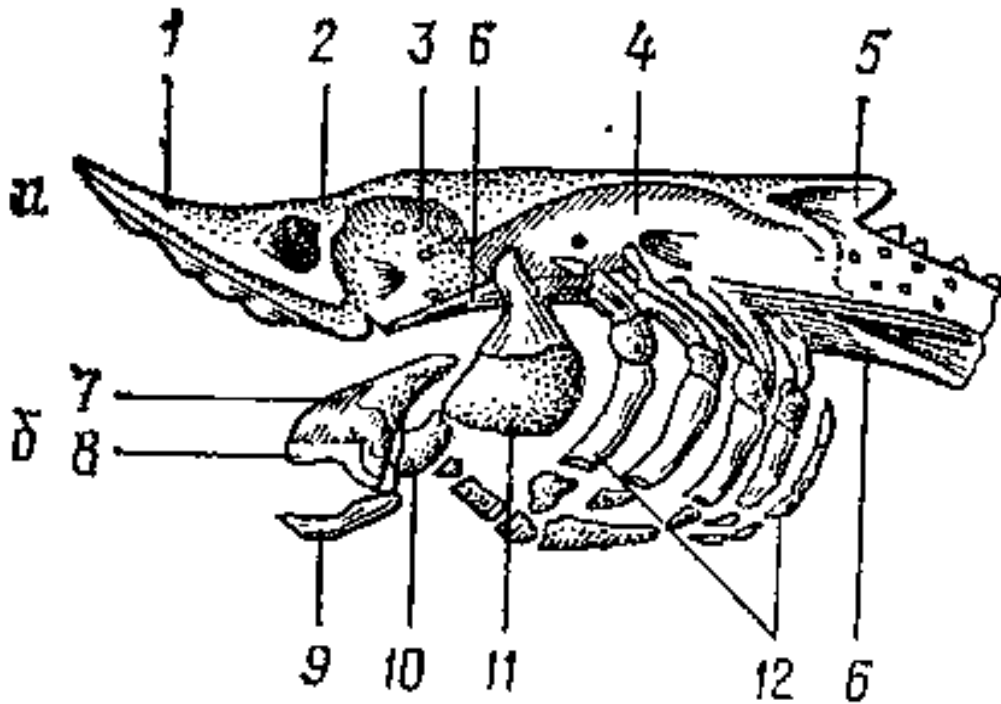


Рис. 28. Хрящовий череп стерляді: а – мозковий; б – вісцеральний
1 – роstrум; **2** – нюхальний відділ; **3** – очковий відділ; слуховий відділ; **5** – потиличний відділ; **6** – парасфеноїд; **7** – криловидна кістка; **8** – щелепно-передщелепна кістка; **9** – зубна кістка; **10** – симплектікум; **11** – гіомандібуляре; **12** – скелет зябрового апарату.

Вісцеральний череп (*splanchnocranium*) представлений у осетрових рухомими, розділеними хрящовими дугами. Передня дуга – щелепна (*arcus mandibularis*) складається з верхньої і нижньої щелеп. Вони складають видвижний ротовий апарат.

Верхня щелепа утворена парним ньобно-криловидноквадратним хрящем (*cartilago palato-pterygoquadata*).

З нижньої сторони верхньої щелепи лежить покривна криловидна кістка (*pterygoideum*). Передня частина верхньої щелепи

покрита вторинною верхньою щелепою – щелепнопередщелепною кісткою (maxillo-praemaxillare). Нижня щелепа (mandibula) представлена меккелевим хрящем (cartilago Meckeli) і вторинними щелепами – покривними зубними костями (dentale). У старих осетрів внутрішня сторона меккелевого хряща несе додаткові покривні кістки – пластинчасту (spleniale) у кутову (angulare).

Позаду щелепної дуги розміщується під'язикова, чи гіоїдна, дуга (arcus hyoideus). Вона складається з верхнього відділу – гіомандибулярного хряща (hyomandibulare), чи підвіски, і сімплектикума (symplecticum). Частина гіомандибулярного хряща костеніє. Нижній його кінець рухливо з'єднується з сімплектикумом, а останній переднім кінцем з'єднується з заднім кінцем верхньої щелепи. Таким чином, у осетрових риб спостерігається чітко виражена гіостілія.

За гіоїдною дугою йдуть п'ять пар зябрових дуг. Перші три розділені на чотири скелетних членика, четверта і п'ята дуги неповні. Верхні кінці зябрових дуг підвішені до основи осьового черепа двійними фарингобранхіальними хрящиками; нижні – до непарних хрящів – копул, що з'єднують зяброві дуги на черевній стороні.

Зяброва кришка осетрових несе окостеніння. Саме крупне – підкришкова кістка (suboperculum); нижче неї розміщені два окостеніння менших розмірів: верхнє і нижнє.

Осьовий скелет тулуба. Основу осьового скелета тулуба хрящових ганоїдів складає хорда, чи спинна струна (chorda dorsalis) (рис. 29). Зовні вона одита щільно прилягаючим з'єдувально-тканинним футляром. Тіла хребців відсутні. На оболонці хорди розміщені хрящові верхні і нижні дуги хребців. Верхні каудальні дуги (arcus superior caudalis), чи базідорзалії (basidorsale), правої і лівої сторін, зливаючись, оточують спинний мозок і над ним утворюють звужуючийся виріст, який костеніє і служить місцем прикріплення непарного спинного остистого відростка (processus spinosus dorsalis). Між основами верхніх каудальних дуг залягають невеликі вставочні хрящики – верхні краніальні дуги (arcus superior cranialis), чи інтердорзалії (interdorsale). З вентральної сторони хорди знаходиться нижня задня дуга, чи, базівентралія (arcus ventralis posterior, s. basi ventrale). Між нижніми задніми дугами з боків залягають невеликі хрящики – нижні передні дуги (arcus ventralis anterior), чи вставочні пластинки – інтервентралії (interventrale).

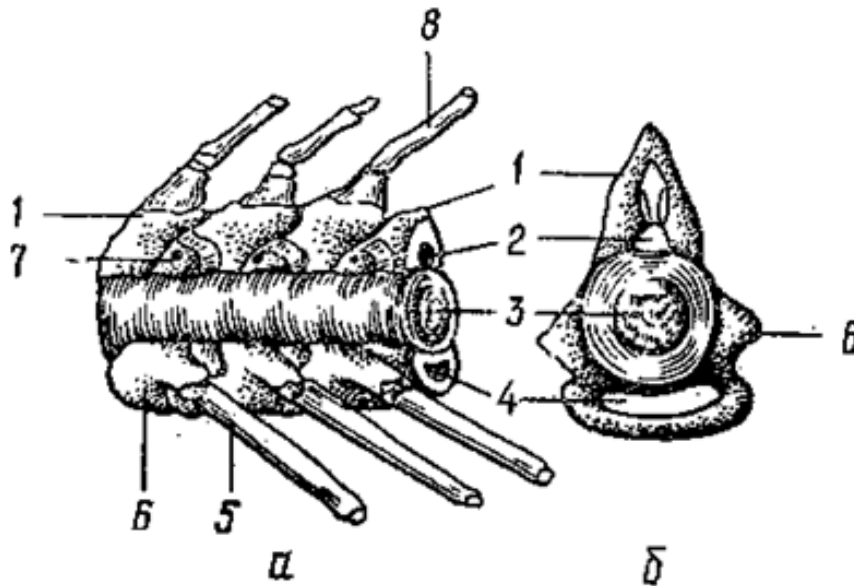


Рис. 29. Хребет осетрової риби: а - вид збоку; б - поперечний розріз; 1 - верхня каудальна дуга; 2 - невральний канал; 3 - хорда; 4 - гемальний канал; 5 - ребра; 6 - нижня задня дуга; 7 - верхні краніальні дуги; 8 - спинний остистий відросток

В тулубовому відділі нижні дуги хребців утворюють поперечні відростки (*processus transversus*), до яких прикріплюються ребра (*costa*), добре розвинені у передньому відділі тулуба. Середня їх частина закостеніла, а кінці хрящові. Є і невеликі гемальні відростки, що охоплюють спинну аорту і у хвостовій частині змикаються, утворюючи гемальний канал (*canalis haemalis*).

Скелет парних плавників (рис. 30). Пояс грудних плавників представлений хрящем, у якому можна виділити: вентральну частину – коракоїдний відділ (*pars. coracoidea*), дорзальну частину – лопатковий відділ (*pars. scapularis*) і мезокоракоїд (*mesocoracoideum*). Над лопатковим відділом лежить невеликий надлопатковий хрящ (*cartilago suprascapularis*). Це елементи первинного поясу. Зовні він покритий вторинними шкіряними окостеніннями. (*cleithrum*).

Коракоїдну частину первинного поясу прикриває парна ключиця (*clavicula*) – потужна покривна кістка. Середню частину хрящового поясу зовні і спереду покриває клейтрум.

Верхню частину лопаткового відділу і надлопатковий хрящ поясу прикривають надклейтрум (*supracleithrum*) і задній клейтрум

(postcleithrum). Надклейтрум верхнім кінцем прикріплюється до зовнішньої кришки черепа.

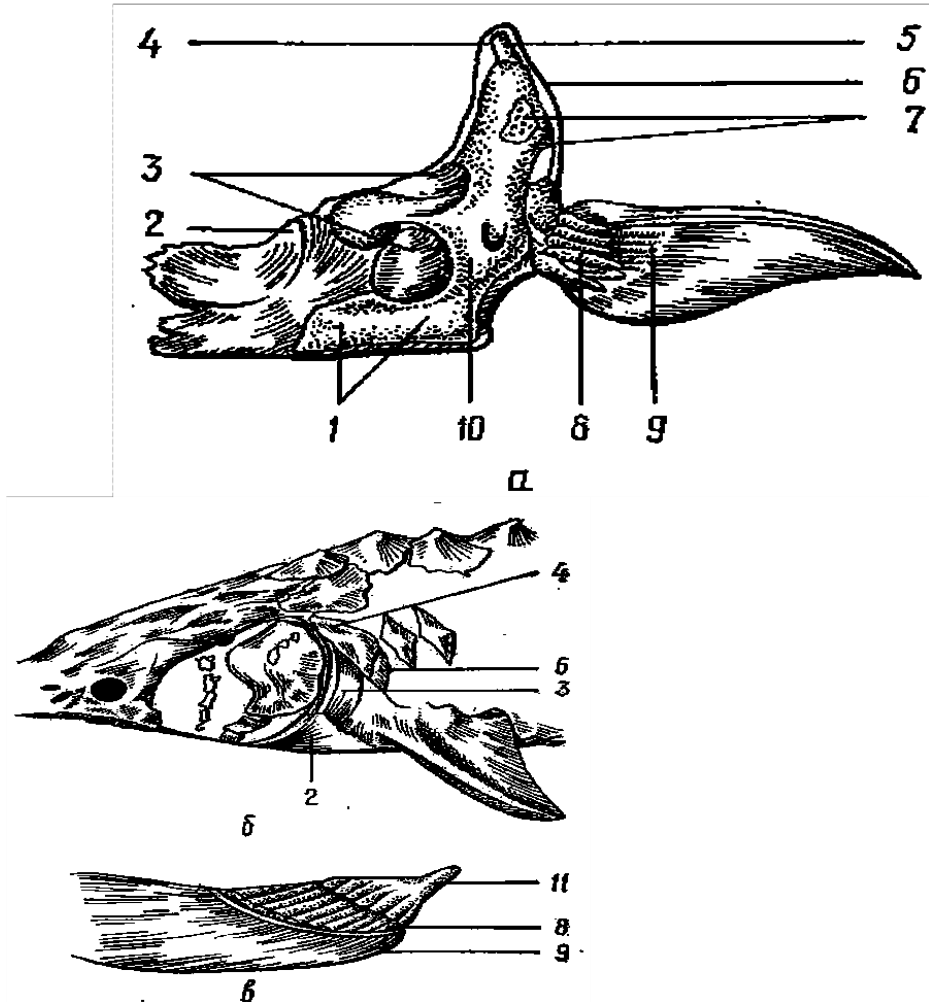


Рис. 30. Скелет парних плавників стерляді: а - грудний плавник, правий з внутрішньої сторони; б - грудний плавник, лівий з зовнішньої сторони; в - черевний плавник; 1 - коракоїдний відділ; 2 - ключиця; 3 - клейтрум; 4 - надклейтрум; 5 - надлопатковий хрящ; 6 - підклейтрум; 7 – лопатковий відділ; 8 - хрящеві промені; 9 - лепідотріхії, 10 - мезокоракоїд; 11 - базіптерігіум

Скелет грудного плавника складається з внутрішнього і

зовнішнього скелета. Внутрішній скелет утворений невеликим (звичайно 8) числом хрящових променів, із них деякі безпосередньо приєднуються до поясу, а деякі сидять на невеликому основному хрящу, що лежить біля заднього краю плавника. Зовнішній скелет плавника складають кісткові, розділені шкіряні промені – лепідотріхії, що приєднуються до дистальних кінців хрящових променів внутрішнього скелета плавника. Перший промінь грудного плавника добре розвинений і служить елементом, за яким визначається вік риб.

Тазовий пояс осетрових не зв'язаний з осьовим скелетом тулуба. Він представлений двома крупними лопатковидними хрящами – базіптерігіями (*basipterygium*). До них дистальним кінцем прикріплюються хрящеві промені внутрішнього скелета черевного плавника.

Внутрішній скелет черевного плавника, як і грудного, складається з хрящових, у старих риб частково окостенівших, радіальних променів (не більше 10). Зовнішній скелет також представлений лепідотріхіями.

Скелет непарних плавників. Внутрішній скелет спинного і анального плавників складається з хрящових розділених променів (*radialia*) (рис. 31). Основа їх з'єднувальною тканиною зв'язана з остистими відростками хребців. Зовнішній скелет плавників представлений лепідотріхіями шкіряними кістковими променями. Число лепідотріхій перевищує число радіалій.

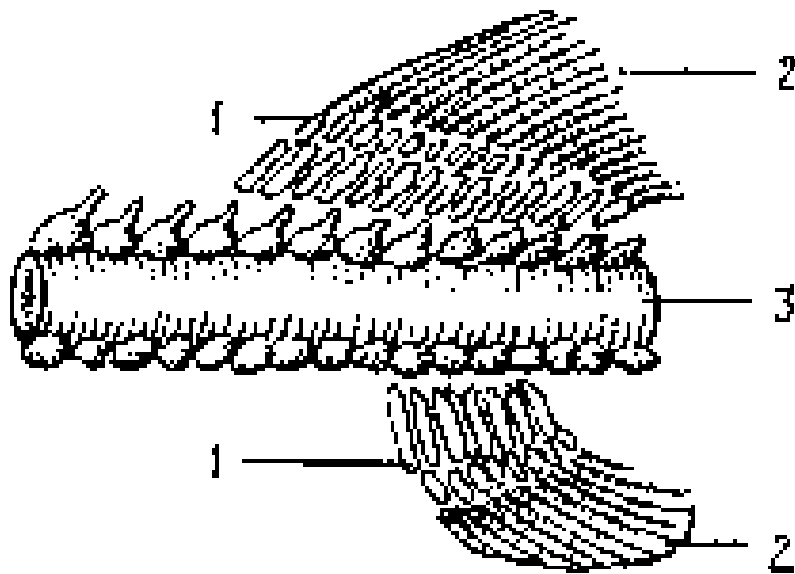


Рис. 31. Скелет спинного і анального плавників стерляді:
1 - хрящові промені, 2 - лепідотріхії, 3 – хорда

Хвостовий плавник гетероцеркальний. Його внутрішній скелет складає звужуюча хорда, що входить у верхню лопасть. Зовнішній скелет верхньої лопасті плавника представлений фулькрами (fulcrum) і з боків ганоїдними лусочками. Внутрішній скелет нижньої лопасті хвостового плавника складають слабо виражені радіалії, а зовнішній – лепідотріхії.

Питання для самоперевірки:

1. Які зовнішні ознаки характерні для осетрових риб?
2. Що таке жучки осетрових?
3. Яке положення рота характерне для осетрових?
4. Що таке фулькри і де вони знаходяться?
5. Назвіть відділи серця осетрових.
6. Назвіть всі органи травної системи.
7. Які залози відносяться до травних?
8. Назвіть органи кровотворення осетрових.
9. Які особливості будови сечостатевої системи осетрових?
10. Охарактеризуйте будову органів дихання.
11. Назвіть органи чуття осетрових.
12. Опишіть скелет черепа.
13. Опишіть скелет тулуба.
14. Охарактеризуйте скелет парних і непарних плавників.
15. Які риси будови зближують хрящових ганоїдів з хрящовими рибами?

9. АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОСТИСТИХ РИБ (ТОПОГРАФІЯ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ)

Костисті риби (Teleostei) на відміну від хрящових ганоїдів набувають у своїй будові ряд прогресивних рис. Скелет у них повністю кістковий; тіло покрите кістковою лускою; спіральний клапан в кишечнику зникає. У багатьох видів розвиваються пілоричні придатки, що збільшують загальну всмоктуючу поверхню кишечника. Артеріальний конус серця (за винятком деяких

примітивних форм) замінюється цибулиною аорти. Анальний отвір відсунутий від основи черевних плавників. Парні плавники (особливо грудні) розташовані у вертикальній площині.

Загальна топографія внутрішніх органів. Під зябровою кришкою лежать чотири пари зябрових дуг (*arcus branchialis*) (рис. 32). За ними в навколосерцевій порожнині, стінки якої вислані перикардієм (*pericardium*), знаходиться двокамерне серце (*cor*). Перикардій одягає відділи серця і називається тут епікардієм (*epicardium*). У черевній частині навколосерцевої порожнини лежить шлуночок (*ventriculus*), з-під нього виступають з двох сторін темно-червоні краї передсердя (*atrium*). У коропа передсердя майже цілком закриває шлуночок.

До задньої частини передсердя примикає тонкостінний венозний синус (*sinus venosus*). Вперед від серця тягнеться черевна аорта (*aorta ventralis*), біля основи якої є розширення – цибулина аорти (*bulbusaortae*).

За навколосерцевою порожниною знаходиться черевна порожнина, відокремлена тонкою поперечною перегородкою. У ній лежать всі внутрішні органи тулуба. У окуня і миня вони займають відносно невеликий об'єм, що пов'язано з вищою організацією цих риб.

У передній частині черевної порожнини знаходиться печінка (*hepar*). У окуня вона однолопатня і займає ліву передню частину порожнини.

Печінка щуки також однолопатня, лежить в лівій черевній частині переднього відділу порожнини. Крупна печінка миня із великим запасом жиру, як у всіх тріскових риб, займає значну частину черевної порожнини. Печінка коропа велика. Дві її лопаті видно на поверхні кишечнику в передній частині порожнини і одна, велика – в середній частині кишечнику під гонадою. На внутрішній стороні печінки у всіх риб видно жовчний міхур (*vesica fellea*).

Печінку прикриває шлунок (*gaster*), відособлений у вигляді сліпого виросту у окуня і миня. У коропа і щуки він має вид еластичної трубки, яка зовні не відрізняється від стравоходу. Від шлунку починається кишечник. Безпосередньо біля шлунку у окуня і миня від кишки відходять сліпі вирости – пілоричні придатки (*appendix pylorica*). У одній з петель кишечнику під шлунком лежить темно-бура селезінка (*lien*). Підшлункова залоза (*pancreas*) в дисперсному стані розсіяна по брижейці (у коропа ще і в печінці); лише у щуки вона оформлена і лежить вздовж жовчної протоки. У

задній частині порожнини тіла знаходяться статеві органи – сім'яники (testis) або яєчники (ovarium). Ступінь їх розвитку залежить від пори року і віку риби. Глибше за всі органи під хребтом розташований плавальний міхур (vesica pneumatica), що є випинанням верхньої стінки переднього відділу травної трубки. У окуня і миня плавальний міхур одинарний, такий, що приріс верхньою стінкою до хребта. Зв'язку із стравоходом у дорослих риб плавальний міхур не має.

Розітнувши плавальний міхур, можна виявити газові залози, або червоне тіло (corpus ruber), у вигляді невеликих лопастей на вентральній стінці передньої частини. Центральна частина газових залоз зайнята сплетенням кровоносних судин, а краї утворені речовиною залози. Через газову залозу гази надходять в плавальний міхур. Виділення газів у закритоміхурових риб відбувається за допомогою овалу, що лежить на дорзальній стороні задньої частини плавального міхура. Овал є отвором у внутрішній оболонці плавального міхура, забезпечений по краях мускулатурою, завдяки чому змінюється величина отвору. Плавальний міхур щуки у вигляді довгого мішка розташований біля хребта і щільно з ним пов'язаний.

Щука належить до відкритопузирних риб, і її плавальний міхур пов'язаний із стравоходом через невеликий повітряний канал (ductus pneumaticus), який розташований в передній частині плавального міхура і слугує для видалення газів. Плавальний міхур коропа лежить вільно в порожнині тіла і складається з двох відділів: переднього і заднього. Повітряний канал у коропа відходить від передньої частини заднього відділу. Надходження газів, як і у всіх відкритопузирних риб, йде через газову залозу, що знаходиться з черевного боку всередині передньої частини плавального міхура.

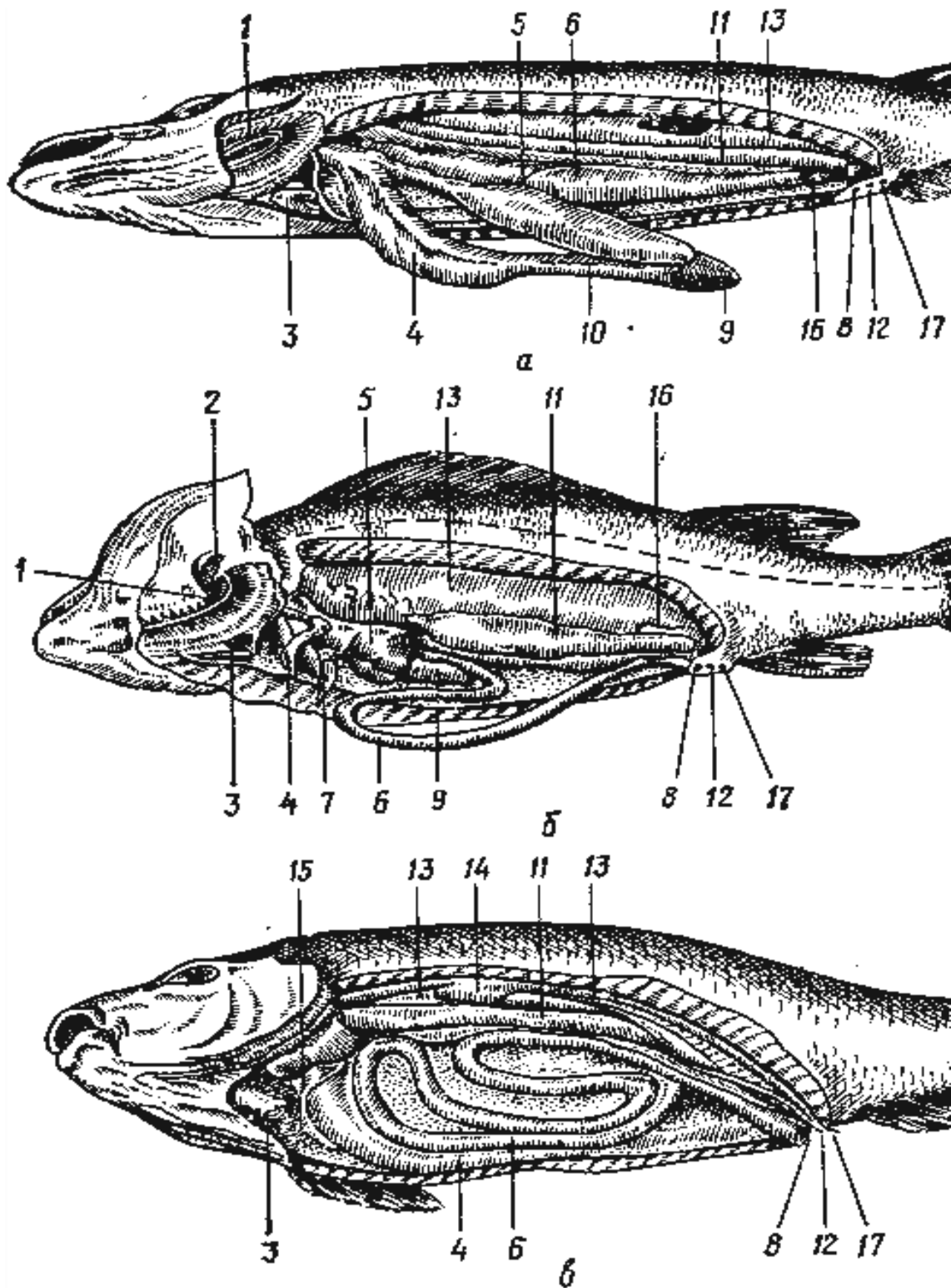


Рис. 32. Загальна топографія внутрішніх органів костистих риб:
 а - щука; б - окунь; в - короп; 1 - зябра; 2 – несправжні зябра;
 3 - серце; 4 - печінка; 5 - шлунок; 6 - кишечник; 7 - пілоричні
 придатки; 8 - анальний отвір; 9 - селезінка; 10 - підшлункова
 залоза; 11 - статеві залози; 12 - статевий отвір; 13 - плавальний
 міхур; 14 - нирка; 15 - головна нирка; 16 - сечовий міхур;
 17 - сечовий отвір

Вище за плавальний міхур вздовж хребта тягнуться темно-червоні нирки (ren), передні кінці яких утворюють головну нирку, особливо добре розвинену у коропа. Її передня частина йде під плечовий пояс і спускається майже до рівня верхнього краю грудного плавника, розташовуючись дорзальніше навколосерцевої порожнини.

Органи дихання. У костистих риб органами дихання служать зябра ектодермального походження. Костисті мають 4 зябрових дуги з 4 повними зябрами і однією напівзяброю на внутрішній стороні зябрової кришки. На відміну від хрящових ганоїдів, що зберігають міжзяброву перегородку, костисті риби повністю її втрачають.

Кожна зябра (branchia) складається з двох частин: верхньої, коротшої, і нижньої, довшої. В основі зябер лежить кісткова зяброва дуга (arcus branchialis) (рис. 33). На поперечному розрізі вона має U-образну форму. На внутрішній частині кожної зябрової дуги є білуваті зяброві тичинки, спрямовані до сусідньої зябрової дуги. Яскраво-червоні зяброві пелюстки (filum branchialis) сидять вздовж заднього краю зябрової дуги. Саме в них відбувається газообмін. Зяброві пелюстки розташовані на зябровій дузі в два ряди, і вільний їх край звішується в зяброву порожнину.

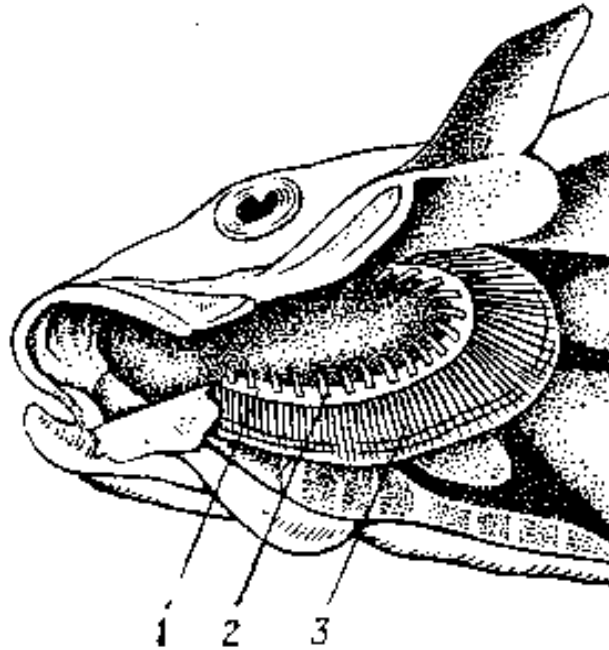


Рис. 33. Зябровий апарат костистої риби: 1 - перша зяброва дужка; 2 - зяброві тичинки; 3 - зяброві пелюстки

Несправжня зябра (pseudobranchia) у всіх даних риб лежить на внутрішній частині зябрової кришки. У окуня в ній добре помітні зяброві пелюстки; у щуки і коропа вона має вид червонуватої серпанкової плями. *Травна система.* У костистих риб травний тракт починається ротовим отвором (rima oris). Рот окуня, миня і щуки озброєний зубами (dens), у коропа він беззубий.

Зуби окуня дрібні, сидячи на обох щелепах і передній частині піднебіння, де вони пов'язані з сошником, передщелепними і піднебінними кістками. У миня і щуки зуби великі, причому у щуки найбільш крупні зуби сидять на нижній щелепі, а дрібніші на міжщелепних кістках верхньої щелепи; зуби на сошнику, передщелепних піднебінних кістках і на язиці мають вид терки. Зуби хижих риб виконують функцію утримання пици.

Ротовий отвір веде в ротову порожнину (cavum orale), яка без чіткої межі переходить в глотку (pharynx). У ротоглоточній порожнині на внутрішній стороні зябрових дуг розташовуються зяброві тичинки. Зяброві тичинки утворюють цідильний апарат, що перешкоджає виходу харчових часток із глотки через зяброву порожнину назовні. У риб, що харчуються планктоном, вони довгі, густі, у хижаків – короткі, рідкі, жорсткі. Характер і кількість зябрових тичинок для багатьох видів є важливою систематичною ознакою. У даних видів характер зябрових тичинок відповідно

різний. У окуня, миня і щуки зяброві тичинки рідкі, короткі, жорсткі із зубчиками на поверхні; у коропа – еластичні із розітнутими краями.

У задньому відділі ротоглоточній порожнини знаходяться глоткові зуби. У окуня, миня і щуки є верхні і нижні глоткові зуби. У коропових верхні глоткові зуби відсутні, а нижньоглоточні розвинені добре; функцію верхніх глоткових зубів у них виконує рогове утворення – жорно, розташоване на кришці ротоглоточної порожнини над глотковими зубами. Число і будова глоткових зубів – важлива систематична ознака сімейства коропових (рис. 34).

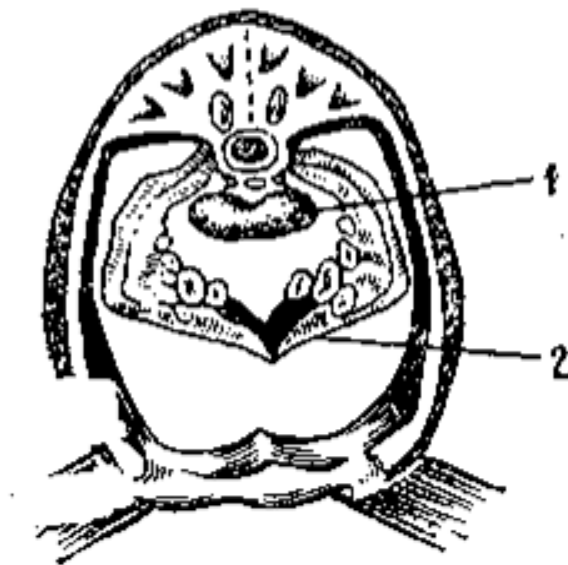


Рис. 34. Глотковий апарат у коропових риб: 1 - жорно; 2 - глоткові кістки

Глоткові зуби коропа мають вид трьох рядів крупних білих горбиків з жувальною поверхнею.

Глотка переходить в короткий стравохід (oesophagus), за ним без чіткої зовнішньої межі слідує шлунок (gaster). У окуня і миня шлунок відособлений у вигляді сліпого вирощування, у щуки зовнішньо є безпосереднім продовженням стравоходу (рис. 35). Стінки шлунку хижаків товсті мускулісті і еластичні; шлунок, наповнений їжею, здатний сильно розтягуватися. У коропа шлунок відсутній.

Кишечник (intestinum) окуня, миня і щуки слабо диференційований на дванадцятипалу (duodenum), тонку (intestinum) і пряму (rectum) кишки. Кишечник коропа є гістологічно однорідною трубкою, яку умовно підрозділяють на передній (злегка розширений), середній і задній відділи. У окуня і миня на початку кишечника знаходяться сліпі вирости – пілоричні придатки (appendix pylorica).

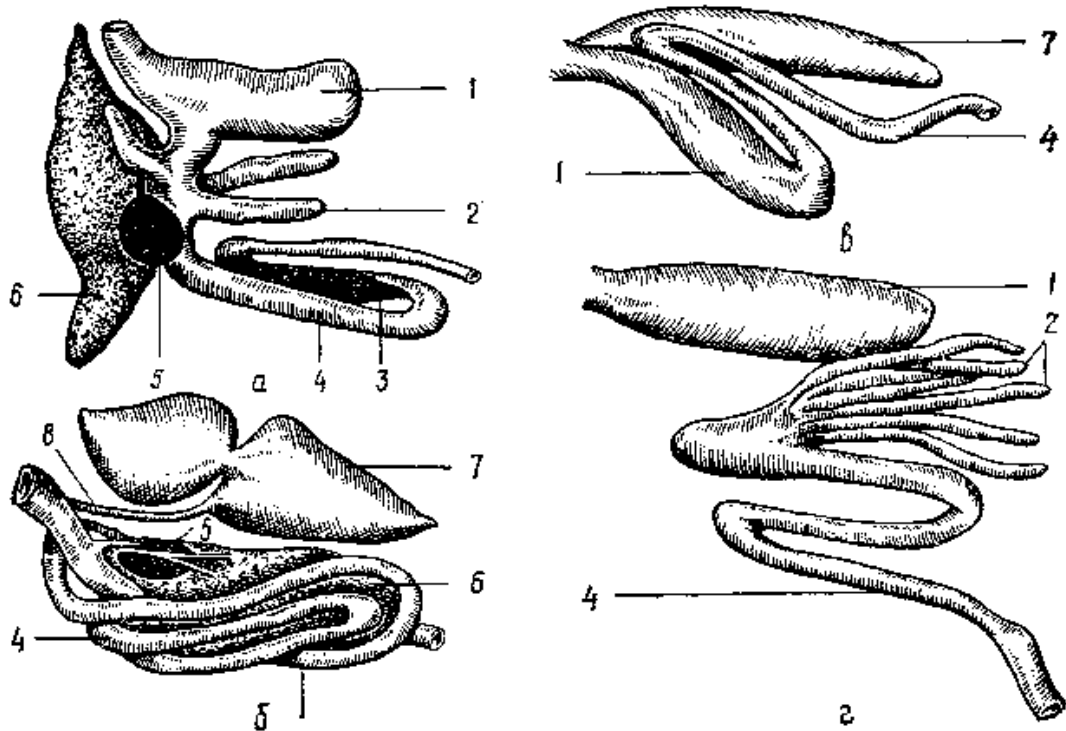


Рис. 35. Частина травного тракту і плавальний міхур риби:
а - окуня; б - коропа; в - щуки; г - миня; 1 - шлунок; 2 - пілоричні
придатки; 3 - селезінка; 4 - кишечник; 5 - жовчний міхур;
6 - печінка; 7 - плавальний міхур; 8 - повітряний канал

Пряма кишка хижаків і задній відділ кишечника коропа закінчуються анальним отвором (anus), лежачим на черевній стороні тіла попереду від сечового і статевого отворів.

Травні залози – печінка і підшлункова залоза – своїми протоками впадають в передню частину кишечника. Печінка (hepar) розташована в передній частині черевної порожнини. У окуня і щуки вона однолопатева і велика. Особливо велика і блідого забарвлення вона у миня через великий вміст жиру. Печінка коропа складається з двох доль із відростками. Ліва доля лежить зліва від початкового відділу кишечника. Вона має невеликий виріст, що лежить в петлі кишечника. Права доля розташовується праворуч від переднього відділу кишечника і займає всю праву сторону передньої частини порожнини тіла. Вона має довгий відросток, що лежить вздовж черевної сторони плавального міхура майже до заднього кінця порожнини тіла. Цей же відросток на лівій стороні у вигляді лопаті входить в петлю задньої і середньої кишок. У коропа печінку включає тканина підшлункової залози і називається гепатопанкреасом.

На внутрішній стороні печінки (у коропа між двома лопастями)

знаходиться жовчний міхур (*vesica fellea*). По жовчній протоці жовч виливається в передній відділ кишечника.

Підшлункова залоза (*pancreas*) окуня, миня і коропа розкидана у вигляді дрібних жироподібних включень в печінці, поблизу жовчного міхура і його протоків, селезінки, а також по стінках кишечника. Лише у щуки вона відособлена і лежить вздовж жовчної протоки.

Кровоносна система. Серце (*cor*) розташовується в нижній передній частині порожнини тіла. Воно складається з трьох відділів: венозного синуса (*sinus venosus*), в нього збирається венозна кров; передсердя (*atrium*) і шлуночку (*ventriculus*) (рис. 36).

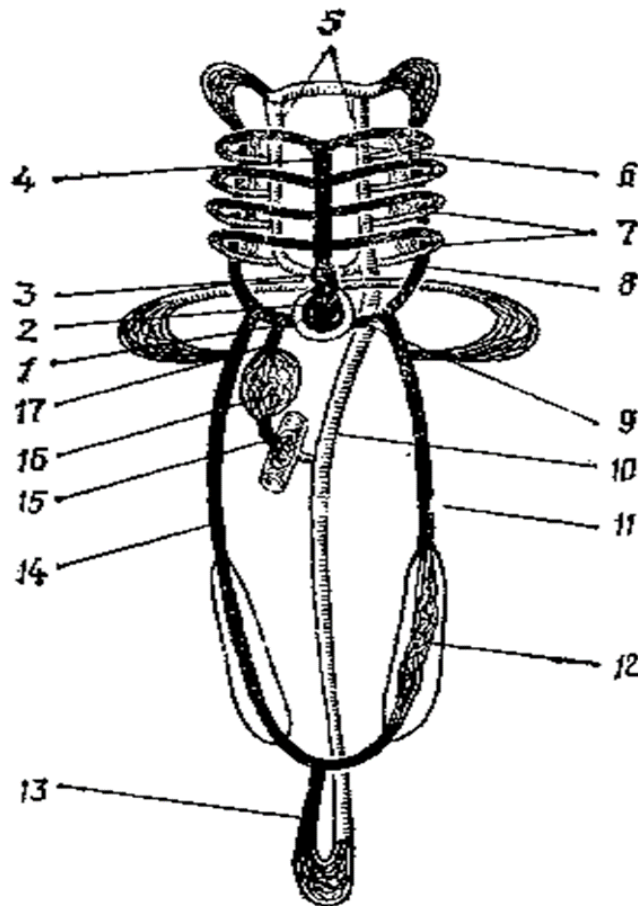


Рис. 36. Кровоносна система костистої риби: 1 - шлуночок; 2 - передсердя; 3 - цибулина аорти; 4 - черевна аорта; 5 - корінь аорти; 6 - приносні зяброві артерії; 7 - виносні зяброві артерії; 8 - передні кардинальні вени; 9 - кюв'єрова протока; 10 - спинна аорта; 11 - ліва задня кардинальна вена; 12 - комірня система нирок; 13 - хвостова вена; 14 - права задня кардинальна вена; 15 - підкишкова вена; 16 - ворітна система печінки; 17 - печінкова вена

Кров в серці риб тільки венозна. На відміну від хрящокісткових костисті риби не мають четвертого відділу – артеріального конуса. Безпосередньо від шлуночку відходить крупна судина черевна аорта (*aorta ventralis*), твірна на самому початку розширення – цибулини аорти (*bulbus aortae*). Цибулина аорти не є відділом серця, не несе поперечносмугастої мускулатури. Від черевної аорти відходять чотири пари приносних зябрових артерій (*arteria branchialis efferentia*), які в зябрових пелюстках розпадаються на капіляри. Тут відбувається газообмін, і насичена киснем артеріальна кров за системою капілярів збирається у виносні зяброві артерії (*arteria branchialis afferentia*). Останні на спинній стороні впадають в парне коріння спинної аорти. Коріння аорти (*radix aortae*) входить в отвір у кістці парасфеноїда і там зливається. Утворюється головне коло кровообігу. У задньому відділі голови коріння аорти також зливається, утворюючи непарну спинну аорту (*aorta dorsalis*) – крупну судину, що проходить уздовж хребта і безпосередньо до нього примикає. Її добре видно на розітнутій рибі після видалення нутрошів.

Венозна кров із хвостового відділу йде по непарній хвостовій вені (*vena caudalis*), яка, роздвоюючись, входить в нирки. Тільки у лівій нирці утворюється ворітна система, також добре помітна на свіжій рибі. Ця нирка має темніше забарвлення. Із нирок кров по задніх кардинальних венах (*vena cardinalis posterior*) прямує вперед. Задні кардинальні вени на рівні серця зливаються із передніми кардинальними венами (*vena cardinalis anterior*), що несуть кров від голови. Шляхом злиття передніх і задніх кардинальних вен утворюються кюв'єрові протоки (*ductus cuvieri*), що впадають у венозний синус. Від кишечника кров по комірній вені печінки (*vena porta hepatis*) потрапляє в печінку, розпадається там на систему капілярів, утворюючи ворітну систему печінки. Далі кров по печінковій вені (*vena hepatica*) потрапляє у венозний синус. У костистих риб одне замкнене коло кровообігу.

Органом кровотворення костистих риб є селезінка (*lien*), що лежить в одній з петель кишечника і що має темно-бордовий колір.

Органи виділення. На відміну від хрящових ганоїдів система (нирки, сечовід) виділення костистих риб не пов'язана з органами розмноження (рис. 37).

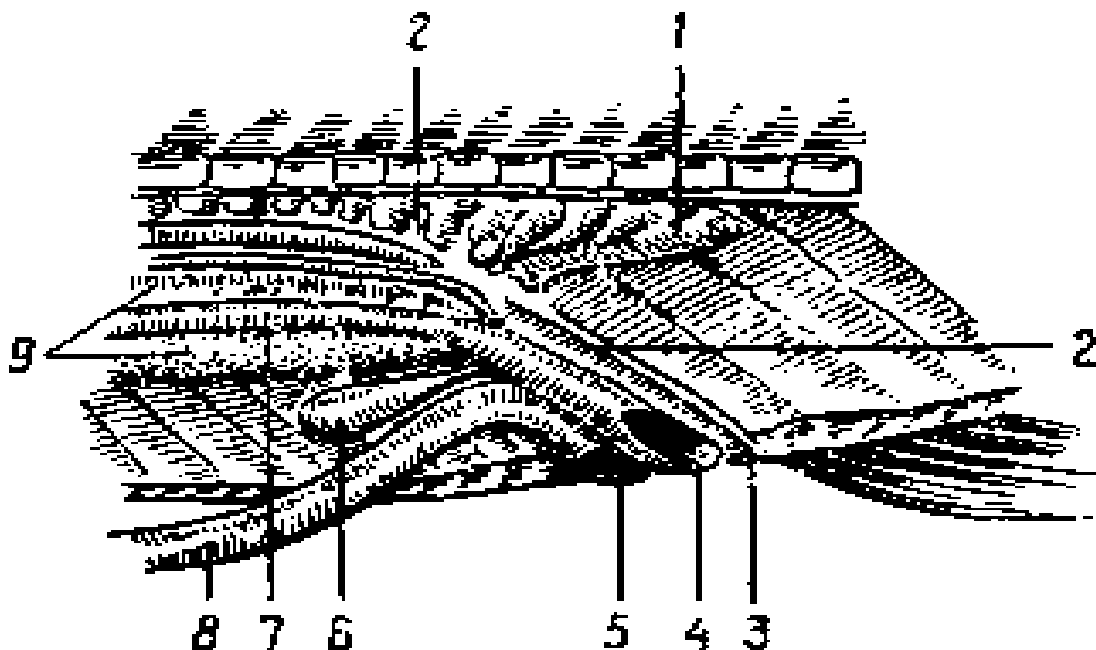


Рис. 37. Вивідні канали сечостатевої системи щуки:

- 1 - нирки; 2 - сечовід; 3 - зовнішній отвір сечоводу; 4 - статевий отвір; 5 - анальний отвір; 6 - сечовий міхур; 7 - сім'япровід; 8 - кишечник; 9 - сім'яник**

Нирки (ren) костистих риб мезонефричні (тулубні) лежать з боків хребта над плавальним міхуром. Передні, дещо розширені кінці утворюють головну нирку, добре виражену у окуня і коропа. У задній частині права і ліва нирки зливаються. По внутрішньому краю нирок проходять сечоводи (ureter), які в задньому відділі зливаються разом і непарною протокою впадають в сечовий міхур (vesica urinaria). Від останнього відходить непарна протока, що відкривається назовні поряд із статевим отвором.

Органи розмноження. У самців вони представлені сім'яниками, у самок яєчниками і розташовані з боків плавального міхура (див. рис. 37). Ступінь їх розвитку залежить від пори року і віку риби. Сім'яники (testis) – довгі щільні парні утворення. По їх верхньому краю проходять сім'япроводи (ductus spermaticus), що відкриваються назовні невеликим спільним статевим отвором. Яєчники (ovarium) у миня, щуки і коропа парні. У окуня яєчник непарний. Задні витягнуті відділи яєчників переходять в яйцепроводи (oviductus), що відкриваються непарним статевим отвором.

Центральна нервова система і органи чуття. Головний мозок костистих представлений типовими для більшості хребетних п'ятьма відділами (рис. 38).

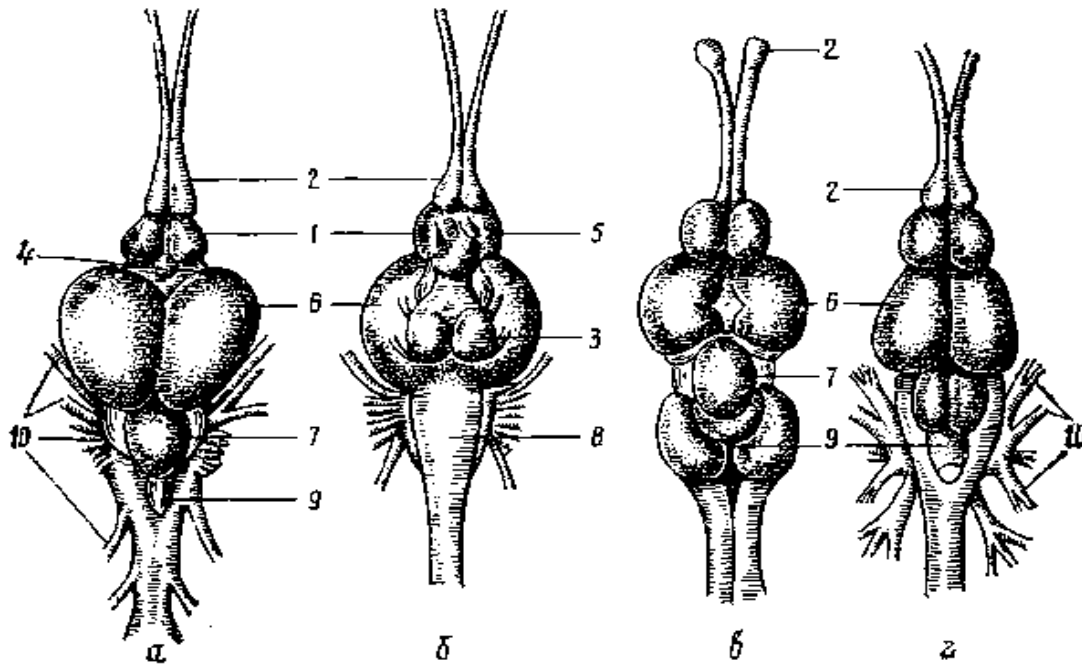


Рис. 38. Головний мозок костистих риб: а - щуки (вид зверху); б - щуки (вид знизу); в - коропа; г - окуня; 1 - півкулі переднього мозку; 2 - нюхові цибулини; 3 - нижні долі проміжного мозку; 4 - епіфіз; 5 - перехрест; 6 – зорові долі середнього мозку; 7 - мозочок; 8 - довгастий мозок; 9 - ромбоподібна ямка довгастого мозку; 10 - головні нерви

Передній мозок (telencephalon) має невеликі розміри в порівнянні з іншими відділами. Дах великих півкуль епітеліальний, не містить нервових клітин. Масу переднього мозку складають смугасті тіла. До переднього краю мозку примикають невеликі довгасто-овальні нюхові цибулини (bulbus olfactorius), від них йдуть нюхові нерви. У коропа на відміну від щуки і окуня нюхові цибулини прилягають безпосередньо до нюхових капсул.

Проміжний мозок (diencephalon) прикритий таким, що нависає над ним зверху середнім мозком. У задній частині проміжного мозку є маленький булавоподібний виріст – епіфіз (epiphysis).

Середній мозок (mesencephalon) добре розвинений. У його дорзальній частині лежать дві крупні овальні зорові долі (lobus opticus). Це зорові центри, в яких закінчуються волокна зорового нерва. У коропа зорові долі досягають значного розвитку.

Безпосередньо за зоровими долями лежить мозочок (cerebellum) округлої форми, великої за розміром. Він примикає до довгастого мозку своїм заднім краєм.

Довгастий мозок (myelencephalon) переднім відділом заходить

під мозочок, а ззаду поступово переходить в спинній. Від довгастого мозку відходять більшість головних нервів. На дні його лежить дихальний центр.

На нижній поверхні головного мозку розташовані крупні зорові нерви, що йдуть в основу черепа і створюють перехрест, або хіазму. З нижнього боку проміжного мозку, примикаючи до заднього краю перехреста, лежить невеликий округлий виріст – гіпофіз (hypophysis).

Костисті риби розрізняють запахи, смак, чують, бачать і сприймають коливання середовища.

Органи нюху представлені парними мішками, носовими отворами, що відкриваються назовні (рис. 39). Дно мішків складчасте з нюховими клітинами. Від нюхових мішків до переднього мозку відходить нюховий нерв.

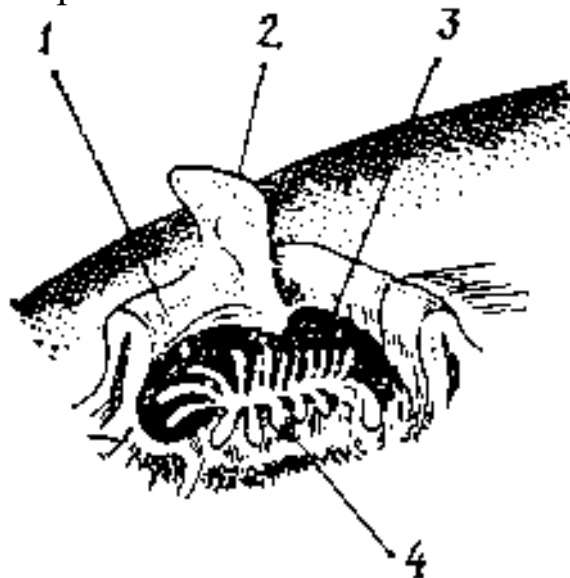


Рис. 39. Носова порожнина риби: 1 - передній носовий отвір; 2 - складка шкіри; 3 - задньоносовий отвір; 4 - складки слизової оболонки з нюховим епітелієм

Орган слуху складається з двох частин: овального мішечка (utricle) з трьома півкруглими каналами (canalis semicircularis), що відходять від нього у взаємно перпендикулярних площинах і розташованого під ним круглого мішечка (sacculus). Круглий мішечок зазвичай має сліпий мішкоподібний виріст - равлик (lagena). У круглому мішечку розташований найкрупніший отоліт (sagetta). З медіального боку до круглого мішечка підходять гілочки слухового нерва. Всі частини лабіринту заповнені ендолімфою, між стінкою лабіринту і стінкою порожнини, в якій він лежить, знаходиться перилімфа.

Органи смаку у вигляді мікроскопічних чутливих бруньок

розсіяні як в ротовій порожнині, так і по всьому тілу костистих риб. Розташовані вони в чутливих ямках, викладених довгими опорними клітинами, між якими лежать чутливі клітини. Особливо вони розвинені у донних риб, поміщаючись на зовнішній поверхні голови, вусиках і череві.

Органи зору представлені парними очима кулястої форми. Око складається з декількох шарів: зовнішнього – склери (sclera), перехідного в передній частині в рогівку (cornea); судинного (chorioidea), перехідного на зовнішній стороні у райдужну оболонку (iris), яка оточує крупний кулястий кришталік (lens). Внутрішній шар очної стінки вистилається сітчаткою (retina). Склера з внутрішньої сторони вистилає сріблястою оболонкою (argentea) – клітинами, що містять кристали гуаніну. У основі ока, в місці входження зорового нерва, розташована характерна для очей риб судинна залоза (glandula chorioidea).

Сейсмочувствительні органи представлені системою каналів, стінок тіла, що проходять всередині, з відгалуженнями до поверхні, кінці яких або мають отвори, або затягнуті перетинкою. Дно каналів вистилає чутливими клітинами, що сприймають коливання водного середовища. Основним каналом є бокова лінія риб. Частина каналів сейсмочувствительної системи концентрується на голові риб. У всіх костистих риб розташування каналів на голові дуже схоже. У одних вони відкриваються назовні низкою отворів (щука) або каналів (окунь) (рис. 40). У інших риб канали проходять в товщі покривних кісток і зовні не видні.

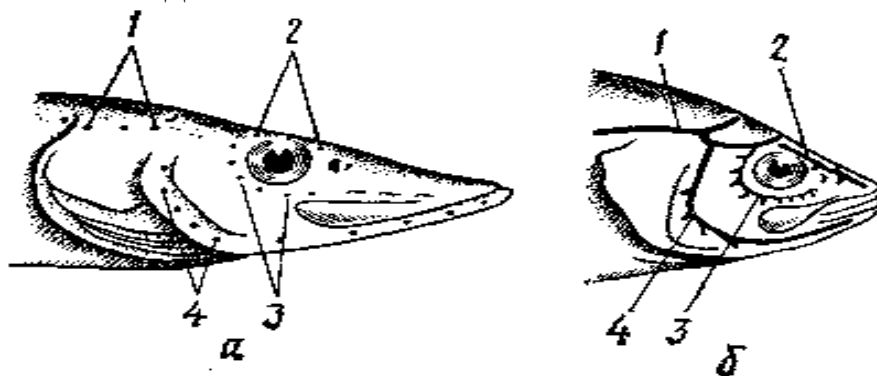


Рис. 40. Схема сейсмочувствительної системи на голові щуки (а) і окуня (б): 1 - заочковий канал; 2 - надочковий канал; 3 - підочковий канал; 4 - гіомандібулярний канал

Питання для самоперевірки

1. Який тип луски у щуки, коропа, миня, окуня?

2. Опишіть будову зубів щуки, миня і окуня.
 3. Що таке глоткові зуби і жорно?
 4. Що таке зяброві тичинки, де вони розташовані, яка їх функція?
 5. Назвіть відділи травного тракту окуня, миня, щуки і коропа.
- Які залози пов'язані з травним трактом?
6. У яких видів із розглянутих риб є шлунок, у яких відсутній?
 7. Які риби із вищеназваних відкритоміхурові, а які закритоміхурові?
 8. Опишіть схему будови кровоносної системи костистої риби. У якій частині тіла у риб розташоване серце і з яких відділів воно складається?
 10. Будова системи виділення костистої риби.
 11. Органи розмноження костистих риб. У яких риб яєчник непарний?
 12. Які відділи виділяють в головному мозку костистих риб?
 13. Де розташований гіпофіз?

10. СКЕЛЕТ КОСТИСТОЇ РИБИ

Скелет черепа. У костистих, так як і у інших риб, череп ділиться на мозковий череп (neurocranium) і вісцеральний (splanchnocranium).

Мозковий череп судака (окуня) тропі базального типу: з вузькою основою і зближеними стінками очиць (рис. 41). В ньому можна виділити кришку черепа, дно, нюховий, очний, слуховий і потиличний відділи. Кришка і дно черепної коробки утворені покривними кістками. Кришку складають 3 пари кісток: носові (nasale); лобні (frontale); тім'яні (parietale). Дно черепа утворене двома непарними кістками: що лежать попереду сошником (vomer), несущим зуби, і великим парасфеноїдом (parasphenoideum).

В області нюхового відділу є непарна середня нюхова кістка (mesethmoideum) і парні *бокові* нюхові кістки (ectoethmoideum). В нюховому відділі зберігається багато хряща, що робить добре помітними границі між нюховими костями.

Очний відділ осьового черепа утворений клиновидними костями, чи сфеноїдами.

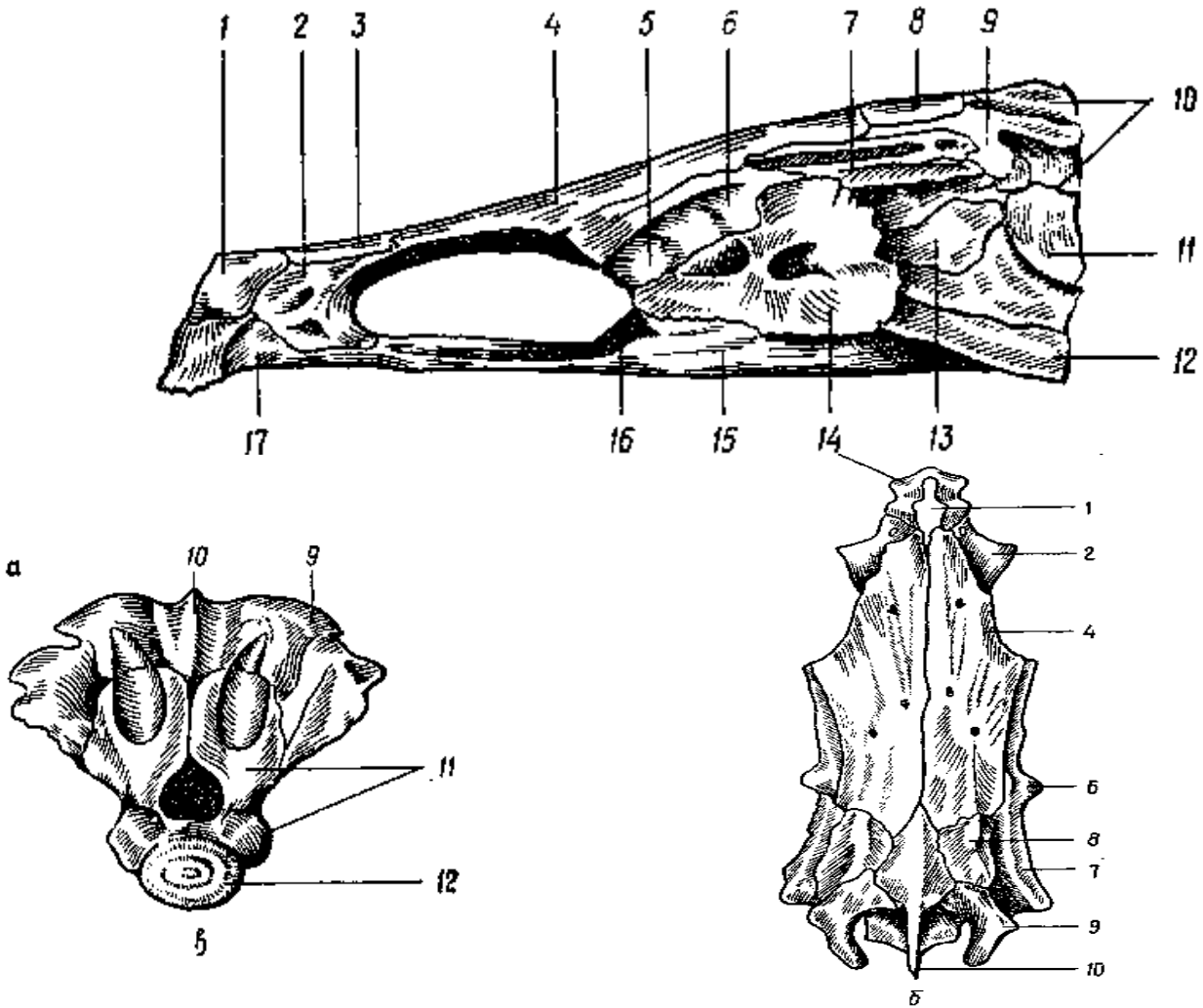


Рис. 41. Осьовий череп судака: а - вид збоку; б - вид зверху; в - вид ззаду; 1 - середня нюхова кістка; 2 - бокова нюхова кістка; 3 - носова кістка; 4 - лобна кістка; 5 - бокова клиновидна кістка; 6 - клиновидноушна кістка; 7 - криловидноушна кістка; 8 - тім'яна кістка; 9 - верхньовушна кістка; 10 - верхньопотилична кістка; 11 - бокова потилична кістка; 12 - основна потилична кістка; 13 - задньовушна кістка; 14 - передньовушна кістка; 15 - парасфеноїд; 16 - основна клиновидна кістка; 17 - сошник

Серед них: парні бокові клиновидні (*laterosphenoideum*) і основна клиновидна (*basisphenoideum*). Очниця оточена кільцем

тонких навколоочних кісточок (orbitale), передня з яких найбільша і називається слъозиною (lacrimale), лежачі знизу і позаду в кількості 4 - 5 – підочними (suborbitale).

Слуховий відділ представлений п'ятьма вушними костями з кожної сторони. Передньовушна кістка (prooticum) велика, займає передню частину вушного відділу. В області цієї кістки знаходиться лабіринт і отоліти (їх можна виявити у місці стику передньовушної кістки з основною потиличною кісткою). В ній же є отвір для виходу трійного нерва. Задньовушна кістка (opisthoticum) лежить позаду передньовушної. Крім цих кісток до складу слухового відділу входять: клиновидновушна (sphenoticum), криловидновушна (pteroticum) і верхньовушна (epioticum).

Потиличний відділ складається з чотирьох кісток, обрамляючих великий потиличний отвір: основної (basioccipitale), з якою з'єднується хребет; двох бокових (exoccipitaleoccipitale laterale) і верхньої (supraoccipitale). Остання несе гребінь для прикріплення м'яз. Вісцеральний скелет представлений 7 вісцеральними дугами: щелепною, під'язиковою і п'ятьма парами зябрових дуг, із яких остання сильно редуційована. Система дуг представляє собою велике число окремих окостенінь, діючих комплексно по типу складних ричагів. Весь цей комплекс з'єднаних одною з одною кісток прикріплений до черепної коробки за допомогою підвіски (гіомандібуляре). Таким чином, у костистих, так як і у хрящових ганоїдів, має місце гіостілія.

Щелепна дуга складається з верхньої і нижньої щелеп. Первинна верхня щелепа, гомологічна піднебінно-квадратному хрящу пластинчатозябрових, утворена парними несущими зуби піднебінними (palatinum) костями, трьома криловидними - зовнішньої (ectopterygoideum), внутрішньої (entopterygoideum), задньої (metapterygoideum) – і квадратної (quadratum) (рис. 42). Піднебінна кістка має змішане походження; внутрішня і зовнішня криловидні розвиваються як покривні на піднебінно-квадратному хрящі, задня криловидна і квадратна - хондральні кістки.

Вторинна верхня щелепа – хватальний апарат, який складається із покривних кісток: парних передщелепних чи міжщелепних (prae-maxillare), і верхньощелепних (maxileare). Передщелепна кістка судака (окуня) несе зуби. Верхньощелепна кістка лежить над передщелепною; її задній кінець розширений у вигляді тонкої пластинки.

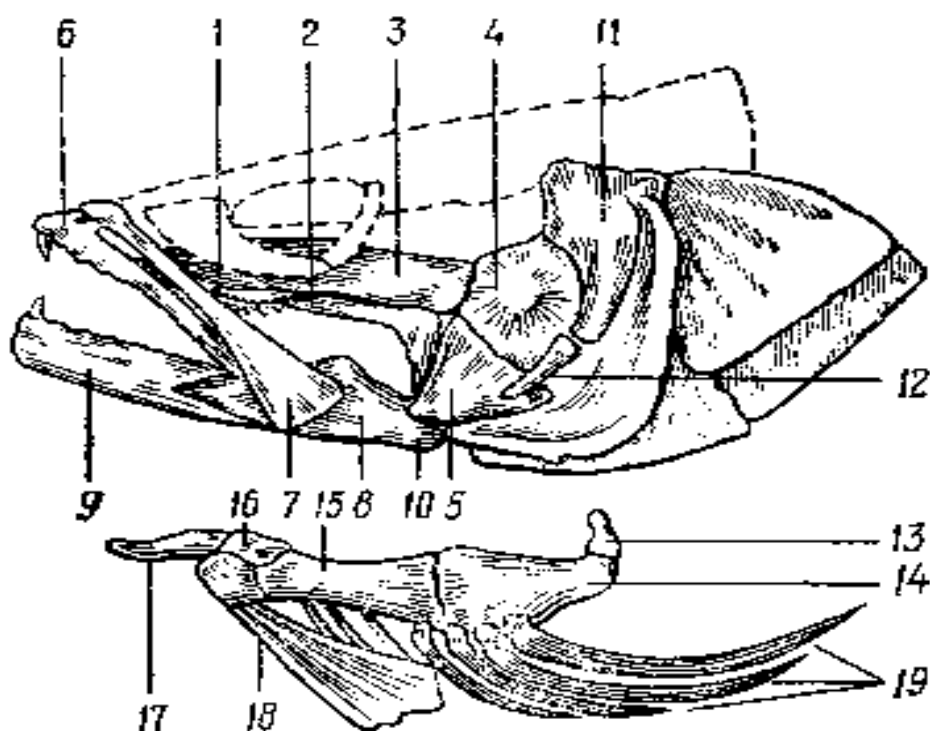


Рис. 42. Вісцеральний відділ черепа судака: 1 - піднебінна кістка; 2 - зовнішня криловидна кістка; 3 - внутрішня криловидна кістка; 4 - задня криловидна кістка; 5 - квадратна кістка; 6 - передщелепна кістка; 7 - верхньощелепна кістка; 8 - з'єднувальна кістка; 9 - зубна кістка; 10 - кутова кістка; 11 - гіомандібуляре; 12 - сімплектікум; 13 - паличкова кістка; 14 - верхньопід'язична кістка; 15 - середньопід'язична кістка; 16 - нижньопід'язична кістка; 17 - язична кістка; 18 - задньопід'язична кістка; 19 - промені зябрової перетинки

Нижня щелепа утворена трьома парними костями: хондральною з'єднувальною (*articulare*), яка з'єднується з квадратною кісткою і гомологічною меккелевому хрящу пластинчатозябрових, і двома покривними – зубною (*dentate*) і кутовою (*angulare*), що прикріплюється до заднього кута з'єднувальної. Зубна кістка несе зуби.

Під'язикова дуга (*arcus hyoideus*) складається з первинних кісток. Верхній елемент її – під'язично-щелепна кістка (*hyomandibulare*) широким верхнім кінцем приєднується до слухового відділу осевого черепа. Маленька (додаткова) кісточка (*symplecticum*) відходить від нижнього краю гіомандібуляре і з'єднує його з квадратною кісткою (гіостілія), а паличковидна (*interhyale-*

stylohyale) зв'язує гіомандібуляре з геоїдами.

Нижній відділ під'язичної дуги представлений складним геоїдом (hyoideum), що складається з чотирьох частин: верхньопід'язичної (epihyale), середньопід'язичної (ceratohyale) і двох маленьких нижньопід'язичних (hyorhyale). Нижні елементи геоїдної дуги на вентральній стороні з'єднані непарною під'язичною, чи язичною (basihyale, glossohyale), кісткою, яка виконує функцію язика. Від вентральної сторони геоїда відходить непарна задньопод'язична, чи горлова кістка (urohyale). Від верхньої і середньої під'язичної частин геоїда відходять промені зябрової перетинки (radii branchiostegi). Число їх є систематичною ознакою деяких костистих риб.

Зябрових дуг (arcus branchialis) у судака (окуня) п'ять пар, але остання, п'ята, сильно редуційована. Перші 3 пари складаються з чотирьох кісточок: глоточнозяброві (pharyn-gobranchiale), верхньозяброві (epibranchiale), середньозяброві (ceratobranchiale) і нижньозяброві (hyobranchiale) (рис. 43).

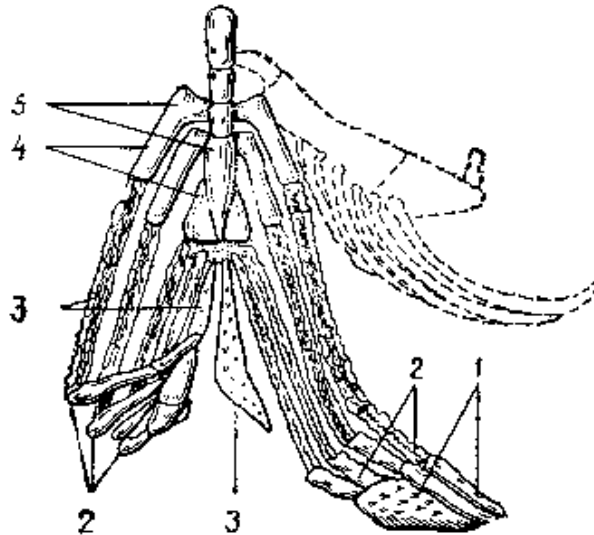


Рис. 43. Зябровий апарат судака: 1 - глоточнозяброві кістки; 2 - верхньозяброві кісті; 3 - середньозяброві кісті; 4 - нижньозяброві кісті; 5 - копула

Всі вони рухливо з'єднані між собою, а знизу примикають до непарної основної зябрової кісточки (basibranchiale), чи копулі (cupula). В четвертій парі зябрових дуг відсутня нижньозяброва кісточка, в 5-й зберігаються тільки середньозяброва кісточка і непарна копула. На 5-й дузі у судака (окуня) знаходяться мілкі нижньоглоточні зуби. На верхніх глоточнозябрових кісточках розміщені мілкі верхньоглоточні зуби.

Зяброва кришка утворена чотирма покривними кістками: кришечною (*operculum*), підкришечною (*suboperculum*), міжкришечною (*interoperculum*) і передкришечною (*praeoperculum*) з зазубреним краєм.

У щуки мозковий череп тропі базального типу, зберігає велику кількість хряща, особливо у нюховому відділі (рис. 44).

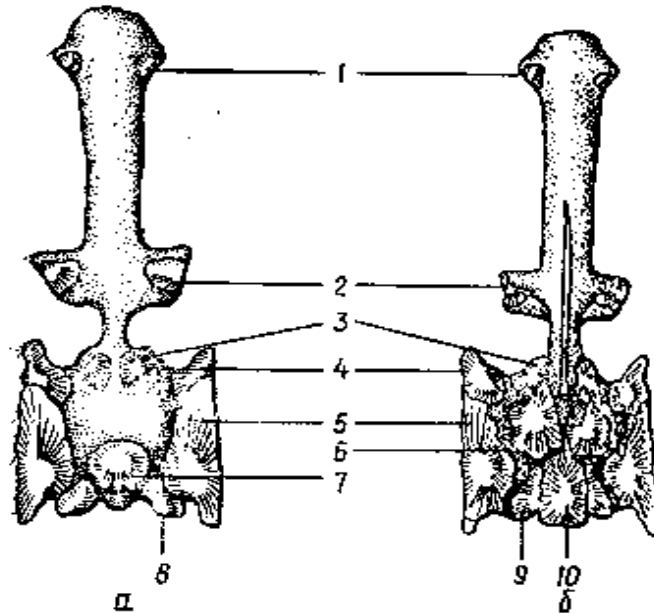


Рис. 44. Осьовий череп щуки: а - вид зверху; б - вид знизу; 1 - переднюхова кістка; 2 - бокова нюхова кістка; 3 - бокова клиновидна кістка; 4 - клиновидноушна кістка; 5 - крилоvidoушна кістка; 6 - передньоушна кістка; 7 - верхньопотилична кістка; 8 - верхньоушна кістка; 9 - бокова потилична кістка; 10 - основна потилична кістка

Носові кості сильно витягнуті і на великому продовженні щільно з'єднуються з витягнутими відростками лобних кісток. В нюховому відділі відсутня непарна середня нюхова кістка, але з боків передньої частини рила виступають з-під покривних носових кісток невеликі переднюхові кістки (*praethmoideum*). Бокові нюхові кістки розміщені з боків основи роstrumu. Відсутня основна клиновидна кістка. В навколоочному кільці є дві пари надочних кісточок. Одна - округлої форми, друга - витягнена, переднім кінцем вона стикається з носовою кісткою, а медіальним краєм - з відростком лобної. Її можна вважати передлобною кісткою (*praefrontale*).

В слуховому відділі немає задньоушної кістки. Верхньопотилична кістка крупна, має округлу форму; її краї прикриті

тім'яними кістками, так що кістка виглядає як вузький відросток між ними.

У вісцеральному скелеті необхідно відмітити форму піднебінної кістки: вона витягнута у довжину, сплюснена, озброєна щіткою зубів на нижній поверхні. Передщелепні кістки короткі і не стикаються, а лежать з боків від передньої частини роструму і знизу оснащені мілкими зубами. Верхньощелепна кістка довга, є основною кісткою вторинної верхньої щелепи; до її переднього кінця прикріплюється передщелепна. Добре розвинені верхньоглоточні зуби, а 5-а редуційована зяброва дуга несе мілкі нижньоглоточні зуби.

У коропа мозковий череп платібазального типу: з широкою основою, очиці відділені одна від одної (рис. 45). Кістки черепа щільно з'єднані між собою; кількість хряща незначна. Носові кістки короткі, округлі, розміщені з боків від сошника і середньої нюхової кістки з широкими криловидними утвореннями. Сошник короткий і не несе зубів. В очному відділі є ококлиновидні кістки (*orbitosphenoideum*). Разом з боковими клиновидними вони утворюють міжкову перегородку, характерну для платібазального типу черепа. На середині верхнього краю очиці лежить одна пара надоккових кісточок. Базісфеноїд відсутній. Серед вушних кісток своїми розмірами виділяється передньовушна, відділена від бокової потиличної кістки отвором. Задньовушна кістка, навпроти, дуже мала, розміщена між боковою потиличною і криловидновушною. Остання є верхнім краєм великої впадини у слуховій області. Основна потилична кістка знизу несе потужний відросток, на ньому лежить жорновик. Основа відростка має отвір, через який проходить спинна аорта. Бокові потиличні кістки – з великими латеральними крилами. До їх середньої сторони, через клейтрум, приєднується пояс передніх кінцівок. Ці кістки мають два крупних отвори – фонтанелі. Таким чином, в потиличному відділі коропа три отвори, а не один, як у інших риб. Фонтанелі служать для проходження потиличних нервів, а також, мабуть, сполучення порожнини черепа з позачерепними лімфатичними просторами.

У вісцеральному скелеті коропа можна відмітити ряд особливостей. Піднебінна кістка коротка, складається з трьох відростків. Передщелепні кістки зростаються своїми верхніми кінцями. Верхньощелепні – широкі, складної форми. Всі кістки верхньої і нижньої щелеп не несуть зубів. Середньозяброві кістки збільшені, і на них розташовані трьохрядні нижні глоткові зуби.

Верхньоглоточні зуби відсутні.

У налима, як у судака і щуки, мозковий череп тропі базального типу. Хряща відносно мало, він відіграє вторинну роль. Череп збоку низький; основа його пряма, і тільки задній кінець основної потиличної кістки трохи зігнутий униз (рис.45).

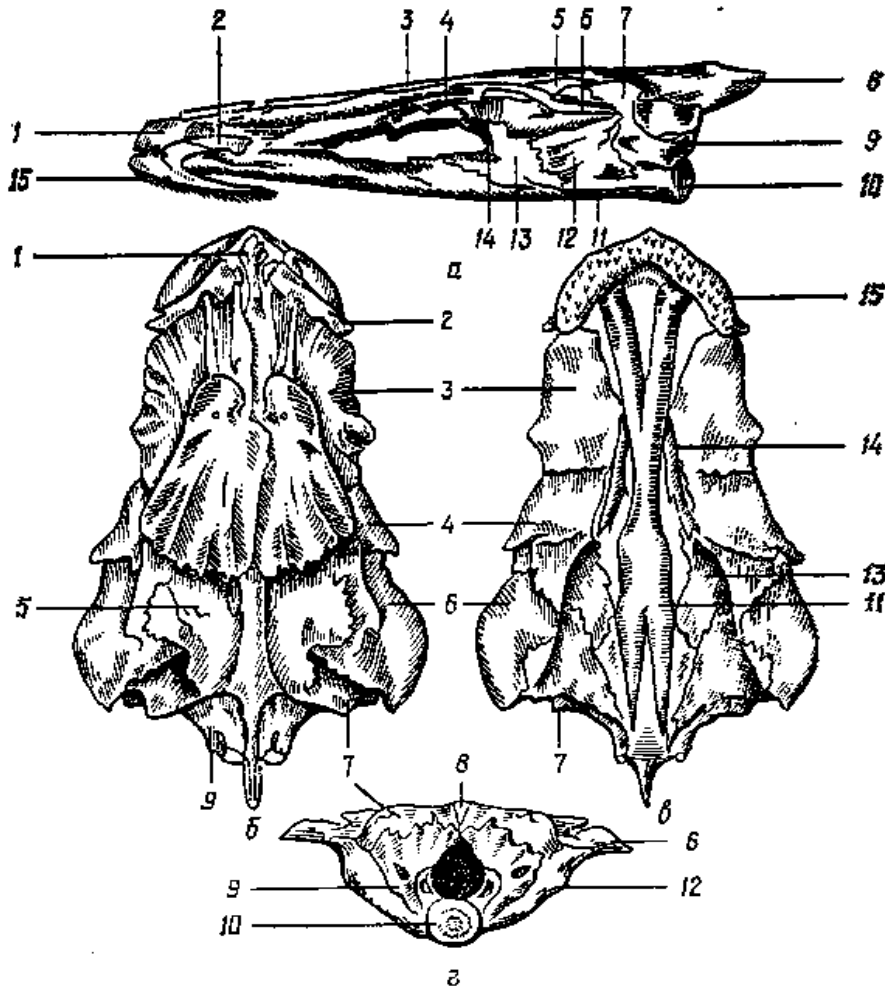


Рис. 45. Череп налима: а - вид збоку; б - вид зверху; в - вид знизу; г - вид ззаду; 1 - середня нюхова кістка; 2 - бокова нюхова кістка; 3 - лобна кістка; 4 - клиновидноушна кістка; 5 – тім'яна кістка; 6 – крилоvidoушна кістка; 7 - верхньоушна кістка; 5 – верхньопотилична кістка; 9 - бокова потилична кістка; 10 - основна потилична кістка; 11 – парасфеноїд; 12 - задньоушна кістка; 13 - передньоушна кістка; 14 - бокова клиновидна кістка; 15 - сошник

Головка сошника сильно розвинена, знизу черепа вона має вид підкови і вся покрита мілкими щетинковидними зубами. Рукоятка порівняно вузька. Парасфеноїд широкий, нижній край його на всьому протязі закруглений. Череп зверху достатньо широкий у заднього

кінця, звужується до переднього. Череп ззаду з майже невидвижними над ним гребенями верхньопотиличної кістки. Немає орбітосфеноїда і базисфеноїда. В центрі задньовушної кістки знаходиться отвір для проходження нерву. Отоліти дуже крупні.

Вісцеральний скелет відрізняється наступним. Піднебінні кістки короткі і не несуть зубів. На передщелепних кістках і кістках нижньої щелепи слабкі щетинковидні зуби. Верхньощелепна кістка вузька. Добре розвинені багаточисельні верхньоглоточні і нижньоглоточні зуби. Кришкова кістка вузька і подовжена, нижній край її з виїмкою.

У лосося, щуки і інших риб деякі із перерахованих кісток можуть замінятися покривними, і тоді вони носять інші назви. У нюховому відділі середня нюхова кістка може розвиватися як покривна. Тоді вона називається верхньонюховою (*supraethmoideum*). Якщо бокові нюхові кістки є покривними, то вони називаються передлобними (*praetrontale*). Із окостенінь слухової капсули постійно хрящовими кістками зберігаються передньовушна, верхньовушна і задньовушна. Клиновидновушна і криловидновушна у деяких риб можуть бути покривними. У такому випадку клиновидновушна називається задньолюбною (*postfrontale*), криловидновушна – лусочковою (*squamosus*).

Осьовий скелет (хребет). У судака (окуня) він утворений кістковими амфіцельними (двококовігнутими) хребцями, між ними зберігаються останки хорди. Загальна кількість хребців у судака 42 - 48, у окуня – 39 - 42. В осьовому скелеті виділяють два відділу: тулубовий і хвостовий. Хребці тулубового і хвостового відділів мають різну будову, це можна побачити на рисунку 46. Кожний хребець має тіло хребця (*corpus vertebrae*), від верхньої (спинної) частини якого відходять верхні невральні дуги (*arcus neuralis*), що замикаються верхнім остистим відростком (*processus spinosus*). Основу верхніх дуг утворюють зчленені відростки - зігапофізи (*sygapophysis*). Знизу з боків від тіла хребця відходять поперечні відростки - парапофізи (*parapophysis*). В тулубових хребцях до них причленяються ребра (*costa*). У хребцях хвостового відділу поперечні відростки зростаються, утворюючи нижню гемальну дугу (*arcus haemalis*), що замикається нижнім остистим відростком (*processus spinosus inferior*). У невральному каналі розміщений спинний мозок, у гемальному - хвостова артерія і хвостова вена. Початок гемального каналу служить границею між тулубовим і хвостовим відділами, а кількість хребців у них є важливою систематичною ознакою.

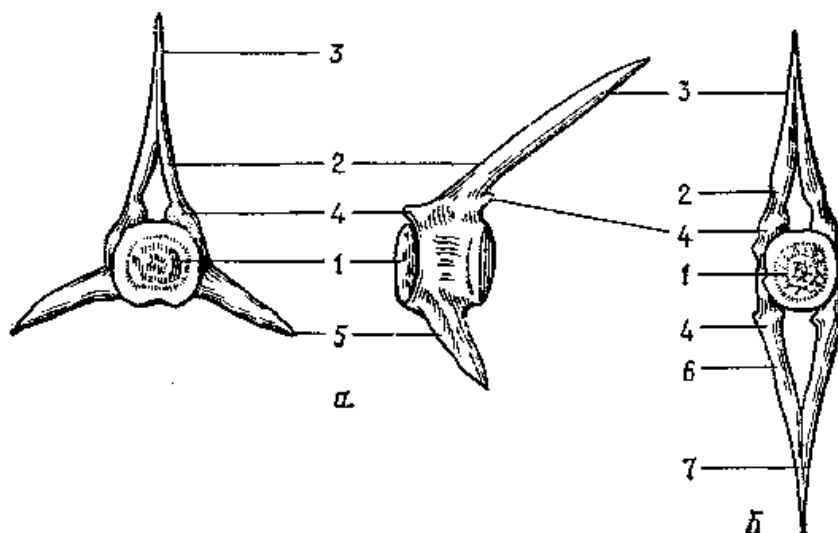


Рис. 46. Будова тулубного (а) і хвостового (б) хребців костистої риби (вид спереду і збоку): 1 - тіло хребця; 2 - невральна дуга; 3 - верхній остистий відросток; 4 - зчленений відросток; 5 - парапофіз; 6 - гемальна дуга; 7 - нижній остистий відросток

У задній частині хребта хребці видозмінюються: верхні і нижні дуги перетворені у розширені пластинки, що підтримують зовнішні промені хвостового плавника (рис. 47). Ці нижні дуги називають гіпураліями (hypuralia), верхні - уронеураліями (uroneuralia).

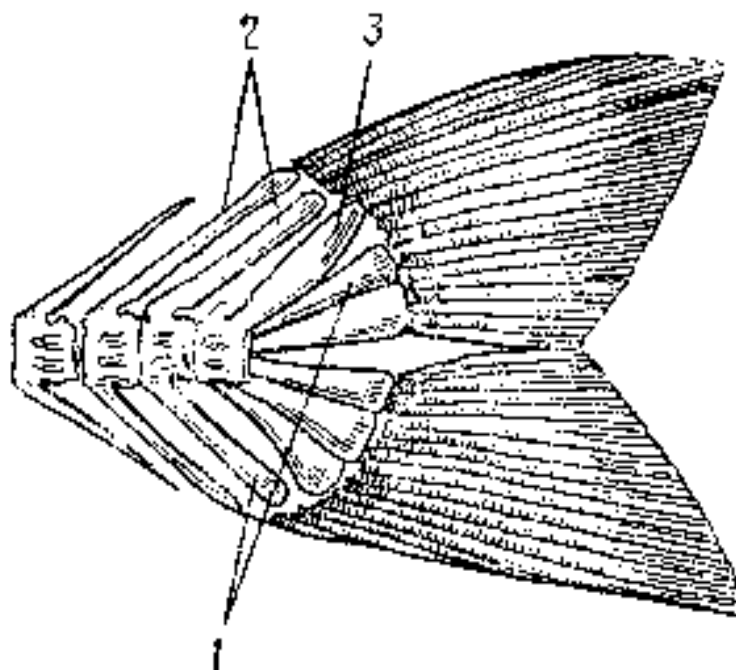


Рис. 47. Скелет хвостового плавника костистої риби: 1 - гіпуралії; 2 - уронеуралії; 3 – уростіль

Тіла останніх хребців злиті у палочковидну кісточку - уростіль (urostyl), направлену у верхню лопасть хвостового плавника.

Гіпуралії у деяких риб служать елементами, за якими визначають вік.

До складу осьового скелету входять мускульні кісточки (epipleuralia), які примикають чи до невральних дуг, чи до тіла хребця, чи до ребер.

У щуки загальна кількість хребців 56 - 65. Верхні кінці дуг у тулубних хребцях не зростаються і утворюють парні остисті відростки, але у задньому відділі тіла, позаду спинного плавника, верхні дуги, зростаючись, утворюють непарні остисті відростки. Парапофізи у щуки двійні. Є верхні і нижні міжм'язеві кісточки.

У коропа число хребців 36 - 38. Із скелетних елементів перших чотирьох хребців утворилась система кісточок, що входить до складу Веберова апарата, який є однією із розпізнавальних особливостей коропових. Веберів апарат - це орган, що передає зміни тиску зовнішнього середовища у внутрішню порожнину. Він являє собою орган, що складається з скелетних елементів перших хребців, ендолімфатичної порожнини лабіринту, перілімфатичного простору слухової капсули і плавального міхура (рис. 48).

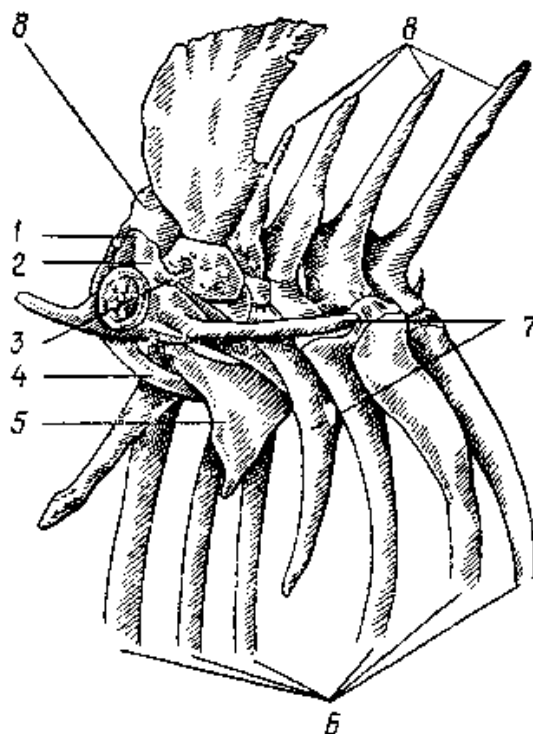


Рис. 48. Веберів апарат (вид збоку): 1 - запор; 2 - чашоподібна кісточка; 3 - вставочна кісточка; 4 - тринога кісточка; 5 - остання кісточка; 6 - ребра 5 6 і 7-го хребців; 7 - парапофізи 2-го і 4-го хребців; 8 - верхні остисті відростки 2 -7-го хребців

Остистий відросток першого хребця перетворений в одну із

кісточок Веберова апарата - запор (claustrum); верхня дуга першого хребця - у чашоподібну (scaphium) кісточку. Із верхньої дуги другого хребця утворена вставочна кісточка (incus), із поперечного відростка третього хребця - тринога (tripus). Остання кісточка Веберова апарата (os suspensorium) розвивається за рахунок ребер четвертого хребця. Всі кісточки зв'язані одна з одною, а тринога за допомогою зв'язки з'єднана з зовнішньою стінкою плавального міхура. При зміні зовнішнього тиску пасивно змінюється об'єм повітряної камери, що викликає рух кісточок апарату; в зв'язку з цим змінюється тиск через пері- і ендолімфу на лабіринт; передаване подразнення викликає у якості рефлексу відповідну зміну м'язового тону. У коропа є велике число тонких кісточок, розміщених у товщі мускулатури і розвинених за рахунок окостеніння сухожиль. У налима загальне число хребців 58 - 66. Вони несуть ребра і парапофізи тонкі, довгі. У ряду тріскових риб (навага, мерлуза) ребер немає, їх функцію виконують здуття на парапофізах.

Скелет непарних плавників. Спинний і анальний плавники складаються з кісткових променів: внутрішніх, скритих у мускулатурі птерігофор (pterygiophora) і зовнішніх плавникових променів - лепідотріхій (lepidotrichia) (рис. 51). У всіх костистих риб спостерігається відповідність числа птерігофор числу плавникових променів. Число променів у плавниках і їх характер є систематичною ознакою.

Хвостовий плавник складається з лепідотріхій, що опираються на видозмінені елементи останніх хребців - уростіль і гіпуралії (див. рис. 49).

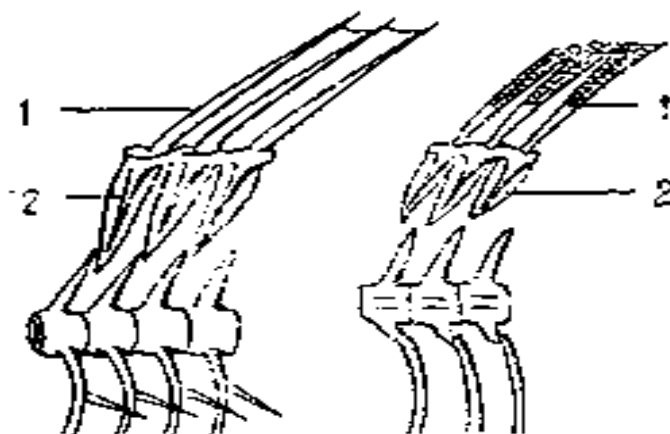


Рис. 49. Скелет непарного спинного плавника костистої риби з прилягаючим відділом хребта: 1 - промені плавника - лепідотріхії (зліва тверді, справа м'які); 2 – птерігофори

У судака (окуня) хвостовий плавник гомоцеркальний (уростіль є

границею між гіпоураліями і уронеураліями; більша частина променів верхньої лопасті і всі промені нижньої лопасті опираються на гіпуралії.

Скелет парних плавників і їх поясів. Парні плавники складаються з поясів плавників і скелету вільного плавника. Опорою грудних плавників служить плечовий пояс. У судака (окуня) він представлений двома хондральними і кількома покривними кістками (рис. 50).

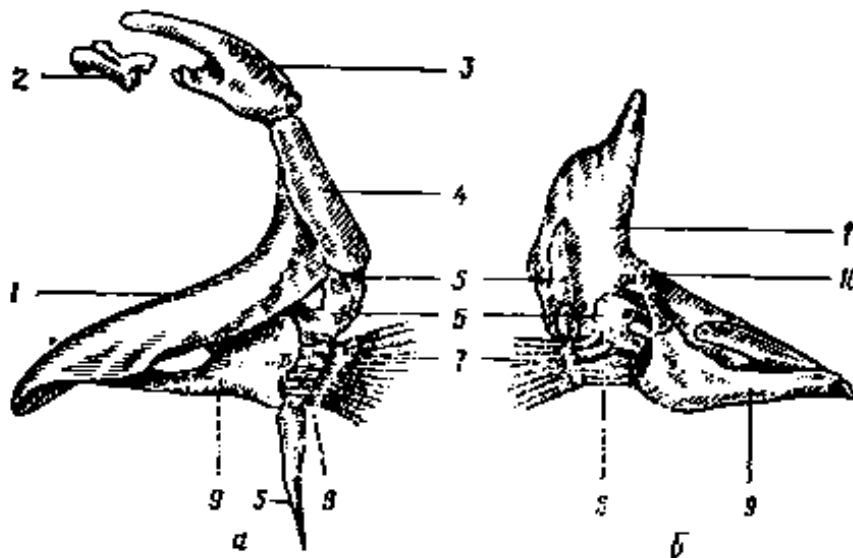


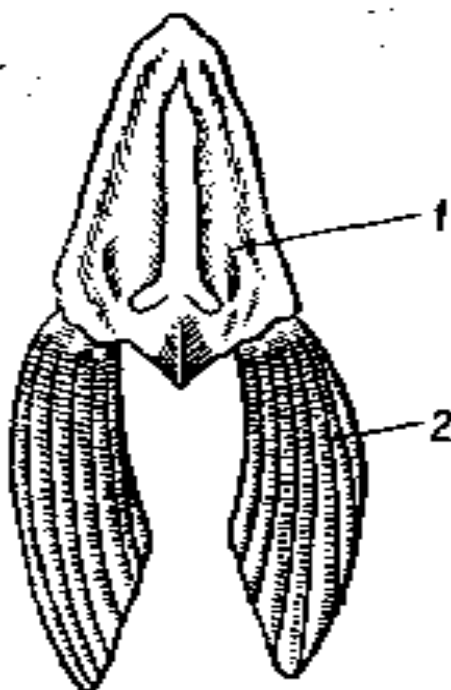
Рис. 50. Плечовий пояс костистої риби з грудним плавником:
а - судака; б - коропа; 1 - ключиця; 2 – надтім'яна кістка;
3 - задньовисочна кістка; 4 - надключична кістка;
5 - підключична кістка; 6 - лопатка; 7 - промені плавника
(лепідотріхії); 8 - радіалії; 9 - коракоїд; 10 - мезокоракоїд

Хондральними є: лопатка (scapula) і коракоїд (coracoideum). Покривні кістки: клейтрум (cleithrum), надклейтрум (supracleithrum), задньоключична (postcleithrum), задньовисочна (posttemporale) і надтім'яна (supratemporale). Елементи первинного поясу нерухомо з'єднані з клейтрумом, а задньотім'яні і надтім'яні кістки причленяються до осьового черепу, що забезпечує міцну фіксацію плечового поясу.

Скелет вільного плавника складається із радіалій, що відходять від лопасті, а частково від коракоїда, і лепідотріхій.

Тазовий пояс складається з двох плоских трикутних кісток (pubis), що лежать у товщі черевної мускулатури (рис. 51). З осьовим скелетом тазовий пояс не зв'язаний. У окуневих як правило тазові

кістки прикріплені до ключиць. До бокових сторін тазового поясу причленяються промені черевних плавників - лепідотріхій.



*Рис. 51. Тазовий пояс костистої риби з черевним плавником:
1 - тазова кістка; 2 - промені плавника*

У щуки на місці задньовисочної кістки розміщені дві: верхня називається задньовисочною, а нижня – надвисочною кісткою (supratemporale). Мезокоракоїда немає. Колючих променів у непарних і парних плавниках немає.

У коропа у плечовому поясі є додаткова кістка – мезокоракоїд (mesocoracoideum). Спереду спинного плавника зберігаються, багаточисельні рудиментарні птерігофори – останки більш довгого раніше спинного плавника. Лепідотріхії спинного і анального плавників в основному гіллясті. Перші 2 - 3 (4) променя негіллясті членисті; останні з них часто бувають потовщені, втрачають членистість, окостенівають і перетворюються у шип, колючку, інколи ззаду зазубрену.

У налима мезокоракоїд у плечовому поясі відсутній. Лопаточний отвір розташовано між лопаткою і коракоїдом, тоді як у більшості риб він знаходиться на самій лопаточній кістці. У плавниках немає колючих променів. Тазовий пояс з'єднаний зв'язкою

з ключицями. Хвостовий плавник налима, як і інших тріскових, дифіцеркальний. Промені верхньої лопасті хвоста опираються на уронеуралії, нижньої – на гіпуралії.

Питання для самоперевірки:

1. На які відділи можна розчленити черепну коробку костистих риб?

2. Який тип з'єднання щелепного апарату з черепною коробкою у костистих риб?

3. У кого із розглянутих видів череп платібазального, а у кого тропібазального типу?

4. Перечисліть кістки кришки черепа судака.

5. Перечисліть кістки дна черепа і потиличного відділу судака.

6. Назвіть всі кістки вушного відділу.

7. Назвіть кістки верхньої щелепи судака, виділіть первинні і вторинні.

8. Назвіть кістки нижньої щелепи.

9. Назвіть всі елементи під'язичної і зябрової дуг.

10. Які кістки входять до складу зябрової кришки?

11. На які відділи ділиться хребет?

12. Чим відрізняються хребці тулубового відділу від хребців хвостового відділу?

13. Що таке парапофізи?

14. Яка будова плечового і тазового поясів у судака і коропа. Чим вони відрізняються?

15. Які особливості будови хвостового плавника у судака і налима?

16. Опишіть будову непарних і парних плавників костистої риби.

17. Опишіть будову парних плавників судака.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шерман І. М., Пилипенко Ю. В., Шевченко П. Г. Загальна іхтіологія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2009. 454 с.
2. Дегтярьов П. А., Євтушенко М. Ю., Шерман І. М. Фізіологія риб : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2008. 342 с.
3. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2011. 484 с.
4. Шерман І. М., Рилов В. Г. Технологія виробництва продукції рибництва : підручник. Київ : Вища освіта, 2005. 351 с.
5. Товстик В. Ф. Рибництво : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2004. 272 с.
6. Шерман І. М., Пилипенко Ю. В. Іхтіологічний російсько – український тлумачний словник. Київ : Видавничий дім “Альтернативи”, 1999. 272 с.
7. Шерман І. М. Ставові рибництво. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
8. Шерман І. М., Гринжевський М. В., Грициняк І. І. Розведення і селекція риб. Київ : БМТ. 1999. С. 7-16.
9. Щербуха А. Я. Риби наших водойм. Київ : Радянська школа, 1987. 159 с.
10. Вовк Н. І., Божик В. Й. Іхтіопатологія : підручник. Київ : Агроосвіта. 2014. 308 с.
11. Козій М. С., Шерман І. М., Лянзберг О. В. Атлас гістології та ембріології промислових риб : навчальний посібник. Херсон : Олді-плюс, 2018. 404 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ АКВАКУЛЬТУРИ

Методичні рекомендації

Укладач: **Данильчук Галина Анатоліївна**

Формат 60×84 1/16 Ум. друк. арк. 4,19.

Тираж 20 прим. Зам. № ____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490
від 20.02.2013 р.