

Hydrobiologie a rybnářství

Základy morfologie, anatomie a fyziologie ryb

prof. Ing. Petr Spurný, CSc.



Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

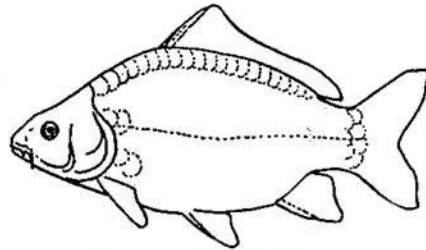
Charakteristika ryb

- Ryby představují nejstarší skupinu obratlovců žijících na Zemi (prvohory - spodní devon) a současně druhově nejpočetnější (32.800 popsaných recentních druhů)
- Ryby se v průběhu svého vývoje dokázaly dokonale přizpůsobit specifickým podmínkám vodního prostředí jak stavbou těla, tak jednotlivými životními funkcemi. Proto také osídlují prakticky všechny typy vod
- Ryby jsou živočichové **poikilotermní** (různotepelní), jejichž vnitřní teplota se přibližuje teplotě prostředí, v němž žijí. To je nejdůležitější faktor, který zásadním způsobem ovlivňuje všechny funkce rybího organismu

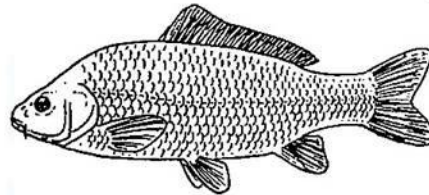
Tvary rybího těla

- Tvar těla je důsledkem adaptace ryby na podmínky prostředí
- Nejčastější tvar těla je protáhlý, vřetenovitý (ryby proudných vod a výborní plavci) – losos, pstruh
- Kuželovitý tvar (laterálně zploštělý) ryby stojatých vod - cejn, kapr
- Hadovitý (úhořovitý) tvar - úhoř
- Bizarní (podivný) zejména u hlubinných mořských ryb – platýz, mořský koníček, d'as

Tvary rybího těla



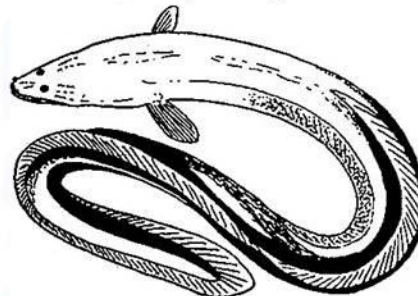
Kapr - prošlechtěná forma



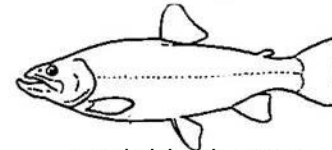
Kapr - málo prošlechtěný



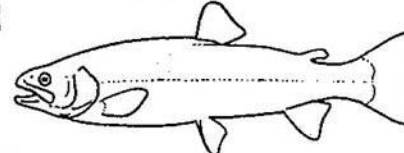
Úhoř - juvenilní jedinec



Úhoř - dospělý jedinec



Pstruh duhový - samec



Pstruh duhový - samice

Průřez těla různých druhů ryb



Cejn



Mník



Štika



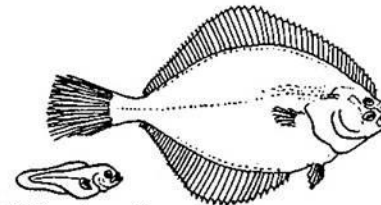
Úhoř



Vranka



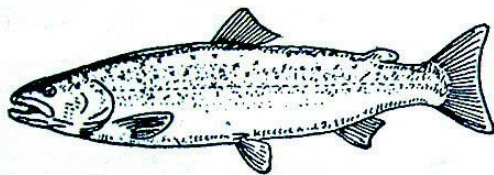
Jeseter



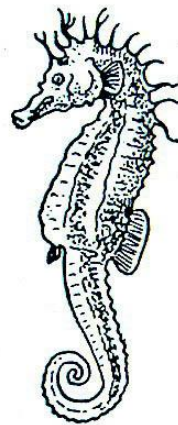
Platýz - juvenil

Platýz - dopsělec

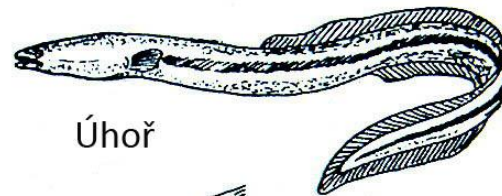
Tvary rybího těla II



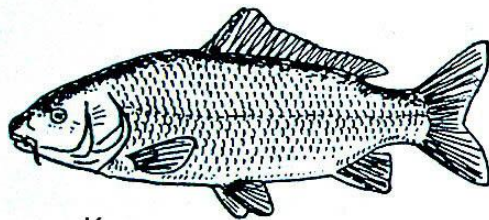
Losos



Koníček



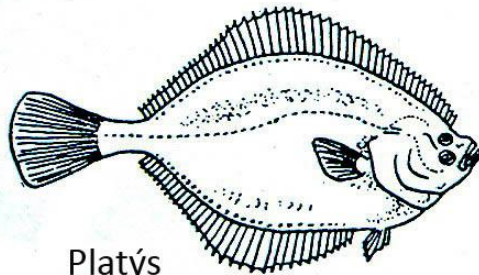
Úhoř



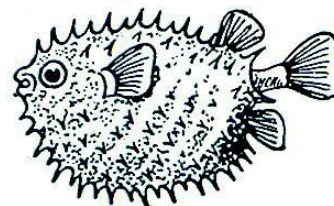
Kapr



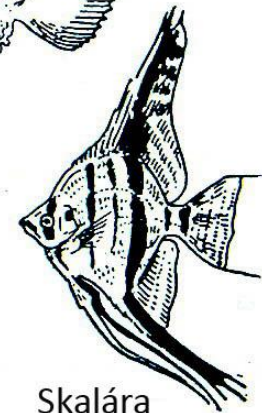
Řas



Platýs



Ježík

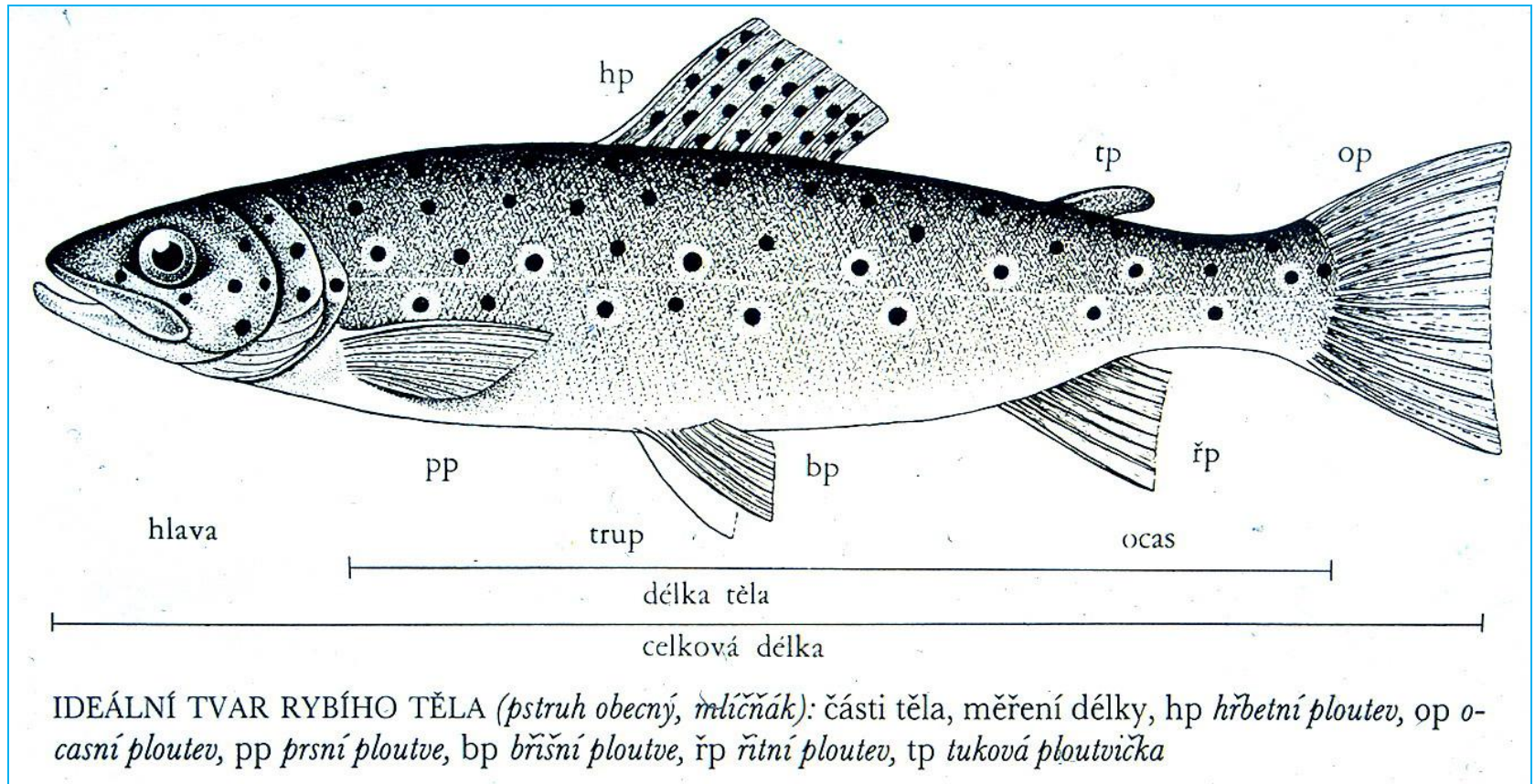


Skalára

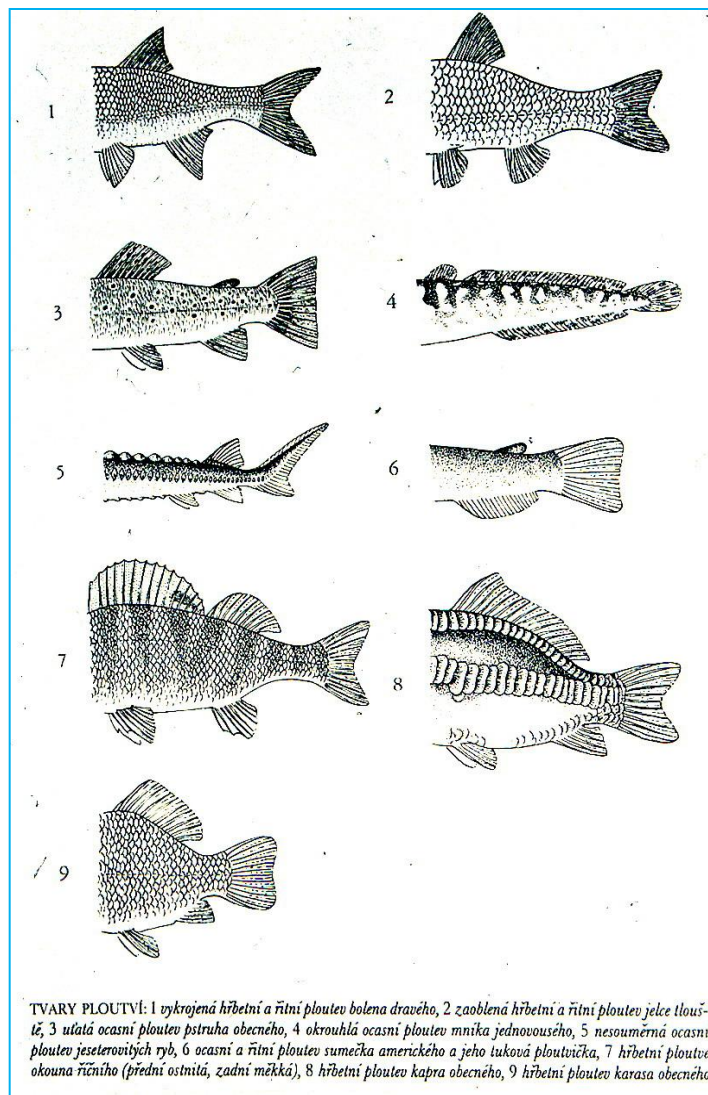
Části rybího těla a ploutve

- Hlava, trup, ocasní násadec, **ryby nemají krk, hlava je pevně spojena s trupem**, trup se dále dělí na hřbetní a břišní část, hranici tvoří páteř
- Ploutve představují pohybové orgány ryb. Jsou to kožní útvary zpevněné tvrdými a měkkými kostěnými paprsky:
 - párové: prsní a břišní
 - nepárové: hřbetní, řitní a ocasní, případně tuková
- Pohyb rybího těla je horizontální, začíná za hlavou a přechází až k ocasu. Při ztrátě ocasní ploutve musí ryba vynaložit o 40% více energie a pohyb není plynulý

Části rybího těla a ploutve



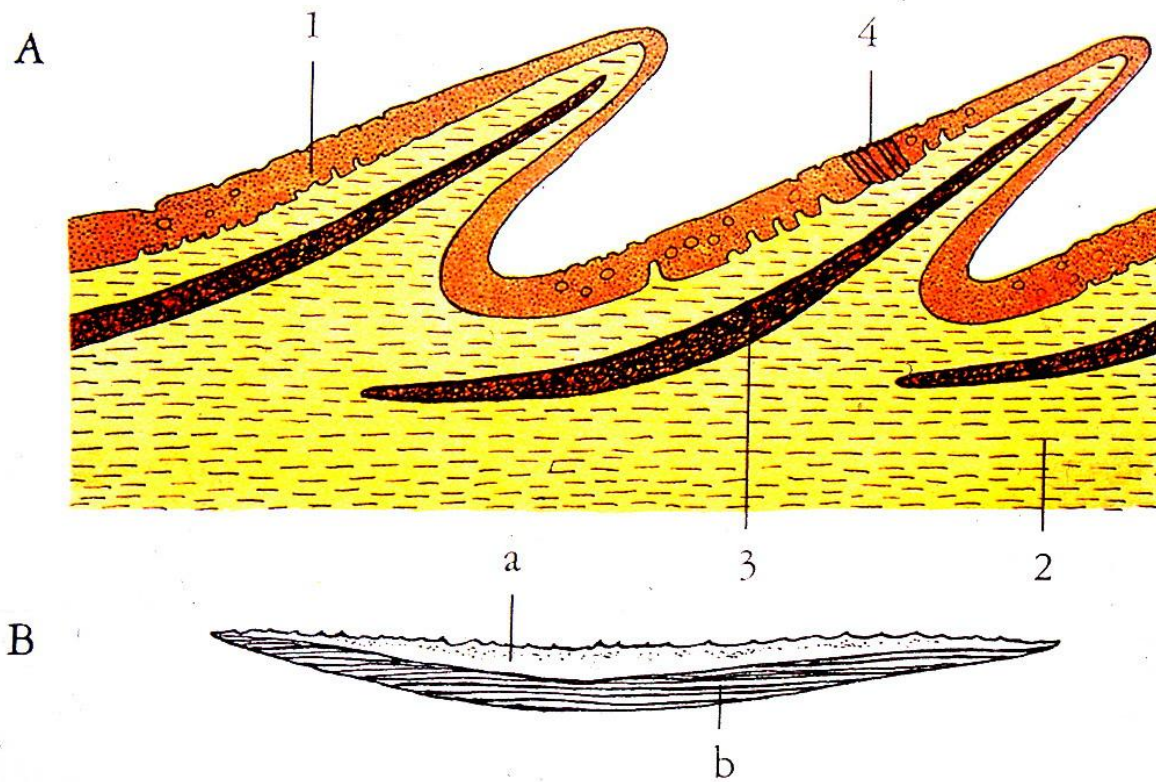
Tvary ploutví



Kůže a šupiny

- Rybí kůže je dvouvrstevná: pokožka a škára
- Na povrch ústí slizové žlázy produkující ochranný sliz (důležitá také jeho pachová složka), pokožka není krvena a nerohovatí
- Škára je bohatě krvena, umožňuje kožní dýchání, je nositelem zbarvení ryby a vyrůstají z ní šupiny
- Šupiny jsou přeměněné ploché kosti mechanicky chránící povrch rybího těla, symetricky seřazeny a taškovitě se překrývají
- Vývojově: plakoidní, ganoidní, cykloidní a ktenoidní

Řez rybí kůží

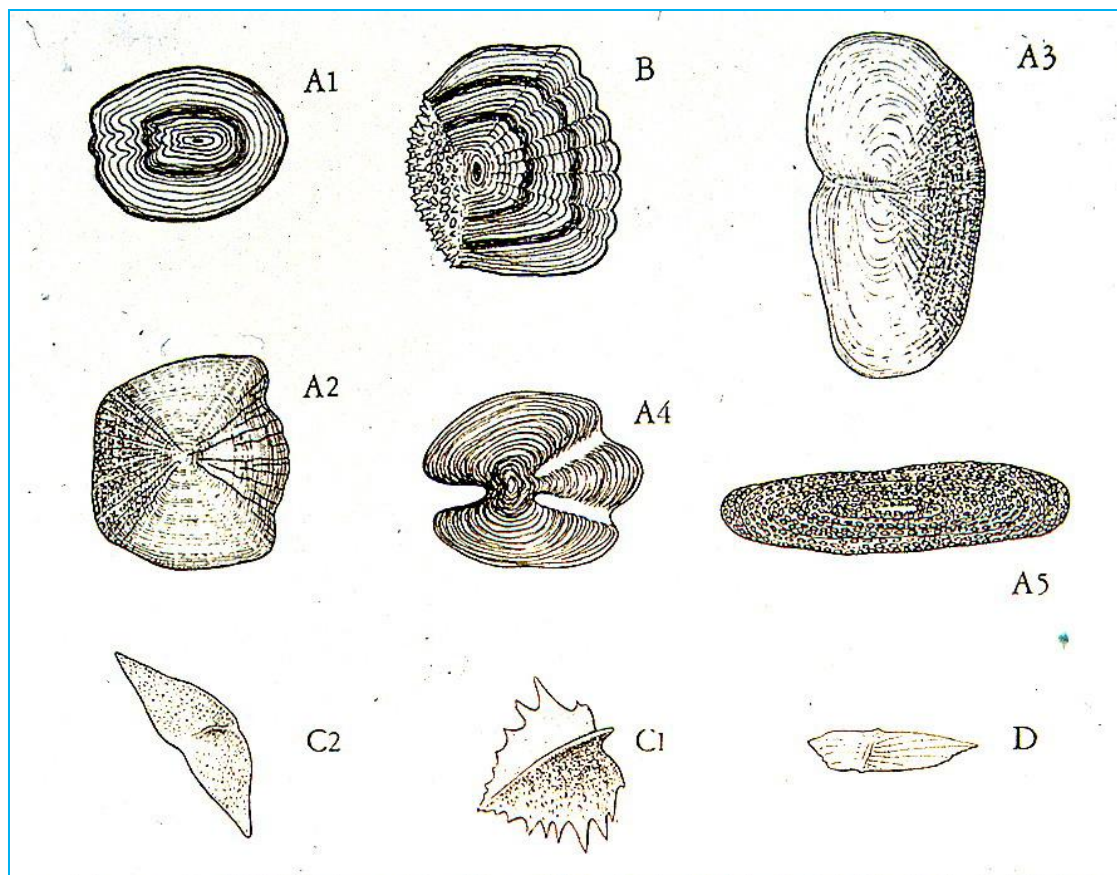


KŮŽE RYB: A řez kůží s šupinami okouna říčního — 1 pokožka, 2 škára, 3 šupina, 4 smyslový pupen; B řez šupinou — a horní vrstva, b dolní vrstva

Rybí kůže v galanterii



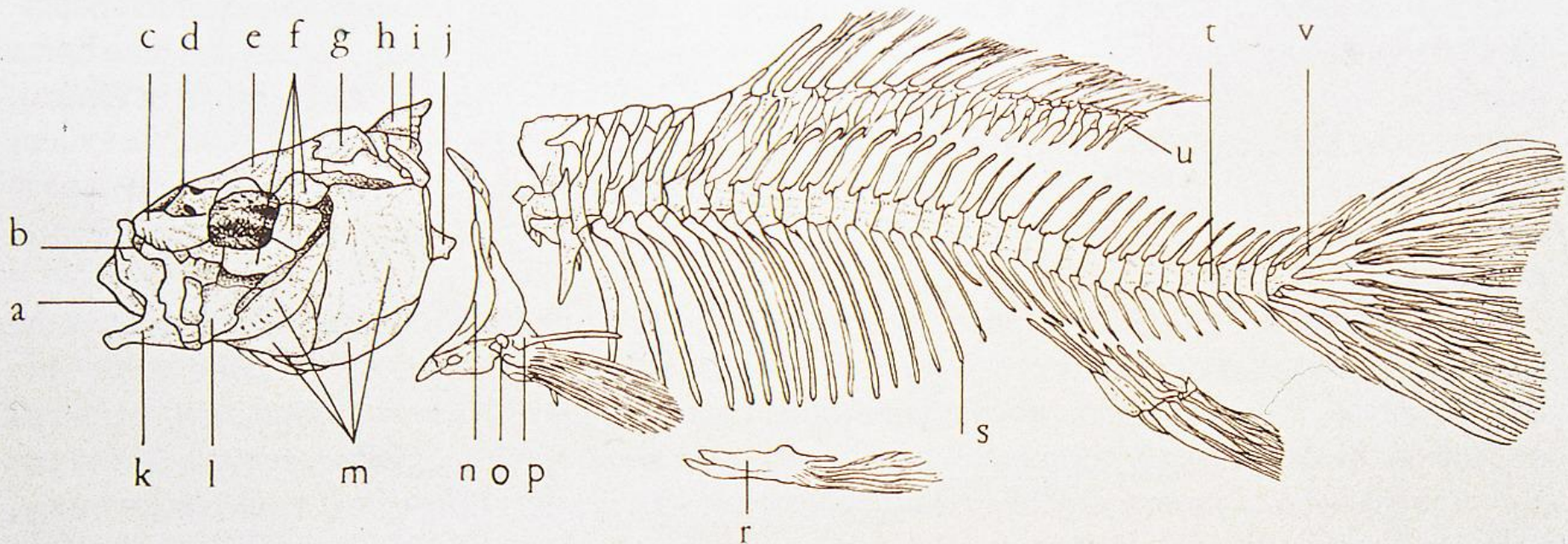
Vývojové typy šupin



RYBÍ ŠUPINY: A cykloidní šupiny – A 1 schéma přírůstkových kruhů (ukončený druhý rok růstu), A 2 šupina z boční čáry kapra obecného šupináce, A 3 šupina z boční čáry kapra obecného lysce, A 4 šupina štiky, A 5 šupina úhoře říčního; B hřebenitá šupina okouna říčního; C 1 hřbetní šlítek jesetera malého, C 2 boční šlítek jesetera ruského; D kostěná destička z boku koljušky tříostné

Rybí kostra

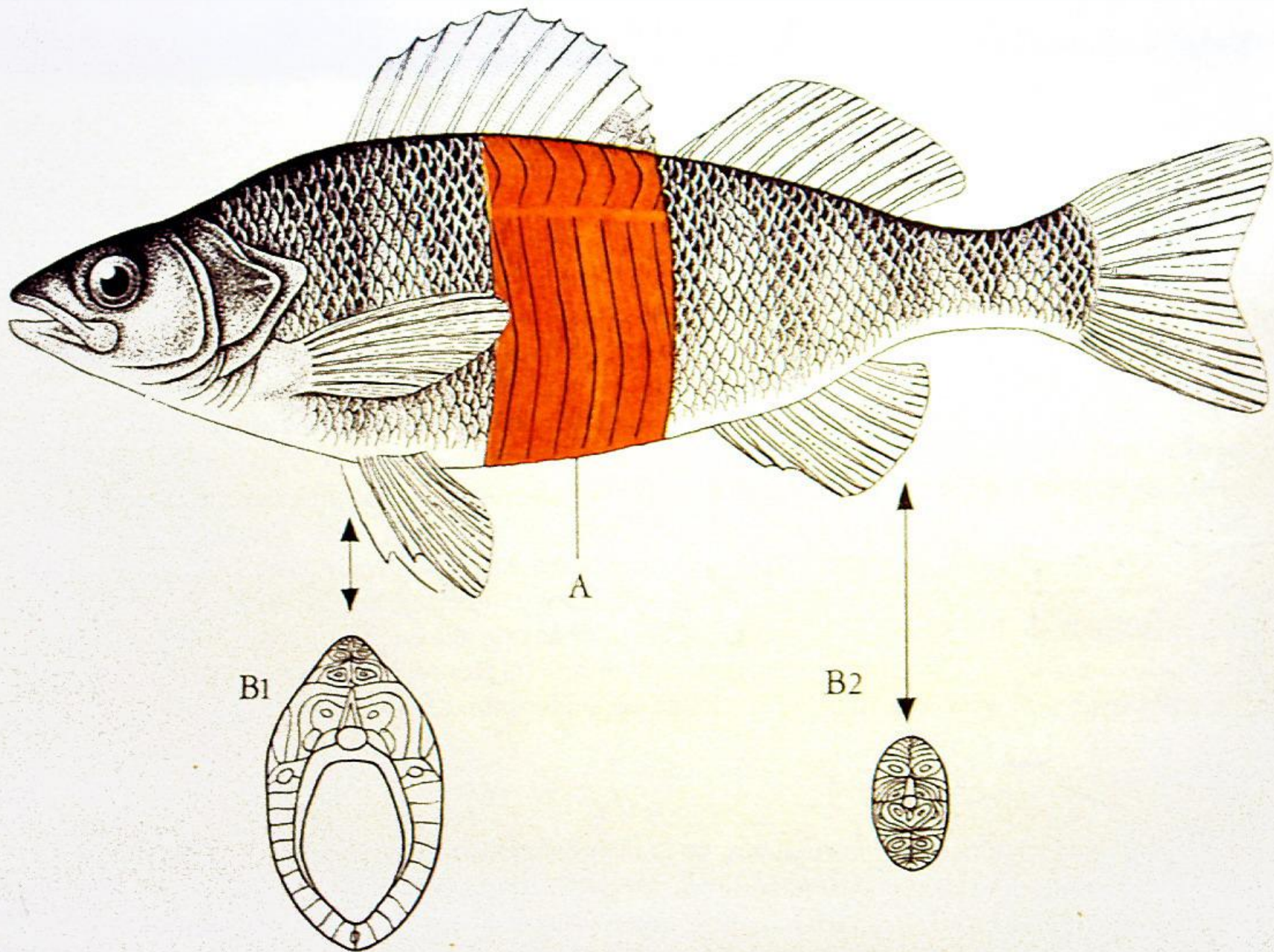
- Tvoří oporu těla a obklopuje vnitřní orgány. **Musí být lehká, pružná a pevná.** Osteogeneze probíhá po celý život, ryby se vyznačují tzv. otevřeným růstem.
- *Axiální skelet* (hlava, páteř, žebra, mezisvalové kůstky)
- *Apendikulární skelet* (kostra ploutví)



KOSTRA RYBY: a lichá kost předčelistní, b kosti čelistní, c kost slzní, d kosti čichové, e kost čelní, f kosti očníkové, g kost temenní, h kost týlní svrchní, i kost spánková zadní, j spodní kost týlní, k kost zubní, l kost čtvercová, m kosti skřelové, n kost klíční, o lopatka, p zadní kost klíční, r kost trojúhelníková, s žebra, t obratle (páteř), u kosti trnovité, v urostyl

Svalová soustava

- Představuje souhrn všech svalů v těle , vyskytuje se hladká, příčně pruhovaná i smíšená svalovina. Kosterní svalovina obsahuje 70-80% vody, kolem 20% bílkovin a 1-25% tuku
- Svalovina trupu **je segmentárně** uspořádána (myomery, myosepta). Dělí se na svalovinu hřbetní a břišní. Je tvořena příčně pruhovanou svalovinou světlé a červené barvy
- Rybí svalovina představuje dietetickou potravinu splňující moderní požadavky zdravé výživy (stravitelnost, vhodné složení tuku, jednoduché proteiny, vitaminy, minerální látky)



RYBÍ SVALSTVO: A uspořádání svalových dílců, B 1, B 2 příčné řezy svalovými sloupci trupu a ocasu

Nervová soustava

- CNS (mozek a mícha)
- Periferní NS (mozkové a míšní nervy)
- Autonomní NS (specializovaná část periferní)
- Mozek velmi malý (asi 1/1000 tělesné hmotnosti), je pětídílný:

Přední mozek – centrum čichu

Mezimozek – korelace mezi CNS a endokrinní soustavou

Střední mozek - centrum zraku, rovnováhy a pohybu

Zadní mozek – centrum rovnováhy a koordinace smysl. org.

Prodloužená mícha – dýchání, zbarvení, sluch apod.

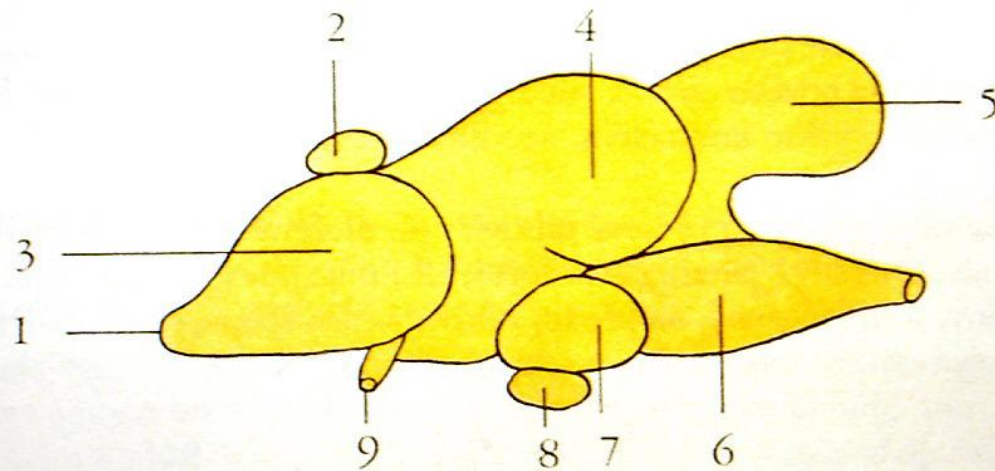
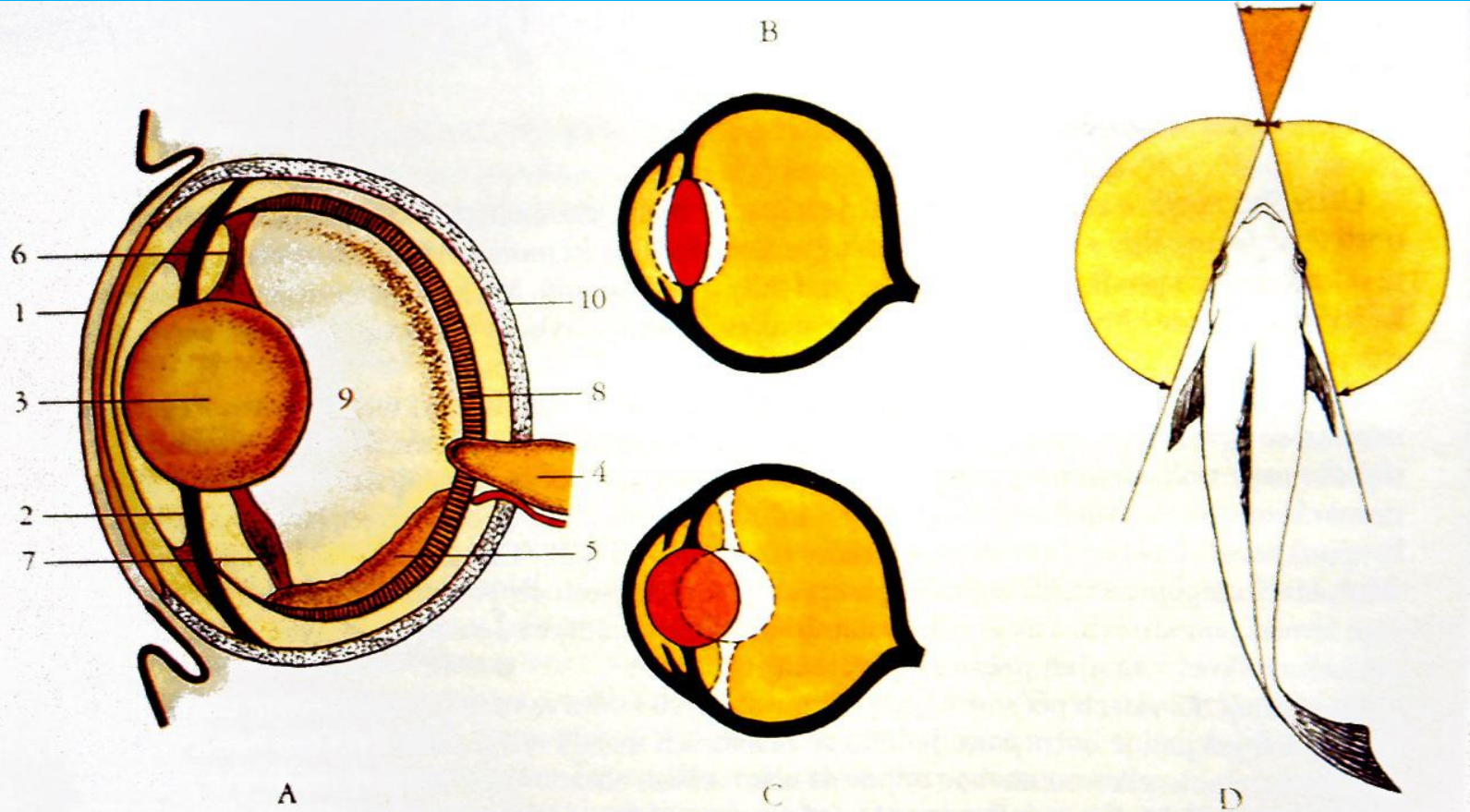


SCHÉMA MOZKU RYBY: 1 čichový lalok, 2 mezimozek, 3 přední mozek, 4 střední mozek, 5 zadní mozek, 6 prodloužená mícha, 7 mezimozek, 8 podvěšek mozkový čili hypofýza, 9 zrakový nerv

Smyslové orgány - zrak

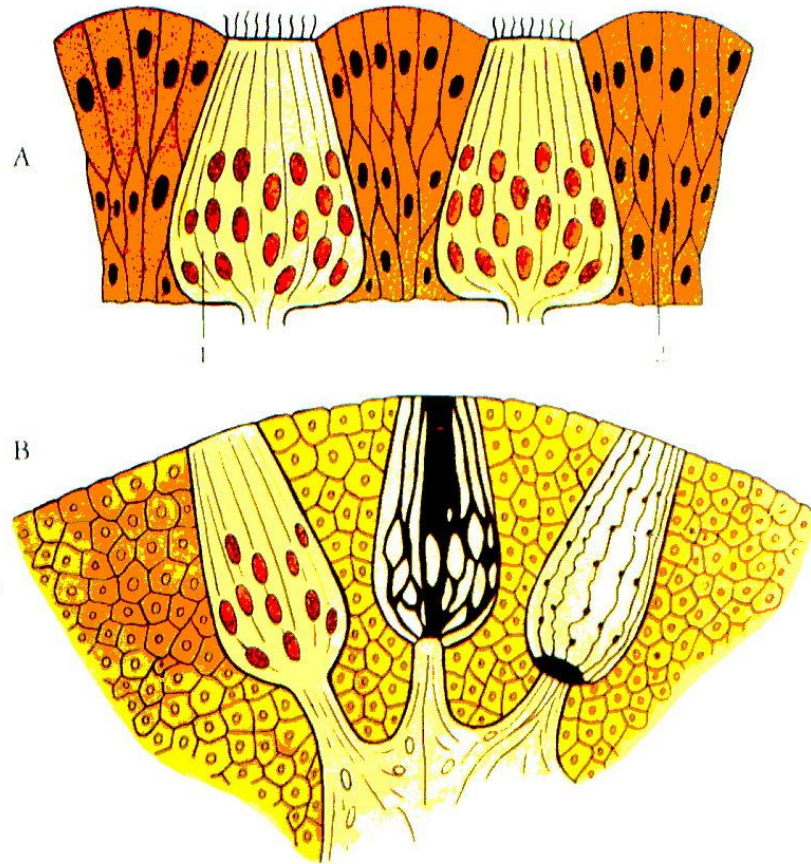
- Rybí oko **krátkozraké**, vidění do 5-10 m, vidí barevně
- Zorně pole horizontálně 160-170°, vertikálně kolem 150°
- Oči nemají víčka ani slzné žlázy
- Rozvoj zraku záleží na denní potravní aktivitě ryby (pozná se podle velikosti očí)
- **Čočka nemá schopnost akomodace**, zaostřování pomocí speciálního svalu



RYBÍ OKO: A — 1 rohovka, 2 duhovka, 3 čočka, 4 zrakový nerv, 5 srpkovitý výběžek, 6 závěs čočky, 7 sval čočky, 8 sítnice, 9 sklivce, 10 bělima; B — oko savců zaostřuje akomodací čočky; C — oko ryb zaostřuje změnou polohy čočky; D — zorný úhel ryb je prakticky neomezený

Čich

- Čichový orgán reaguje na nízké koncentrace pachových látek rozpuštěných ve vodě na velkou vzdálenost
- Je tvořen párem čichových jamek rozdělených příčnou blanitou přepážkou vždy na přední a zadní nozdru
- Význam při vyhledávání potravy, migracích, orientaci v hejnu, rozmnožování, varování před dravcem, vyhýbání se znečištěným vodám
- Některé druhy s noční potravní aktivitou mají hypersenzibilní čich (úhoř)



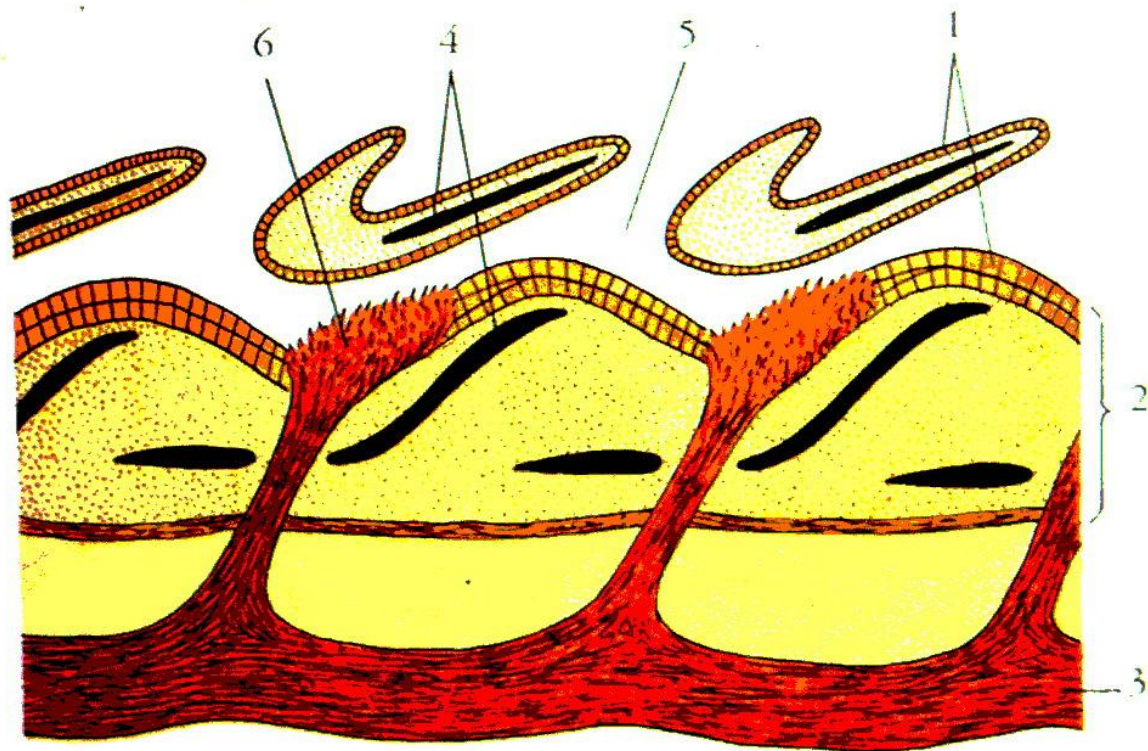
ČÍVNÉ BUŇKY: A čichové – 1 čichový pohárek, 2 epitel; B chuťové pohárky

Chuť

- Slouží k registraci a rozlišení vysokých koncentrací rozpuštěných látek na krátkou vzdálenost
- Chuťové buňky jsou rozmístěny na pyscích, v ústech, v jícnu, na vousech a často i na povrchu těla (hlava, ploutve, boky těla)
- Ryba rozlišuje čtyři základní chuti: sladkou, kyselou, slanou a hořkou (tu velmi špatně)

Postranní čára

- Speciální smyslový orgán ryb a vodního stadia obojživelníků
- Probíhá v několika kanálcích na hlavě a po obou bocích ryby přibližně v linii páteře (na těle může být zkrácená, nebo dokonce chybět, na hlavě vyvinuta vždy)
- Je označována jako hmat na dálku, reaguje na směr proudění a vlnění vody a informuje rybu o překážkách ve vodě, přijímá zvukové vlny v kmitočtu 1-25 Hz (max. 100 Hz)



PODÉLNÝ ŘEZ BOČNÍ ČAROU RYBY: 1 *pokožka*, 2 *škára*, 3 *nervy*, 4 *šupiny*, 5 *kanálek boční čáry*, 6 *čivné buňky*.

Statoakustický orgán

- Tvořen jednoduchým párovým orgánem, redukováným pouze na vnitřní ucho
- Slouží rybě k udržování rovnováhy, určování polohy těla a vnímání zvuků o frekvenci 16 Hz – 13.000 Hz
- Funkčně souvisí s orgánem postranní čáry (vnitřní ucho také vývojově vzniká z částí hlavových větví postranní čáry)

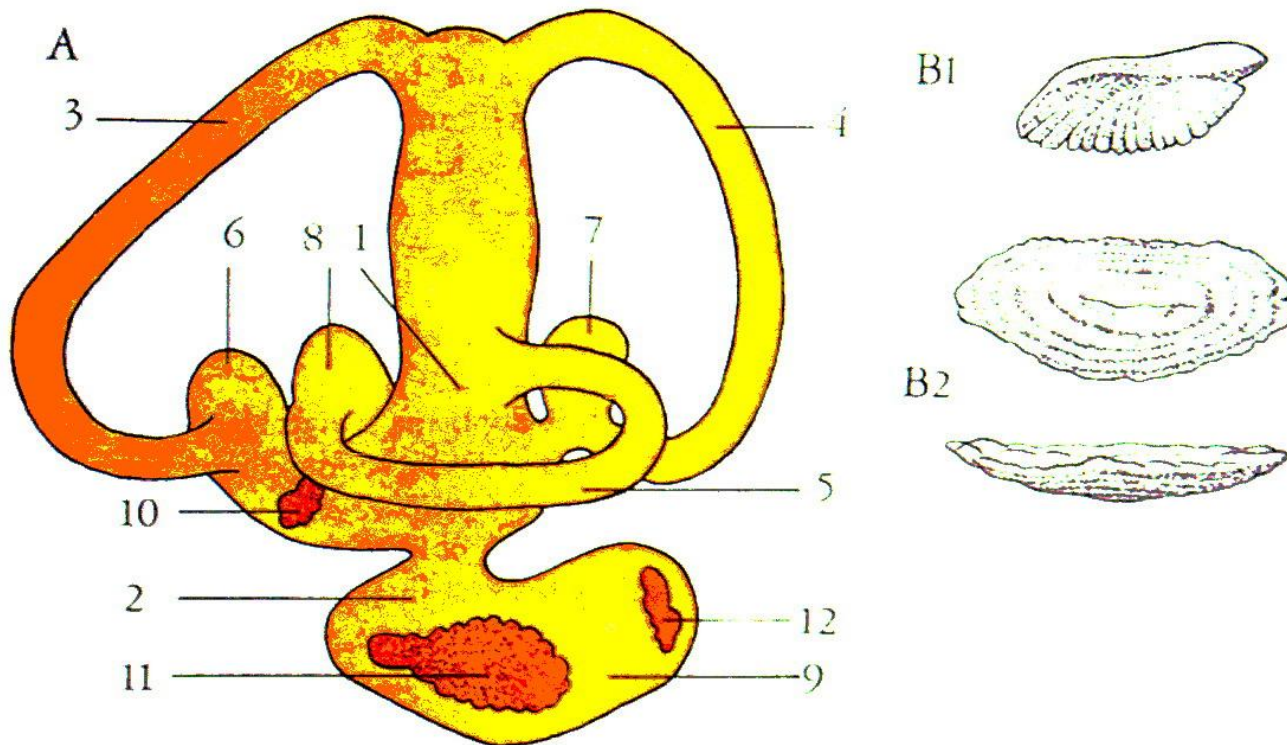
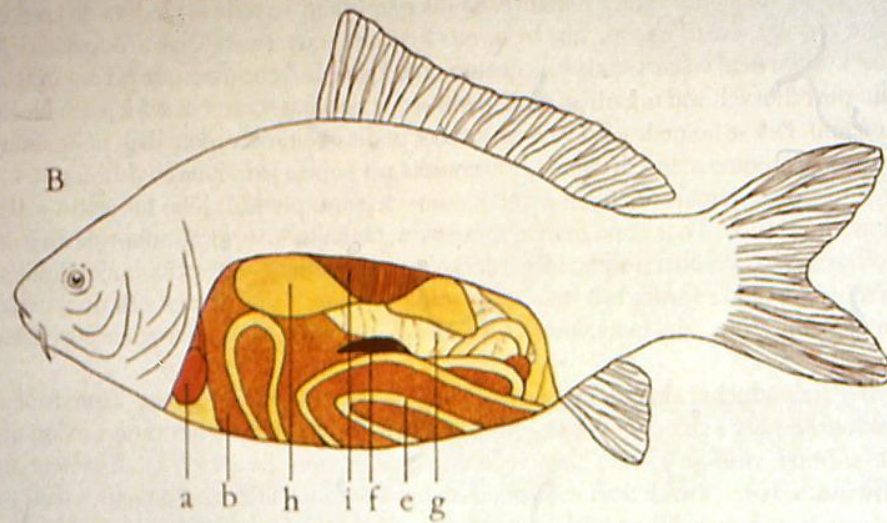
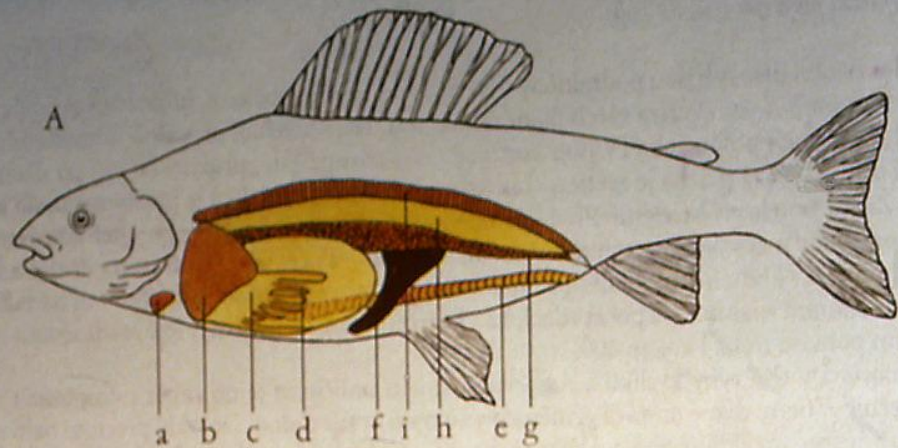


SCHÉMA RYBÍHO UCHA (vnitřní ucho): A – 1 *večtý váček*, 2 *kulatý váček*, 3, 4, 5 *trojice polokruhovitých chodeb*, 6, 7, 8 *ampule*, 9 *lagena*, 10, 11, 12 *sluchové kaménky* čili *otolity* („*kamínek*“, „*šíp*“, „*hvězdička*“); B – 1 *otolit candáta*; B – 2 *otolit mnika* (*pohled shora a z boku*)

Plynový měchýř

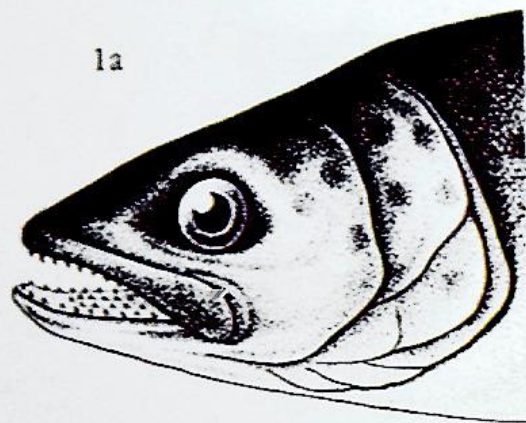
- Nepárový hydrostatický orgán vyrovnávající tlak plynu v těle s vnějším tlakem v různé hloubce
- Je přítomen pouze u kostnatých ryb (paryby nemají). Vzniká během embryonálního vývoje vychlípáním dorzální stěny jícnu
- Rybí larva si jej musí naplnit polknutím atmosférického vzduchu u hladiny. Teprve potom se začne aktivně pohybovat, pokud se jí to nepodaří, během několika týdnů hyne



ULOŽENÍ ORGÁNŮ V TĚLNÍ DUTINĚ RYB: A lososovitých (lipan podhorní), B kaprovitých (kapr obecný) — a srdce, b játra, c žaludek (u kaprovitých ryb není vyvinut), d pylorické přívěsky u lososovitých ryb, e střevo, f slezina, g pohlavní orgány, h plynový měchýř, i ledviny

Zaživací ústrojí

- Ryby nemají pravý pohyblivý jazyk a slinné žlázy chybějí. Zuby dravců slouží pouze k uchvácení kořisti, u kaprovitých ryb na vstupu do jícnu tzv. požerákové zuby (drtící)
- U ryb **se žaludkem** probíhá trávení v kyselém i zásaditém prostředí, tyto ryby mají vyšší požadavky na obsah proteinů v potravě
- U ryb **bez žaludku** (kaprovité ryby) probíhá trávení v neutrálním až zásaditém prostředí, tyto ryby lépe tráví sacharidy a potravu přijímají v kratších intervalech



1a



1b



2



3



4



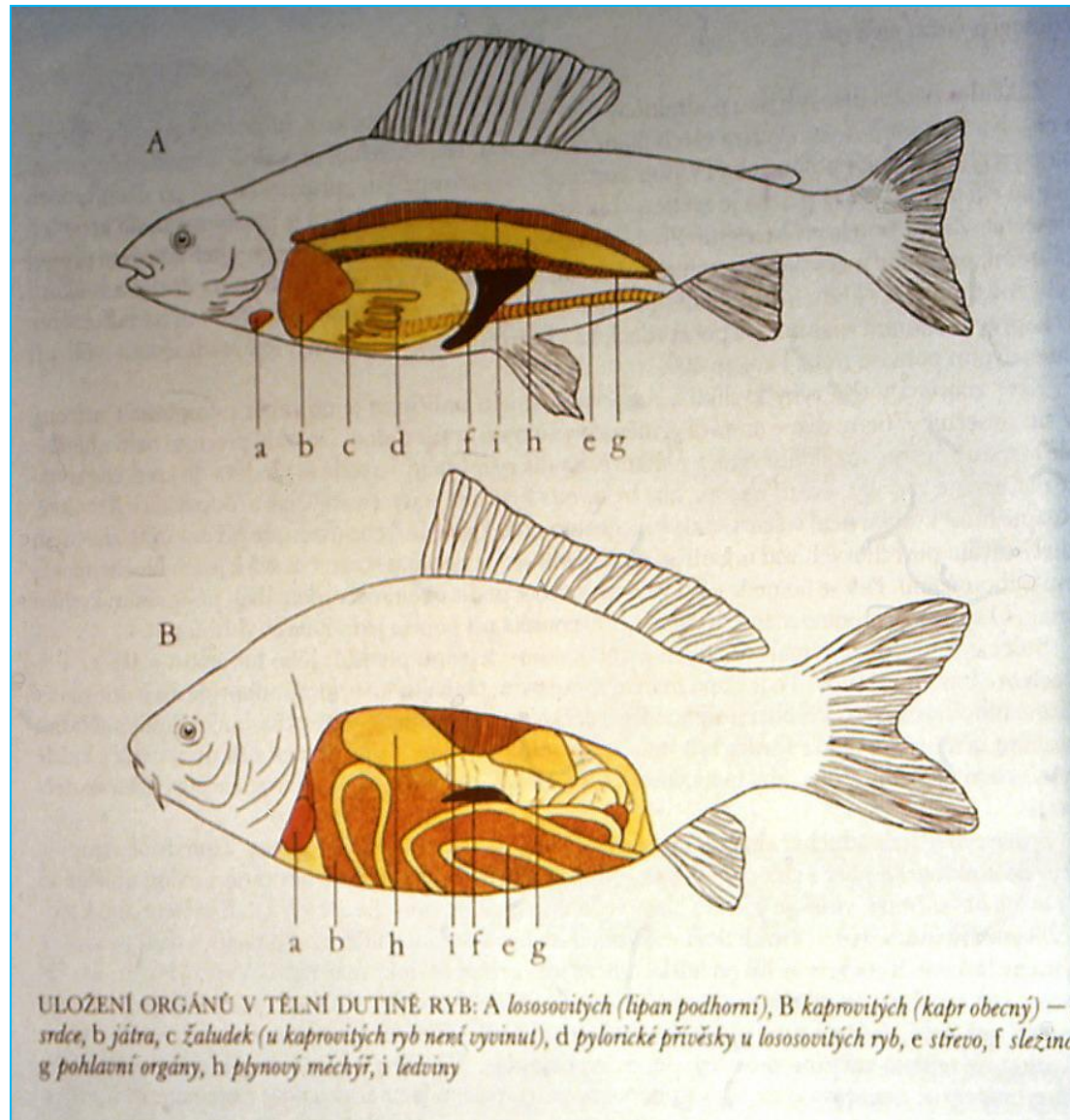
5



6

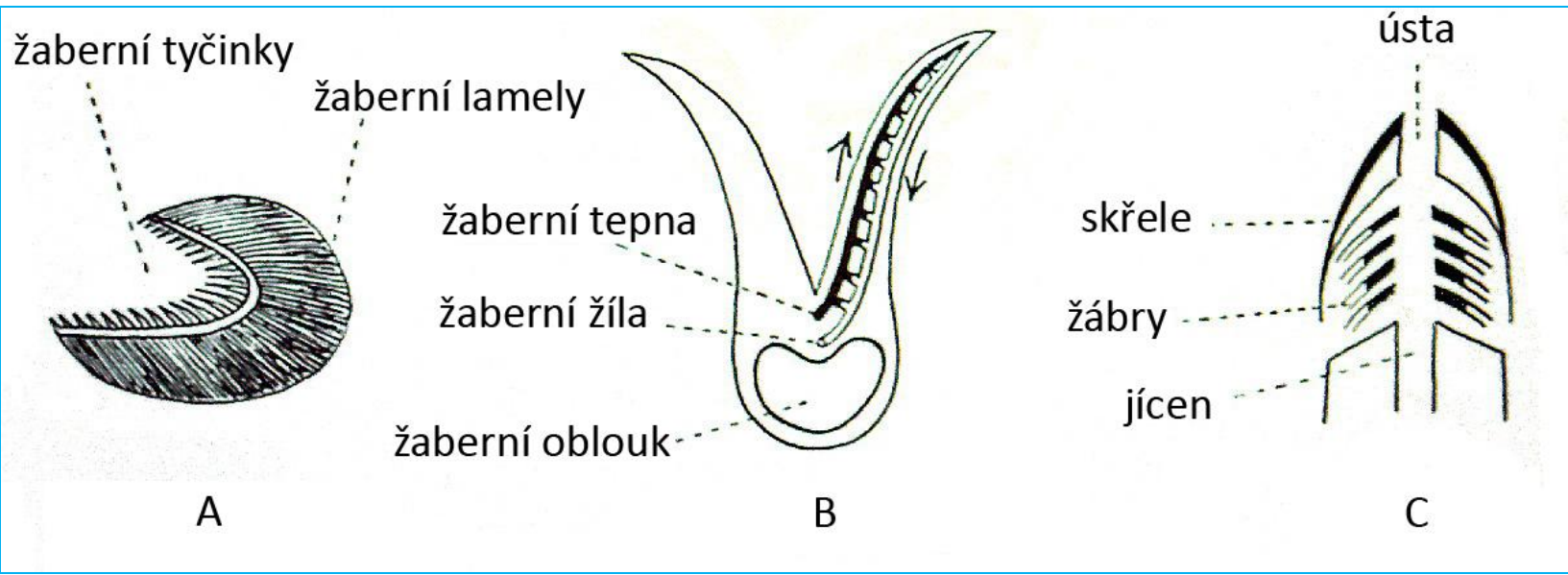
RYBÍ ZUBY: 1a ozubení úst hlavatky, 1b radličná kost hlavatky odspodu a ze strany, 2 radličná kost pstruha obecného odspodu a ze strany, 3 radličná kost pstruha duhového odspodu a ze strany, 4 třířadé požerákové zuby kapra obecného, 5 dvouřadé požerákové zuby jelce tlouště, 6 jednořadé požerákové zuby lína obecného

Uložení orgánů v tělní dutině ryb



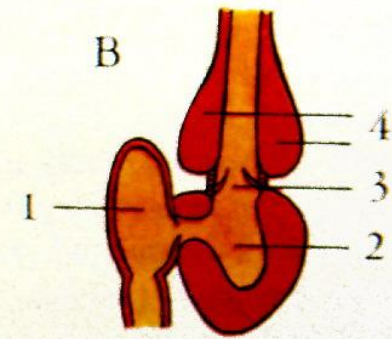
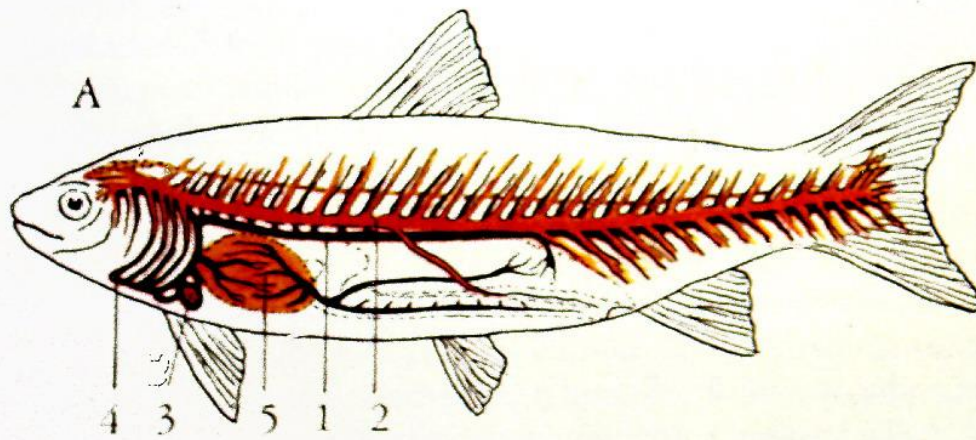
Dýchací ústrojí

- Dýchacím orgánem jsou žábry umístěné na 4 párech žaberních oblouků a tvoří je tenké a bohatě prokrvené žaberní lamely uspořádané ve dvou řadách na vnějším okraji oblouku
- Žábry jsou také významným vylučovacím orgánem - amoniak
- Náročnější na obsah kyslíku jsou lososovité ryby, u některých druhů existuje významný podíl kožního dýchání
- Řada druhů dokáže také doplňkově využívat atmosférický kyslík (tzv. vzdušné dýchání) pomocí plynového měchýře, střeva, ústní dutiny nebo speciálního orgánu – labyrintu



Soustava krevního oběhu

- Rybí srdce umístěno v osrdečníkové dutině bezprostředně za žábry, je poměrně malé a jednoduché stavby:
 - **žilný splav, předsíň, komora, tepenný násadec**
- Srdcem **prochází pouze neokysličená krev**
- Rybí erytrocyty jsou **plnohodnotné jaderné buňky** a rybí krev je charakteristická **rychlou srážlivostí** (10-20 s.)

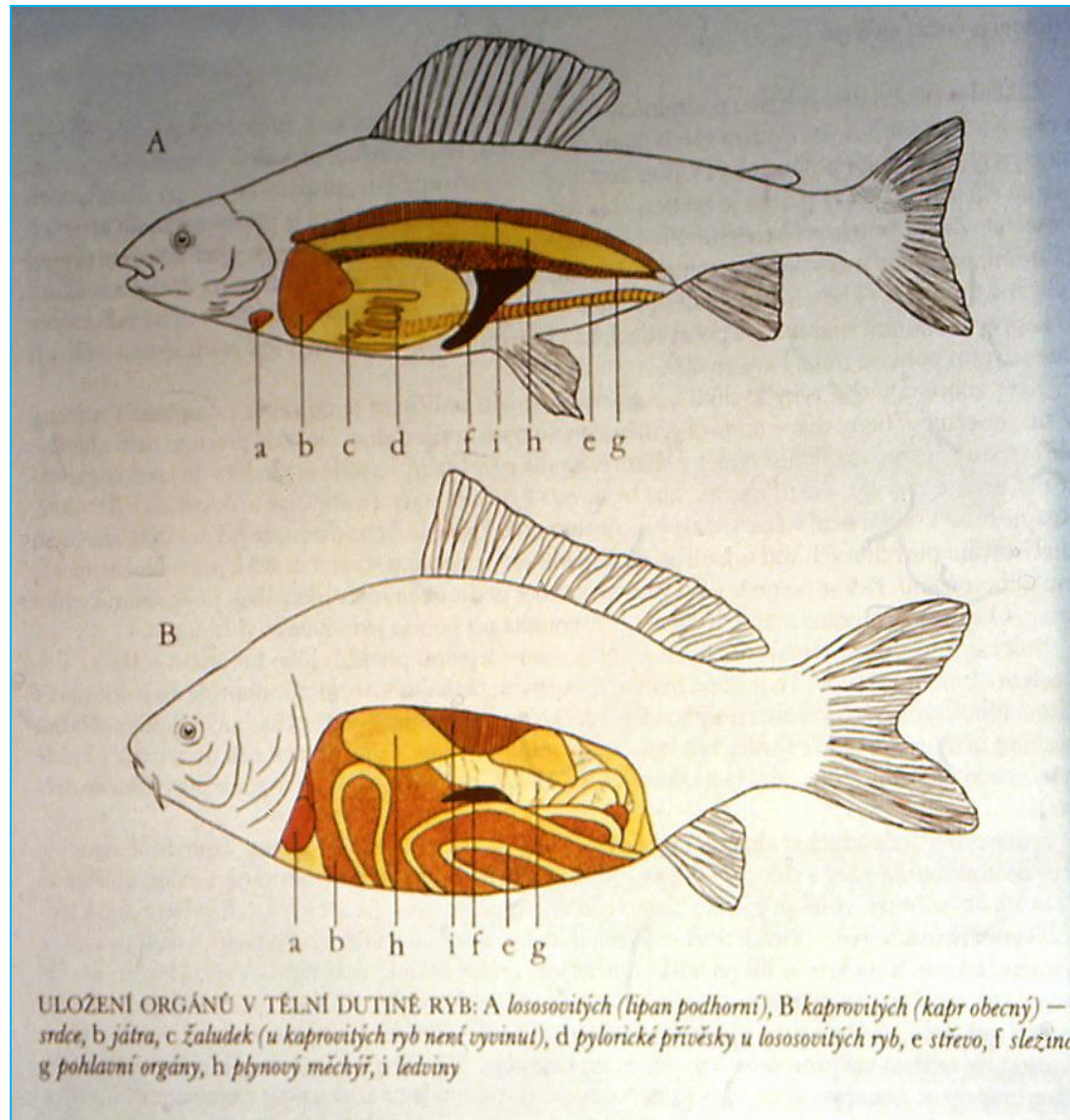


KREVNÍ OBĚH RYB A SCHÉMA SRDCE: A *krevní oběh* — 1 *břišní aorta a cévy vedoucí odkysličenou krev*, 2 *hřbetní aorta s cévami vedoucími okysličenou krev*, 3 *srdce*, 4 *žábry*, 5 *játra*; B *schematický řez rybím srdcem* — 1 *předsiň*, 2 *komora*, 3 *chlopně*, 4 *tepenný násadec*

Rybí ledviny

- Párový orgán uložený v dorzální části břišní dutiny těsně pod páteří
- Část hlavová a trupová, u některých ryb ještě ocasní
- Jsou především vylučovacím orgánem, ale přední část ledvin pouze funkce hemopoetická a endokrinní
- **Sladkovodní ryby** žijící v hypotonickém prostředí jsou vystaveny hydrataci, mají dobře fungující ledviny a produkují velké množství moči. **Mořské ryby** žijící v hypertonickém prostředí jsou neustále dehydratovány, aktivně polykají vodu a produkují málo moči, některé druhy vůbec ledviny nemají

Uložení orgánů v tělní dutině ryb



Pohlavní soustava a rozmnožování

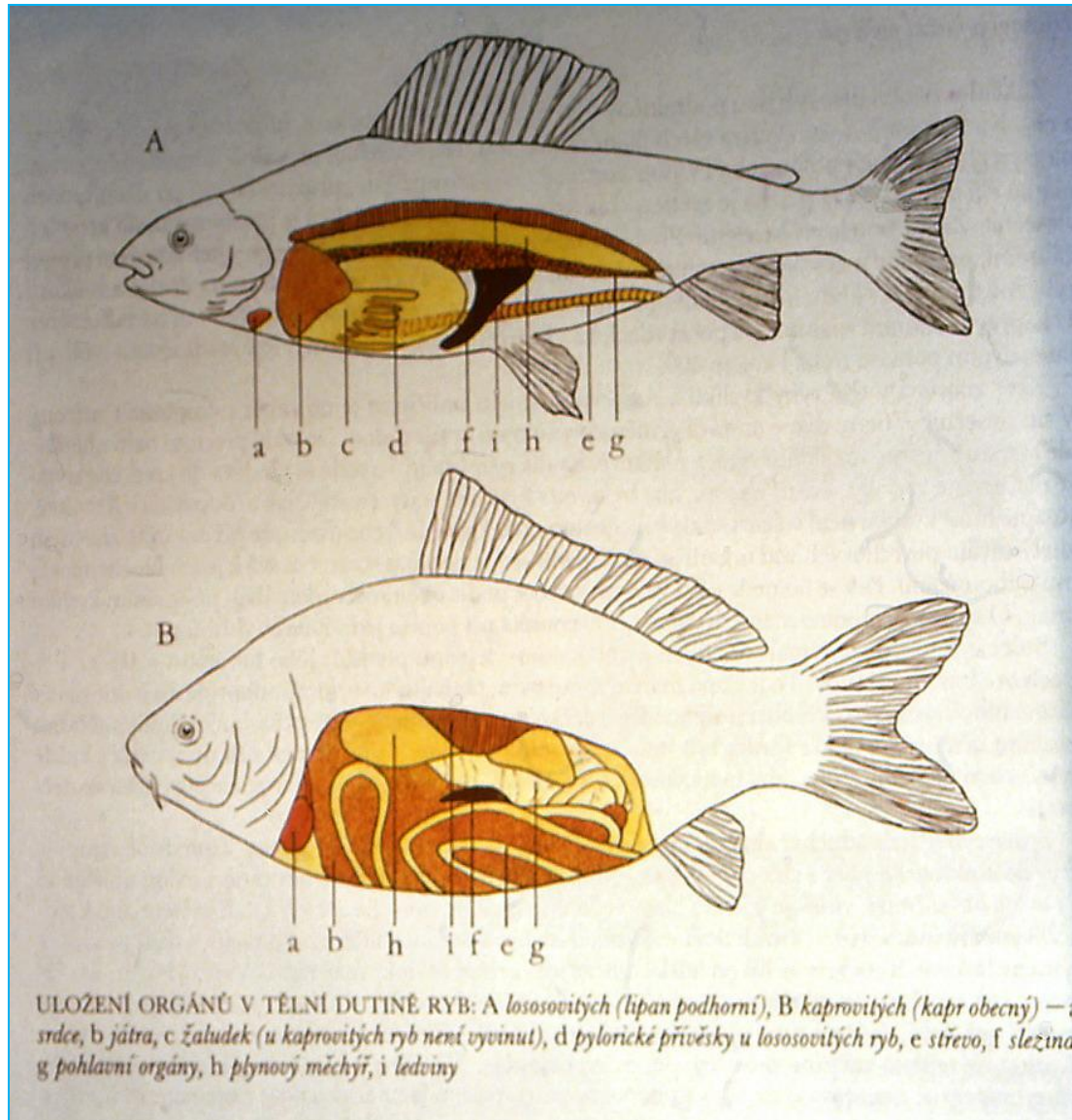
- Ryby jsou odděleného pohlaví, pohlavní orgány jsou většinou párové a jsou uloženy v dutině břišní pod ledvinami, **vnější oplození**
- Z hlediska rozmnožování ryby **monocyklické** a **polycyklické**
- Ryby se obecně vyznačují vysokou plodností (samice měsíčníku svítivého až 450 mil. jiker)
- Spermie pohyblivé až po styku s vodou v rozmezí 30 s až 2 minut. Jikry po styku s vodou zvětšují objem a u některých druhů získávají lepivost pro přichycení k substrátu

Pohlavní soustava a rozmnožování

- Z hlediska požadavku na výtěrový substrát řadíme ryby do různých ekologických skupin:
 - litofilní – vytírají se na kameny (lososovité ryby)
 - fytofilní – vytírají se na rostliny (kaprovité ryby)
 - psamofilní – vytírají se do vytlučených jamek v písku (okounovité ryby)
 - pelagofilní – vytírají se volně do sloupce (býložravé ryby)
 - ostrakofilní – vytírají se do lastur mlžů (
 - indiferentní – nepotřebují k výtěru zvláštní substrát
- Podle péče o potomstvo na druhy **neochraňující** nebo **ochraňující**

(např.: sumec a candát chrání hnízdo, lososovité ryby zahrabávají jikry)

Uložení orgánů v tělní dutině ryb





*Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.
Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU
směřující k vytvoření mezioborové integrace*



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

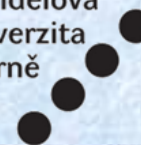


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ