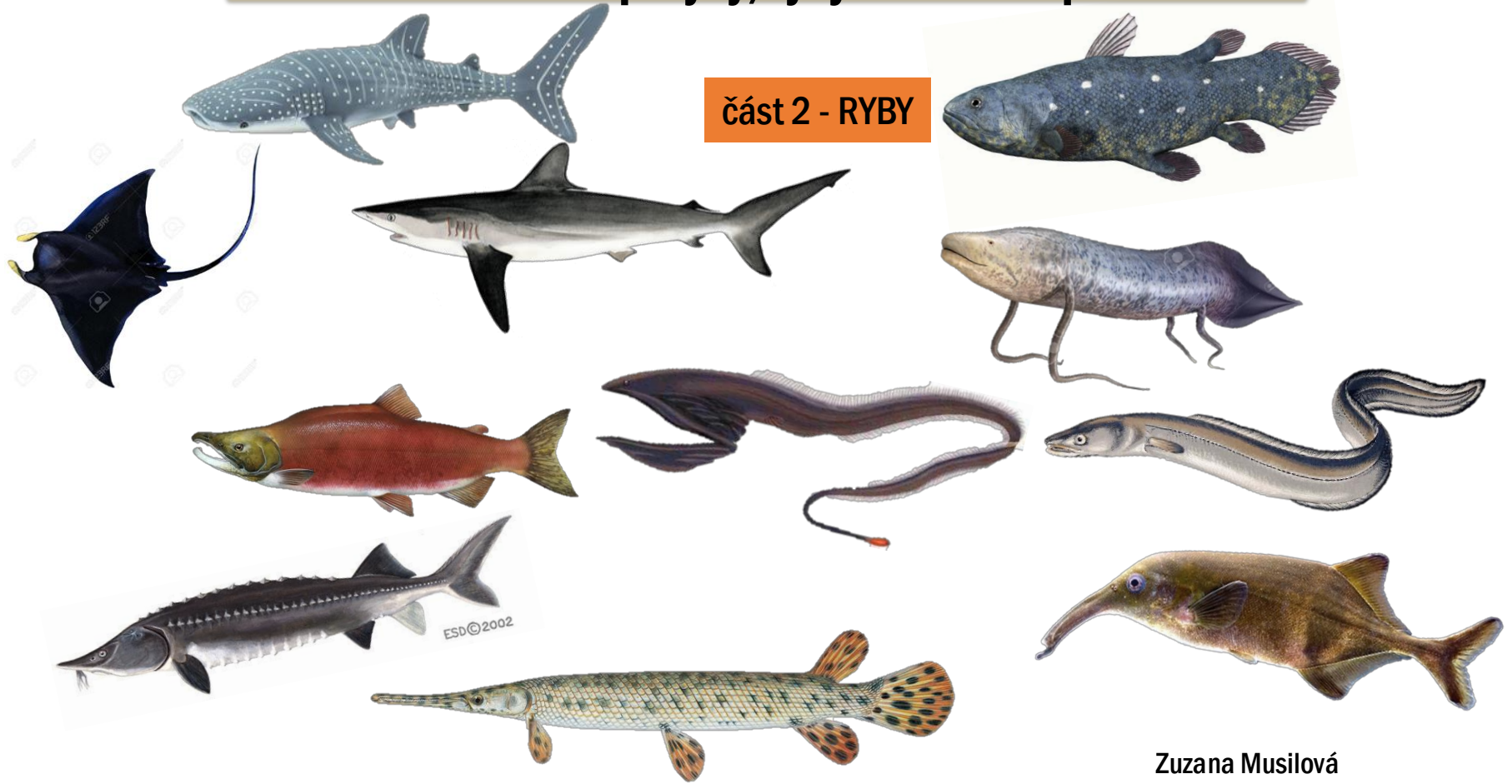


Zoologie obratlovců

ČELISTNATCI: paryby, ryby a násadcoploutví

část 2 - RYBY





FishBase

ver. (06/2017)

(33600 Species, 319100 Common names, 58300 Pictures,
54100 References, 2290 Collaborators, 600000
Visits/Month)



FishBase consortium



[Home](#) | [FishBase Book](#) | [Best Photos](#) | [Hints](#) | [Guest Book](#) | [Download](#) | [Links](#) | [Fish Forum](#) | [Fish Quiz](#) |

[FishWatcher](#) | [Ichthyology Course](#) | [LarvalBase](#) | [Team](#) | [Collaborators](#) | [Quick Identification](#) | [Services](#)

Common Name

(e.g. rainbow trout)

[A](#) [B](#) [C](#) [D](#) [E](#) [F](#) [G](#) [H](#) [I](#) [J](#) [K](#) [L](#) [M](#) [N](#) [O](#) [P](#) [Q](#) [R](#) [S](#) [T](#) [U](#) [V](#) [W](#) [X](#) [Y](#) [Z](#)

[中文](#) [العربية](#) [Русский](#) [日本語](#) [हिन्दी](#) [Ελληνικά](#) [More scripts...](#)



Scientific Name

☐ [Advanced Match](#)

Genus

(e.g. Rhincodon)

Species

(e.g. typus)

☐ Random Species

Genus + Species

Sp. ID

[A](#) [B](#) [C](#) [D](#) [E](#) [F](#) [G](#) [H](#) [I](#) [J](#) [K](#) [L](#) [M](#) [N](#) [O](#) [P](#) [Q](#) [R](#) [S](#) [T](#) [U](#) [V](#) [W](#) [X](#) [Y](#) [Z](#)

[Why name assessments may be different](#) between FishBase and the independent [Catalog of Fishes \(Eschmeyer, 2014\)](#)

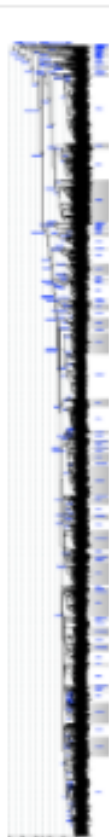
Nová taxonomie paprskoploutvých ryb

DeepFin.org

Phylogeny of all Fishes



Phylogenetic Classification of Bony Fishes
(Current version is v.4, BMC Evol Biol 2017 17: 162.)



kompletní strom zde:

https://static-content.springer.com/esm/art%3A10.1186%2F12862-017-0958-3/MediaObjects/12862_2017_958_MOESM6_ESM.pdf

genetický strom:

- 1990 druhů
- 410 čeledí z 514 známých
- mnoho linií povýšeno na řády (momentálně 72 řádů)

- stále nejasnosti ve skupině Percomorpha (tam budou potřeba celé genomy)

-ref:

Betancur-R, Ricardo, Edward O. Wiley, Gloria Arratia, Arturo Acero, Nicolas Bailly, Masaki Miya, Guillaume Lecointre, and Guillermo Orti. "Phylogenetic classification of bony fishes." BMC evolutionary biology 17 (2017): 1-40.

-objevují se nové návrhy na sloučení řádů do větších skupin (=> tj. v dalších letech budou další změny),
asi bude lepší počkat si na celogenomovou fylogenezi

Fig. 2

Complete time-calibrated phylogeny including 1990

Nová taxonomie ryb (ale i ostatních živočichů a rostlin) – kde hledat články pro výuku v češtině:

časopis Živa 4/2016

2016 – Fylogenetika a taxonomický systém organismů

6 – Poznámky k evoluci čtyřnožců

- Materiály k výuce
- Jak také učit o evoluci čtyřnožců na gymnáziu?

6 – Nový pohled na systém řas a jak ho učit?

- Materiály k výuce
- Evoluce sinic a řas v moderním pojetí

4 – Skrytá rozmanitost pod vodní hladinou: evoluce druhově nejbohatší skupiny obratlovců

- Materiály k výuce
- Nová fylogeneze paprskoploutvých ryb

3 – Zajímavé změny v chápání fylogeneze a systému živočichů

- Materiály k výuce
- Fylogeneze a vzájemné vztahy určují nejpřirozenější systém živočichů

2 – Jak přenést příběh cévnatých rostlin do středoškolské biologie

- Materiály k výuce

1 – Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii

- Materiály k výuce

Nová taxonomie ryb – kde hledat články pro výuku v češtině:

časopis Živa 4/2016

2016 – Phylogenetika a taxo

6 – Poznámky k evoluci čtyřnožců

- [Materiály k výuce](#)
- [Jak také učit o evoluci čtyřnožců na gymnáziu?](#)

6 – Nový pohled na systém řas a jak ho učit?

- [Materiály k výuce](#)
- [Evoluce sinic a řas v moderním pojetí](#)

4 – Skrytá rozmanitost pod vodní hladinou: evoluce dr

- [Materiály k výuce](#)
- [Nová fylogeneze paprskoploutvých ryb](#)

3 – Zajímavé změny v chápání fylogeneze a systému

- [Materiály k výuce](#)
- [Fylogeneze a vzájemné vztahy určují nepříroze](#)

2 – Jak přenést příběh cévnatých rostlin do stífoedoško

- [Materiály k výuce](#)

1 – Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz v

- [Materiály k výuce](#)

Zuzana Musilová

K výuce

Nová fylogeneze paprskoploutvých ryb

Moderní genetické metody vnesly do studia evoluce ryb významný zdroj informací umožňující rekonstruovat fylogenezi (tj. evoluční historii jednotlivých linií) nezávisle na morfoloických znacích, čili méně náchylnou na dezinterpretaci obdobně vypadajících znaků, které vznikly na sobě nezávisle u nepříbuzných skupin (konvergenční). U ryb nebyla dosud publikována žádná širší studie založená na celých genomech, na rozdíl např. od ptáků (Jarvis a kol. 2014). Současná podoba taxonomie ryb (viz také článek na str. 175 tohoto čísla Živy) se zakládá na obsáhlých studiích pokrývajících již podstatnou část druhové rozmanitosti ryb (1 410 druhů u práce Betancur-R. a kol. 2013, nebo 520 druhů u publikaci Near a kol. 2013) a zahrnujících sekvence většího množství jaderných genů (21 a 10 genů). Souběžně s těmito studiemi probíhá rekonstrukce fylogeneze na základě genomů mitochondrií. Výsledky obou přístupů jsou v mnohém až překvapivě konzistentní (Miya a Nishida 2015). Výběr druhů ve všech zmíněných pracích je zaměřen zejména na odvozenou skupinu Acanthomorpha, jejíž vnitřní fylogenetické vztahy byly (a částečně stále jsou) nejasné. První fylogenetické studie založené na celém genomu teprve vycházejí (Malmström a kol., v tisku; Musilová a kol., v tisku), ale zahrnují spíše omezený výběr 66 až 101 druhů ryb. Celogenomové studie zatím nepřinesly žádná vyloženě velká překvapení, ale jejich porovnáním se ukázalo, že přidání určitých taxonů do analýzy může změnit vztahy v některých problematických uzlech (což bývalo typické pro jednogénové studie s omezeným fylogenetickým signálem), a to i v tomto případě ohromných datových souborů založených na celých genomech. Ačkoli hrubá kostra ryb fylogeneze je pro většinu skupin velmi dobře podpořena, na kompletní verzi si budeme muset ještě počkat až do doby, kdy budou k dispozici celé genomy dostatečného množství (problematických) druhů.



Živa 4/2016

<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pd/pdf/nova-fylogeneze-paprskoploutvych-ryb.pdf>

Zuzana Musilová

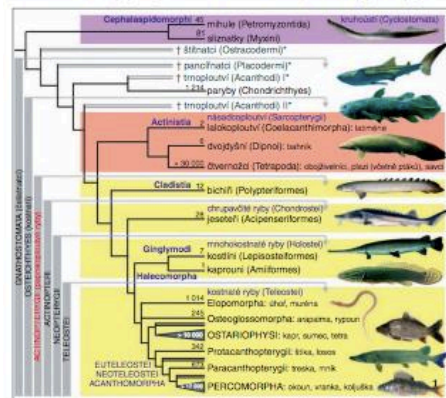
K výuce

Skrytá rozmanitost pod vodní hladinou: evoluce druhově nejbohatší skupiny obratlovců

Paprskoploutvé ryby (Actinopterygii) představují nepočtenější skupinu obratlovců a v současné době jich známe přes 32 500 druhů. To je přibližně stejný počet jako všech ostatních obratlovců dohromady, a každým rukem je dalších 300–400 nových druhů ryb popsáno. Ačkoli předci této skupiny se datují již na počátek devonu (přibližně před 416 miliony let), k její největšímu evolučnímu rozmachu došlo až během křídy (145–66 milión let) a třetihor (66–25 milión let), kdy proběhla mohutná diverzifikace v několika hlavních liniích (Ostariophysi, Percormorpha). Vodní prostředí, ve kterém ryby žijí, také způsobilo, že se u mnoha skupin ryb vyvinul nezávisle podobný tělní plán (konvergenční) i delfini nebo ichtyosaury se trochu podobají rybám). Právě vzhledem k obrovské evoluční diverzitě ryb a častému konvergenčnímu vývoji v morfologii byla jejich taxonomie vždy komplikovaná a doposud nejsou vztahy mnoha linií uspokojivě vyřešeny. Zvláště spouzí nejstarších linií paprskoploutvých ryb, jako jsou bichři, jsoutři, kostlini a kaprouni, se zdá být celkem přesvědčivá, naopak ve skupině kostnatých paprskoploutvých ryb (Teleostei), a zejména v linii Percormorpha, nás velké změny ještě čekají a k lepšímu pochopení si budeme nejspíš muset počkat na přechzení kompletních genomů dostatečného počtu druhů.

V evolučním slova smyslu jsme i my lidé svým způsobem ryby, jelikož bahník či latimerie jsou příbuznější člověku než třeba kaproví (případně nemáme říkat bahníkům a latimeriím ryby). Angličané si tím

blávu nelámou: slovo fish označuje všechny obratlovce s výjimkou čtvernožců, čili zahrnuje i mibule a paryby, a tak pojmenovává parafyletickou skupinu (tj. skupinu nezahrnující všechny potomky společ-

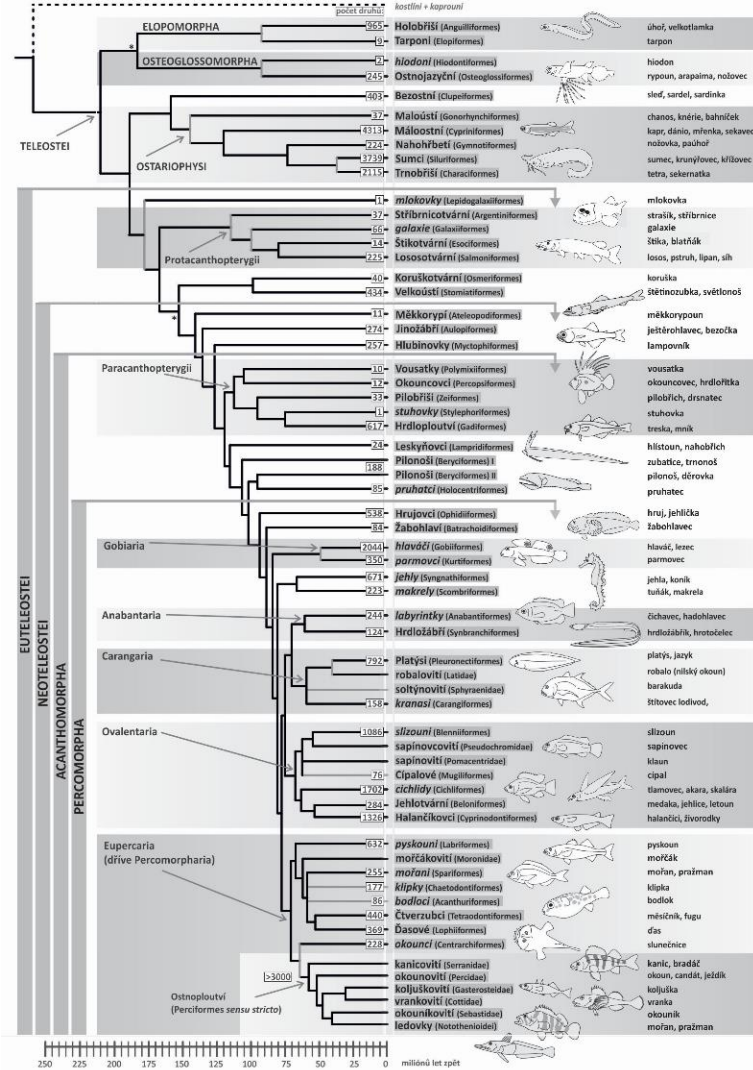


Živa 4/2016

175

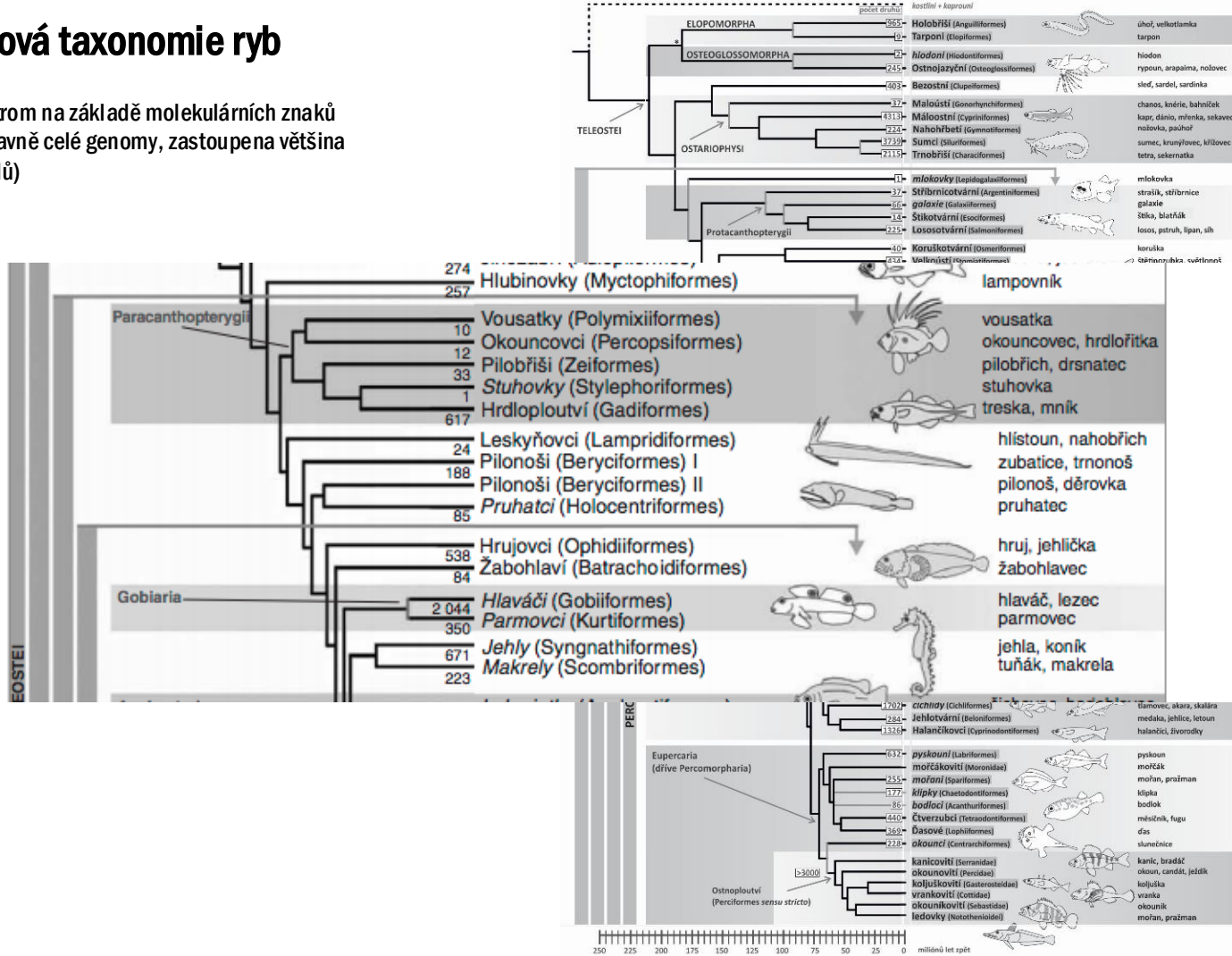
<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pd/pdf/skryta-rozmanitost-pod-vodni-hladinou-evoluce-druh.pdf>

- strom na základě molekulárních znaků (hlavně celé genomy, zastoupena většina řádů)



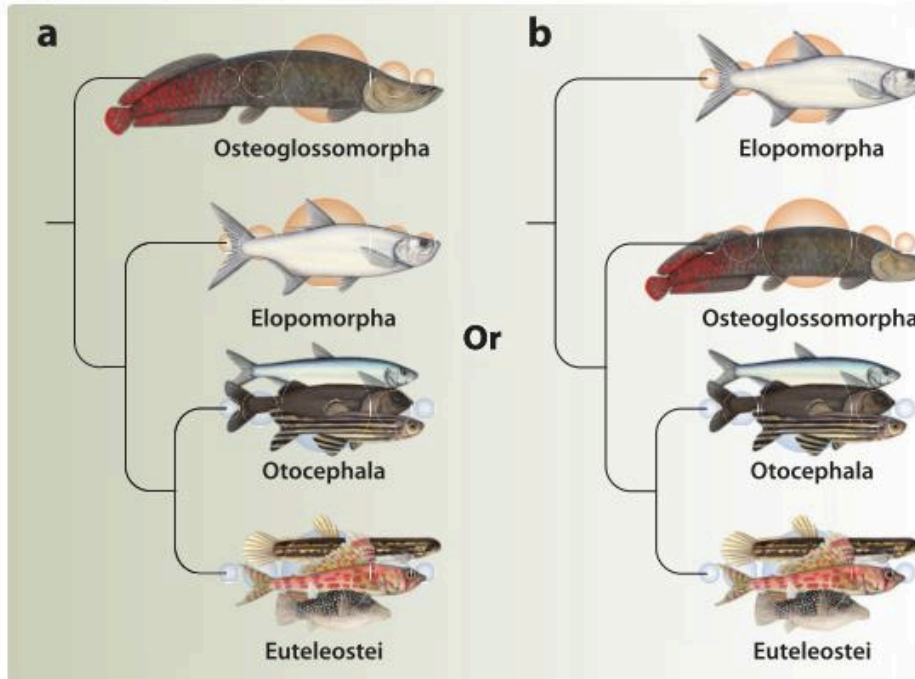
Nová taxonomie ryb

- strom na základě molekulárních znaků
(hlavně celé genomy, zastoupena většina
řádů)

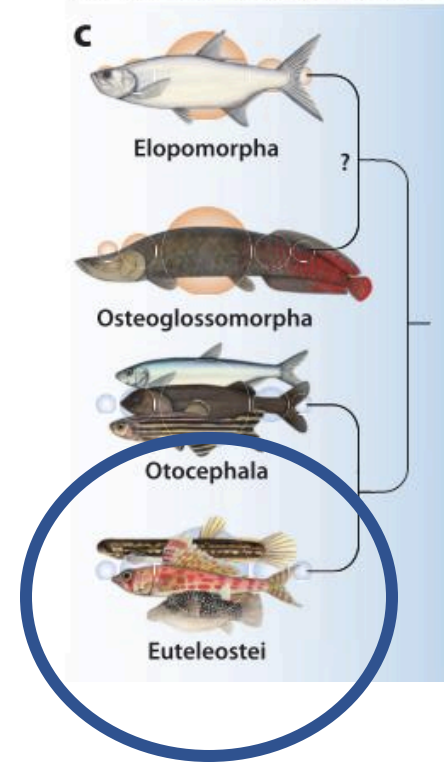


Teleostei (jak se měnila známá fylogeneze):

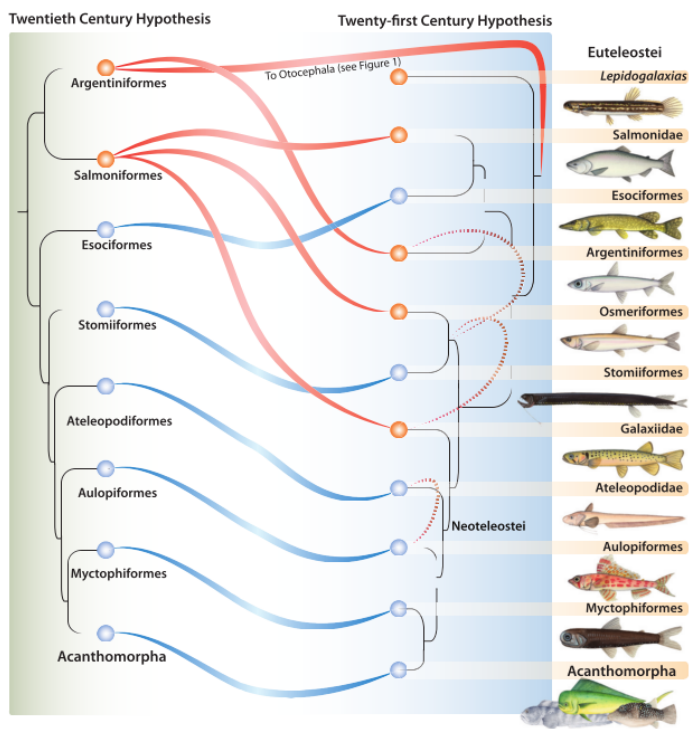
Twentieth Century Hypotheses



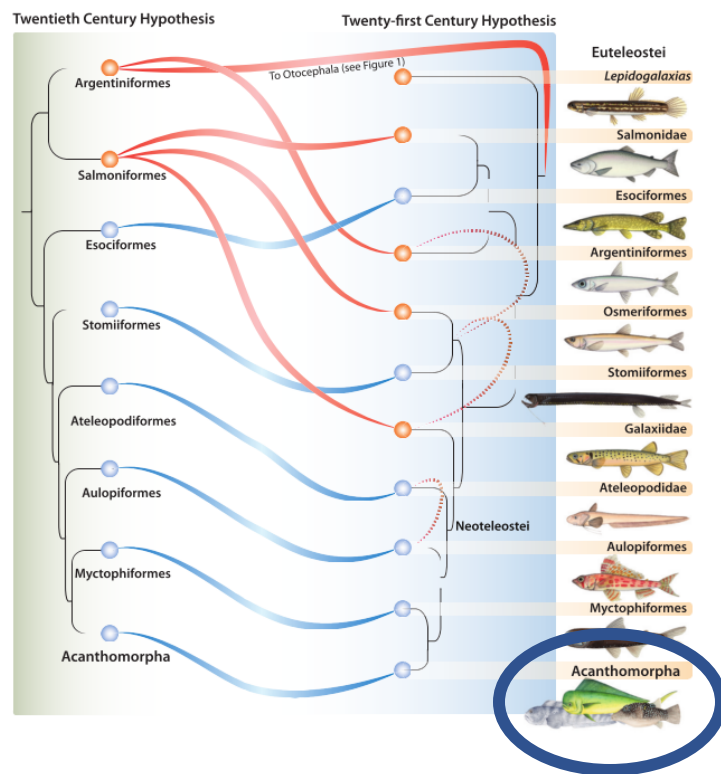
Twenty-first Century Hypothesis



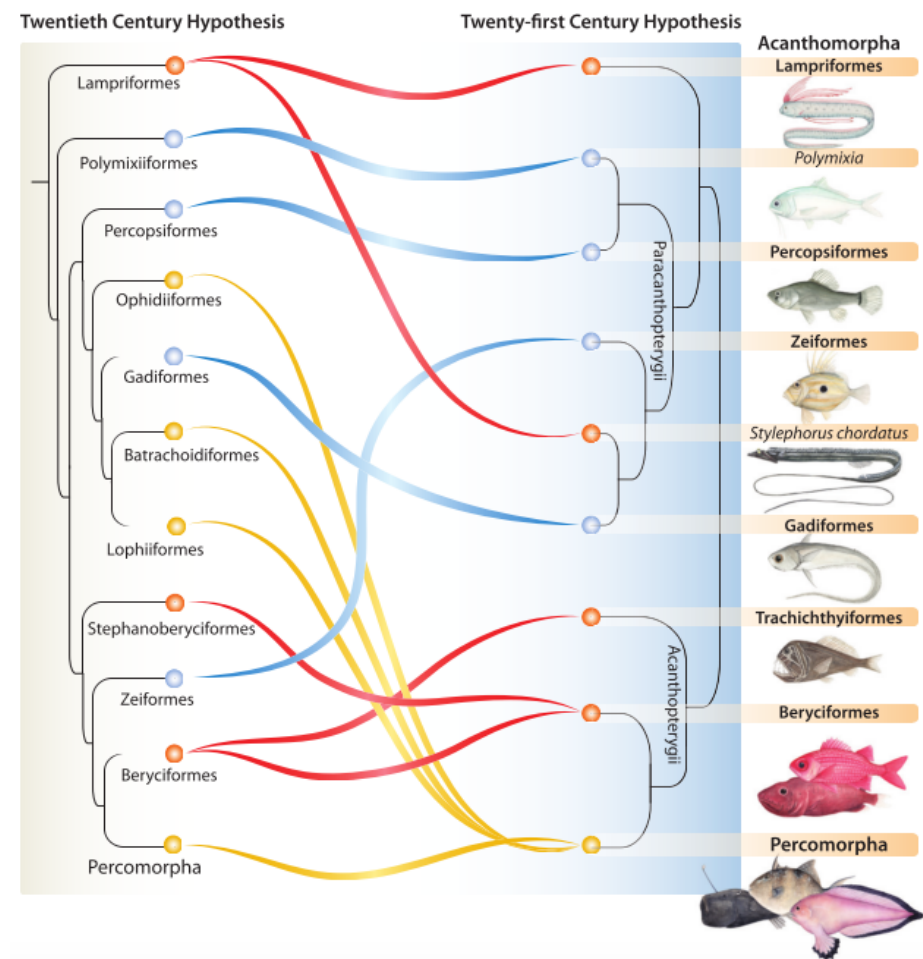
(pro ilustraci, není nutné se učit)

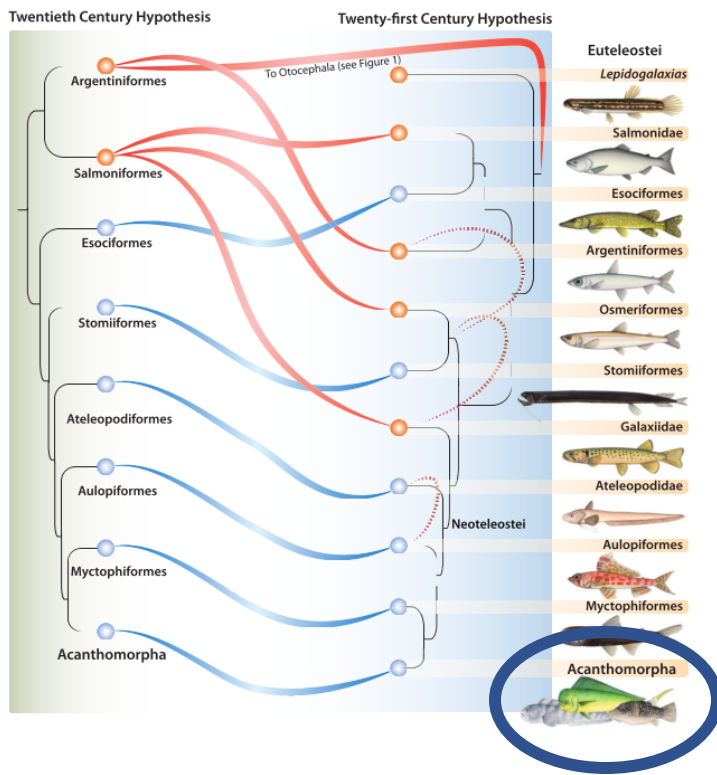


(pro ilustraci, není nutné se učit)

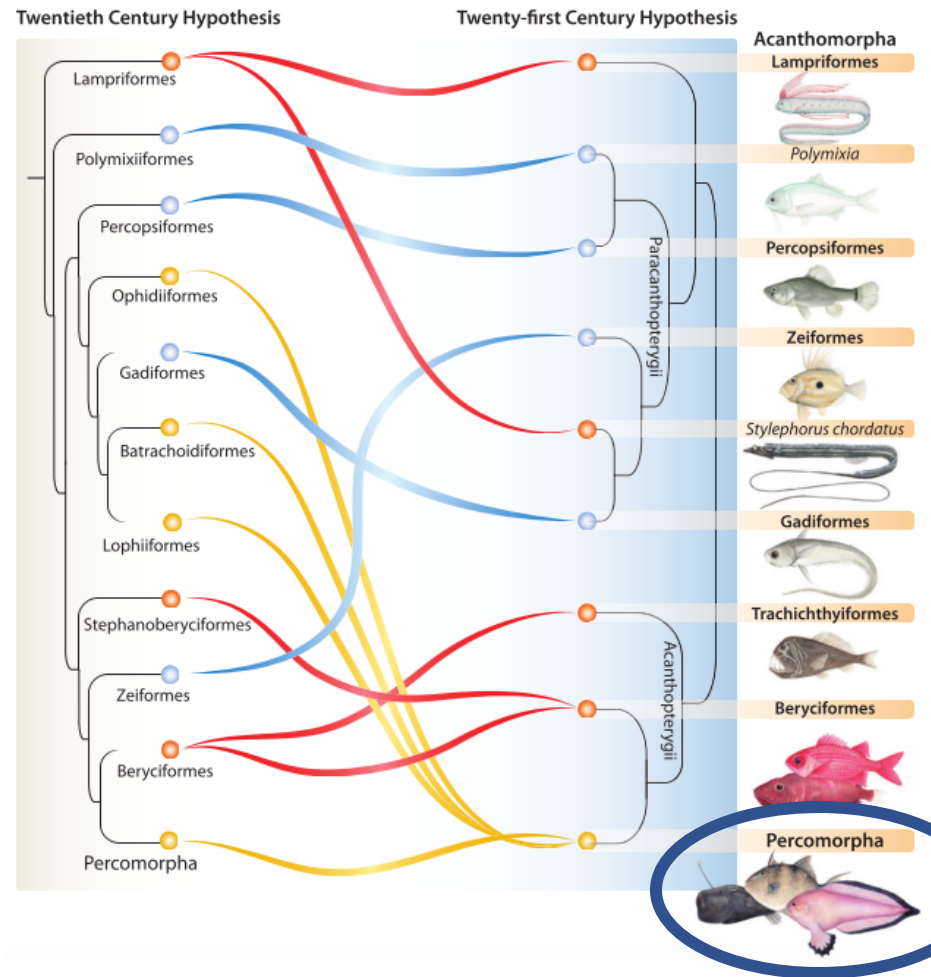


(pro ilustraci, není nutné se učit)

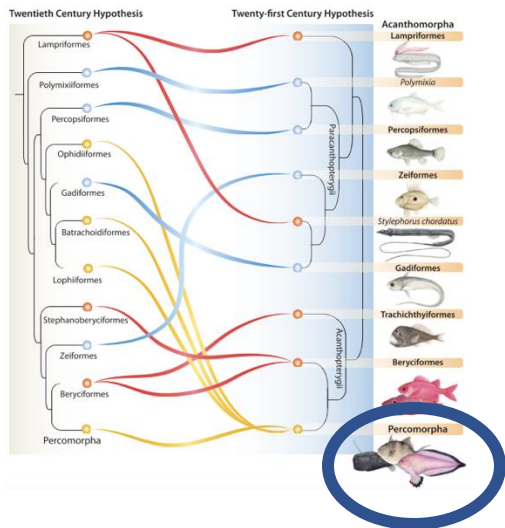




(pro ilustraci, není nutné se učit)



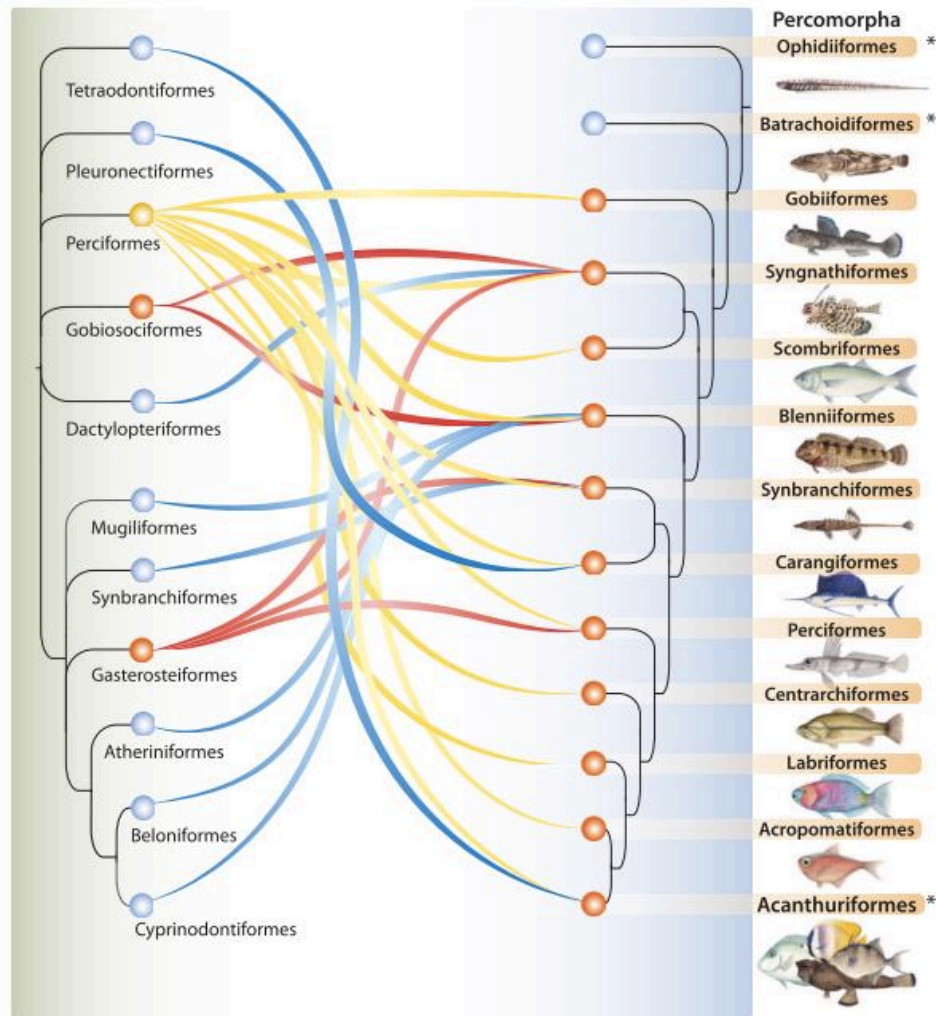
Percomorpha – největší chaos:



(pro ilustraci, není nutné se učit)

Twentieth Century hypothesis

Twenty-first Century hypothesis

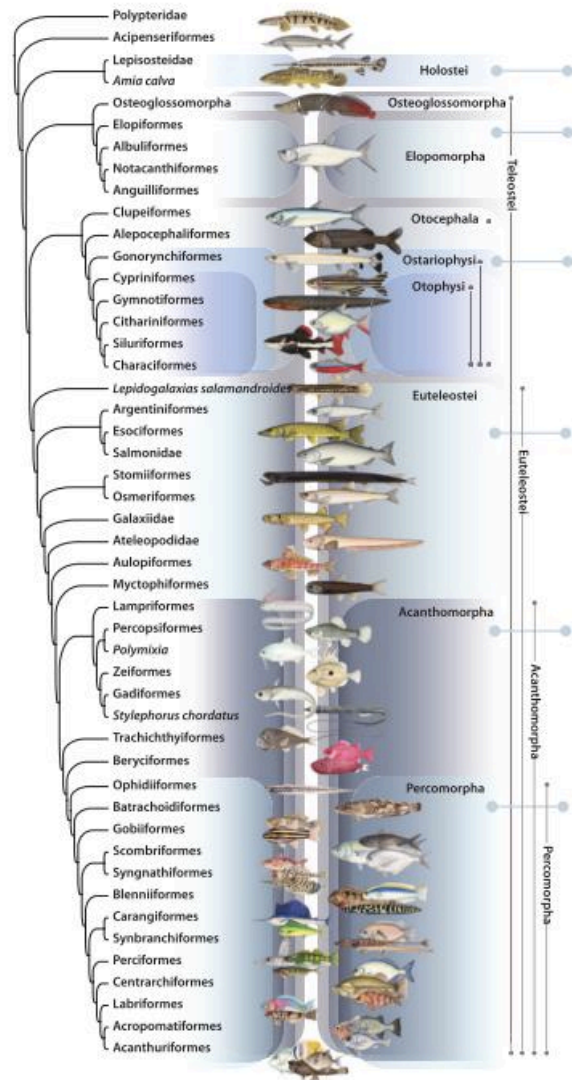
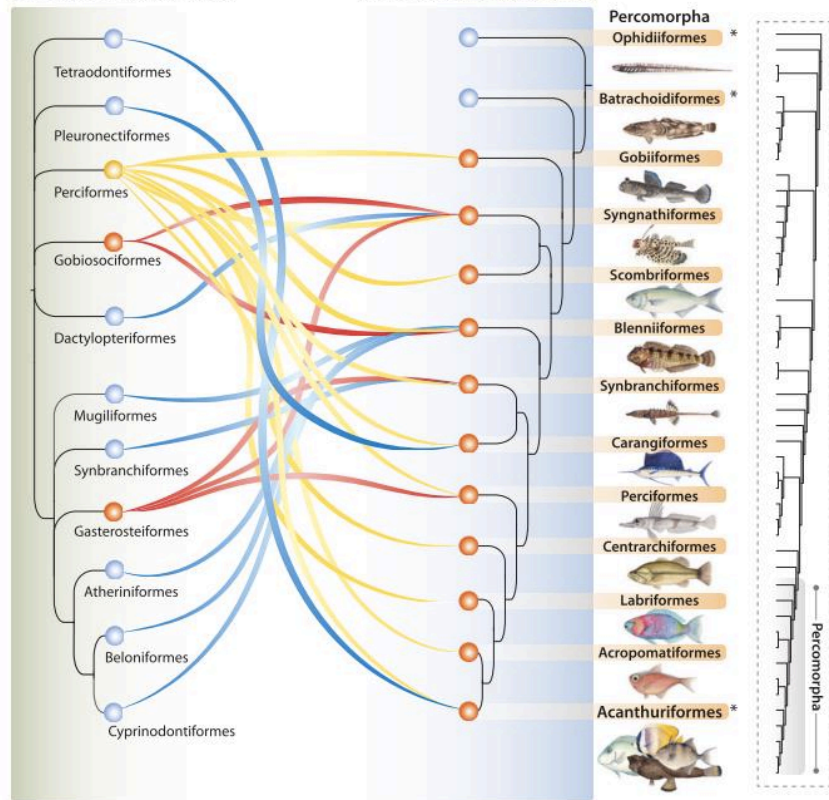


Nová taxonomie ryb

Dornburg, A., & Near, T. J. (2021). The Emerging Phylogenetic Perspective on the Evolution of Actinopterygian Fishes, 427–452.

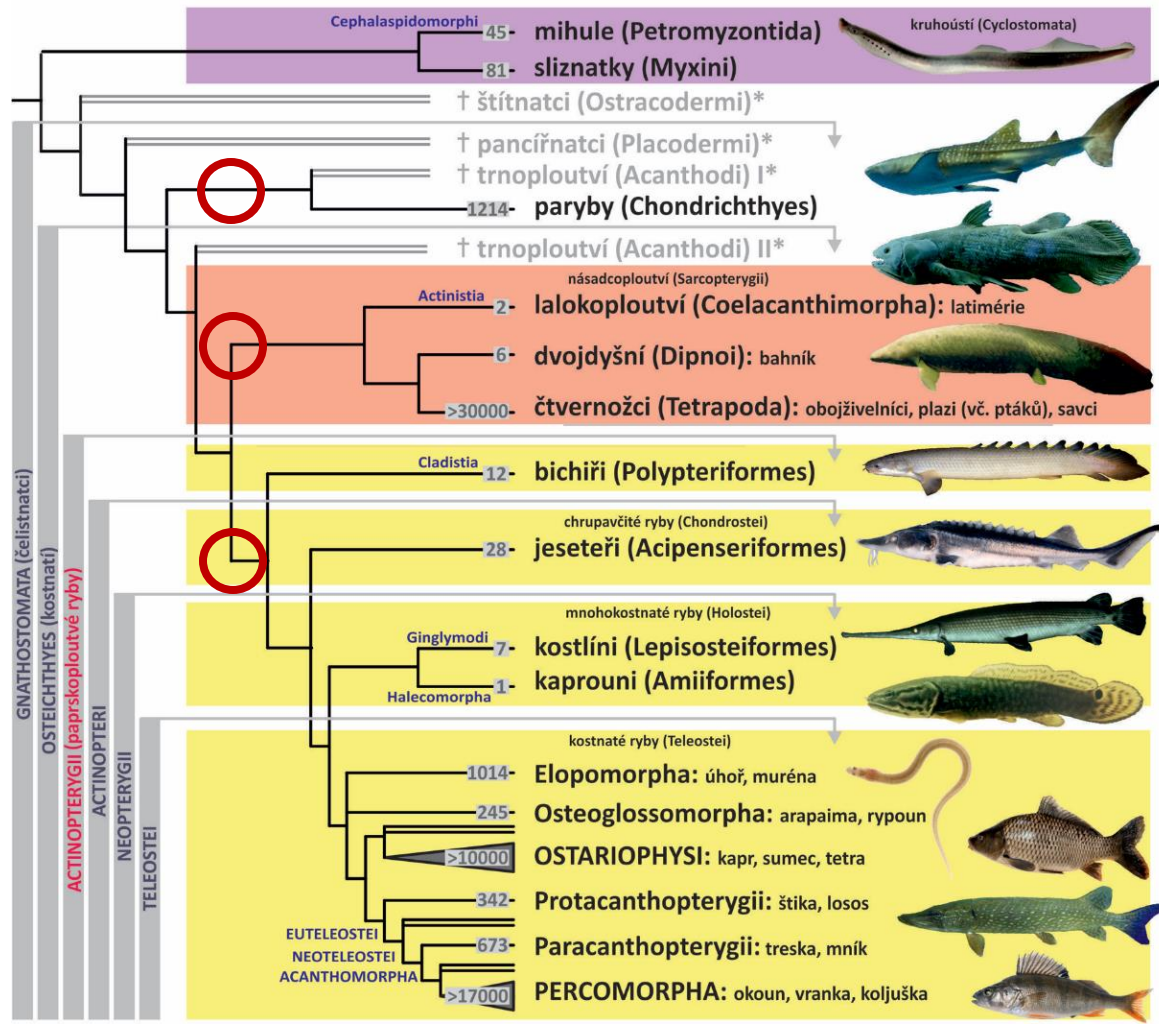
Twentieth Century hypothesis

Twenty-first Century hypothesis



obsáhlé review o současném stavu poznání, ale je mírně speciální – odmítá jména čeledí a řádů u linií s jedním druhem...

Fylogeneze obratlovců:



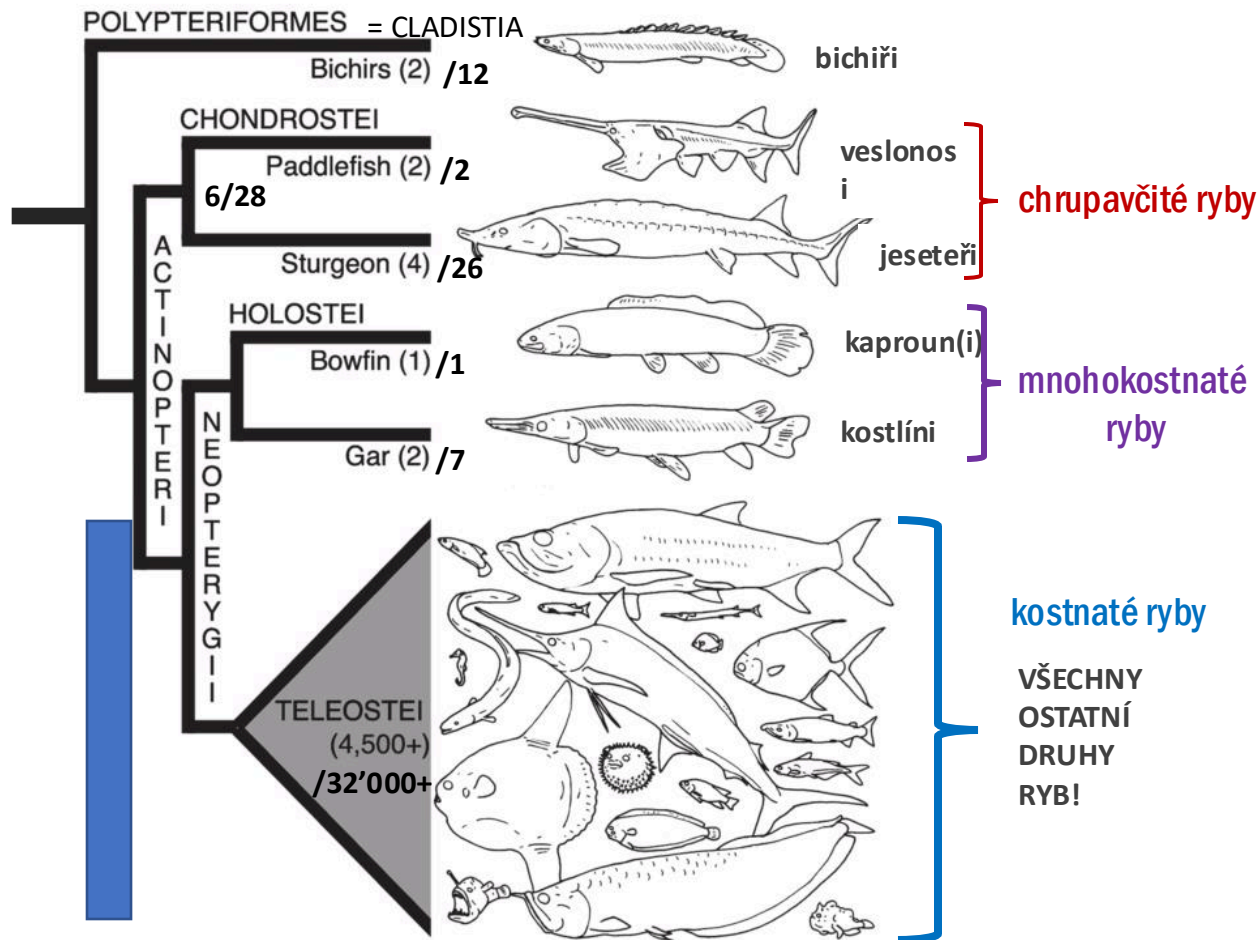
Osteichthyes = kostnatí

Sarcopterygii = násadcoploutví

Actinopterygii = paprskoploutvé ryby



evoluce paprskoploutvých ryb:



Evoluční trendy:

	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
PLOUTVE + ŠUPINY:									
ocasní ploutev	protocerkní	heterocerkní	difycerkní	difycerkní	heterocerkní (podobá se difycerkní)	heterocerkní	částečně heterocerkní	částečně heterocerkní	homocerkní
osvalené násadce ploutví	ne	ne	ANO / NE	ANO	ANO	ne	ne	ne	ne
šupiny	nemá	plakoidní	cykloidní	cykloidní	ganoidní	štítky	ganoidní	cykloidní	cykloidní, ktenoidní
OPĚRNÁ SOUSTAVA:									
centra obratlů	ne	ANO (kalcifikované)	ne	ne	ANO (amficélní)	ne	ANO (opistocélní)	ANO (amficélní)	ANO (amficélní)
zachovaná chodra	ANO	ne	ANO	ANO	ne	ANO	ne (ale neukončený růst)	ne (ale neukončený růst)	ne
DÝCHÁNÍ A SPOL.:									
přímé dýchání ze vzduchu	ne	ne	jednoduchý či dvojitý plicní vak (ventrální)	ne	dvojitý plicní vak (ventrální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	vyjímecné a jiné
vnější žábry larev	ne	ANO	ANO	ne	ANO	ne	ne	ne	ne
spirákula	ne	ANO	ne	ne (vývojový rudiment)	ANO	ANO	ne	ne	ne
OSTATNÍ ANATOMICKÉ ZVLÁŠTNOSTI:									
schopnost elektrorecepce	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ne	ne	vyjímecné a druhotně
spirální řasa	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO (redukováná)	ANO (redukováná)	ne

mihule

paryby

násadoploutví

paprskoploutvé ryby

Evoluční trendy:

```
graph TD; Root --- Node1; Root --- Node2; Node1 --- mihule; Node1 --- Node3; Node3 --- paryby; Node3 --- Node4; Node4 --- bahníci; Node4 --- Node5; Node5 --- latimérie; Node5 --- Node6; Node6 --- bichiři; Node6 --- Node7; Node7 --- chrupavčité; Node7 --- Node8; Node8 --- kostlíni; Node8 --- kaprouni; Node2 --- TELEOSTEI;
```

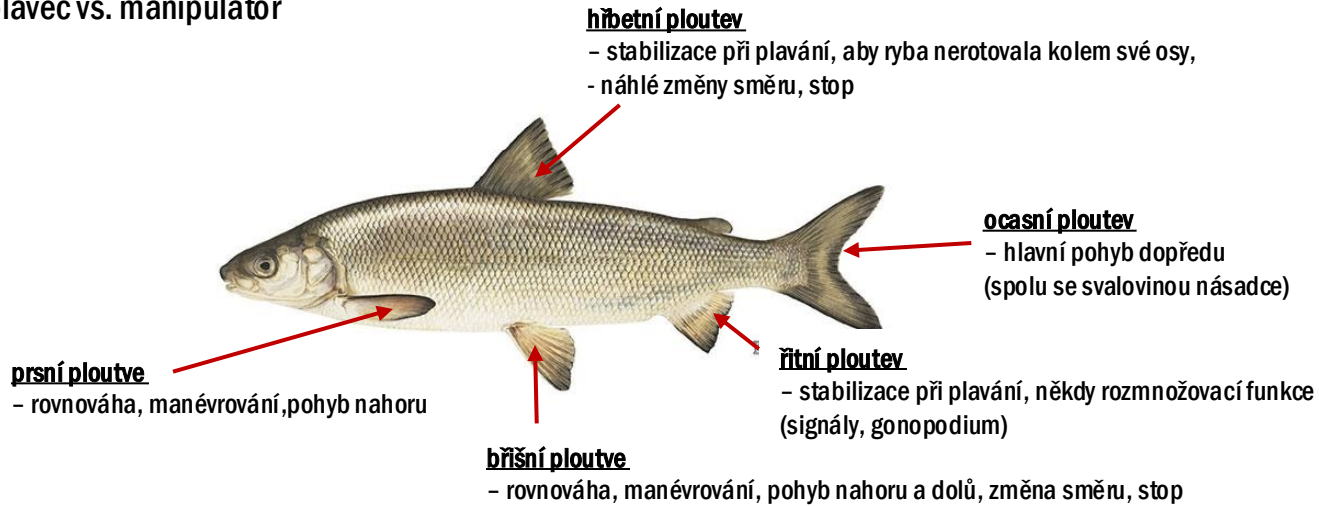
	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
PLOUTVE + ŠUPINY:									
ocasní ploutev	protocerkní	heterocerkní	difycerkní	difycerkní	heterocerkní (podobá se difycerkní)	heterocerkní	částečně heterocerkní	částečně heterocerkní	homocerkní
osvalené násadce ploutví	ne	ne	ANO / NE	ANO	ANO	ne	ne	ne	ne
šupiny	nemá	plakoidní	cykloidní	cykloidní	ganoidní	štítky	ganoidní	cykloidní	cykloidní, ktenoidní

mihuleparybynásadcoploutví

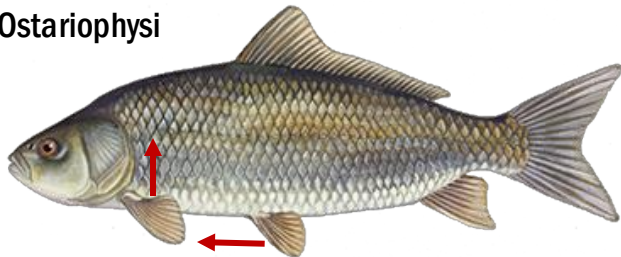
paprskoploutvé ryby

Ryba - ploutve:

mechanika pohybu...
plavec vs. manipulátor



Ostariophysi



Percomorpha



Ryba - ploutve:

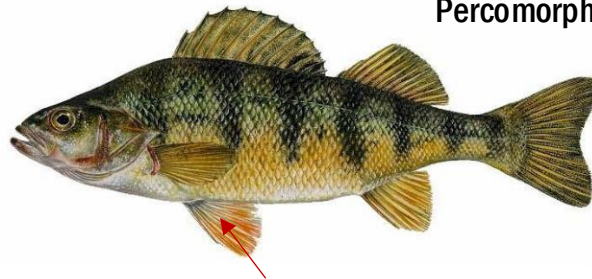
postavení břišních ploutví:

Ostariophysi

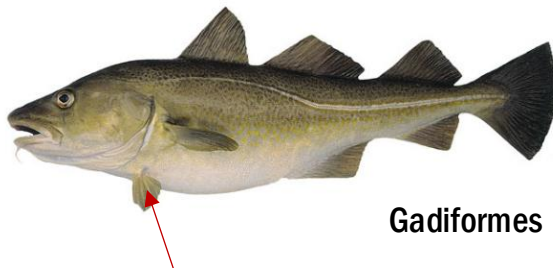


abdominální postavení

Percomorpha



hrudní postavení



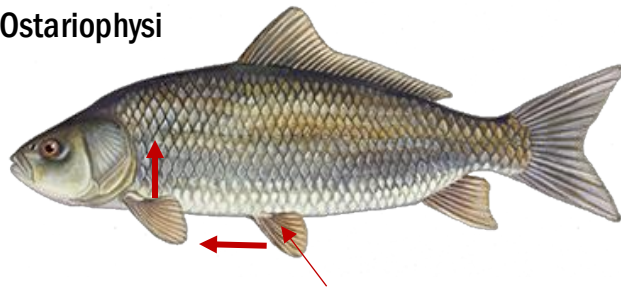
Gadiformes

hrdelní postavení (před prsními ploutvemi)

Ryba - ploutve:

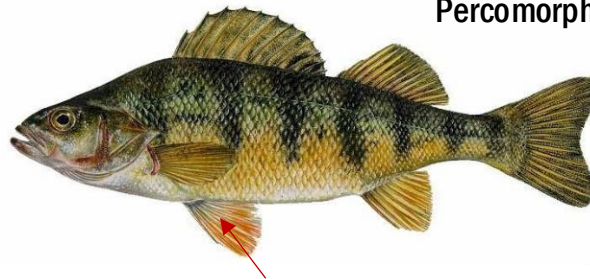
evoluční trend je posun:

Ostariophysi

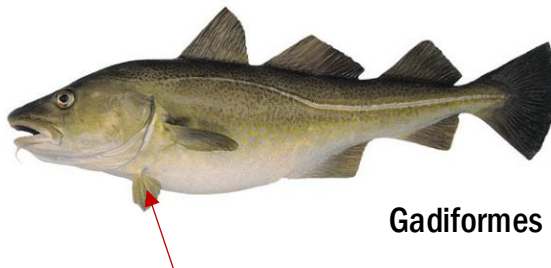


abdominální postavení

Percomorpha



hrudní postavení



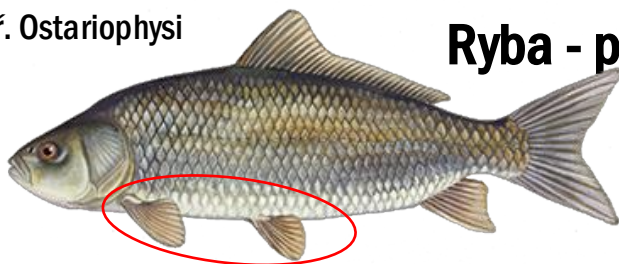
Gadiformes

hrdelní postavení (před prsními ploutvemi)

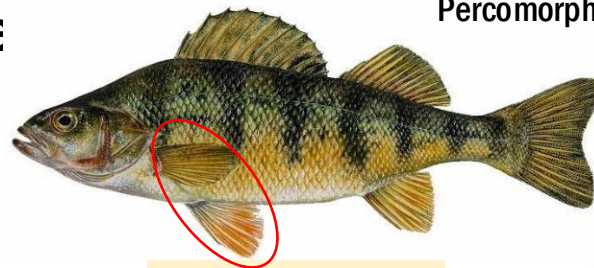
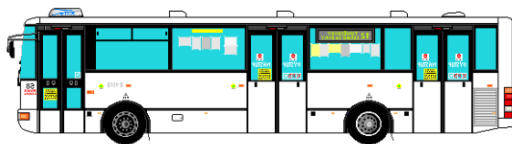
např. Ostariophysi

Ryba - ploutve

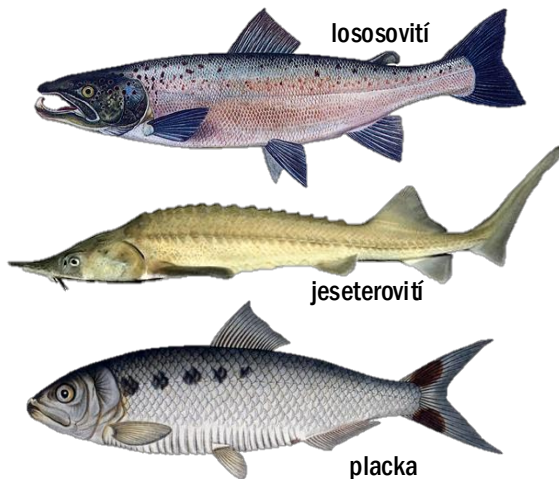
Percomorpha



lepší plavec na dálku



lepší v manévrování



lososovití

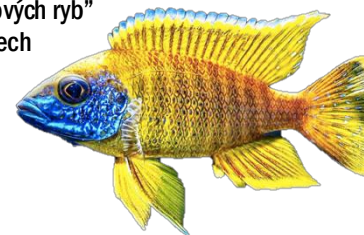
jeseterovití

placka

tažné



naprostá většina "korálových ryb"
cichlidy v afrických jezerech



Evoluční trendy - tabulka:

bulka:

```
graph LR; Root --- A; Root --- B; A --- C; A --- D; B --- E; B --- F; C --- G; C --- H; D --- I; D --- J; E --- K; E --- L; F --- M; F --- N; G --- O; G --- P; H --- Q; H --- R; I --- S; I --- T; J --- U; J --- V; K --- W; K --- X; L --- Y; L --- Z; M --- AA; M --- AB; N --- AC; N --- AD; O --- AE; O --- AF; P --- AG; P --- AH; Q --- AI; Q --- AJ; R --- AK; R --- AL; S --- AM; S --- AN; T --- AO; T --- AP; U --- AQ; U --- AR; V --- AS; V --- AT; W --- AU; W --- AV; X --- AW; X --- AX; Y --- AY; Y --- AZ; Z --- BA; Z --- BB; AA --- BC; AA --- BD; AB --- BE; AB --- BF; AC --- BG; AC --- BH; AD --- BI; AD --- BJ; AE --- BK; AE --- BL; AF --- BM; AF --- BN; AG --- BO; AG --- BP; AH --- BQ; AH --- BR; AI --- BS; AI --- BT; AJ --- BU; AJ --- BV; AK --- BW; AK --- BX; AL --- BY; AL --- BZ; AM --- CA; AM --- CB; AN --- CC; AN --- CD; AO --- CE; AO --- CF; AP --- CG; AP --- CH; AQ --- CI; AQ --- CJ; AR --- CK; AR --- CL; AS --- CM; AS --- CN; AT --- CO; AT --- CP; AU --- CQ; AU --- CR; AV --- CS; AV --- CT; AW --- CU; AW --- CV; AX --- CW; AX --- CX; AY --- CY; AY --- CZ; AZ --- DA; AZ --- DB; BA --- DC; BA --- DD; BB --- DE; BB --- DF; BC --- DG; BC --- DH; BD --- DI; BD --- DJ; BE --- DK; BE --- DL; BF --- DM; BF --- DN; BG --- DO; BG --- DP; BH --- DQ; BH --- DR; BI --- DS; BI --- DT; BJ --- DU; BJ --- DV; BK --- DW; BK --- DX; BL --- DY; BL --- DZ; BM --- EA; BM --- EB; BN --- EC; BN --- ED; BO --- EF; BO --- EG; BP --- EH; BP --- EI; BQ --- EJ; BQ --- EK; BR --- EL; BR --- EM; BS --- EN; BS --- EO; BT --- EP; BT --- EQ; BU --- ER; BU --- ES; BV --- ET; BV --- EU; BW --- EV; BW --- EW; BX --- EX; BX --- EY; BY --- EZ; BY --- EA; BZ --- EB; BZ --- EC; CA --- ED; CA --- EE; CB --- EF; CB --- EG; CC --- EH; CC --- EI; CD --- EJ; CD --- EK; CE --- EL; CE --- EM; CF --- EN; CF --- EO; CG --- EP; CG --- EQ; CH --- ER; CH --- ES; CI --- ET; CI --- EU; CJ --- EV; CJ --- EW; CK --- EX; CK --- EY; CL --- EZ; CL --- EA; CM --- EB; CM --- EC; CN --- ED; CN --- EE; CO --- EF; CO --- EG; CP --- EH; CP --- EI; CQ --- EJ; CQ --- EK; CR --- EL; CR --- EM; CS --- EN; CS --- EO; CT --- EP; CT --- EQ; CU --- ER; CU --- ES; CV --- ET; CV --- EU; CW --- EV; CW --- EW; CX --- EX; CX --- EY; CY --- EZ; CY --- EA; CZ --- EB; CZ --- EC; DA --- ED; DA --- EE; DB --- EF; DB --- EG; EA --- EH; EA --- EI; EB --- EJ; EB --- EK; EC --- EL; EC --- EM; ED --- EN; ED --- EO; EE --- EP; EE --- EQ; EF --- ER; EF --- ES; EG --- ET; EG --- EU; EH --- EV; EH --- EW; EI --- EX; EI --- EY; EJ --- EZ; EJ --- EA; EK --- EB; EK --- EC; EL --- ED; EL --- EE; EM --- EF; EM --- EG; EN --- EH; EN --- EI; EO --- EJ; EO --- EK; EP --- EL; EP --- EM; EQ --- EN; EQ --- EO; ER --- EP; ER --- EQ; ES --- ER; ES --- EQ; ET --- ES; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA --- EQ; EB --- ET; EB --- EQ; EC --- ET; EC --- EQ; ED --- ET; ED --- EQ; EE --- ET; EE --- EQ; EF --- ET; EF --- EQ; EG --- ET; EG --- EQ; EH --- ET; EH --- EQ; EI --- ET; EI --- EQ; EJ --- ET; EJ --- EQ; EK --- ET; EK --- EQ; EL --- ET; EL --- EQ; EM --- ET; EM --- EQ; EN --- ET; EN --- EQ; EO --- ET; EO --- EQ; EP --- ET; EP --- EQ; EQ --- ET; EQ --- EQ; ER --- ET; ER --- EQ; ES --- ET; ES --- EQ; ET --- ET; ET --- EQ; EU --- ET; EU --- EQ; EV --- ET; EV --- EQ; EW --- ET; EW --- EQ; EX --- ET; EX --- EQ; EY --- ET; EY --- EQ; EZ --- ET; EZ --- EQ; EA --- ET; EA
```

protocerkní lem:

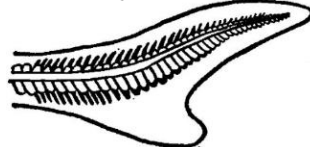


heterocerkní

vně nesouměrná



anatomicky nesouměrná

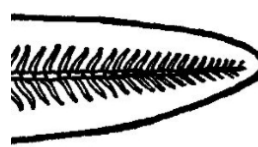


difycerkní

vně souměrná



anatomicky souměrná

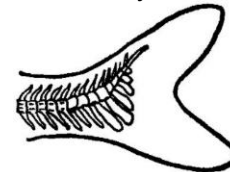


homocerkní

vně souměrná



anatomicky nesouměrná



⇒ zcela jasný evoluční trend pro vývoj ocasní ploutve: z lemu vzniká původní **nesouměrná** heterocerkní ploutev se mění na **souměrnou** nezávisle u dvou skupiny (⇒ tj. na **difycerkní** u násadcoploutvých či **homocerkní** u Teleostei)

Evoluční trendy - tabulka:

ulka:

```
graph LR; Root --- Node1; Node1 --- mihule; Node1 --- Node2; Node2 --- paryby; Node2 --- Node3; Node3 --- bahníci; Node3 --- Node4; Node4 --- latimérie; Node4 --- Node5; Node5 --- bichiři; Node5 --- Node6; Node6 --- chrupavčité; Node6 --- Node7; Node7 --- kostlíni; Node7 --- Node8; Node8 --- kaprouni; Node8 --- TELEOSTEI; style TELEOSTEI fill:#000080,stroke:#000,stroke-width:1px
```

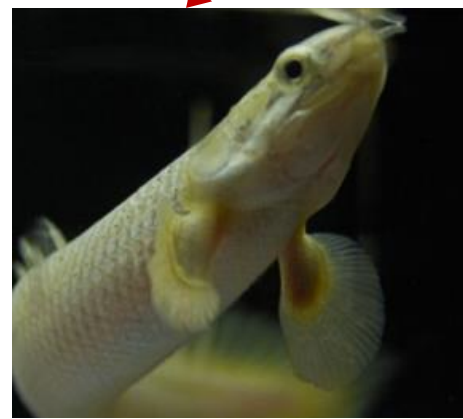
	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
PLOUTVE + ŠUPINY:									
ocasní ploutev	protocerkní	heterocerkní	difycerkní	difycerkní	heterocerkní (podobá se difycerkní)	heterocerkní	částečně heterocerkní	částečně heterocerkní	homocerkní
osvalené násadce ploutví	ne	ne	ANO / NE	ANO	ANO	ne	ne	ne	ne



bahník australský (*Neoceratodus forsteri*)



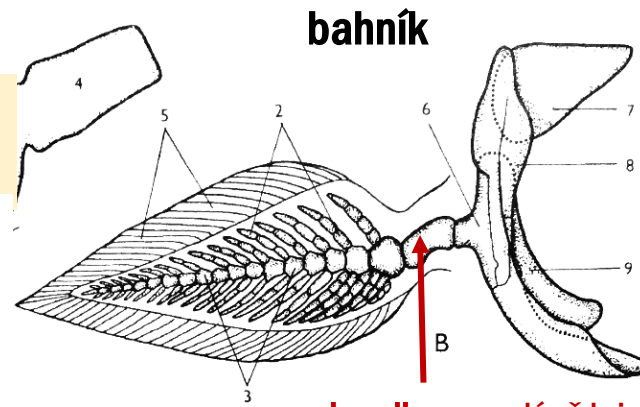
latimérie podivná (*Latimeria chalumnae*)



bichir senegalský (*Polypterus senegalus*)

=> tzv. pleziomorfní znak - jeden z důvodů, proč bývali bahníci a bichiři občas řazeni společně...

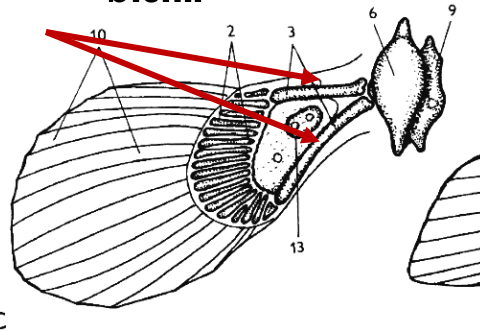
ale uvnitř se ploutve bahníků
a bichirů nepadobají!



basalia - nasedá vždy jen jedno

basalia -
více

bichir



trichia =
paprsky

Obr. 24 Kostra prsní ploutve některých vodních čelistnatců. A – žralok (rod *Acanthias*), B – bahník (*Neoceratodus*), C – bichir (*Polypterus*), D – candát (*Stizostedion*). 1 – ceratotrichia, 2 – radialia, 3 – basalia, 4 – scapulocoracoid, 5 – camptotrichia, 6 – scapula, 7 – supracleithrum, 8 – cleithrum, 9 – procoracoid, 10 – lepidotrichia, 11 – subcleithrum, 12 – posttemporale, 13 – osifikovaná část chrupavčité destičky (*mesopterygium*).

(Zoologie obratlovců, Geisler, Zima)

pokryvy těla (=integumenty):

srovnání vývoje - rybí šupiny vs. plazí šupina, ptačí péro a savčí chlup

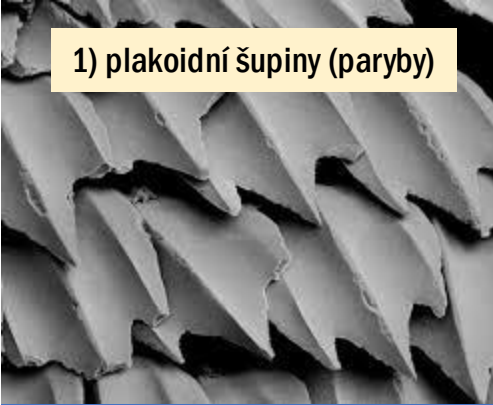
rybí šupiny – škára (mezoderm + neurální lišta)

plazí šupina – rohovina = **ektoderm**

pero – rohovina = **ektoderm**

srst – rohovina = **ektoderm** (pokožka)

1) plakoidní šupiny (paryby)



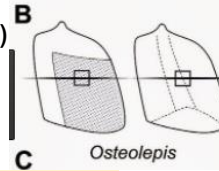
rybí šupiny:

- **dentin** (škára - z buněk neurální lišty)
- + **enameloid** - původní typ skloviny (škára)

2) kosmoidní šupiny

- vymřelí násadoploutví (ale ne ti dnešní)
- Placodermi
- vymřelí bezčelistnatci

- dvě kostěné vrstvy (škára)
- + **kosmin** (= obdoba dentinu + **enameloid**), škára

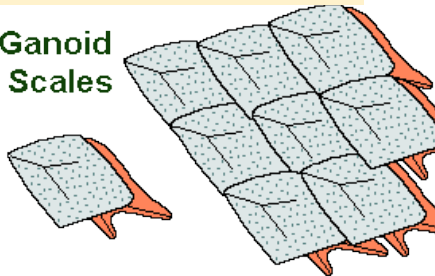


dohromady někdy též nazývané **rhombické šupiny**

3) ganoidní šupiny

- vymřelé paprskoploutvé ryby
- dnešní non-Teleostei = kostlíní, bichři

Ganoid Scales



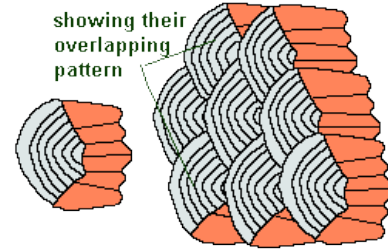
4/5) leptoidní = elasmoidní šupiny

- Teleostei
- 4) **cykloidní** (Cypriniformes)
- 5) **ktenoidní** (Perciformes)

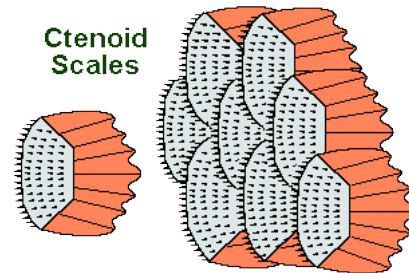
- jediná kostěná vrstva (škára)

Cycloid Scales

showing their overlapping pattern



Ctenoid Scales



evoluce dýchání a souvisejících orgánů:

2 NEZÁVISLÉ ORGÁNY - **ŽÁBRY** A **VAKY/MĚCHÝŘE** = VÝCHLIPKY Z TRÁVICÍ SOUSTAVY:



pro dýchání z vody



pro dýchání ze vzduchu (+ nedýchací funkce)

evoluce dýchání a souvisejících orgánů:

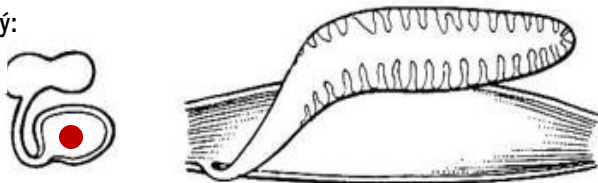
2 NEZÁVISLÉ ORGÁNY - **ŽÁBRY** A **VAKY/MĚCHÝŘE** = VÝCHLIPKY Z TRÁVICÍ SOUSTAVY:

VAKY + MĚCHÝŘE:

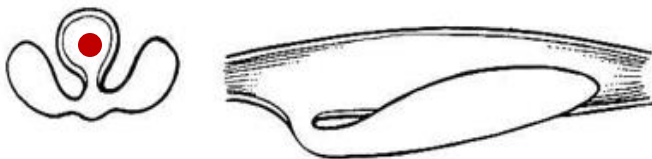
ZDE HLAVNÍ FUNKCE DÝCHÁNÍ:

plíce / plicní vaky – ventrální výchlípka trávicí trubice

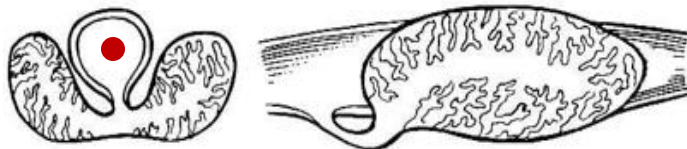
bahník australský:



bahník africký a americký, bichiři:



čtvernožci:



● = trávicí trubice

ZDE DÝCHÁNÍ PŮVODNÍ ALE HLAVNÍ FUNKCE JINÁ (VZNÁŠIVOST):

plynový měchýř – dorsální výchlípka trávicí trubice

jeseteři, Teleostei:



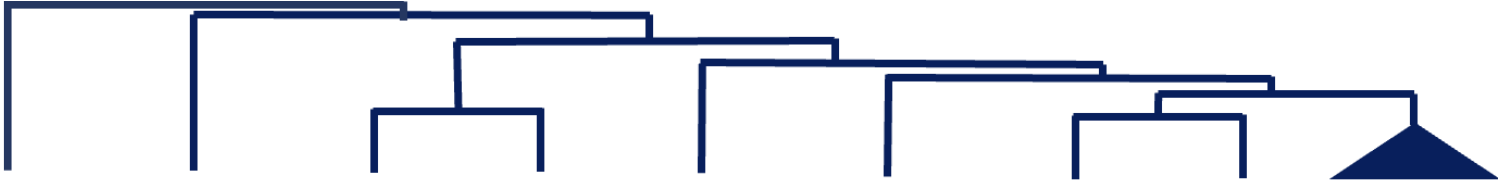
kostlíni, kaprouni:



=> Teleostei newužívají plynový měchýř k dýchání!

(hl. funkce - ovládání vztlaku, zvukové projevy, dýchání jen u Osteoglossiformes a Elopiformes)

evoluce dýchání a
souvisejících
orgánů:



	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
DÝCHÁNÍ A SPOL.:									
přímé dýchání ze vzduchu	ne	ne	jednoduchý či dvojitý plicní vak (ventrální)	ne	dvojitý plicní vak (ventrální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	vyjímečné a jiné

žábry

plicní vaky

plynový měchýř

ztracen

hl.fce: dýchání

hl.fce:
vznášivost

mění se na tukový orgán, který pomáhá vznášivosti (funkční paralela k plynovému měchýři u Teleostei!)

evoluce dýchání a souvisejících orgánů:

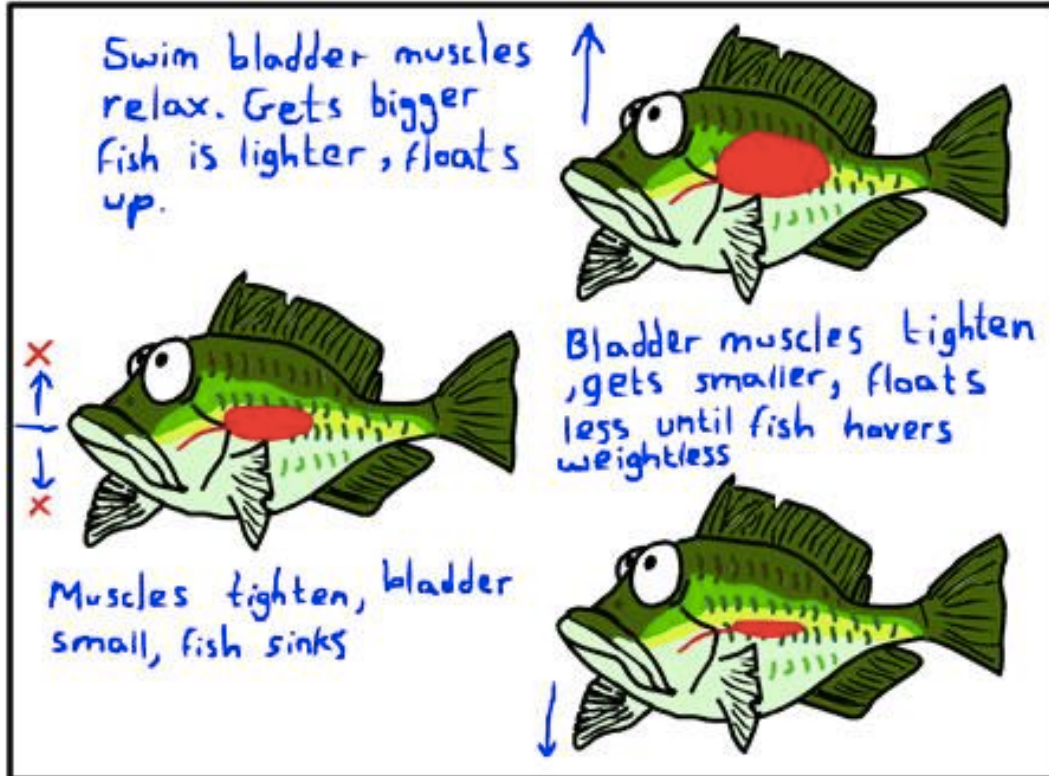
Plynový měchýř:

- **hlavní funkce** – hydrostatický orgán, regulace vznášivosti - plněn plynem (avšak může chybět)
- další funkce – vokalizace / sluch (mnoho skupin)
- vyjímečně funkce dýchání (původní znak, non-Teleostei = kostlíni, kaprouni; vyjímečně Teleostei – arapaima, tarponi)
- (alternativa vznášivosti – tukem plněná játra u paryb); !!! pozor tedy, hlavní funkcí plynového měchýře u většiny ryb **NENÍ** dýchání
- dvoudílný měchýř (kaprovití) – změna polohy těžiště těla



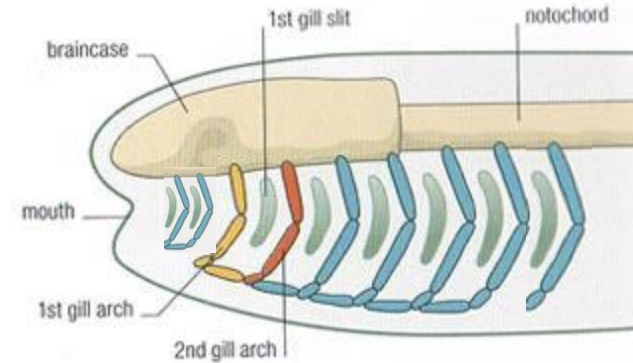
Plynový měchýř:

- hlavní funkce – regulace vznášivosti

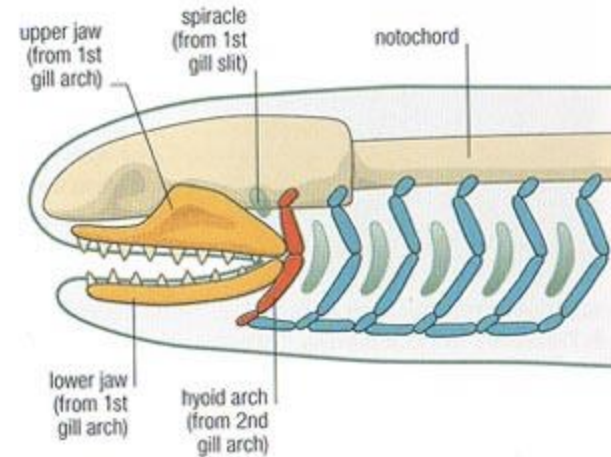


are separated)

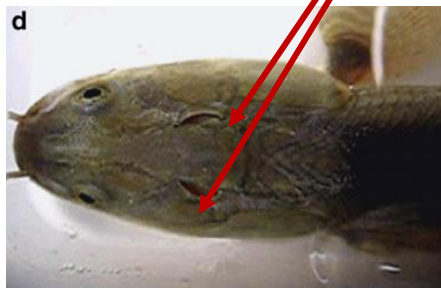
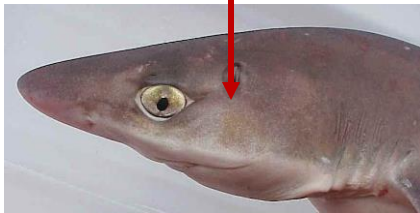
Spirákula a dýchání – nasávání vody



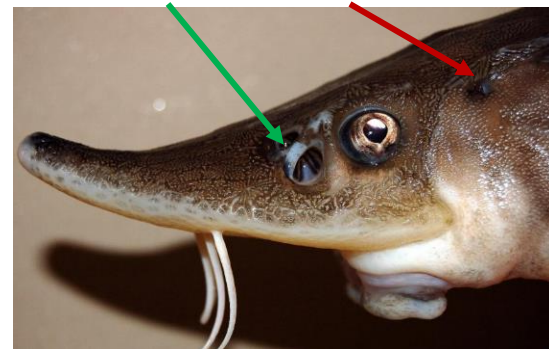
AGNATHOUS (JAWLESS) VERTEBRATE



GNATHOSTOME (JAWED) VERTEBRATE



bichir (*Polypterus delhezi*)

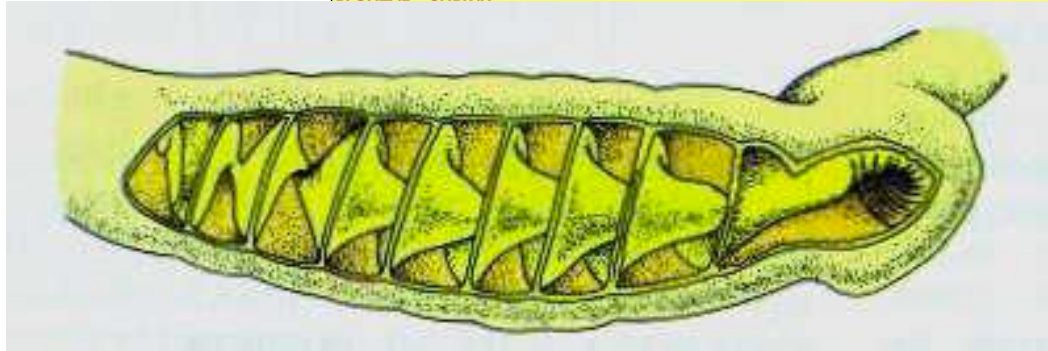


jeseter jezerní (*Acipenser fluvescens*)

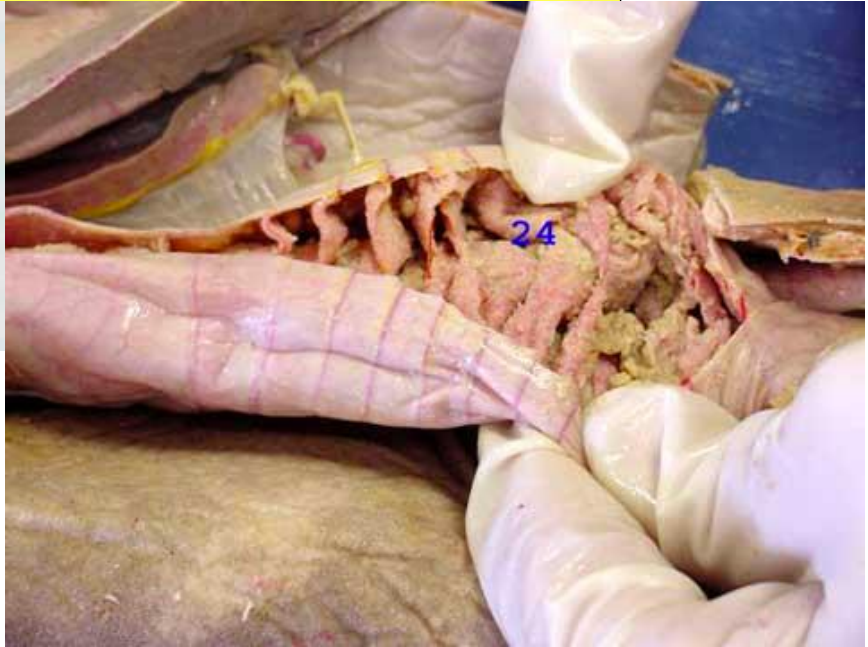
=> spirákulum je jasným ancestrálním/pleziomorfním znakem, který během evoluce Sarcopterygii, a Holostei + Teleostei vymizel.

spirální řasa:

	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		



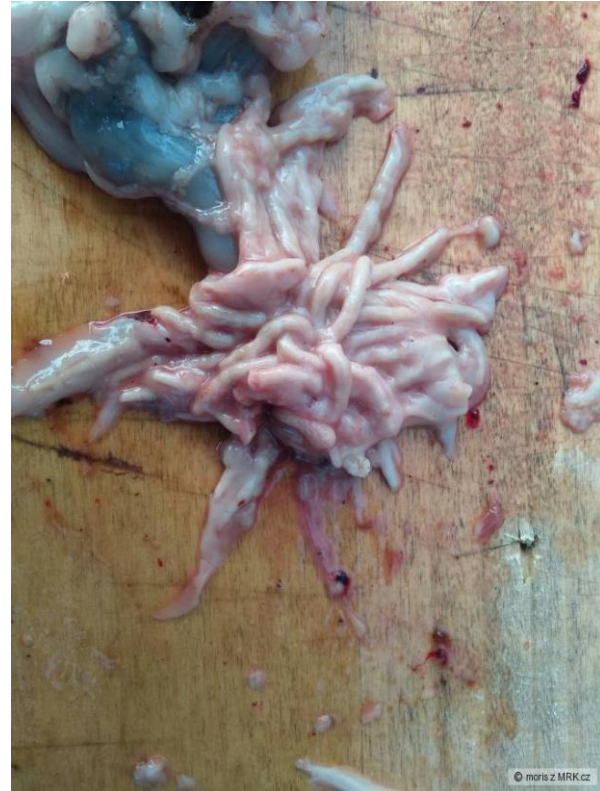
- ⇒ funkce řasy je zvýšení plochy trávicí soustavy (efektivnější vstřebávání)
- ⇒ zcela zřejmý trend v evoluci – Teleostei opouštějí spirální řasu (pleziomorfní znak) a místo toho mají prodlouženou trubici, některé linie pak pylorické přívěsky



OSTATNÍ ANATOMICKÉ ZVLÁŠTNOSTI:									
schopnost elektrorecepce	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ne	ne	vyjimečné a druhotně
spirální řasa	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO (redukována)	ANO (redukována)	ne

Pylorické přívěsky

alternativní zvýšení plochy TS u Teleostei



schopnost elektrorecepce

	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		

=> vnímání slabého bioelektrického pole
původ signálu je v nervové a svalové aktivitě)



veslonos americký (*Polyodon spatula*)

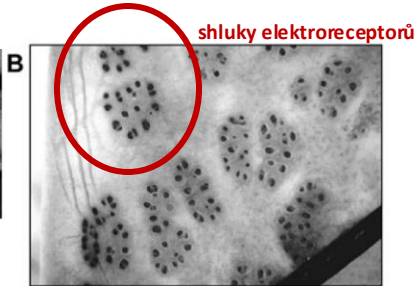
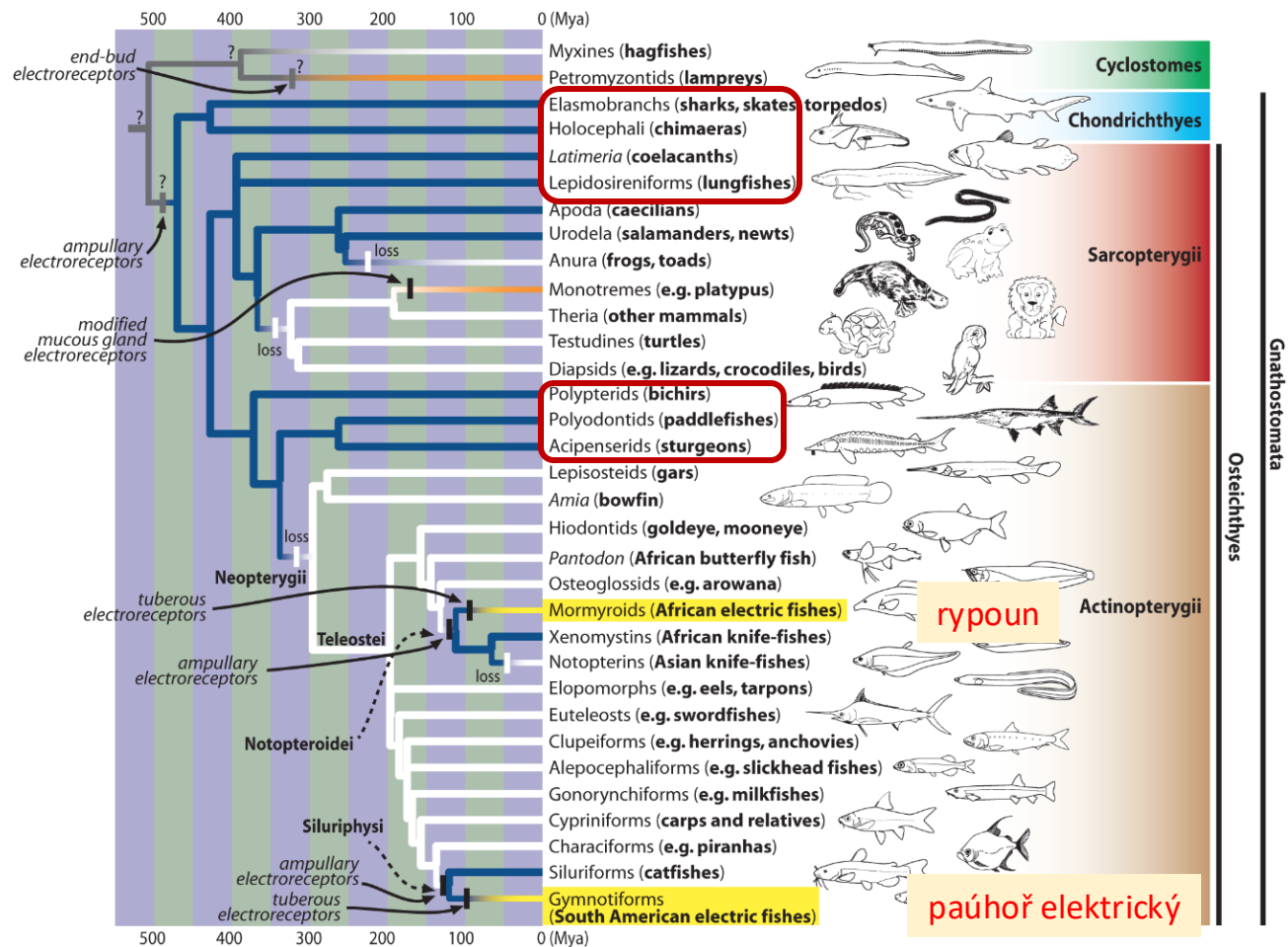


Figure 2:
(A) Photo of the underside of the rostrum from a 21 cm paddlefish.
(B) Enlarged photo of clusters of electroreceptor pores; the rostrum edge runs vertically near the left side. Width of corner bar = 0.5 mm.

OSTATNÍ ANATOMICKÉ ZVLÁŠTNOSTI:									
schopnost elektrorecepce	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ne	ne	vyjimečné a druhotně
spirální řasa	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO (redukována)	ANO (redukována)	ne
	mihule	paryby	násadcoploutví		paprskoploutvé ryby				

Evoluce elektroreceptce => jde o pleziomorfni znak obratlovců. U Teleostei pak znovu vyvinut (jinak)



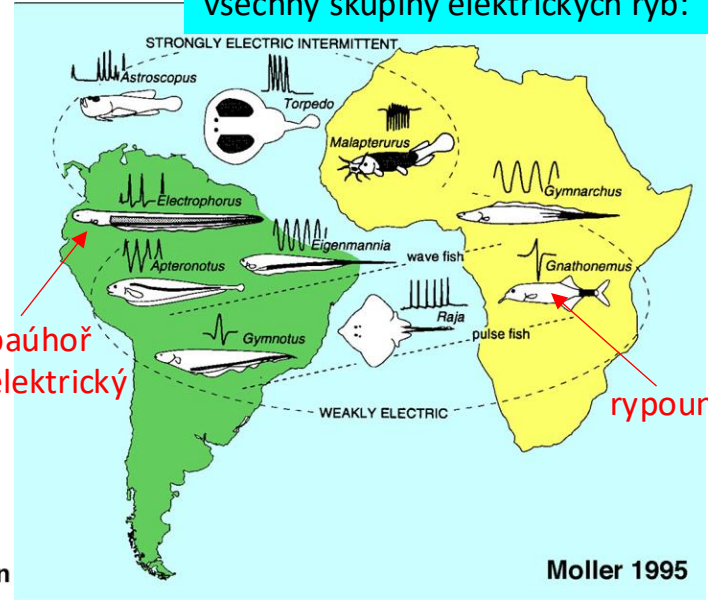
OSTEOGLOSSOMORPHA: rypouni

všechny skupiny elektrických ryb:

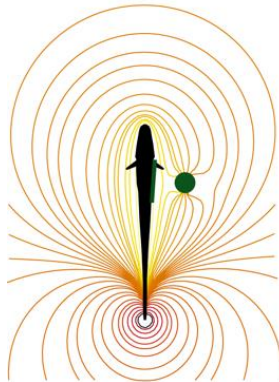


paúhoř
elektrický

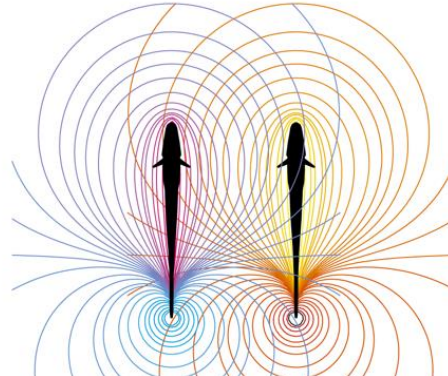
rypoun



electrolocation

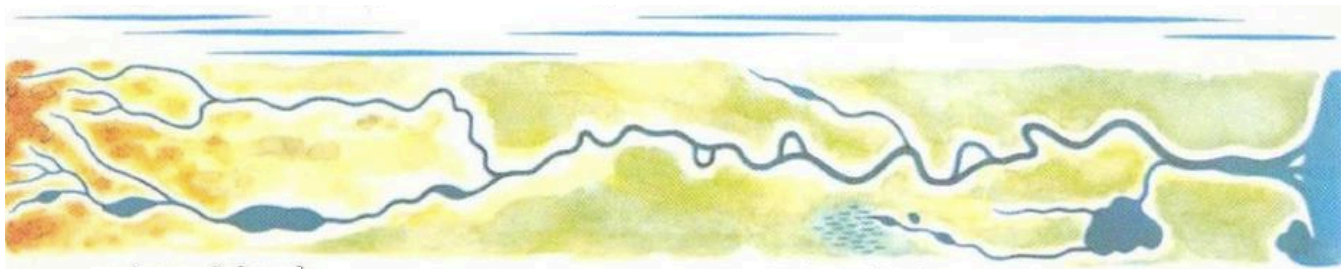


electrocommunication



stojaté versus tekoucí vody (rybí pásma?)

PÁSMO:	pstruhové - horní	pstruhové - dolní	lipanové	parmové	cejnové	(koruškové)	ježdíkové	platýsové
DRUH:	pstruh obecný		lipan podhomí	parma říční	cejn velký		ježdík obecný	platýs bradavičnatý

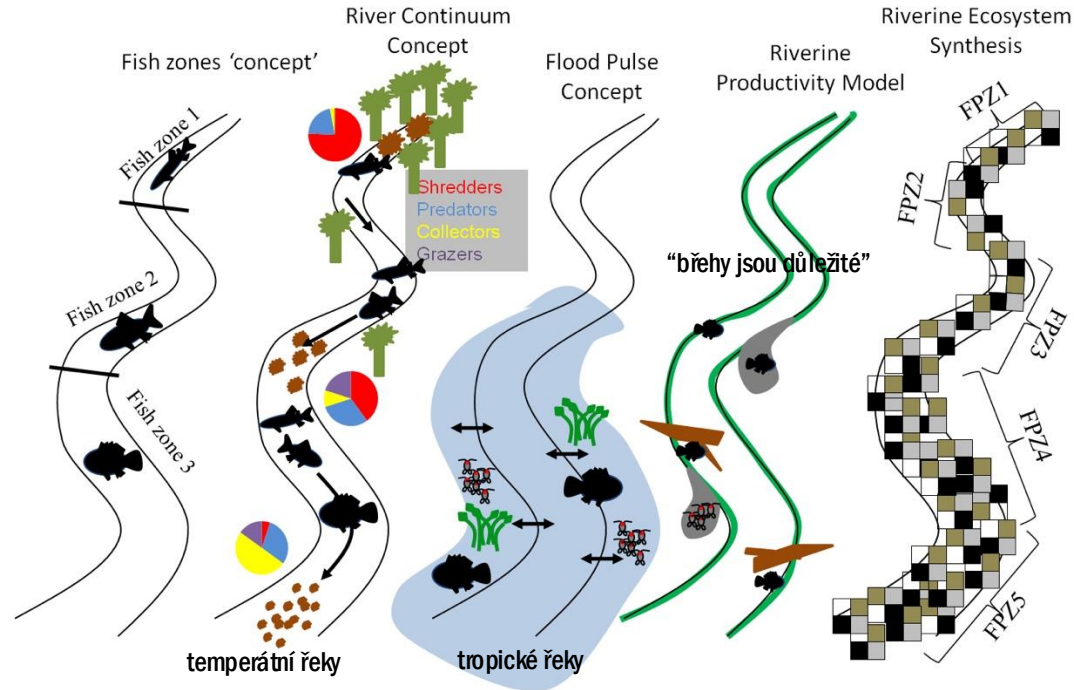


horské potoky



Topografické členění				Ekologické členění		
	pramen- istě	pramen pram. stružka			krenal	eukrenal
	polok	horní tok	pásma pstruhové horní pásma pstruhové dolní			hypokrenal
	řeka	střední tok	pásma lipanové pásma parmové		rhitrál	epirhitral
	veletok	dolní tok	pásma cejnové			metarhitral
	ústi toku		brakická zóna		potamal	hyporhitral
					ježdíkové platýsové	epipotamal
						metapotamal
						hypopotamal

cca od 70. let minulého století se ale koncept rybích pásem přestává používat pro klasifikaci z vědeckých důvodů (=když se udělaly studie, tak žádné diskretní kategorie neexistují); místo toho jiné koncepty:

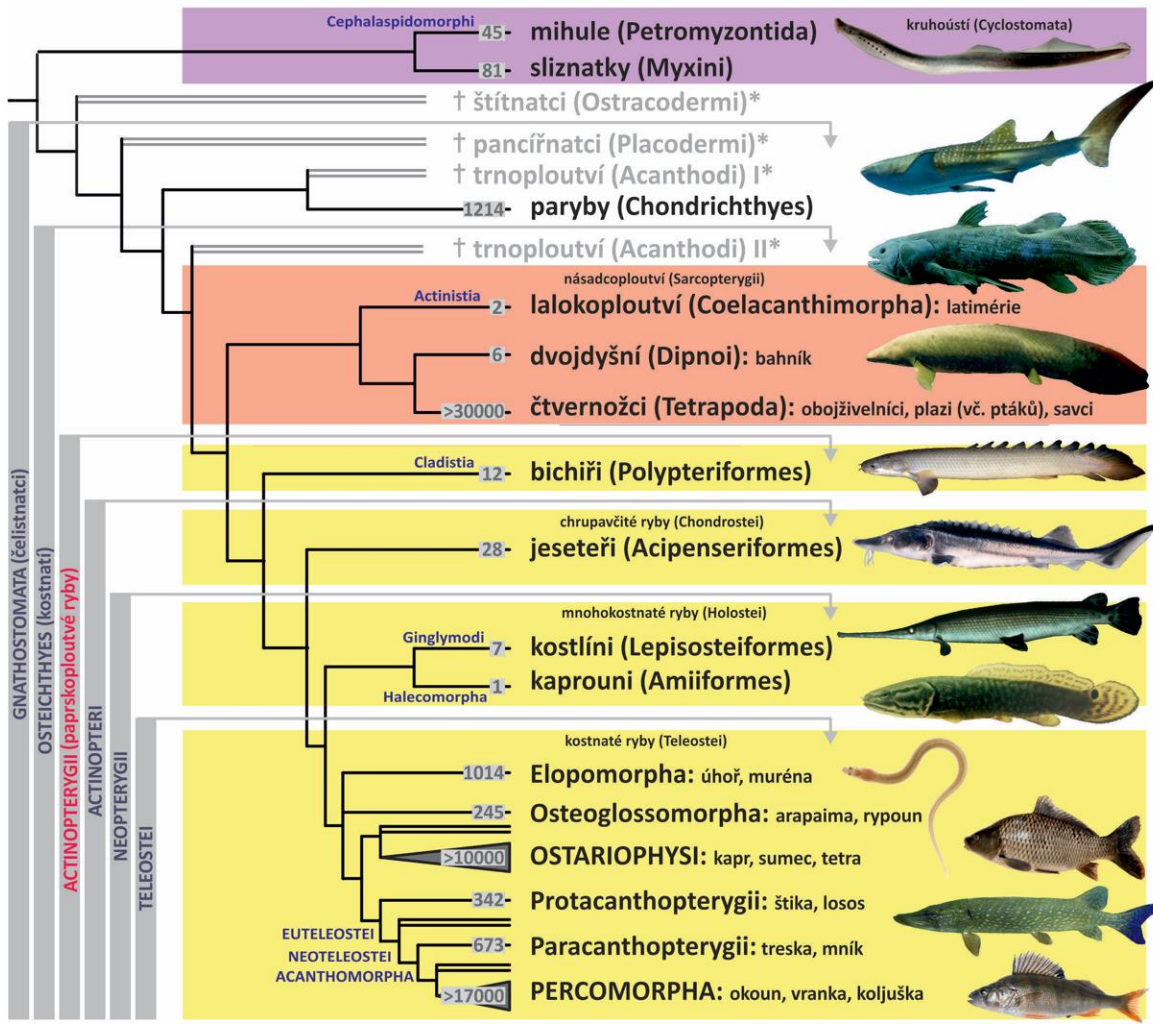


ani kontinuum, ani pásma, jde o kombinaci mnoha malých úseků s různými parametry...

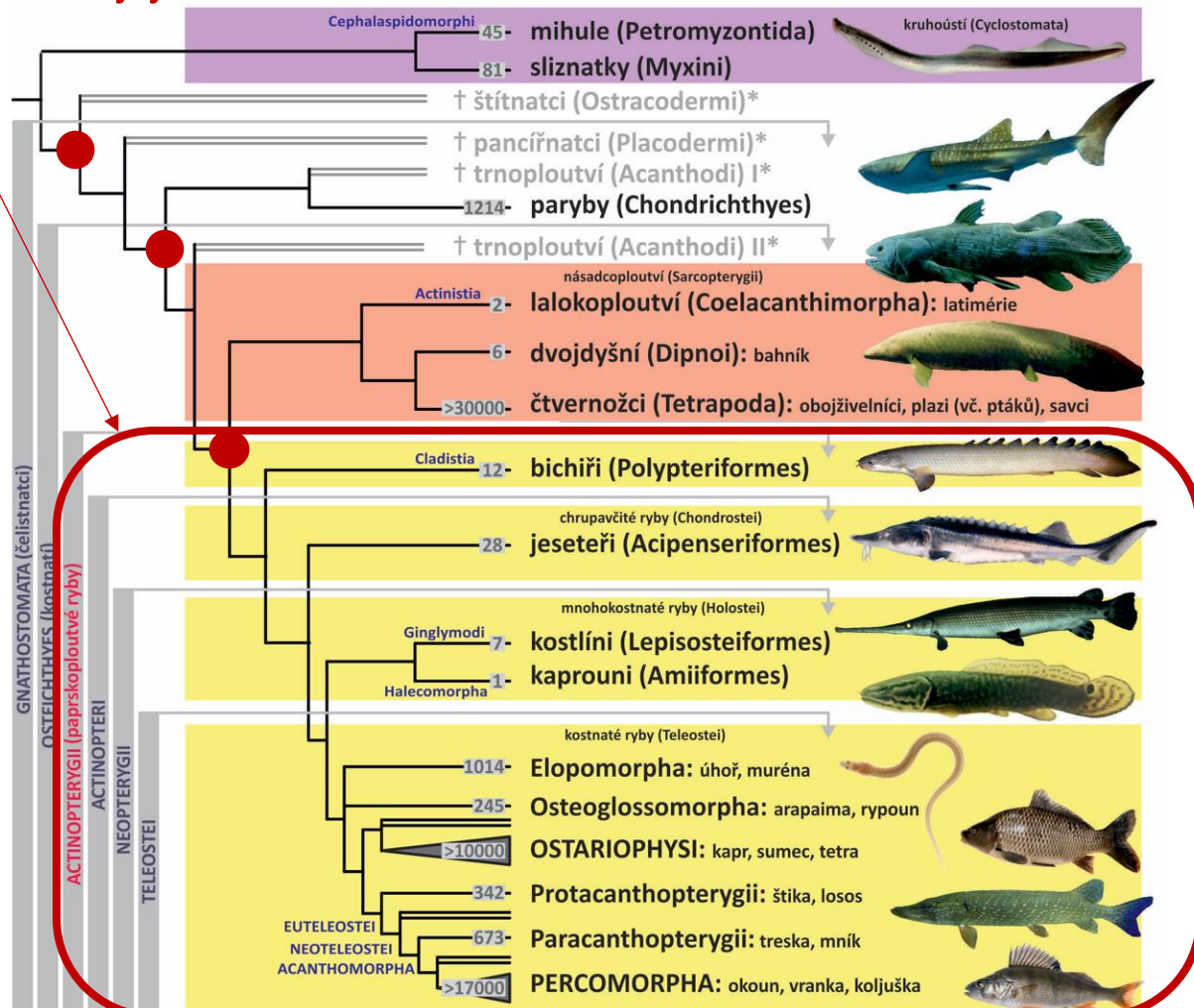
blog: <https://paulhumphriesriverecology.wordpress.com/2012/02/15/a-bried-history-of-how-scientists-think-rivers-work-part-1/>

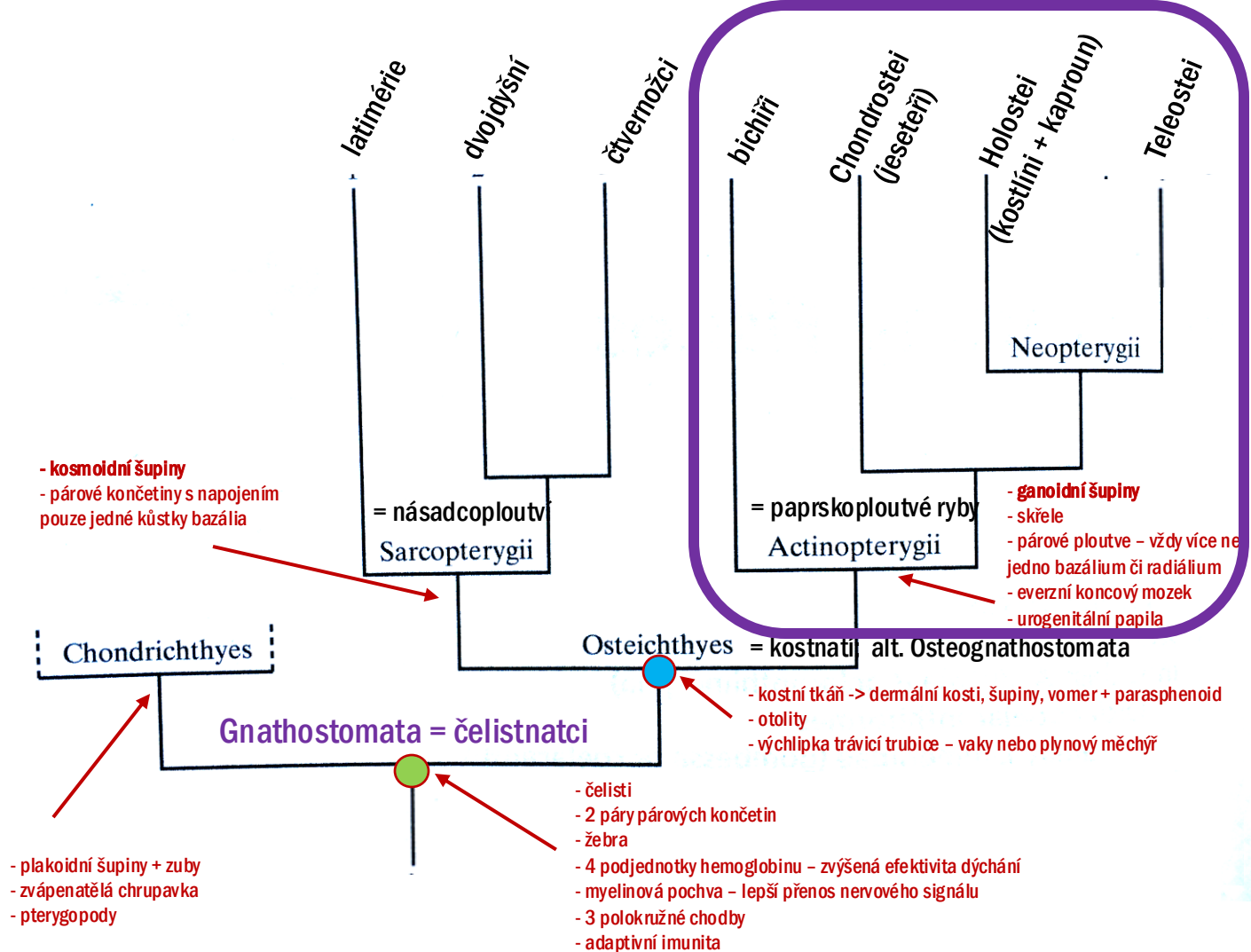
=> dnes již nejde o vědecký koncept, ale spíš o didakticky hezký příměr, jak jsou různé druhy ryb jinde

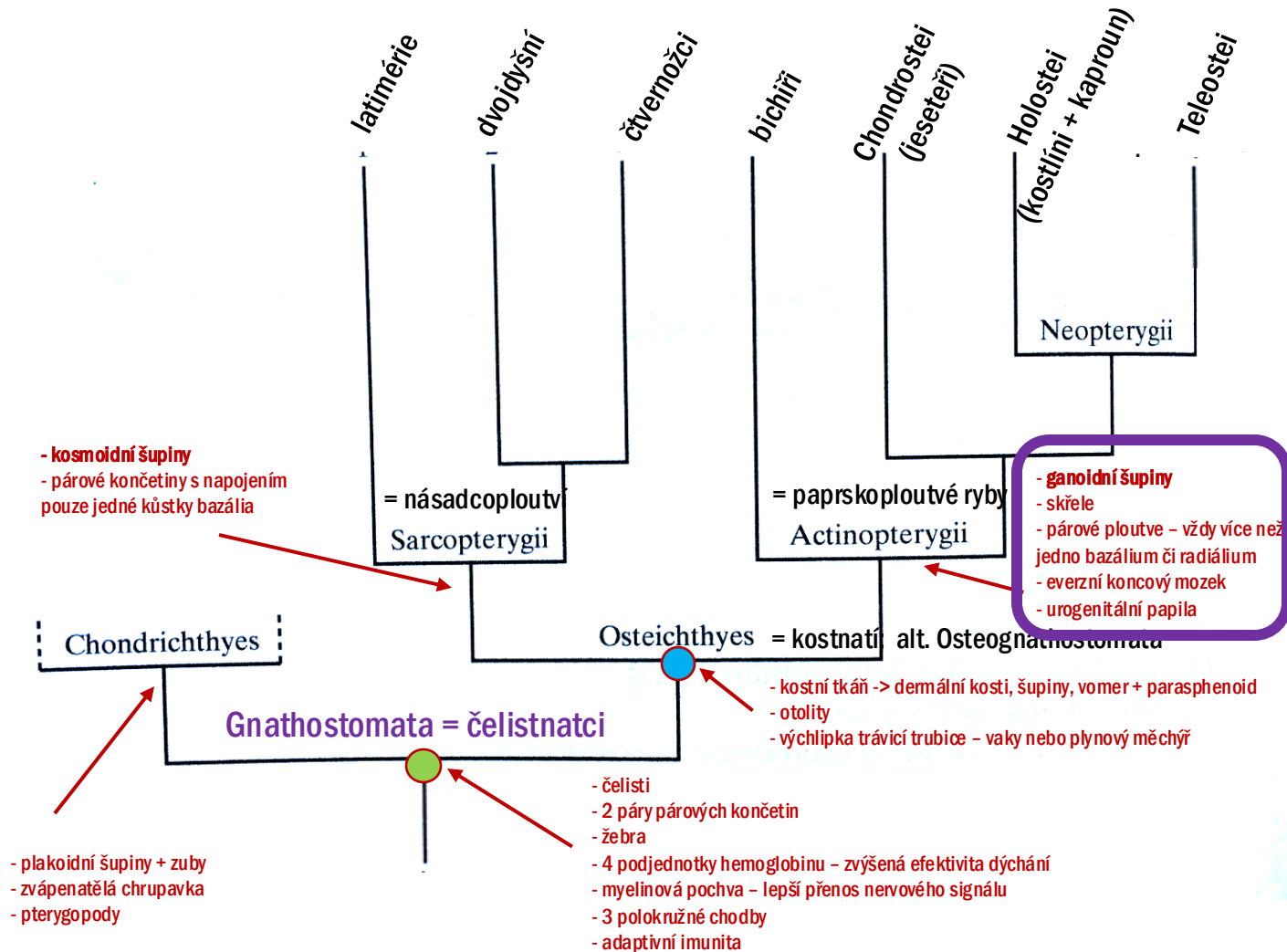
Fylogeneze obratlovců:



Paprskoploutvé ryby:







Paprskoploutvé ryby - Actinopterygii:

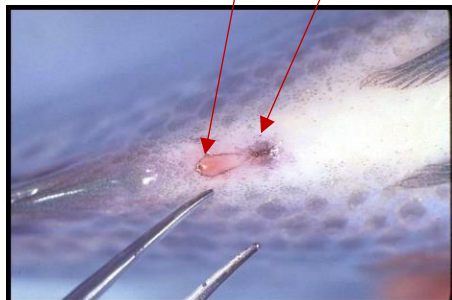
skřele = žaberní víčko

- ochrana ale i dýchání když ryba neplave

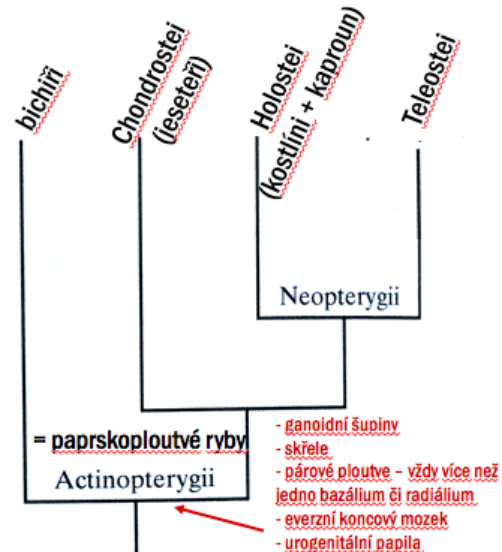
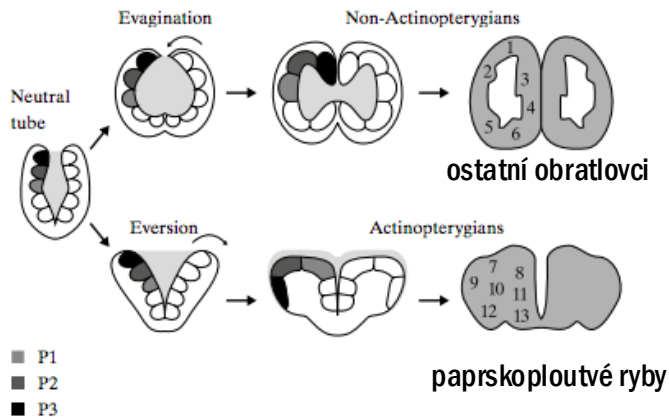


urogenitální papila + řitní otvor

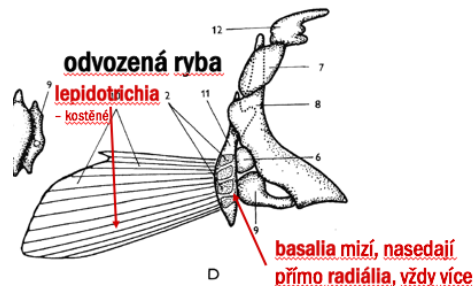
- nikdy kloaka!!



everzní koncový mozek:

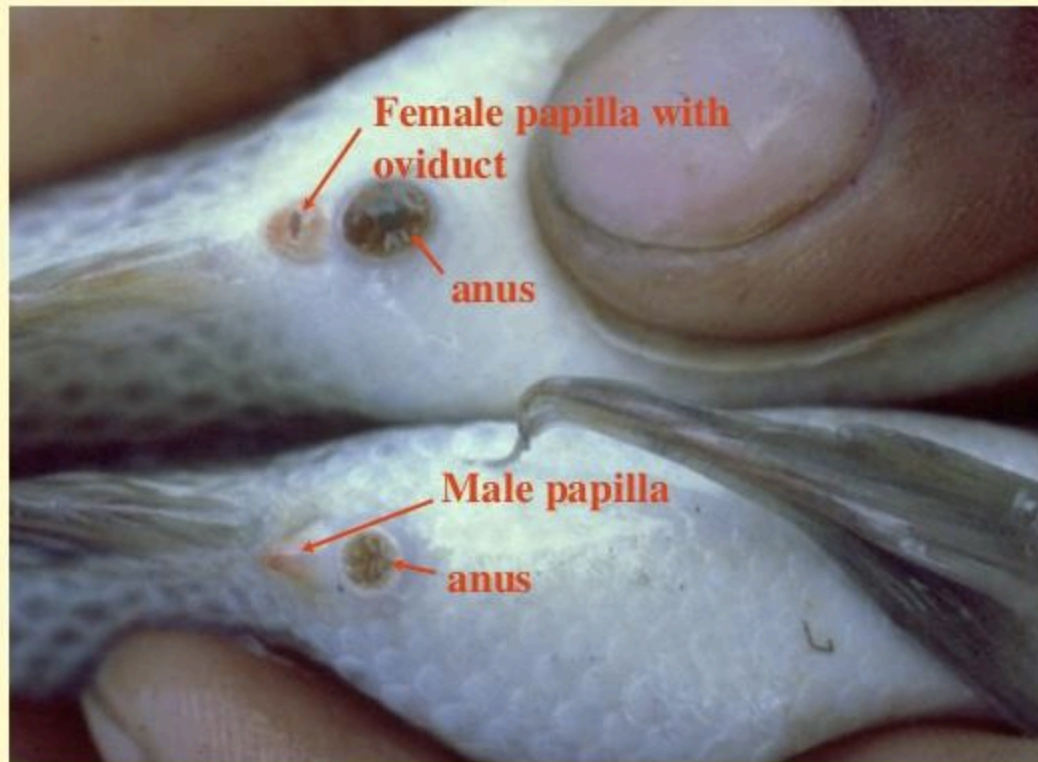


stavba párové ploutve:



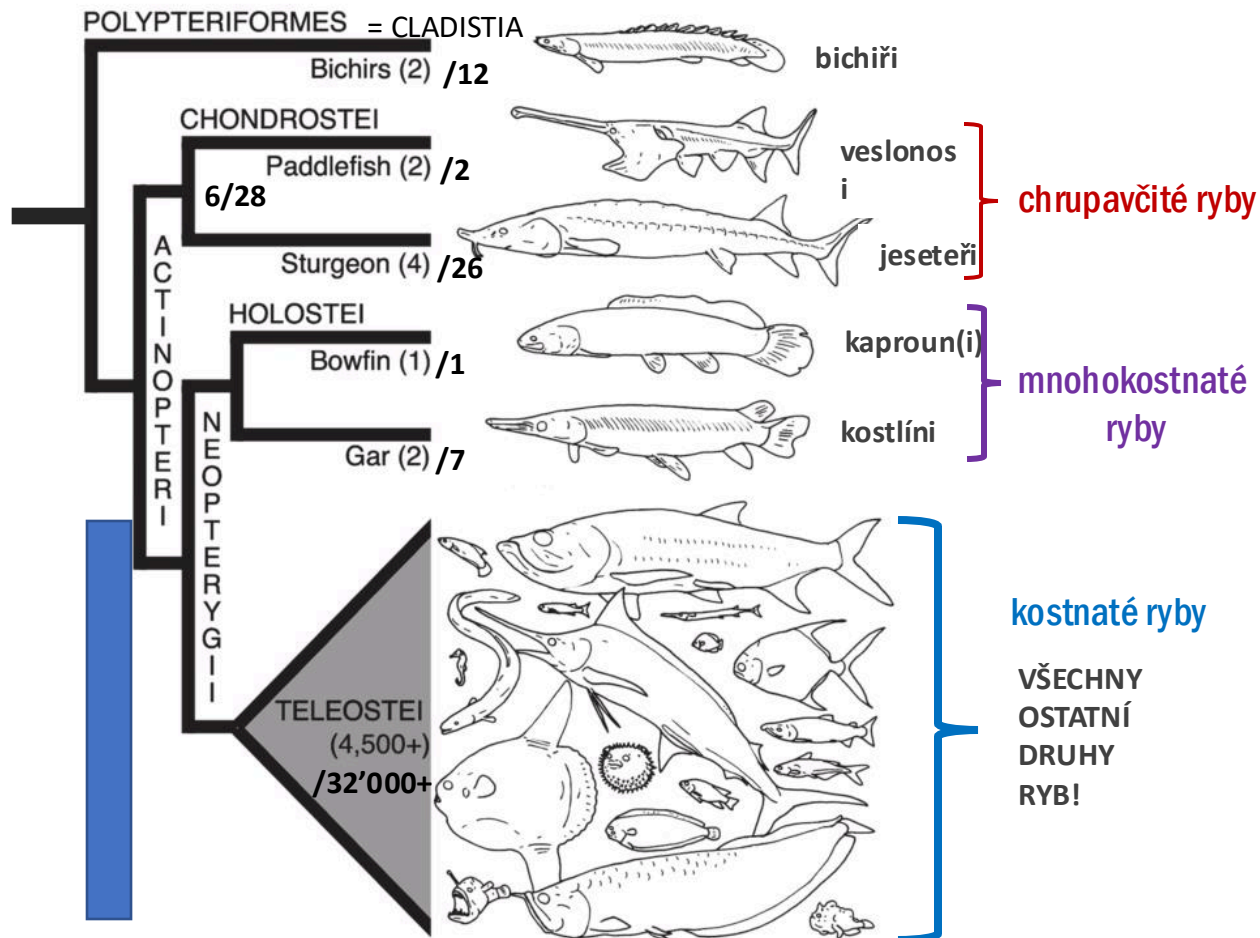
Paarskoplootvé rvbv - Actinopterygii:

Visual Selection of the Genital Papilla

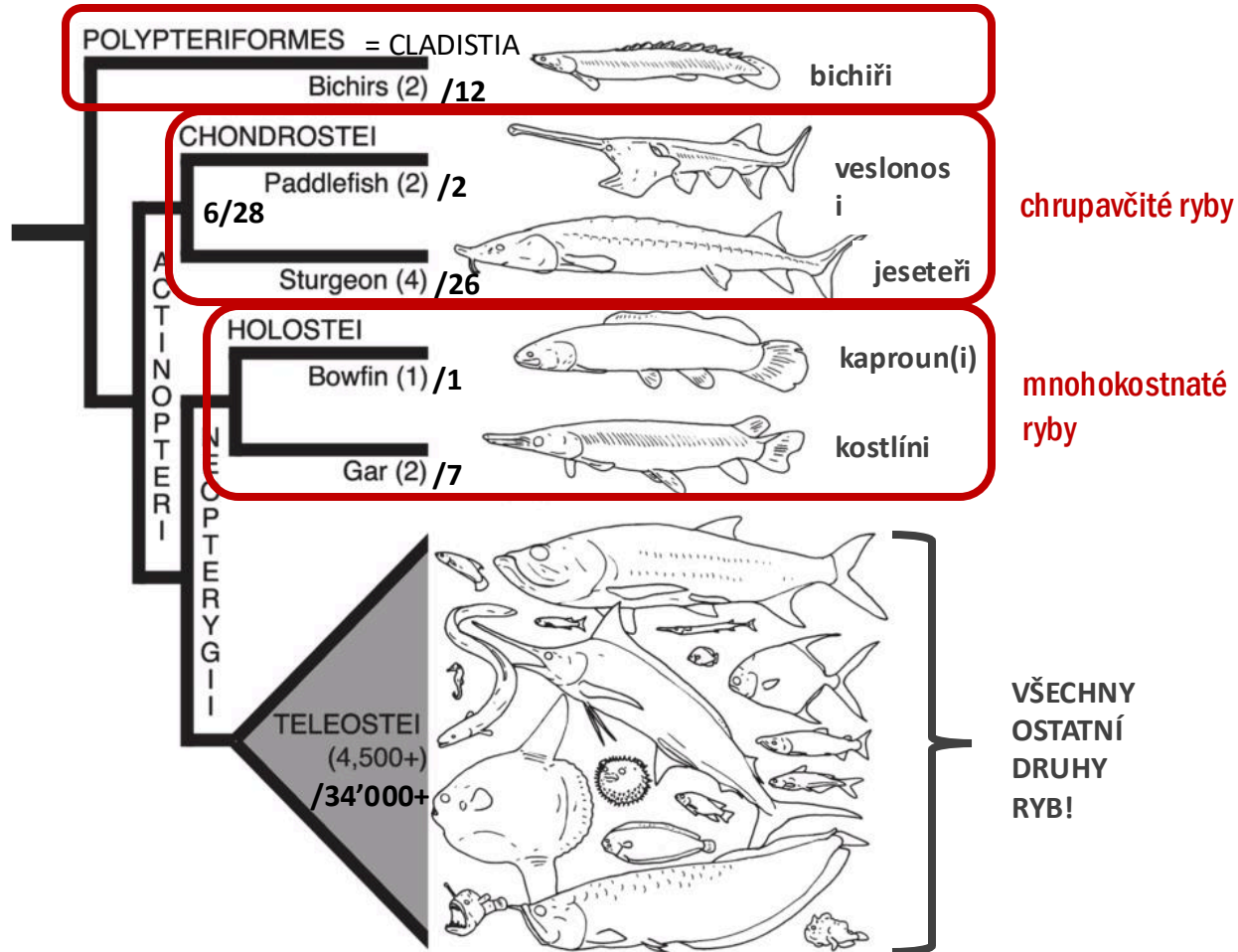


tilápíe (tlamoun nilský, *Oreochromis niloticus*)

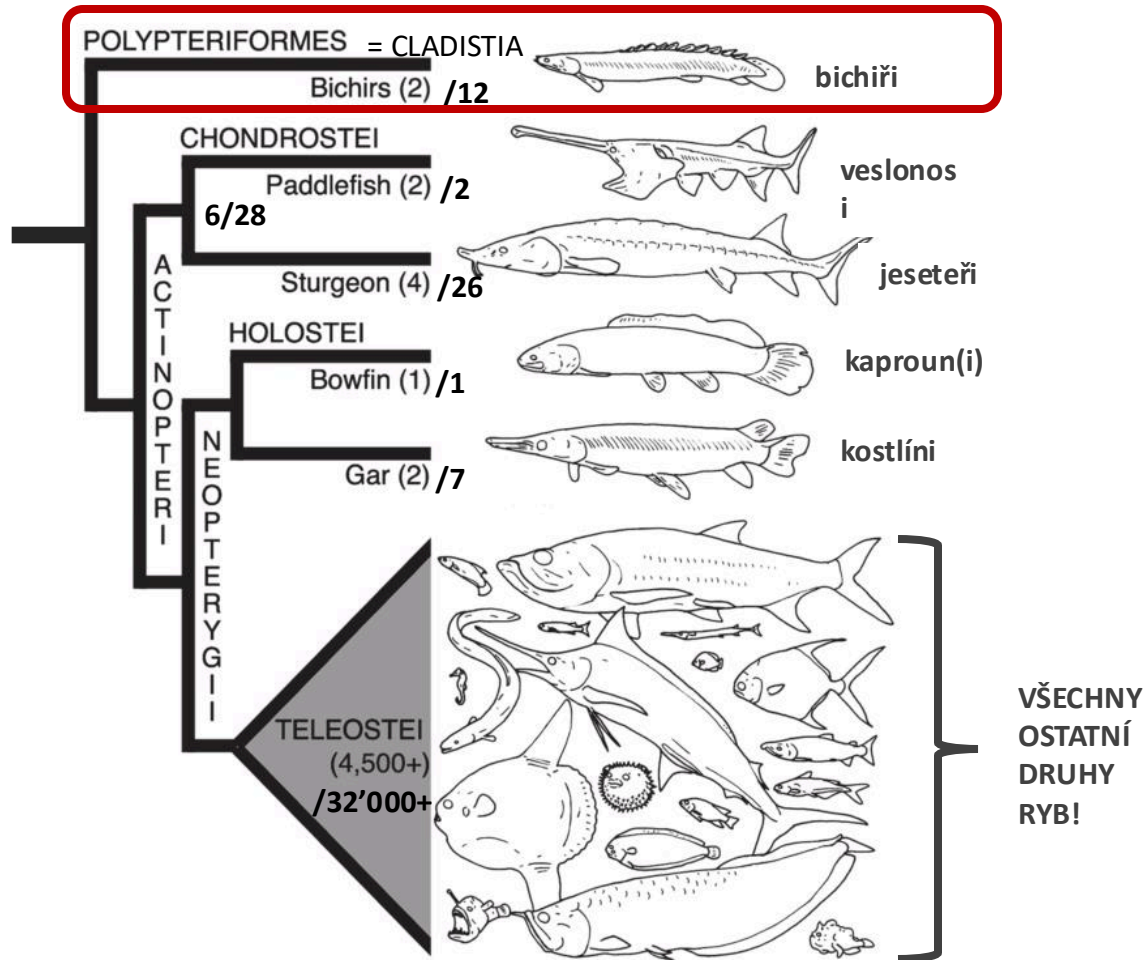
evoluce paprskoploutvých ryb:



rodová / druhová biodiverzita paprskoploutvých ryb:



rodová / druhová biodiverzita paprskoploutvých ryb:



(1 čeleď, 14 druhů)

čeleď: **Polypteridae** – bichirovití (14 druhů)

- sladkovodní ryby, (sub)tropická Afrika
- ganoidní šupiny
- osvalené násadce párových ploutví
- dvoudílný plicní vak, pravá polovina větší
- spirální řasa
- larvy - vnější žábry

rod: **Polypterus** – bichir (13 druhů)

- většina z povodí Konga, ale i Nil, západní Afrika, jezero Tanganyika

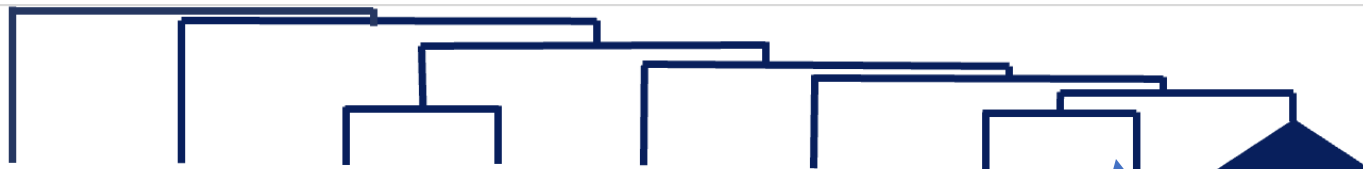
bichir senegalský (*Polypterus senegalus*)*Polypterus delhezi*rod: **Erpetoichthys** – bichrek (1 druh)

- nemá břišní ploutve

bichrek úhořovitý (*Erpetoichthys calabaricus*)



chiméra
Callorhynchus sp.



	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
DÝCHÁNÍ A SPOL.:									
přímé dýchání ze vzduchu	ne	ne	jednoduchý či dvojitý plicní vak (ventrální)	ne	dvojitý plicní vak (ventrální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	vyjímečné a jiné
vnější žábry larev	ne	ANO	ANO	ne	ANO	ne	ne	ne	ne

africký bahník *Protopterus amphibius*



bichir Endlicherův (*Polypterus endlicheri*)



=> jeden z důvodů, proč bývali bahníci a bichiři občas řazeni společně...

bichir Endlicherův (*Polypterus endlicheri*)



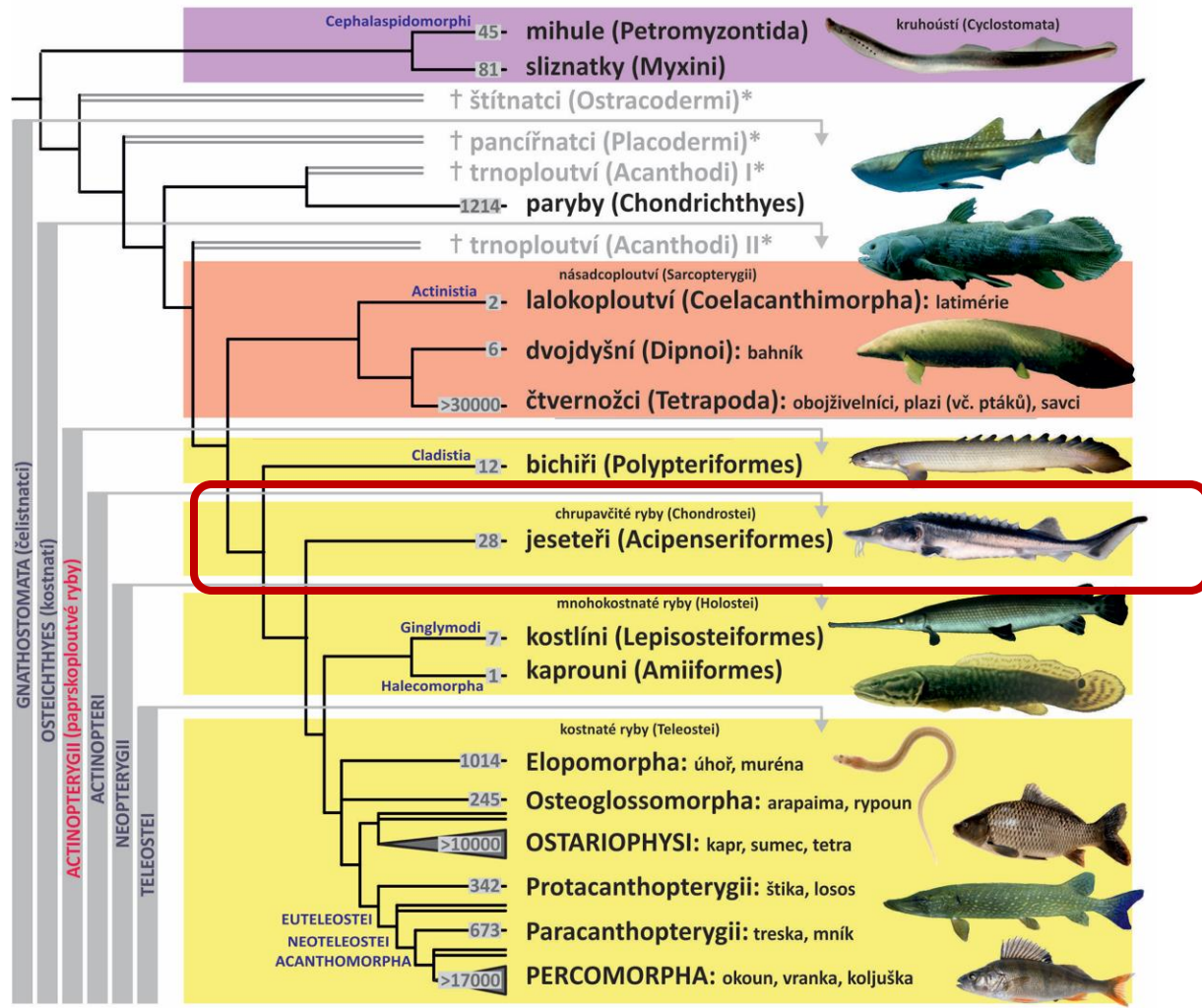
bichiri	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
ADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
řítý plicní (ventrální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	vyjímečné a jiné
ANO	ne	ne	ne	ne

bichir Endlicherův (*Polypterus endlicheri*)

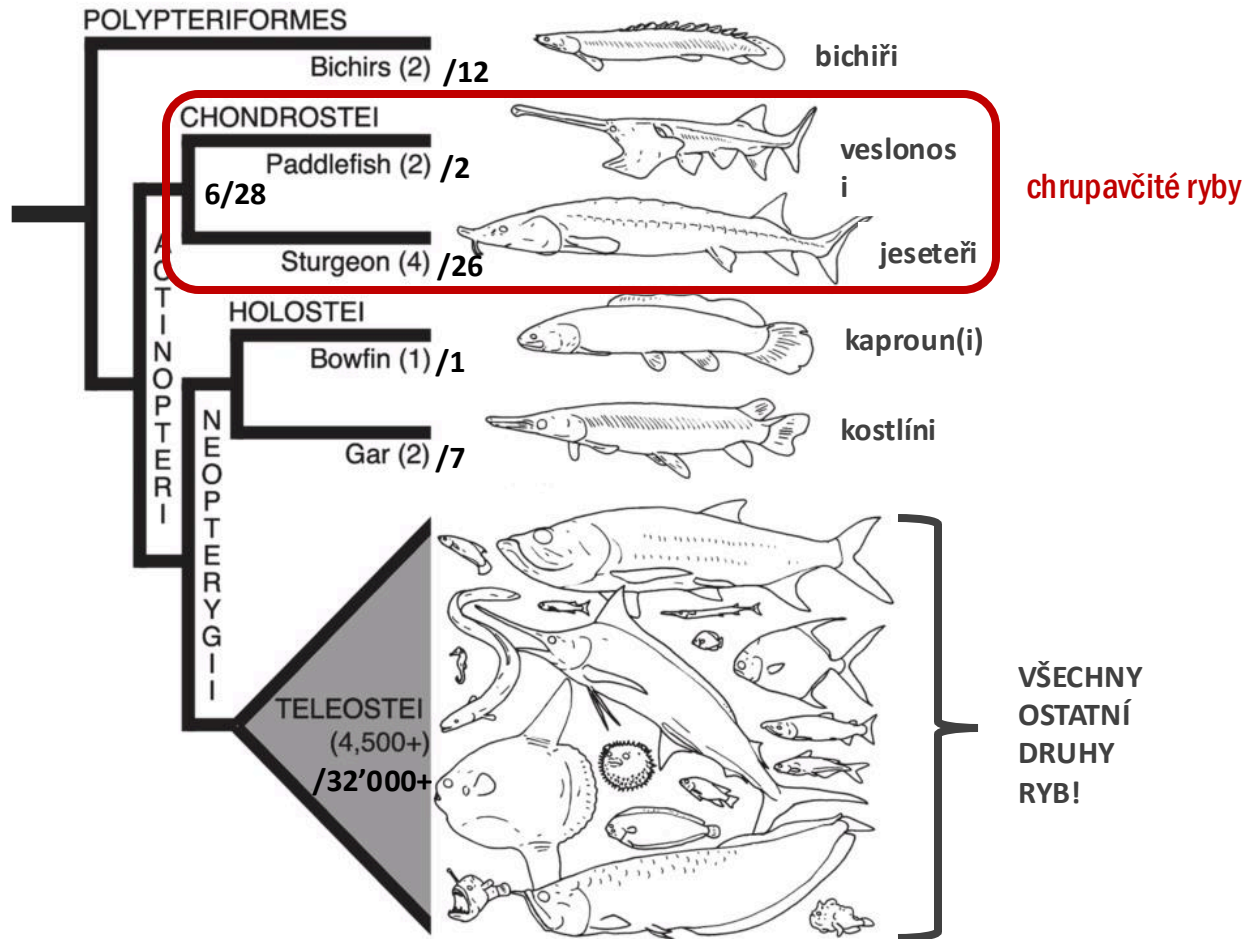


=> jeden z důvodů, proč bývali bahníci a bichiři občas řazeni společně...

Fylogeneze obratlovců:



rodová / druhová biodiverzita paprskoploutvých ryb:



CHONDROSTEI – chrupavčité ryby

(infrařída, tj. nad nadřádem a pod podtřídou; někdy např. infrařída vačnatci a placentálové)

řád: jeseteři - Acipenseriformes

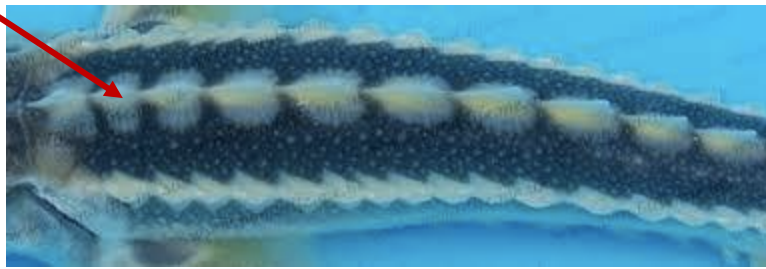
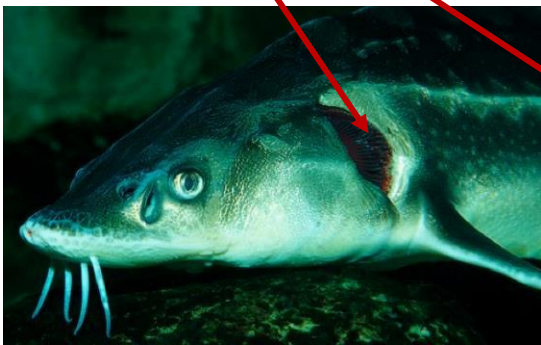
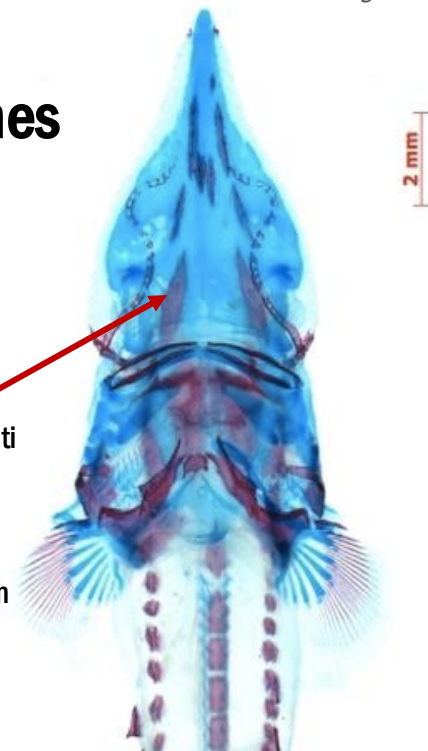
(2 čeledi, 27 druhů)

čeleď: **Acipenseridae** – jeseterovití (4 rody, 25 druhů)

čeleď: **Polyodontidae** – veslonosovití (2 rody, 2 druhy)

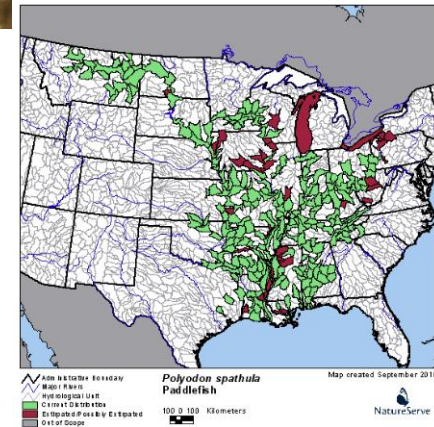
- chorda zachována
- spirákulum (plesiomorfie)
- heterocerkní ocasní ploutev (plesiomorfie)
- potlačení osifikace – chrupavka (jinak než u paryb), ale na lebce skutečné kosti
- redukce zubů
- vousky s chrupavkou a mechano + chemosenzory
- operkulární otvor (nasávání vody k dýchání když žerou)
- žíví se ze dna, někdy rybami, ale to hlavně v noci když spí, tedy stále nasáváním
- štítky – pozůstatky ganoidních šupin, funkce ochranná hlavně u mladých ryb

bone red and cartilage blue



čeleď: **Polyodontidae** – veslonosovití (2 rody, 2 druhy)

veslonos americký (*Polyodon spathula*)
- musí plavat neustále, aby dýchal



veslonos čínský (*Psephurus gladius*)



Yangtze river



řád: jeseteň – Acipenseriformes
čeleď: jeseterovití – Acipenseridae

jeseterovití v ČR:

jeseter velký (*Acipenser sturio*)

jeseter malý (*Acipenser ruthenus*)

původní, ale dnes vysazován (neudržel by se)



poslední rekord v ČR - 1903



poslední rekord v ČR - 1916

vyza velká (*Huso huso*)

kaviár

- pravý kaviár - jeseterovití
 - většina produkce (až 90%) – Kaspické moře
 - nejčastěji vyza velká
-
- Výzkumný ústav rybářský – Vodňany
 - “sturgeon friendly” caviar – nezabíjejí rybu



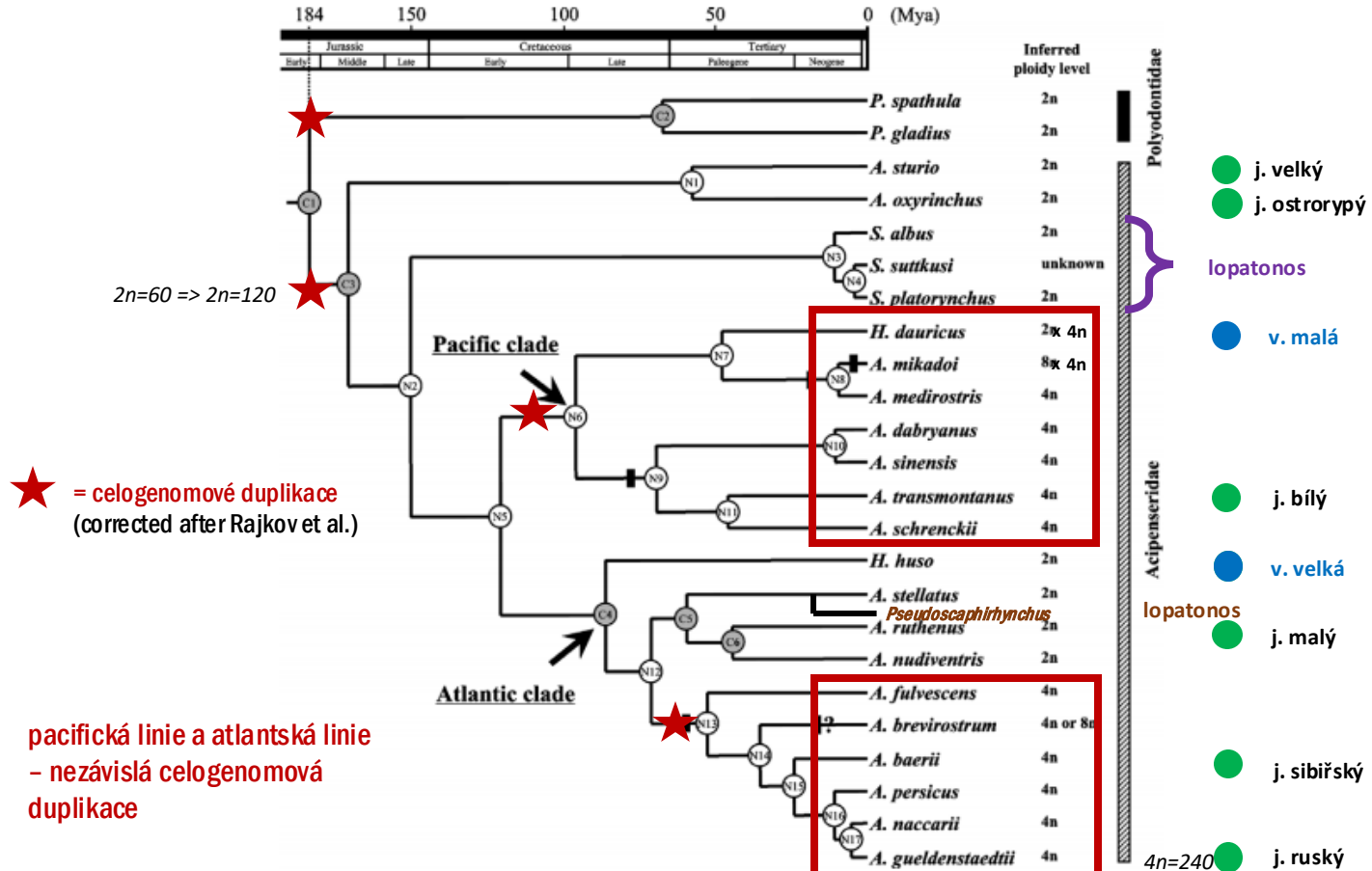
Ázerbajdžán, Baku -
letišť (ceny v EUR)



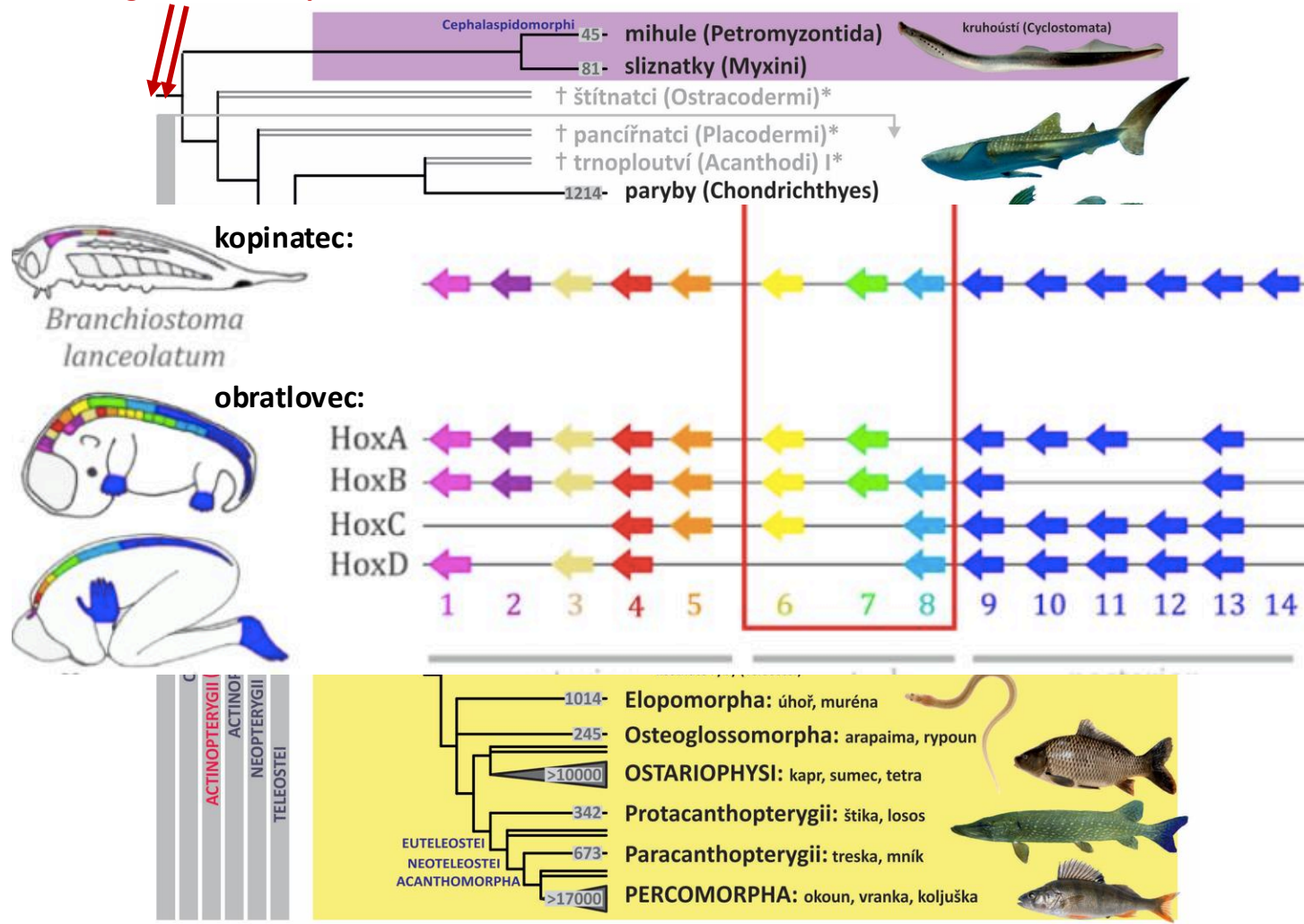
celogenomové duplikace:

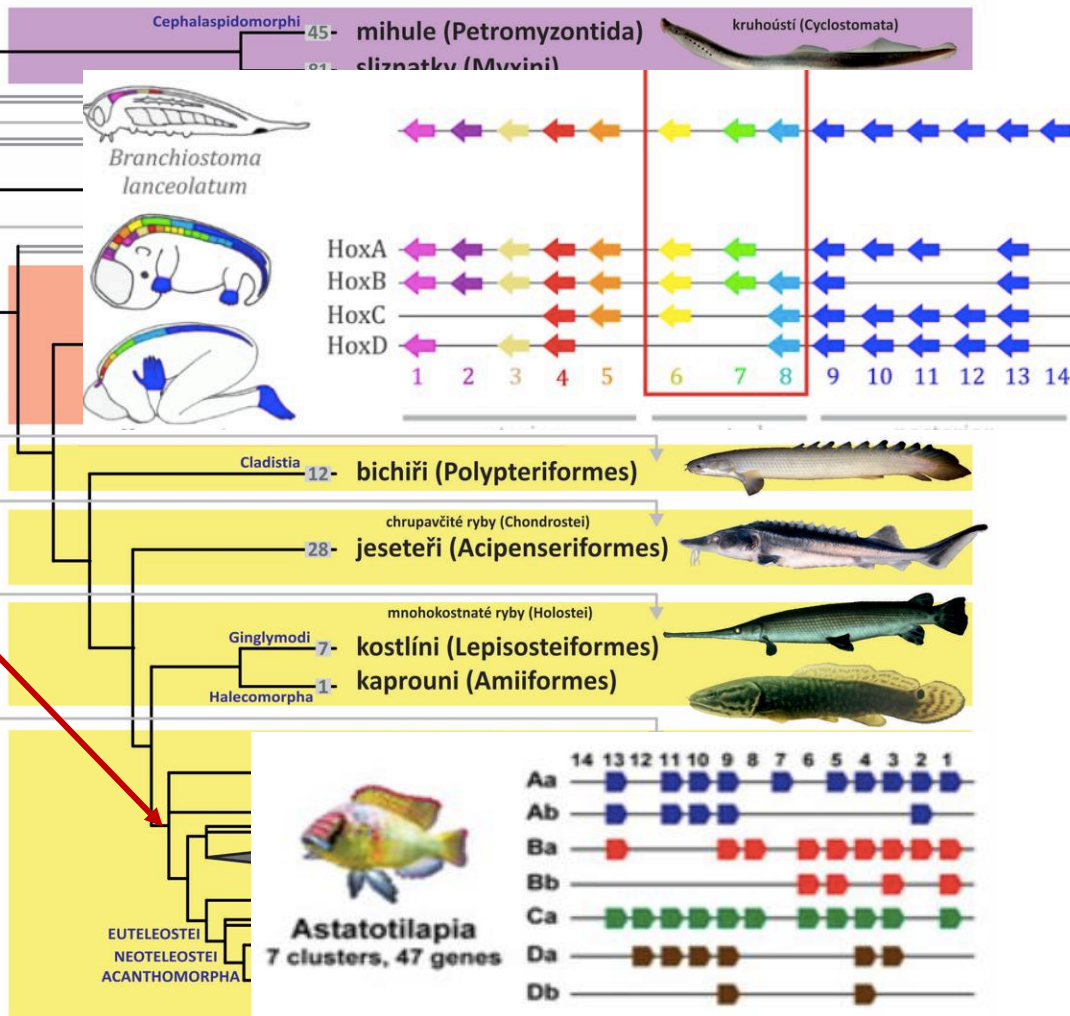
858

Z. Peng et al. / Molecular Phylogenetics and Evolution 42 (2007) 854–862



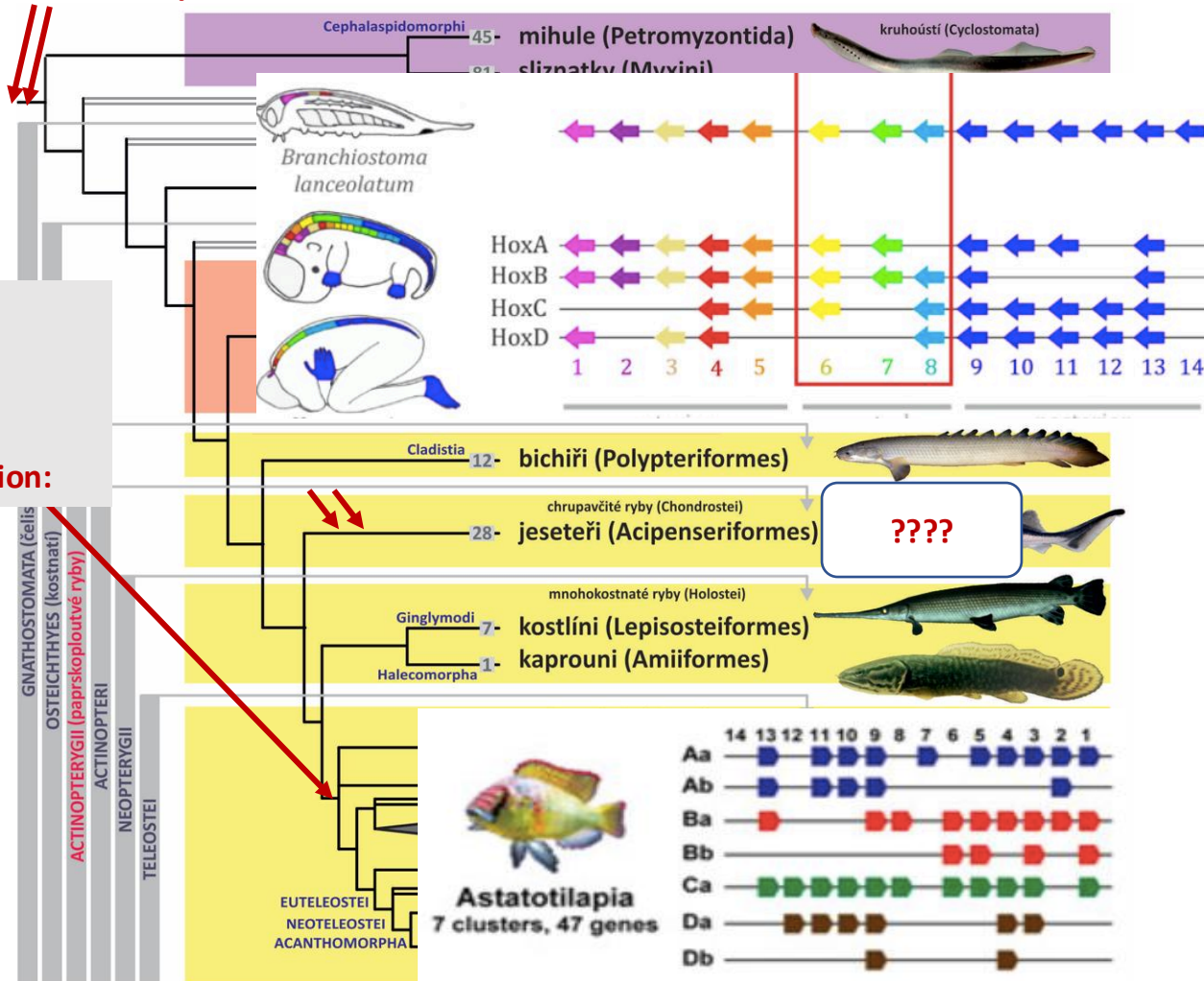
2 celogenomové duplikace na bázi obratlovců:



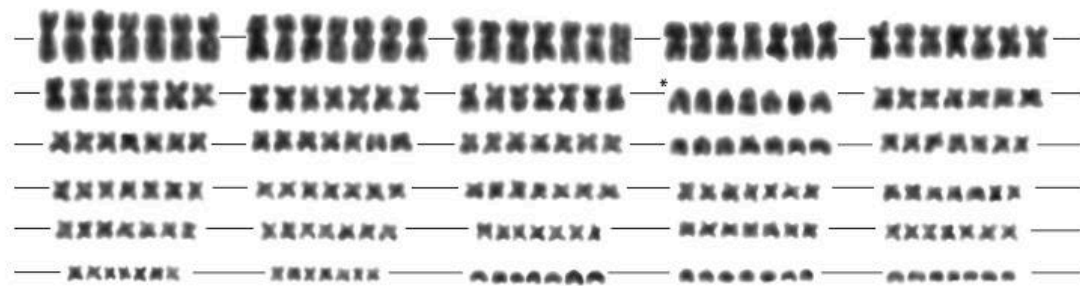


2 celogenomové duplikace na bázi obratlovců:

Teleost-specific whole-genome duplication:

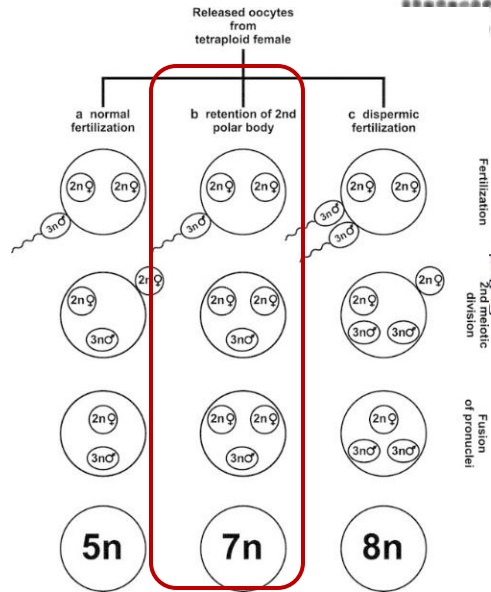


karyotyp a polyploidie:



437 chromozomů – jeseter
sibiřský (*A.baer*) –
heptaploid (nejvyšší počet
u jeseterů)

samice 4n – neredukovala
samec 6n – 3n spermie



nosome spread and c
cimen has 437 chrom
ivalent to 10 μm

Havelka et al. Genet Sel Evol (2016) 48:12
DOI 10.1186/s12711-016-0194-0



GSE Genetics
Selection
Evolution

on
tric

RESEARCH ARTICLE

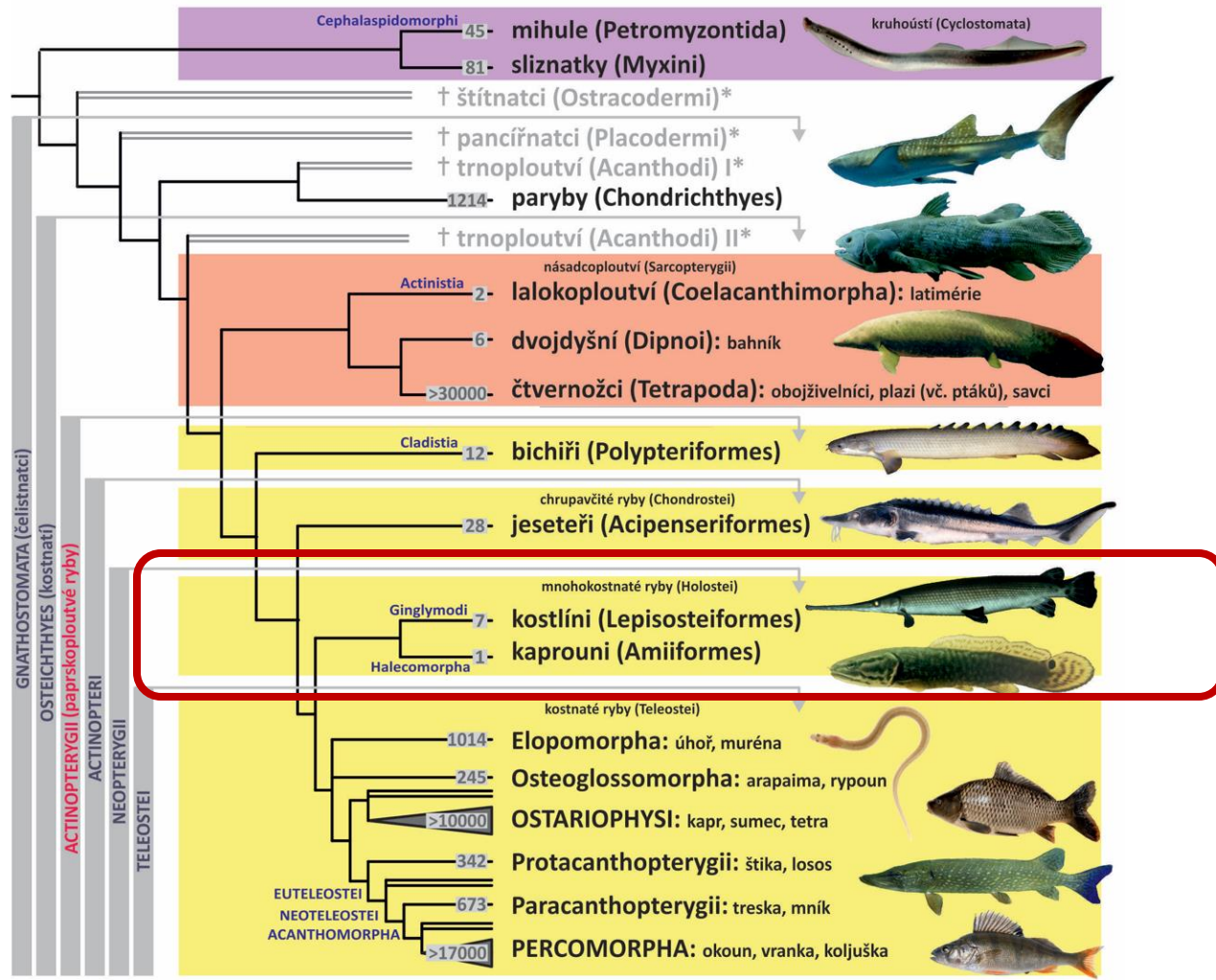
Open Access



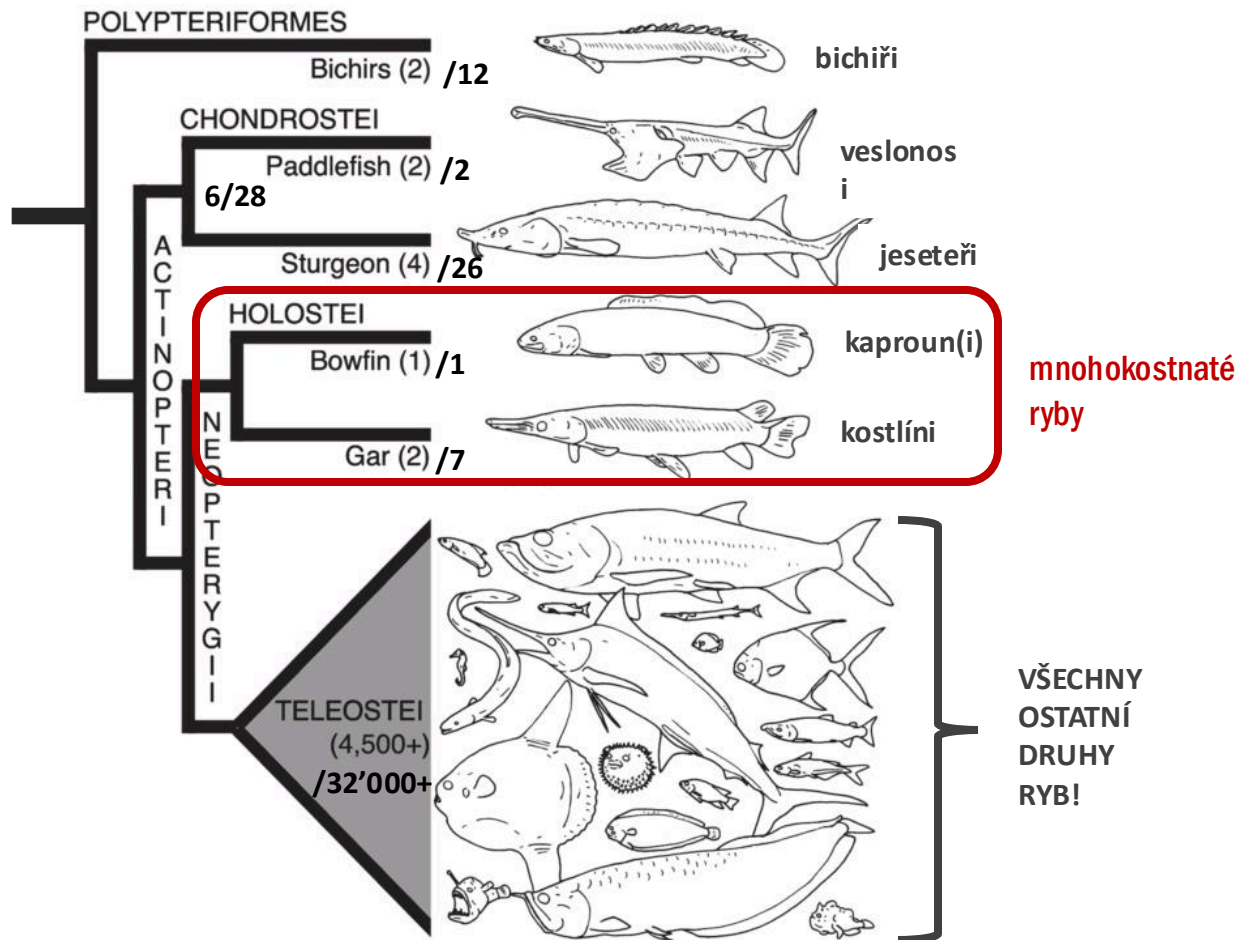
The second highest chromosome count
among vertebrates is observed in cultured
sturgeon and is associated with genome
plasticity

Miloš Havelka^{1,2*}, Dmytro Bytyutskyi¹, Radka Symonová³, Petr Ráb⁴ and Martin Flajšhans¹

Fylogeneze obratlovců:



rodová / druhová biodiverzita paprskoploutvých ryb:



	mihule	paryby	bahnici	latimérie	blhňhi	chrupavčité	kostlní	kaprovní	TELEOSTE
					CLADISTIA	CHONDROSTEI		HOLOSTEI	
PLOUTVE + ŠUPINY:									
ocasní ploutve	protocerklí	heterocerklí	dýfcerklí	dýfcerklí (podobé se dýfcerklím)	heterocerklí	heterocerklí	částečně heterocerklí	částečně heterocerklí	homocerklí
osvalené násadej ploutví	ne	ne	ANO / NE	ANO	ANO	ne	ne	ne	ne
šupiny	nemá	plakodíní	cykloidní	cykloidní	ganoidní	lštlyky	ganoidní	cykloidní	cykloidní, leznodní
OČERNÁ SOUSTAVA:									
centra obrátů	ne	ANO (kalckřikované)	ne	ne	ANO (amficeální)	ne	ANO (opistocerklí)	ANO (amficeální)	ANO (amficeální)
zachovaná chodra	ANO	ne	ANO	ANO	ne	ANO	ne (ale neukončený růst)	ne (ale neukončený růst)	ne
DÝCHANÍ A SPOL-:									
příčné dýchání ze vzduchu	ne	ne	jednoduchý či dvojitý plicní vak (ventrální)	ne	dvojitý plicní vak (ventrální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	plynový měchýř (dorsální)	výměrné a jiné
vnější žábry larev	ne	ANO	ANO	ne	ANO	ne	ne	ne	ne
spirákula	ne	ANO	ne	ne (vyvojový rudiment)	ANO	ANO	ne	ne	ne
OSTATNÍ ANATOMICKÉ ZVLÁŠTNOSTI:									
schopnost elektrorrecepcie	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ne	ne	výměrné a druhotné
spřáhlá fasa	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO (redukovaná)	ANO (redukovaná)	ne

řád: Kostlíni (Lepisosteiformes) - dnešní zástupci:

(Wright et al., 2012)

2 rody / 7 druhů:

Lepisosteus (4 druhy)

Atractosteus (3 druhy)

- Severní a Střední Amerika

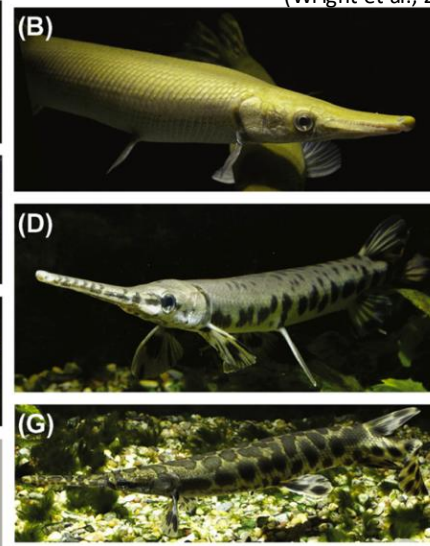
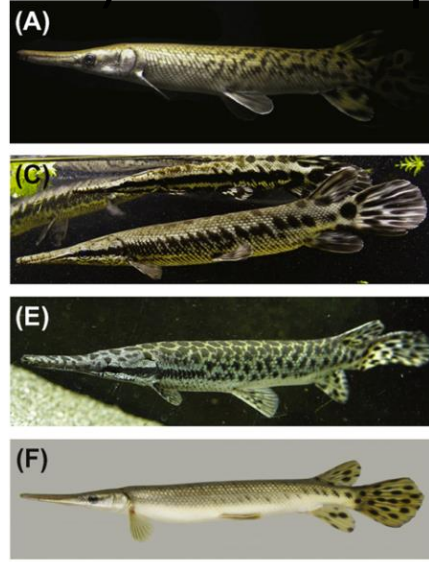
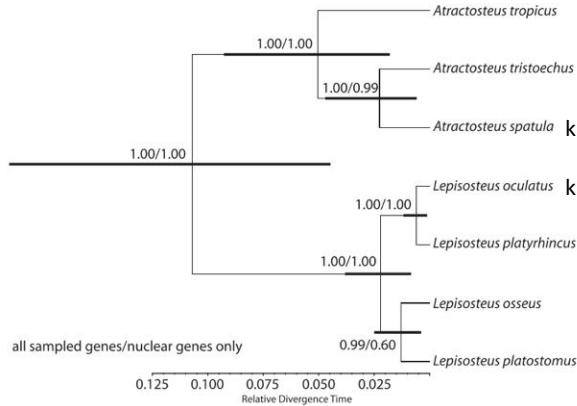


Fig. 1. The seven living gar species examined in this study. (A) *Atractosteus spatula* (Alligator gar). (B) *A. tristoechus* (Cuban gar). (C) *A. tropicus* (Tropical gar). (D) *Lepisosteus osseus* (Lonenose gar). (E) *L. platyrhincus* (Florida gar). (F) *L. platostomus* (Shortnose gar). (G) *L. oculatus* (Spotted gar).



kostlín obrovský – největší (305 cm)

kostlín skvrnitý – modelový druh

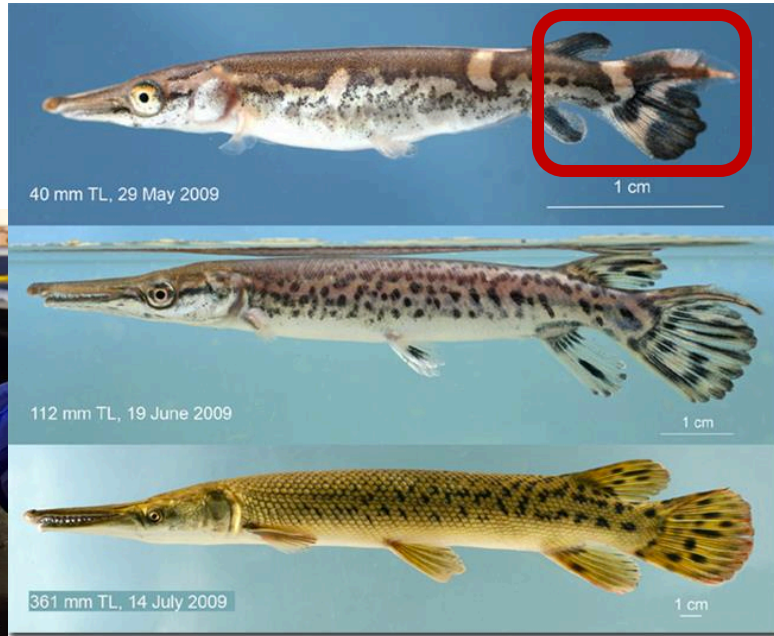


“Alligator gar / fish”

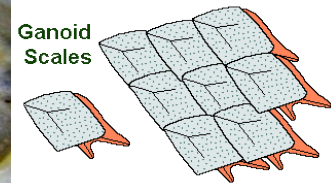


řád: Kostlíni (Lepisosteiformes) - dnešní zástupci:

- zachovány **ganoidní šupiny** (pleziomorfní znak), neohebné, tvrdé
- **heterocerkní** ploutev (u larválních stádií výraznější)

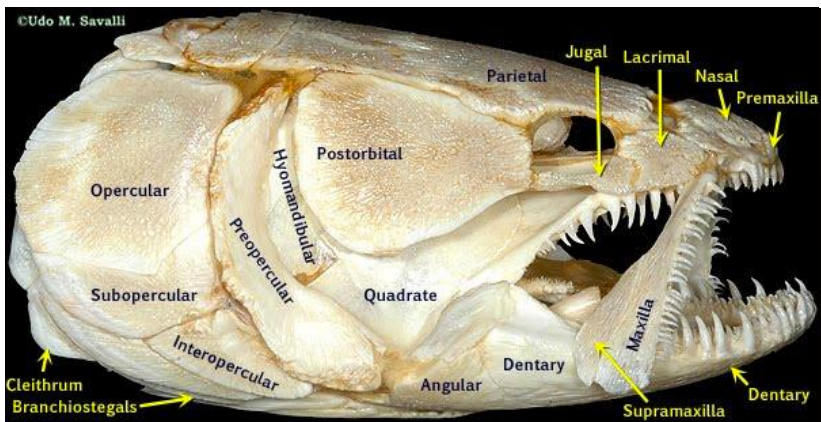


(c) Kentucky Dpt for Fish and Wildlife Resources

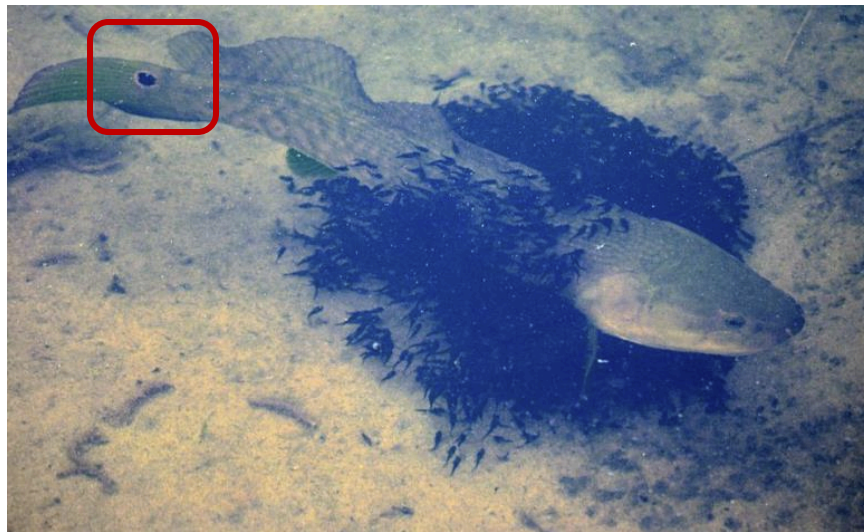


Kaproun obecný (*Amia calva*)

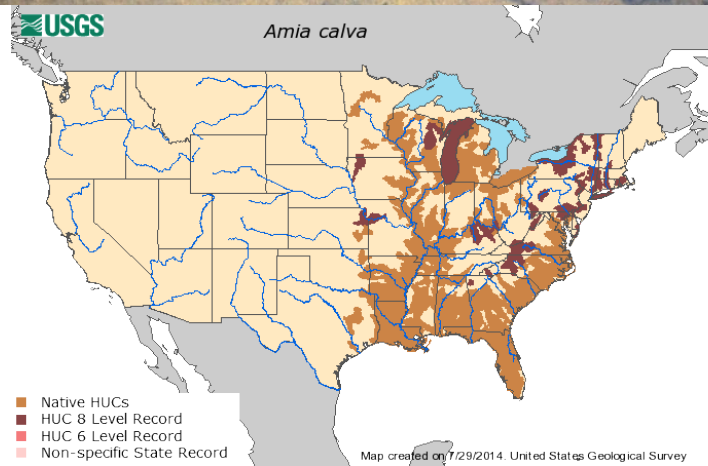
- **heterocerkní** ocasní ploutev
- zbytek **spirální řasy**
- lebka má **hodně dermálních kostí**, kost **gulare** mezi oblouky dolní čelisti (také latimérie a *Elops*), pleziomorfní znak (jakási krytka hrtanu), který byl ztracen i u předků dnešních obojživelníků
- vnější nozdry
- samec má skvrnu na ocasním násadci lemovanou plave undulací hřbetní ploutve
- přidýchává si vaskularizovaným **plynovým měchýřem** (může přežít až 5 dní mimo vodu)
- má moderní **cykloidní** šupiny (konvergence s Teleostei), ale fosilní Halecomorphi mají šupiny mineralizované



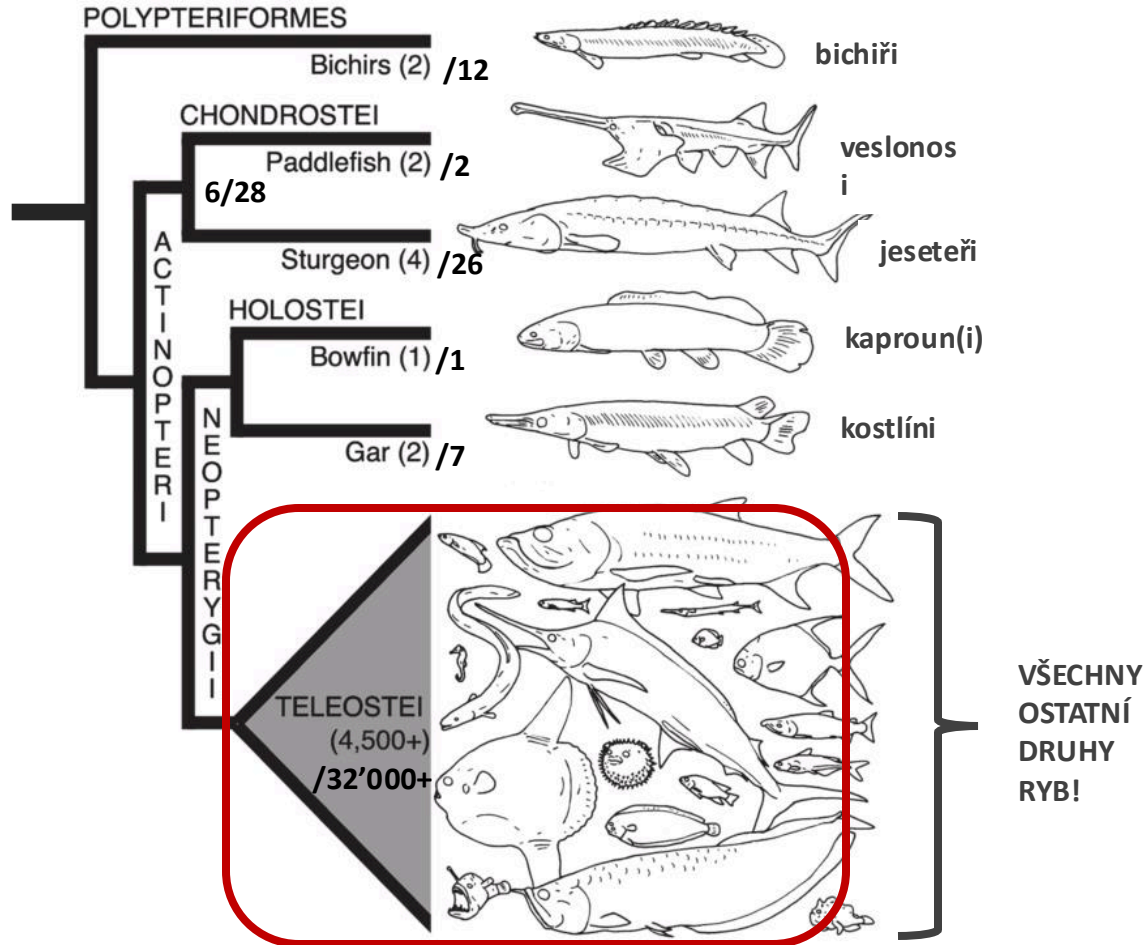
Kaproun obecný (*Amia calva*)



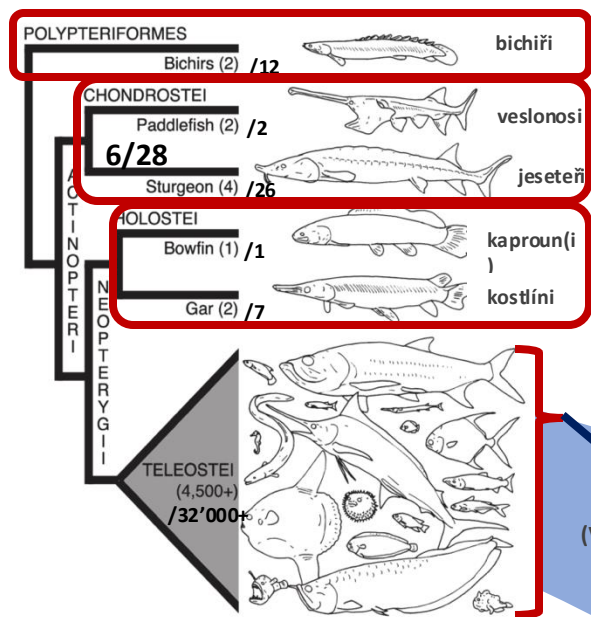
- tření na jaře – samec si staví hnízdo v mělké vodě, do kterého připlouvá samice, která po výtěru odplouvá, samec hlídá potěr ještě cca měsíc
- výskyt: východní polovina USA
- fosilní záznam je i z Evropy a Asie



rodová / druhová biodiverzita paprskoploutvých ryb:



Evoluce paprskoploutvých ryb - 4 linie, linie Teleostei - další 4 linie



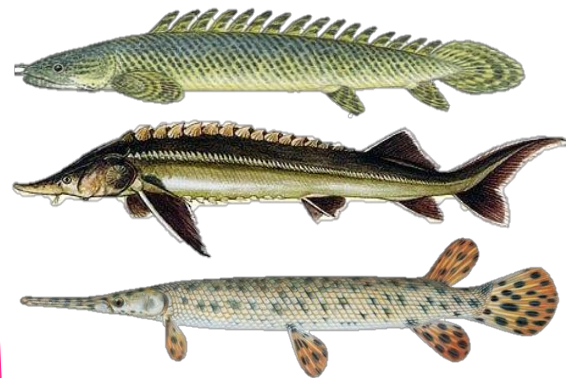
CLADISTIA = bichiři

CHONDROSTEI = chrupavčité ryby

HOLOSTEI = mnohokostnaté ryby

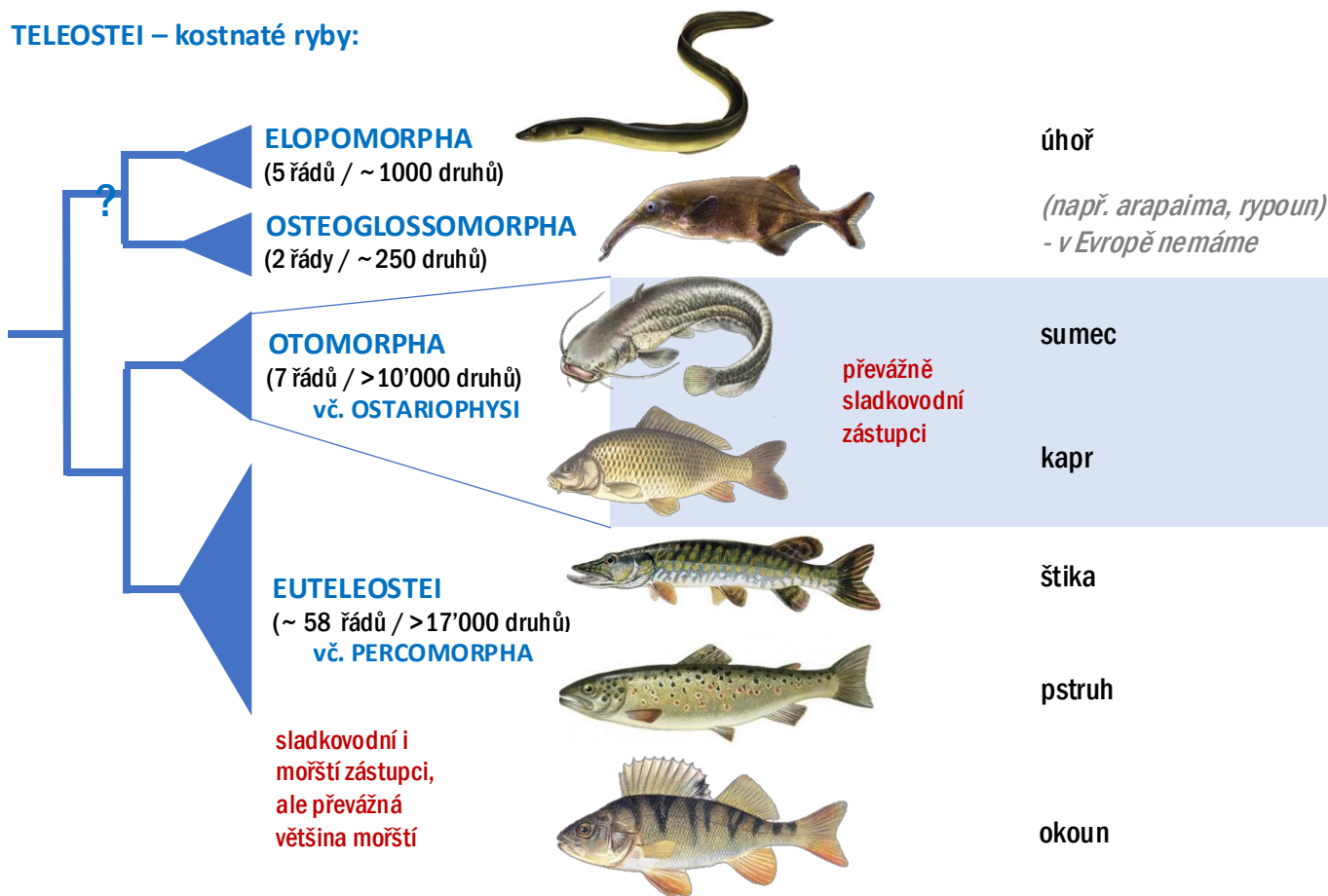
TELEOSTEI = kostnaté ryby

(VŠECHNY OSTATTNÍ DRUHY RYB!)



evoluce paprskoploutvých ryb - kostnaté ryby (Teleostei):

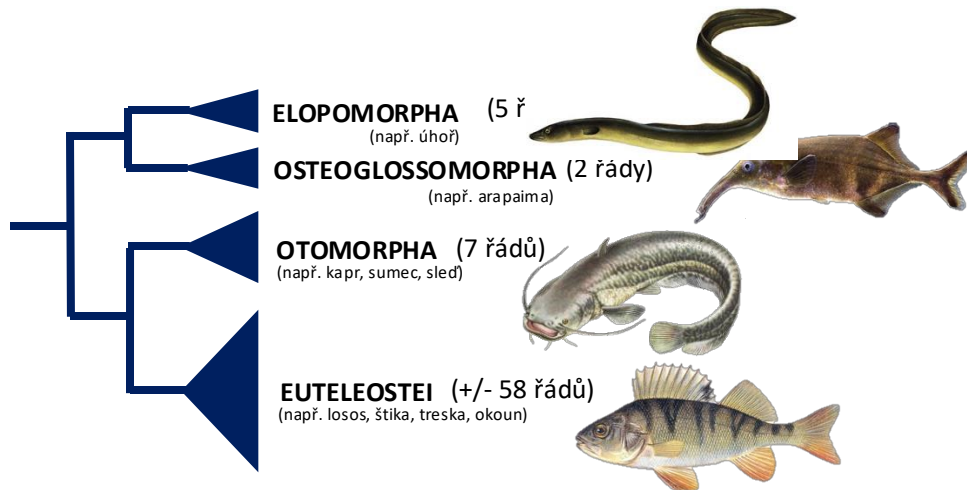
TELEOSTEI – kostnaté ryby:



Teleostei = kostnaté ryby

Apomorfie Teleostei:

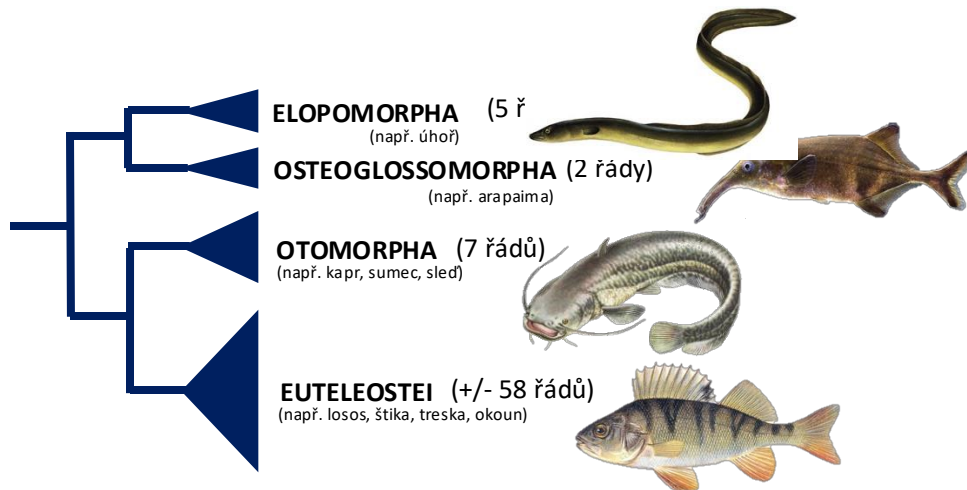
- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- premaxila **volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti!**
- **tepenný násadec** na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber
- Teleost-specific **whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci



Teleostei = kostnaté ryby

Apomorfie Teleostei:

- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- premaxila **volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti!**
- **tepenný násadec** na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber
- Teleost-specific **whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci



Evoluční trendy - tabulka:

bulka:

```
graph LR; Root --- A; Root --- B; A --- mihule; A --- paryby; B --- C; B --- D; C --- bahníci; C --- latimérie; D --- E; D --- F; E --- bichiři; E --- chrupavčité; F --- G; F --- H; G --- kostlíni; G --- kaprouni; H --- TELEOSTEI;
```

	mihule	paryby	bahníci	latimérie	bichiři	chrupavčité	kostlíni	kaprouni	TELEOSTEI
					CLADISTIA	CHONDROSTEI	HOLOSTEI		
PLOUTVE + ŠUPINY:									
ocasní ploutev	protocerkní	heterocerkní	difycerkní	difycerkní	heterocerkní (podobá se difycerkní)	heterocerkní	částečně heterocerkní	částečně heterocerkní	homocerkní

protocerkní lem:



heterocerkní

vně nesouměrná



anatomicky nesouměrná

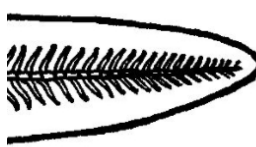


difycerkní

vně souměrná



anatomicky souměrná

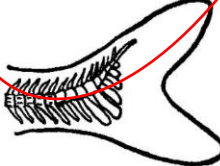


homocerkní

vně souměrná



anatomicky nesouměrná

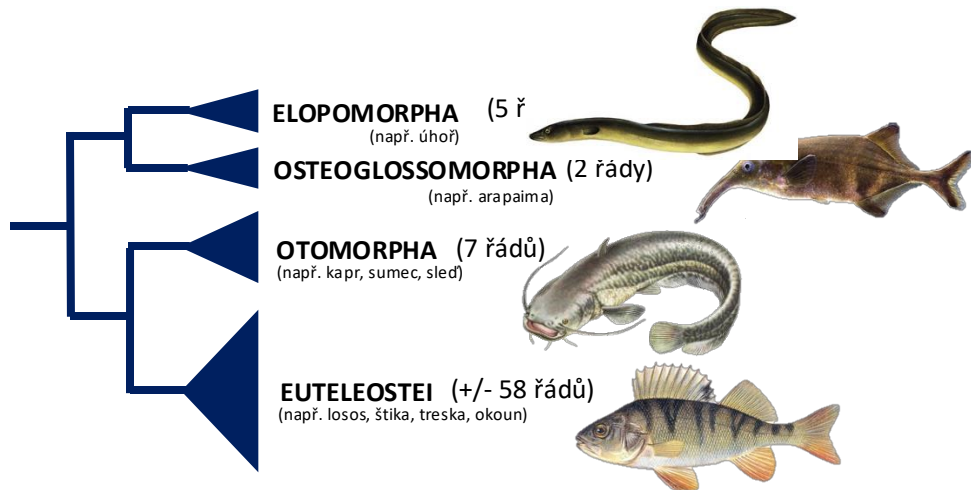


⇒ zcela jasný evoluční trend pro vývoj ocasní ploutve: z lemu vzniká původní **nesouměrná** heterocerkní ploutev se mění na **souměrnou** nezávisle u dvou skupiny (⇒ tj. na **difycerkní** u násadcoploutvých či **homocerkní** u Teleostei)

Teleostei = kostnaté ryby

Apomorfie Teleostei:

- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia (jména se nemusíte učit)
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- premaxila **volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti**!
- **tepenný násadec** na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber
- Teleost-specific **whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci



intermuscular bones = mezisvalové kůstky - v myoseptech (epineurália, epicentrália a epipleurália...)

epineurália = napojují se na neurální oblouk obratle

epicentrália = napojují se na tělo obratle

epipleurália = napojují se na žebra (a hemální oblouky)

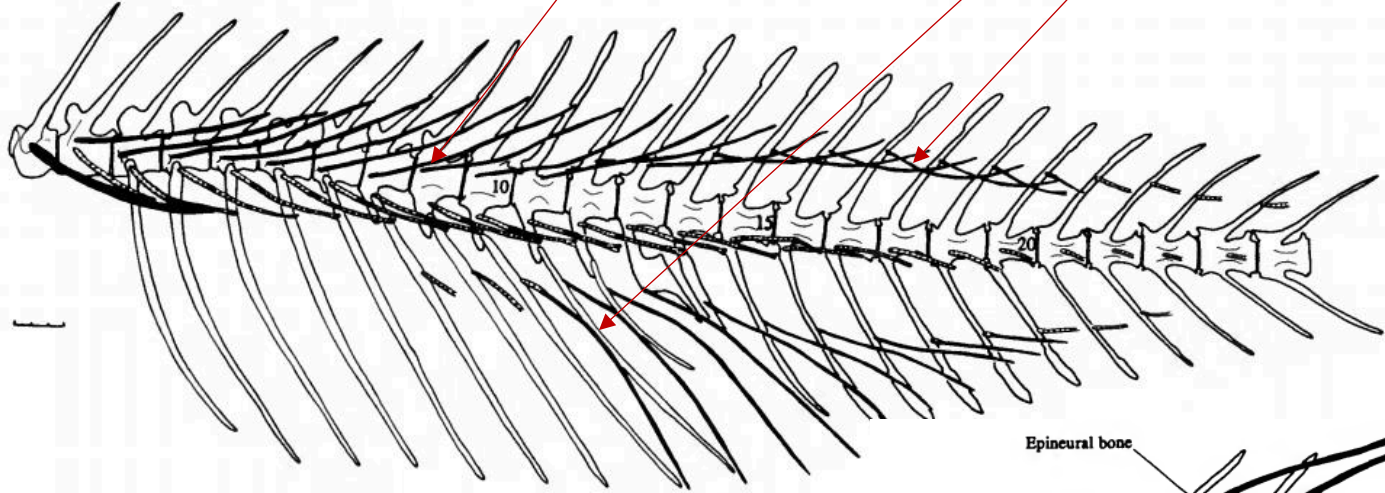
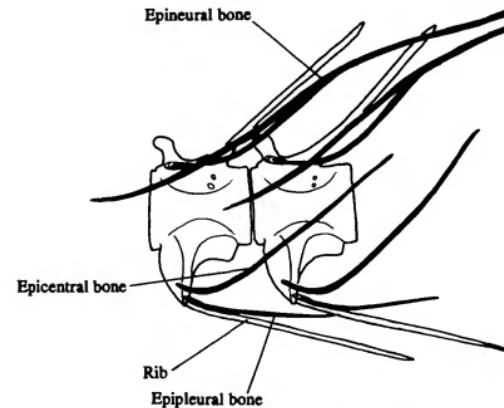
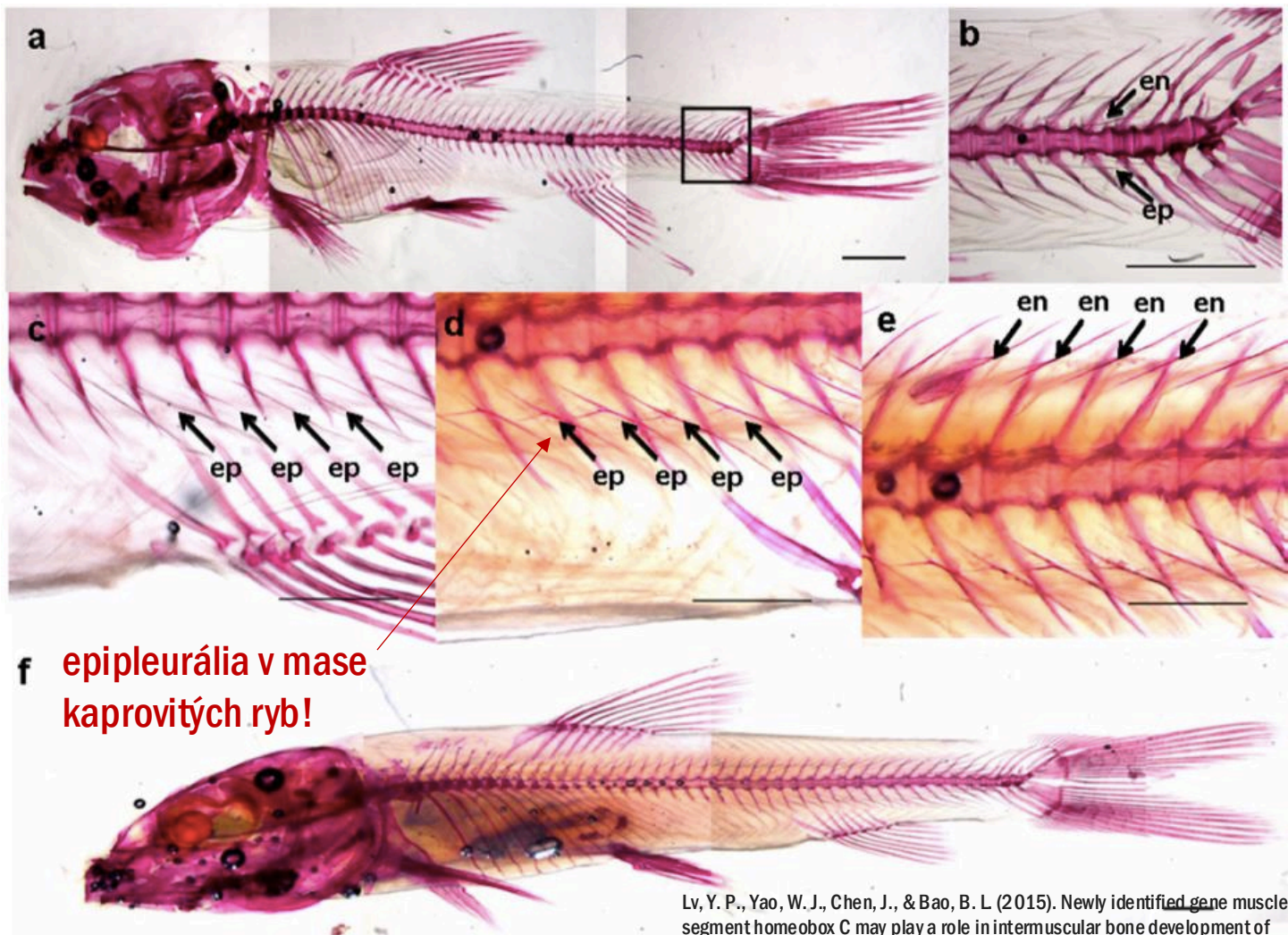


FIGURE 1.—Intermuscular system of bones and ligaments in adult *Polymix* 1987.12.7.1 (128 mm SL). The intermuscular bones are in solid black, the ligaments are indicated by dots. (Scale bar in mm.)

- vznikají osifikací ligamentů = šlach
- různé skupiny ryb zachovány jiné elementy



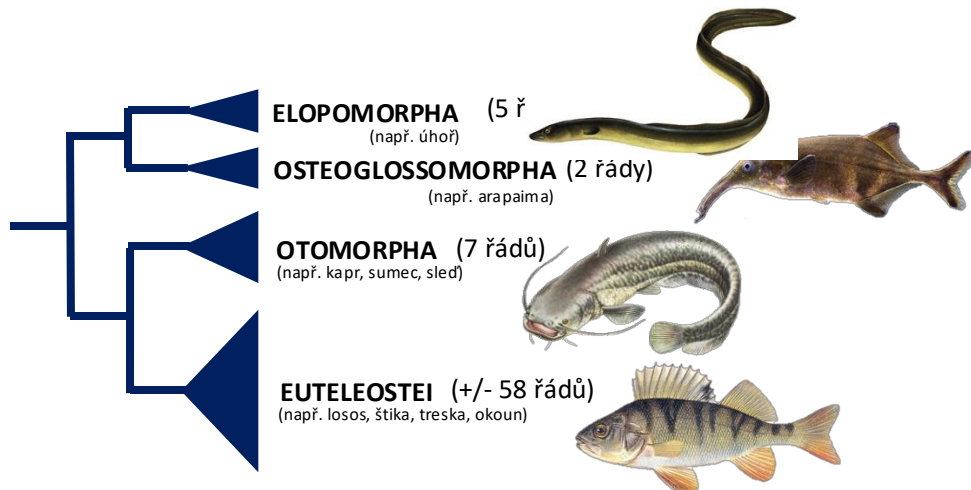


Lv, Y. P., Yao, W. J., Chen, J., & Bao, B. L (2015). Newly identified gene muscle segment homeobox C may play a role in intermuscular bone development of *Hemibarbus labeo*. *Genetics and Molecular Research*, 14(3), 11324-11334.

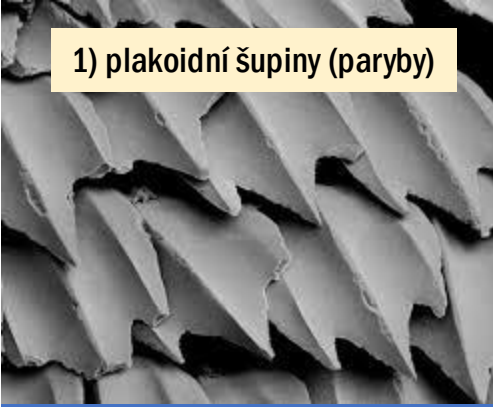
Teleostei = kostnaté ryby

Apomorfie Teleostei:

- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- premaxila **volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti!**
- **tepenný násadec** na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber
- Teleost-specific **whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci



1) plakoidní šupiny (paryby)



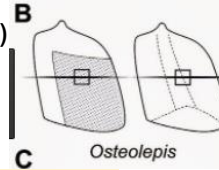
rybí šupiny:

- **dentin** (škára - z buněk neurální lišty)
- + **enameloid** - původní typ skloviny (škára)

2) kosmoidní šupiny

- vymřelí násadoploutví (ale ne ti dnešní)
- Placodermi
- vymřelí bezčelistnatci

- dvě kostěné vrstvy (škára)
- + **kosmin** (= obdoba dentinu + **enameloid**), škára

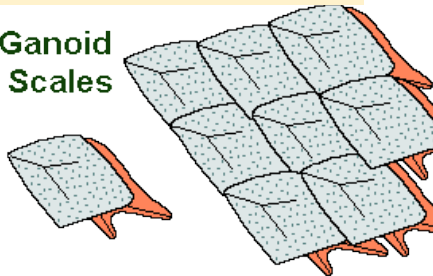


dohromady někdy též nazývané **rhombické šupiny**

3) ganoidní šupiny

- vymřelé paprskoploutvé ryby
- dnešní non-Teleostei = kostlíní, bichři

Ganoid Scales



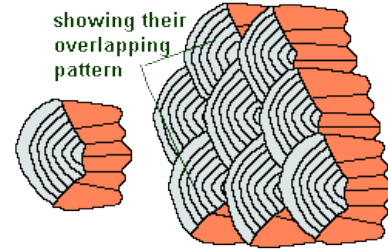
4/5) leptoidní = elasmoidní šupiny

- Teleostei
- 4) **cykloidní** (Cypriniformes)
- 5) **ktenoidní** (Perciformes)

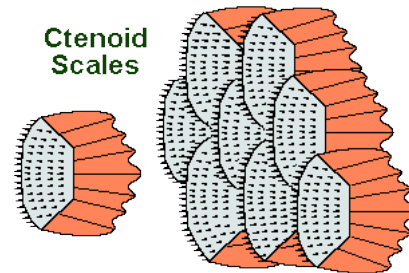
- jediná kostěná vrstva (škára)

Cycloid Scales

showing their overlapping pattern



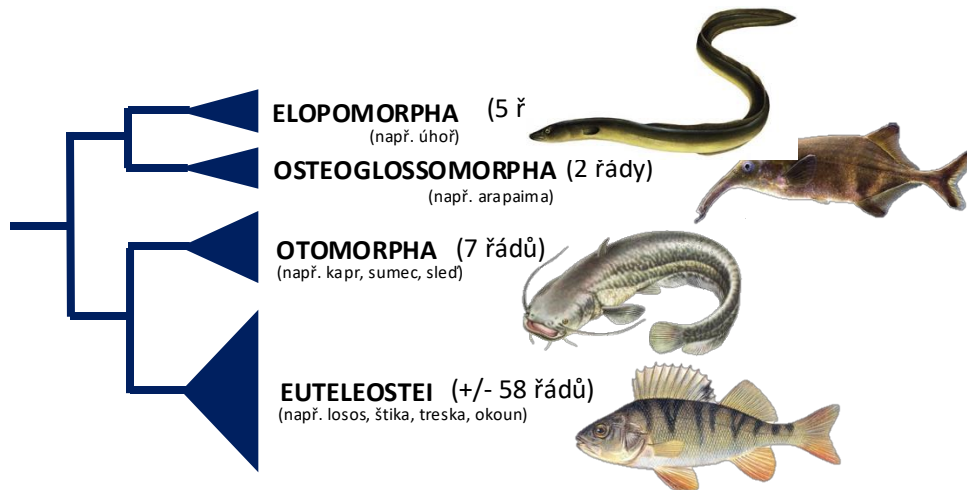
Ctenoid Scales

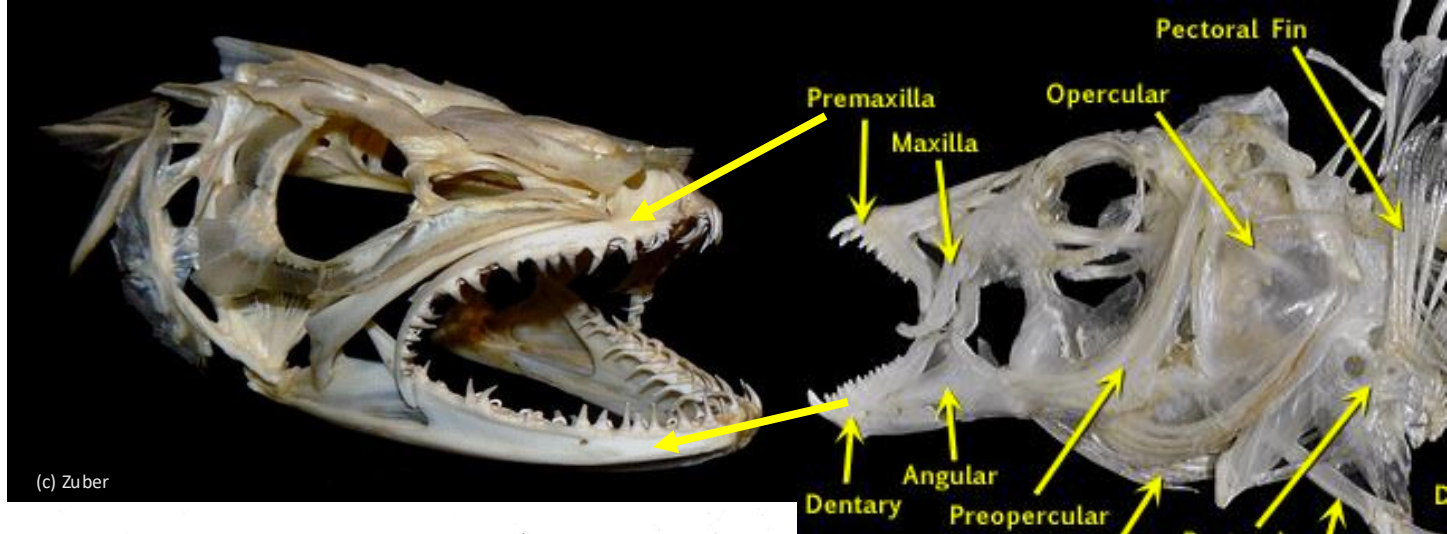


Teleostei = kostnaté ryby

Apomorfie Teleostei:

- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- **premaxila volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti!**
- **tepenný násadec** na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber
- Teleost-specific **whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci





treska - štikozubec obecný (*Merluccius merluccius*)

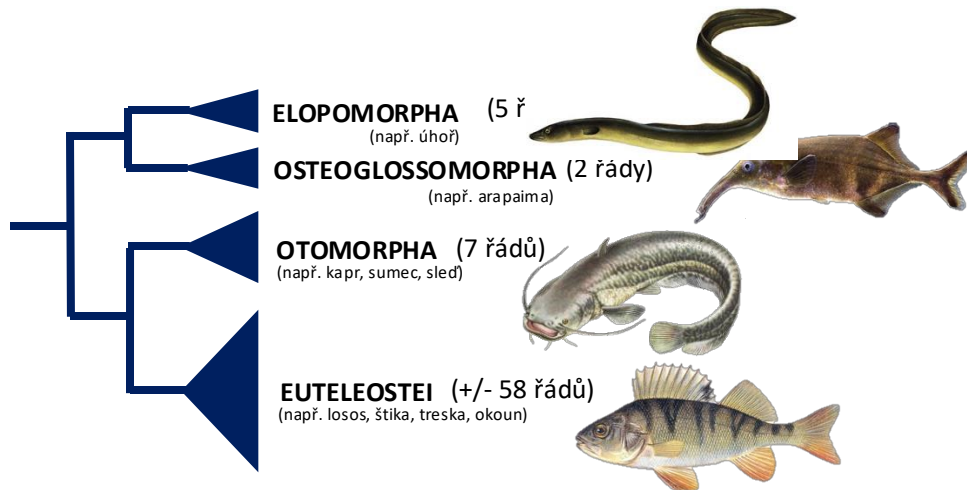


=> u Teleostei – zuby na **premaxile** (horní čelist), maxilla ozubená po Salmoniformes, a **dentale** (dolní čelist)

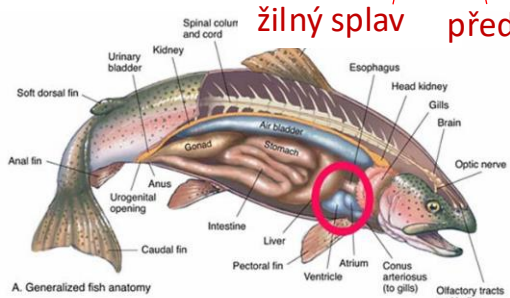
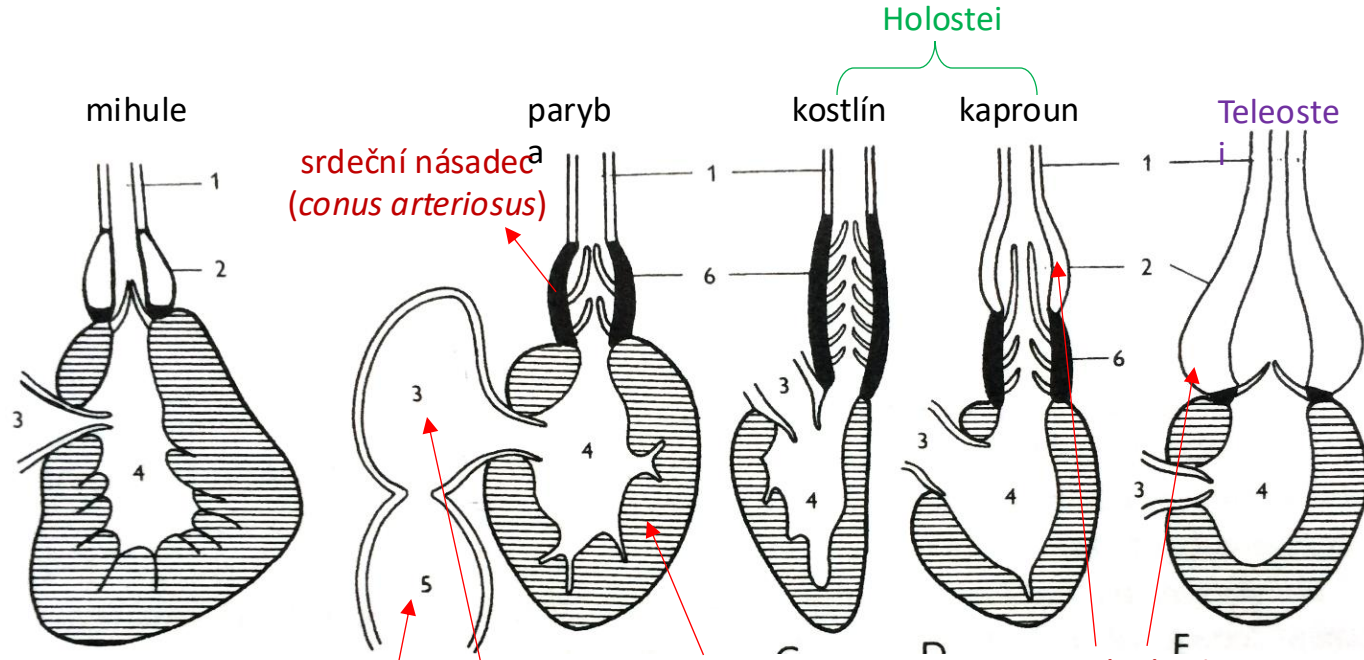
Teleostei = kostnaté ryby

Apomorfie Teleostei:

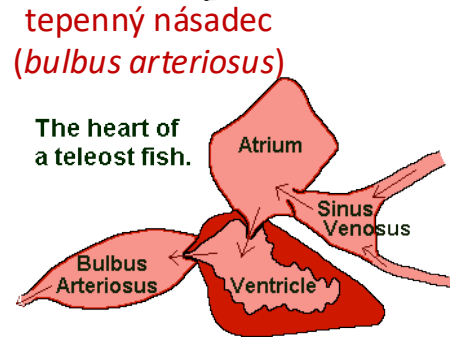
- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- premaxila **volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti!**
- **tepenný násadec** na srdci – **efektivní oběh krve, ze srdce do žaber**
- Teleost-specific **whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci



tepenný násadec na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber



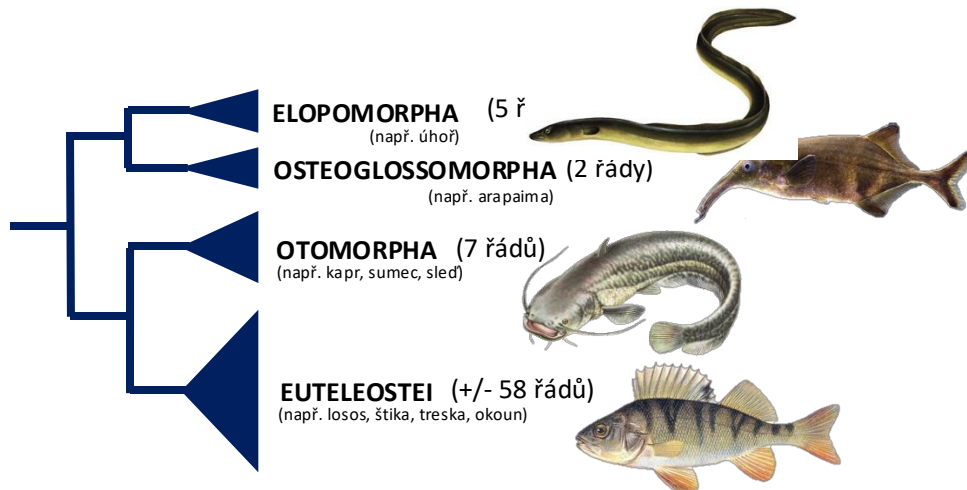
tepenný násadec (bílý) a komora (červená) jsou dvě největší a nejpatrnější struktury srdce ryb



Teleostei = kostnaté ryby

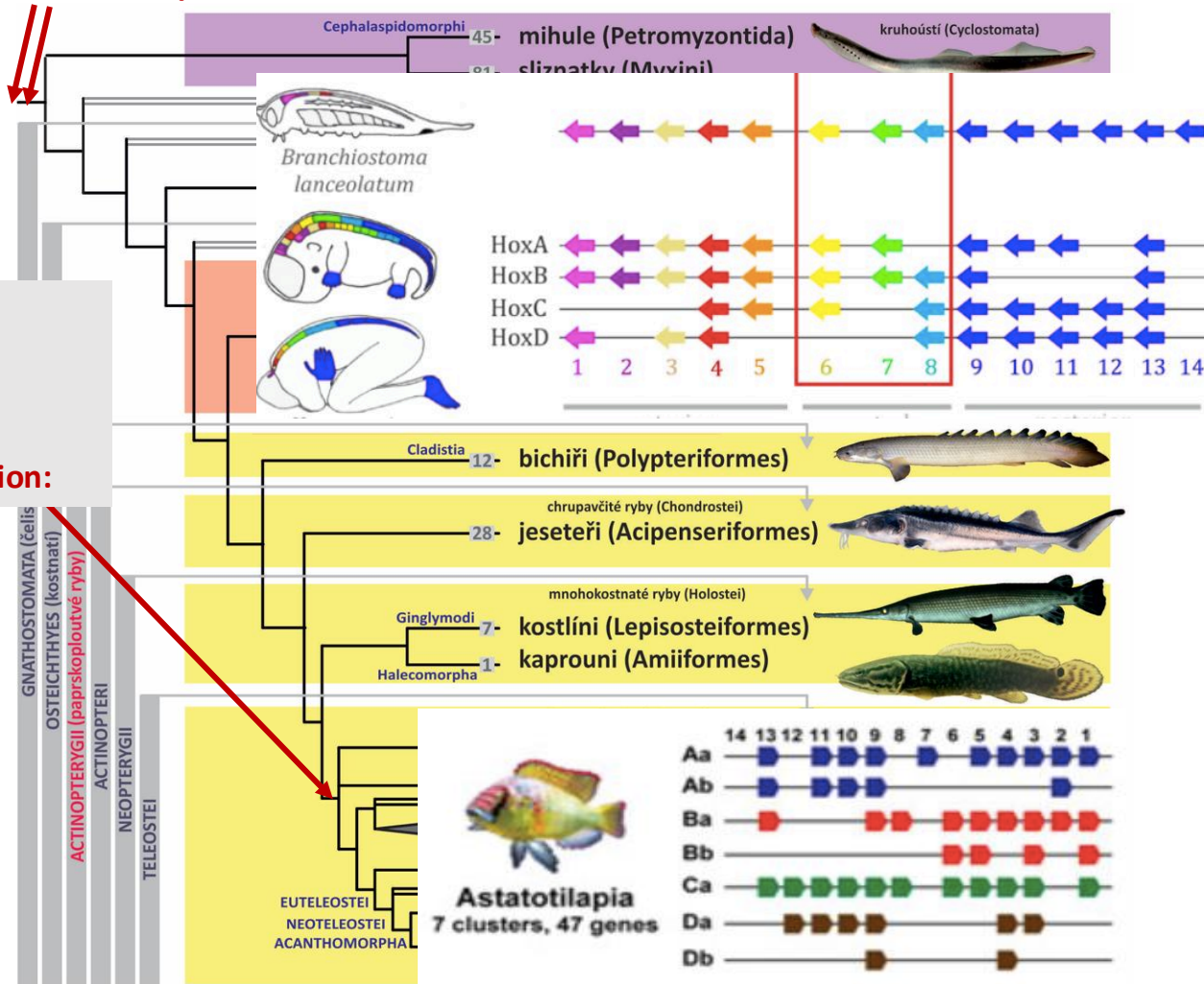
Apomorfie Teleostei:

- **homocerní** ocasní ploutev => větší mobilita těla
- **mezisvalové kůstky** = epineuralia, epicentralia a epipleuralia
- **elastické šupiny** (cykloidní či ktenoidní) => větší mobilita těla
- premaxila **volná**, tedy ne napevno vázaná na lebku => **mobilní čelisti!**
- **tepenný násadec** na srdci – efektivní oběh krve, ze srdce do žaber
- **Teleost-specific whole-genome duplication** – možný zdroj genetické variability v evoluci



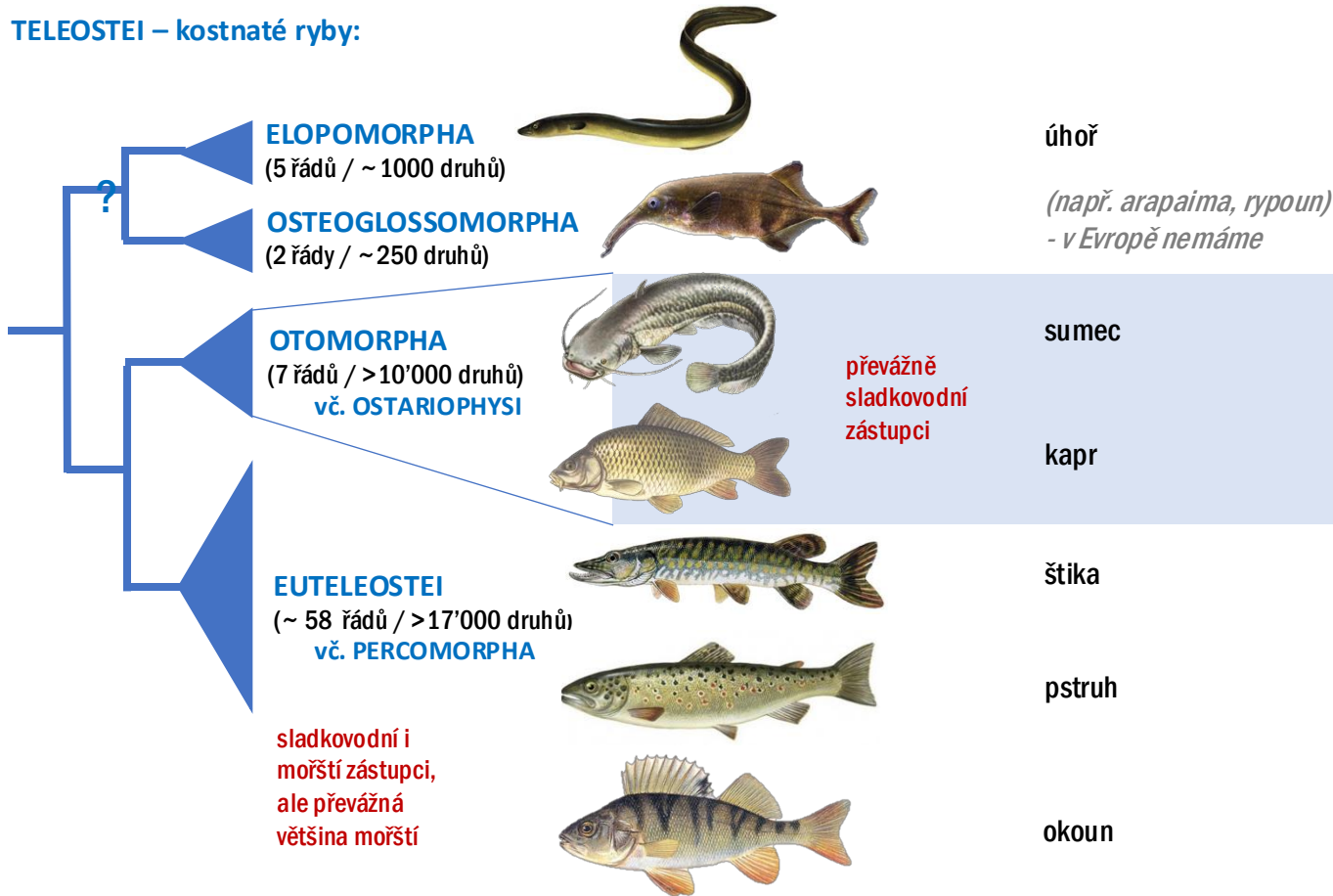
2 celogenomové duplikace na bázi obratlovců:

Teleost-specific whole-genome duplication:



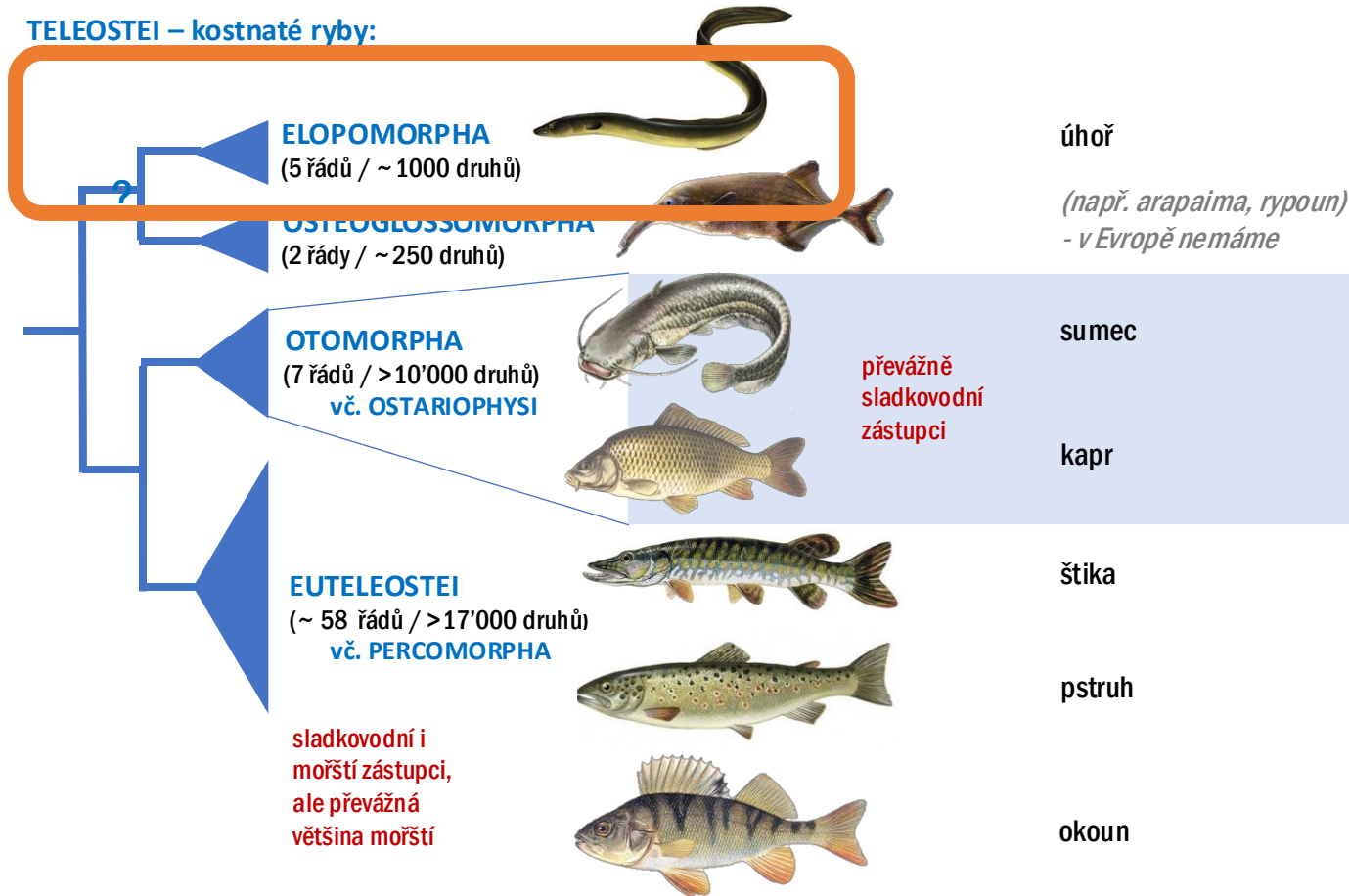
evoluce paprskoplovných ryb:

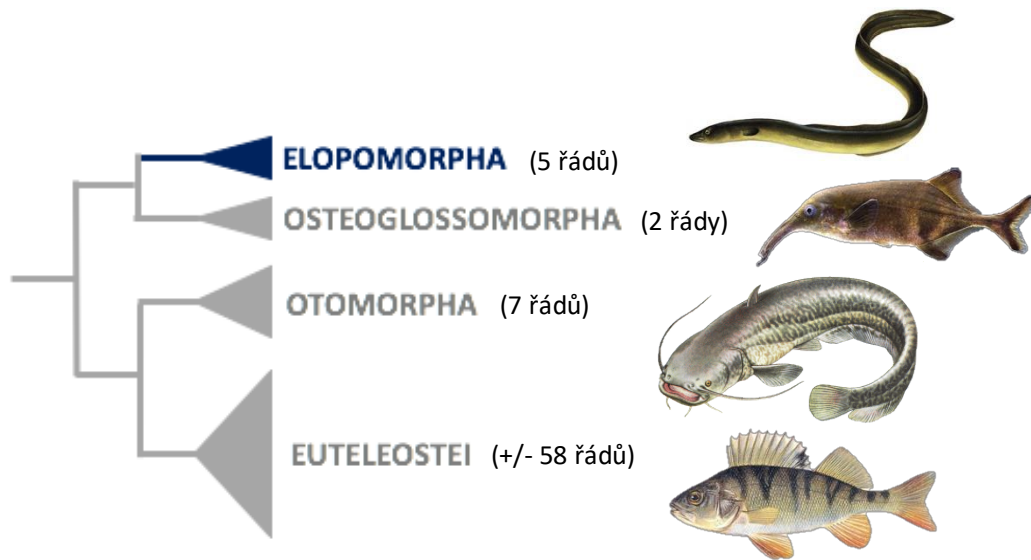
TELEOSTEI – kostnaté ryby:



evoluce paprskoploutvých ryb:

TELEOSTEI – kostnaté ryby:





ELOPOMORPHA

řád: holobřší - Anguilliformes

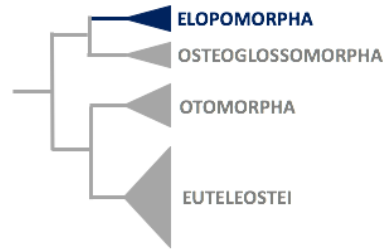
leptocephalová larva v Sargasovém moři

úhoř říční (*Anguilla anguilla*)



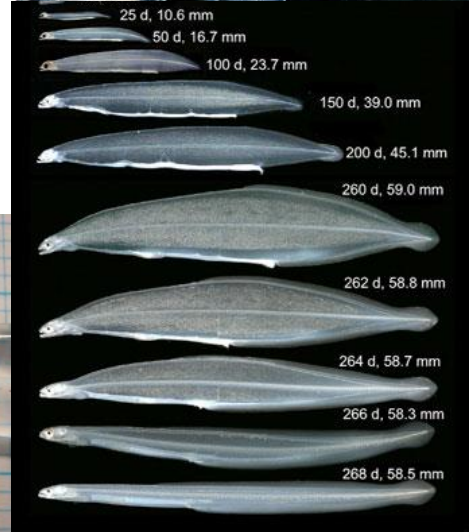
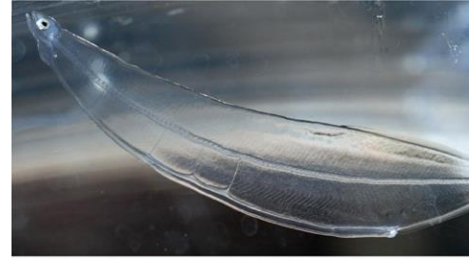


ELOPOMORPHA:



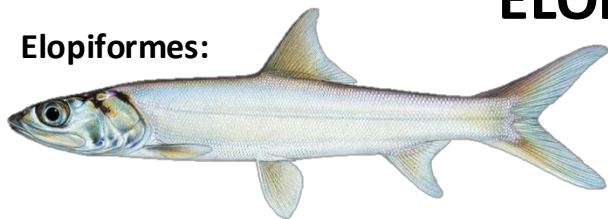
apomorfie (“nové” znaky):

- leptocephalová larva
- růst larvy, pak zmenšování (jak výška, tak i délka)
- larva nemá červené krvinky
- do r. 1893 – larvy úhoře říčního považovány za samostatný druh *Leptocephalus brevirostris*
- úhoř: larva transformuje v tzv. “glass eel”, které se prodávají, vysazují, atd... (viz dále)

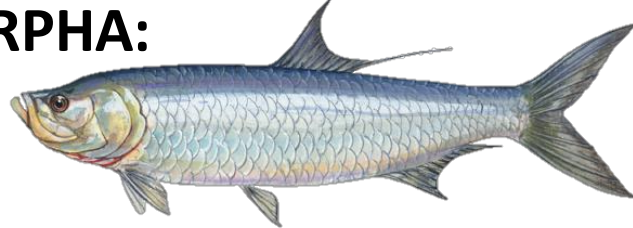


ELOPOMORPHA:

Elopiformes:



elops velkooký (*Elops saurus*)



tarpon atlantský (*Megalops atlanticus*)

Albuliformes:



albula liščí (*Albula vulpes*)



Anguilliformes:

muréna nosatá (*Rhinomuraena quaesita*)



širotlamka pelikánovitá (*Eurypharynx pelecánoides*)



Saccopharyngiformes – velkotlamky



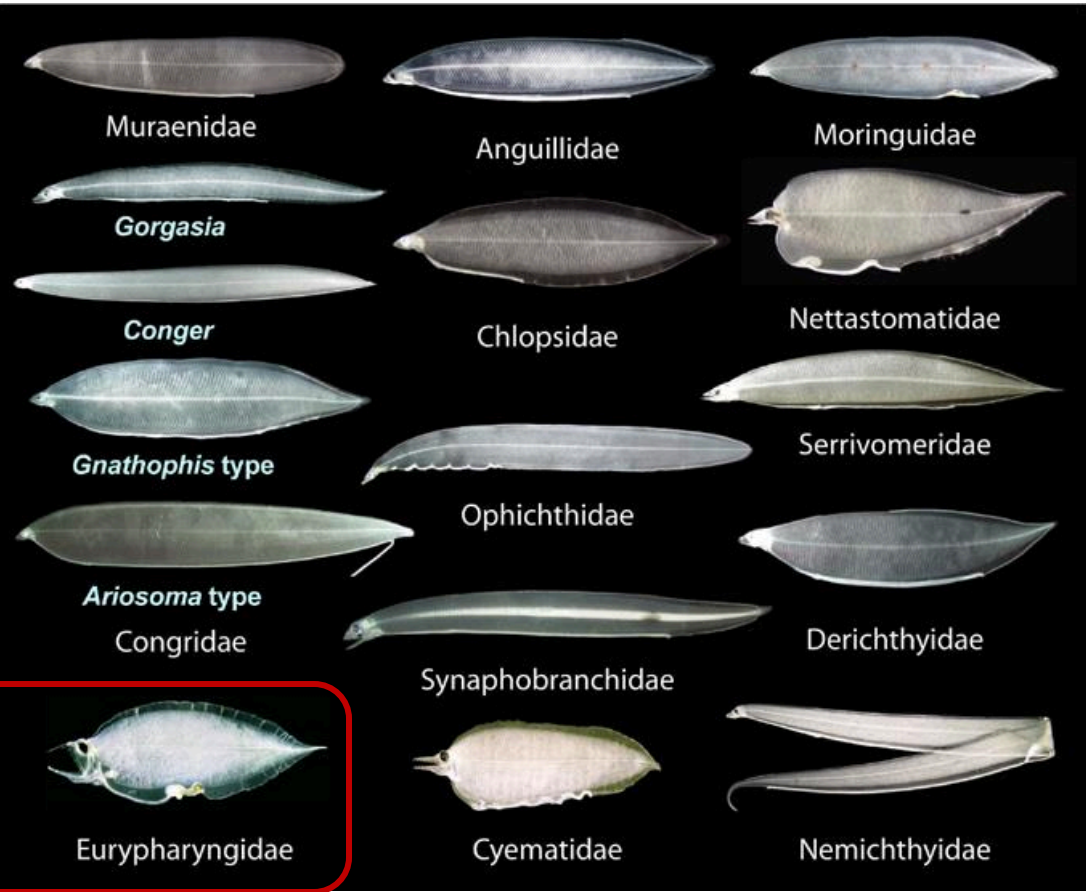
úhořovec sumilonský (*Gorgasia preclara*)



úhořovec japonský (*Gorgasia japonica*)



ELOPOMORPHA:

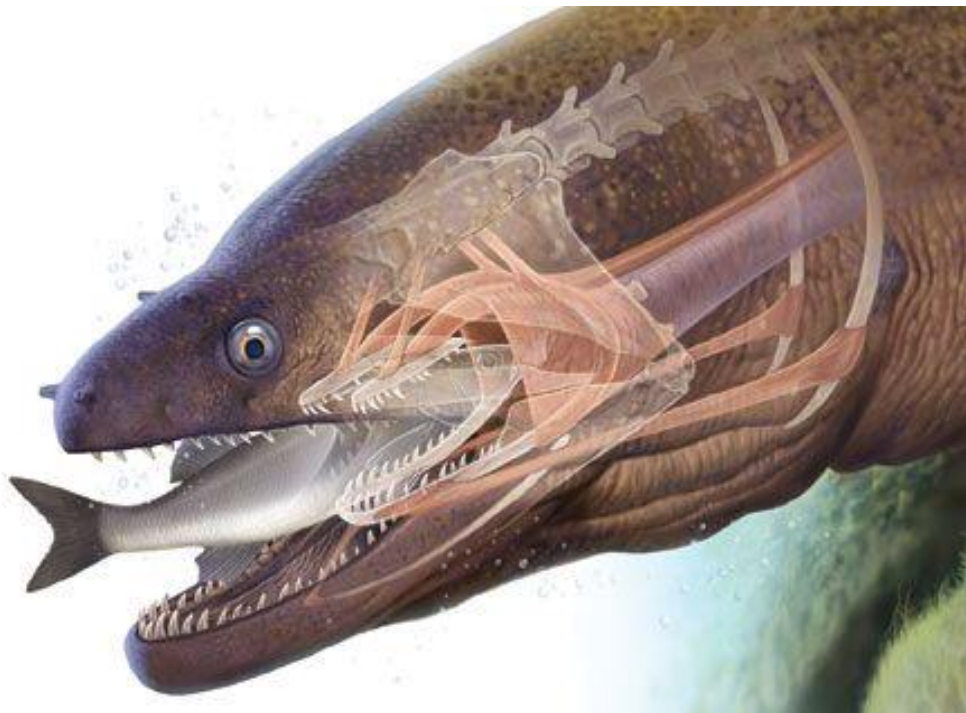
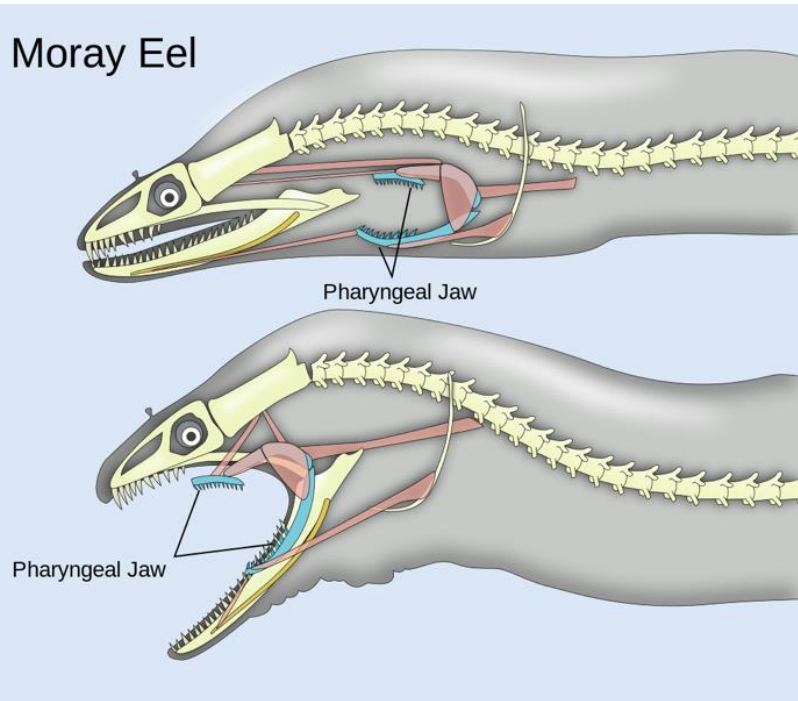


ELOPOMORPHA:

murénovití (Muraenidae)

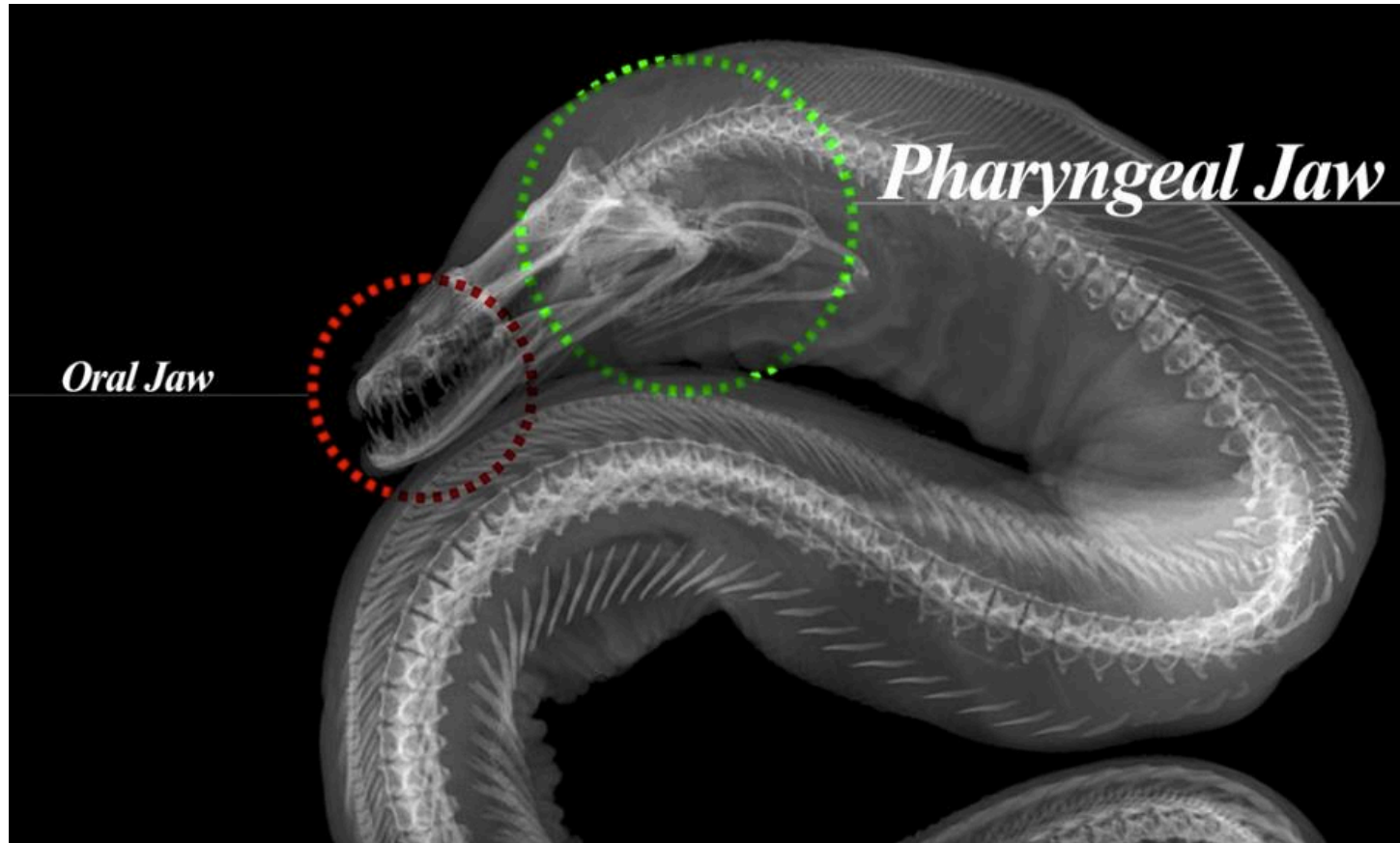
- druhý pár čelistí, tzv. požerákové čelisti (pharyngeal jaws) – uchopení kořisti, vtažení dovnitř, atd. zatímco běžné čelisti kořist drží...

Moray Eel



- video: požerákové čelisti murén...

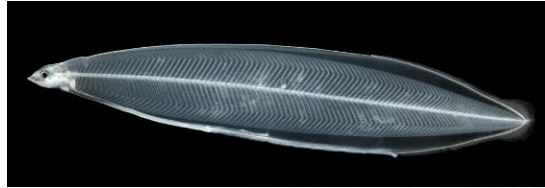
od 0:52



Diadromní migrace: katadromie

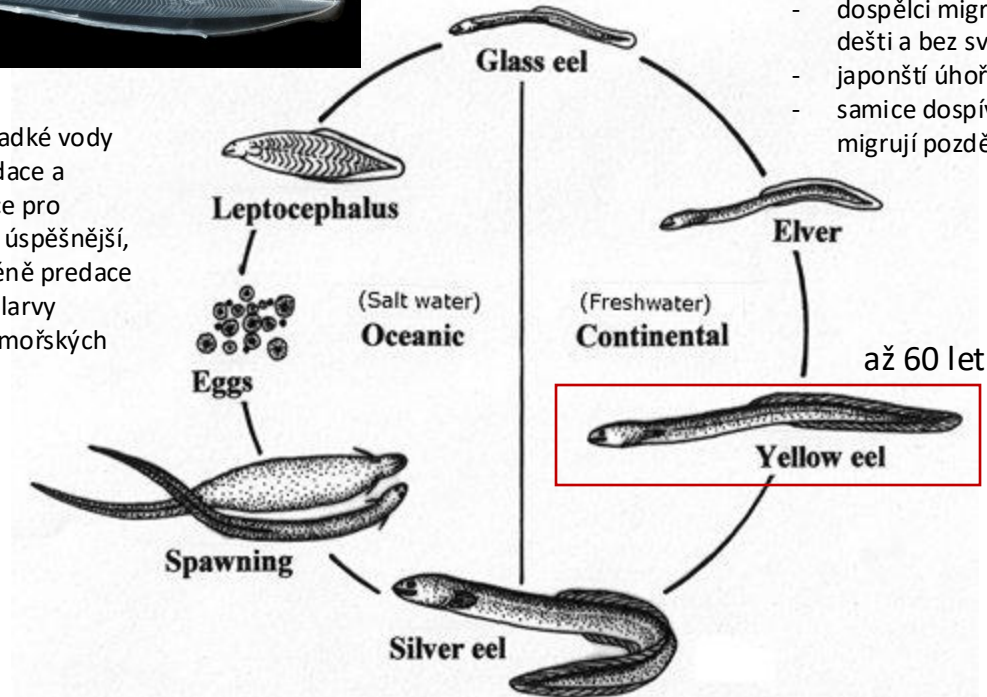
úhoři – evolučně pravděpodobně původně (hluboko)mořští, kolonizace sladkých vod druhotná

- mezi katadromními rybami jsou úhořovití (Anguillidae) jediní s takto výrazným



katadromie:

- důvod – sladké vody méně predace a konkurence pro dospělé – úspěšnější, moře – méně predace pro jikry a larvy
- původ – z mořských zástupců



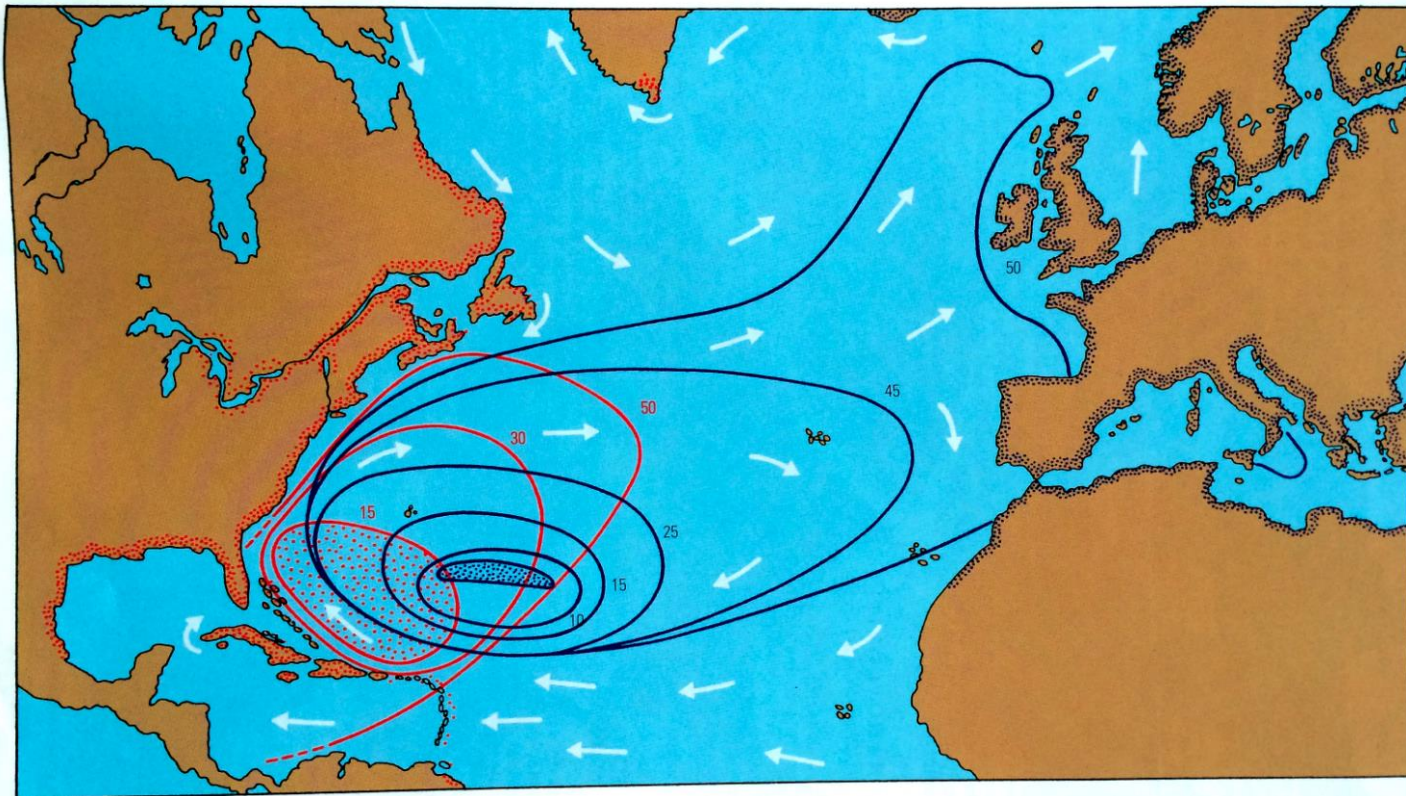
biologie úhořů:

- částečně panmiktická populace (nevrací se na stejné lokality)
- dospělci migrují na podzim, více po dešti a bez svitu měsíce
- japonští úhoři se třou jen v novu
- samice dospívají později, dospělé migrují později než samci

larvy: dříve se myslelo, že do sl. vod migrují jen samice a samci zůstávají v moři. Není to pravda, byly nalezeny obě pohlaví, ale možná rozdíly v intenzitě

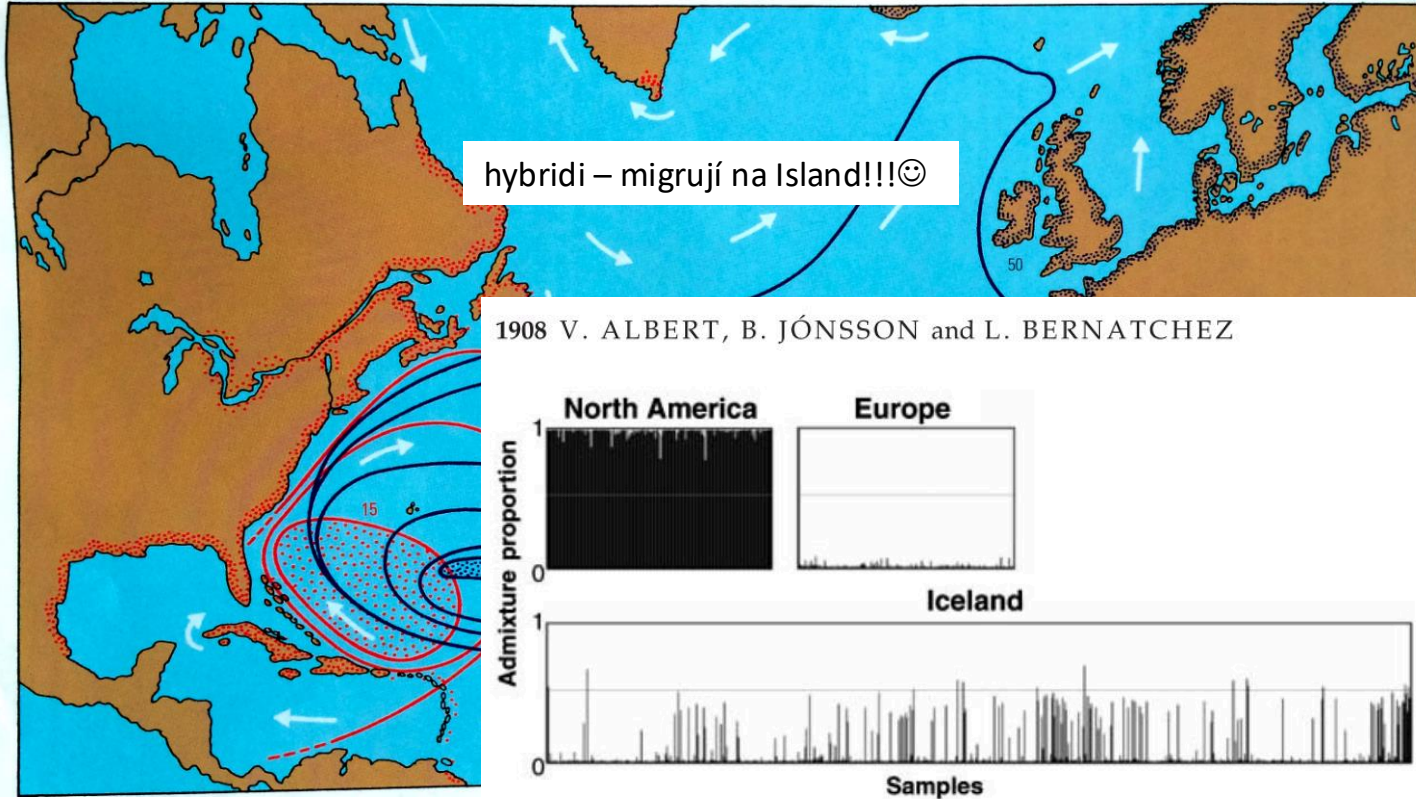
Diadromní migrace: katadromie úhořů

Současné rozšíření úhoře říčního (černě) a úhoře amerického (červeně). Vytečované plochy v Sargasovém moři ukazují místa tření. Křivky označují oblasti s určitou velikostí larev (velikosti v mm), šipky naznačují směr mořských proudů.



Diadromní migrace: katadromie úhořů

Současné rozšíření úhoře říčního (černě) a úhoře amerického (červeně). Vytečované plochy v Sargasovém moři ukazují místa tření. Křivky označují oblasti s určitou velikostí larev (velikosti v mm), šipky naznačují směr mořských proudů.



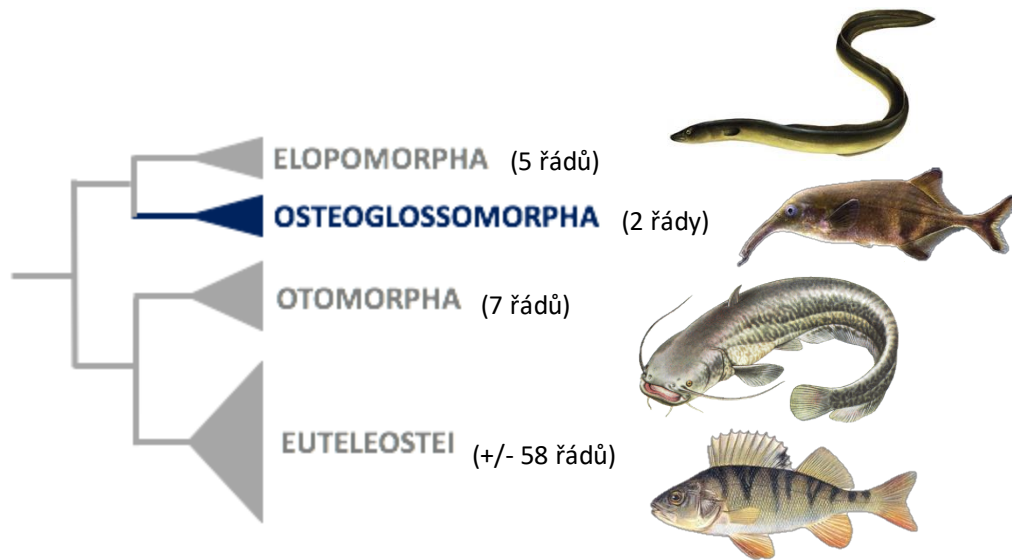
Albert, V., Jónsson, B., & Bernatchez, L. (2006). Natural hybrids in Atlantic eels (*Anguilla anguilla*, *A. rostrata*): Evidence for successful reproduction and fluctuating abundance in space and time. *Molecular Ecology*, 15(7), 1903–1916. <http://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2006.02917.x>

Diadromní migrace: katadromie úhořů



(glass eels – mladí jedinci
po metamorfóze z larvy u
evropských břehů)

Photo Credit: Samantha Root (Cary Institute of Ecosystem Studies)

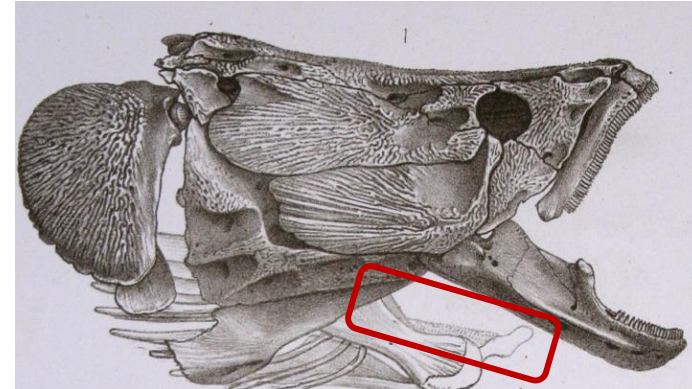


apomorfie:

- **ozubený “jazyk”** – jazyk jsou jazylkové kosti **hyale** (hl. basihyale a basibranchiale), vznik z původních žaberních oblouků); + ozubený **parasphenoid** = patro

ostatní znaky:

- čistě **sladkovodní** ryby
- **velké jikry**
- některé skupiny **obligatorně** dýchají **atmosférický** (plynový měchýř! – vyj.); arapaimy, nožovci, motýlkovci, gymnarch



jazyk arapaimy:





motýlkovec africký (*Pantodon buchholzi*)



hiodon



rypouni (Mormyridae)



gymnarch nilský (*Gymnarchus niloticus*)



nožovec pestrý (*Chitala ornata*)

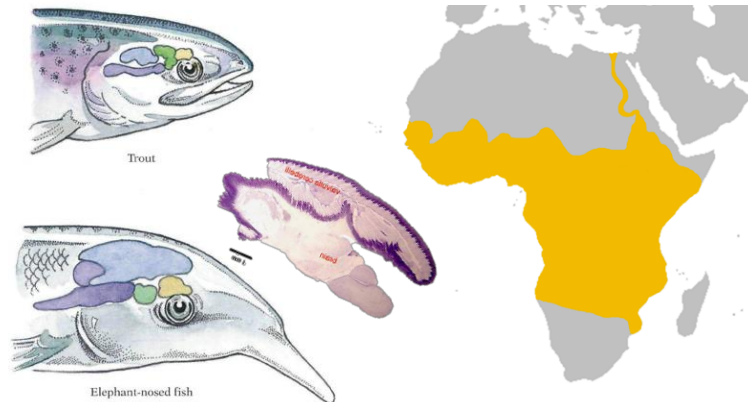
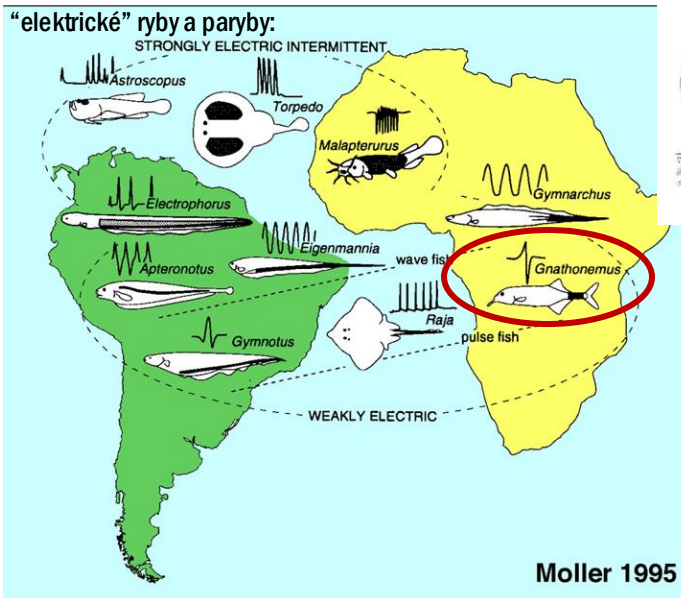
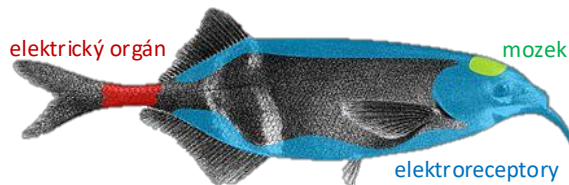


arowana dvojvouseá (*Osteoglossum bicirrhosum*)

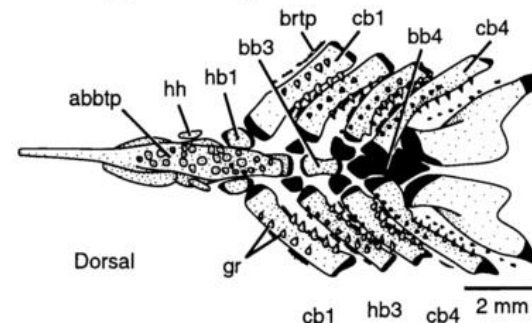
OSTEOGLOSSOMORPHA:

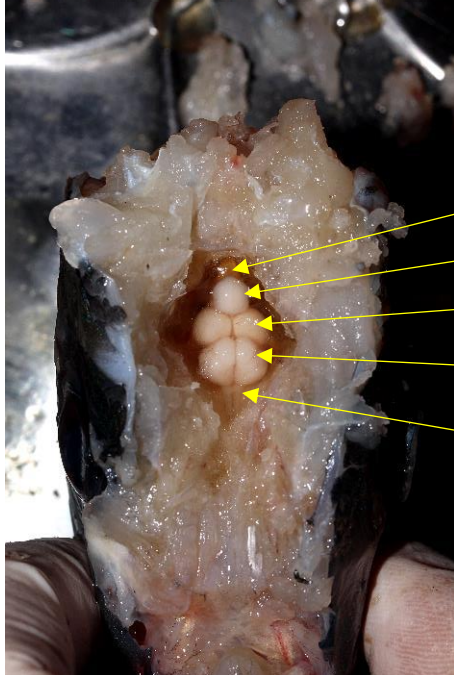
řád: Osteoglossiformes – Ostnojazyční (5 čeledí, 244 druhů)

- čeleď: **Mormyridae** – rypounovití (221 druhů)
- nejpočetnější čeleď řádu
- elektrorecepce
- extrémně zvětšený a gyrifikovaný mozeček (jediný teleost!) – procesování elektrosignálu?

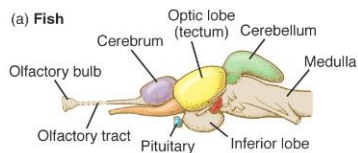


B. *Campylomormyrus tamandua*





prodloužená mícha
mozeček
optický lalok (část stř. mozku)
koncový mozek
čichové laloky

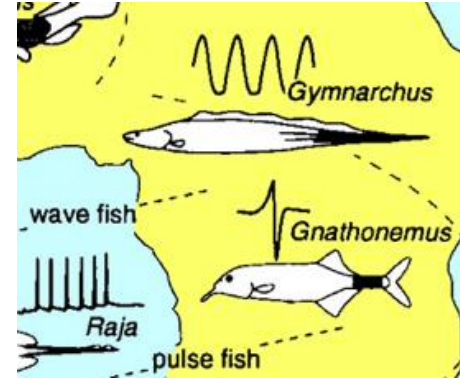
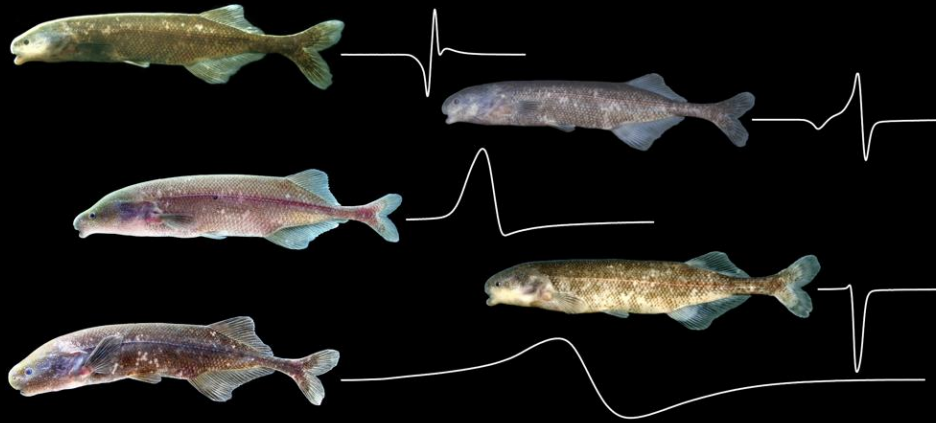


“běžná” ryba – tilápie (*Coptodon sp.*)

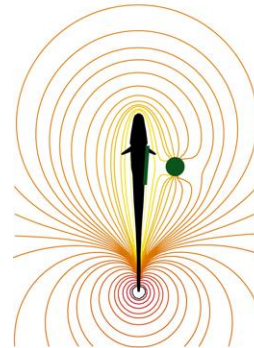


rypoun *Mormyrus rume*

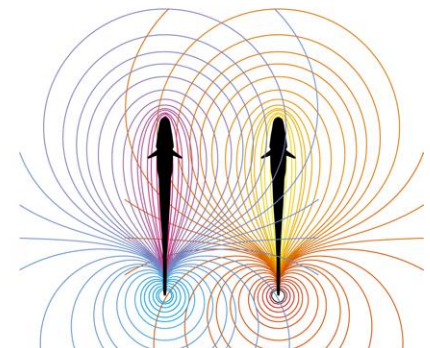
OSTEOGLOSSOMORPHA: rypouni



electrolocation

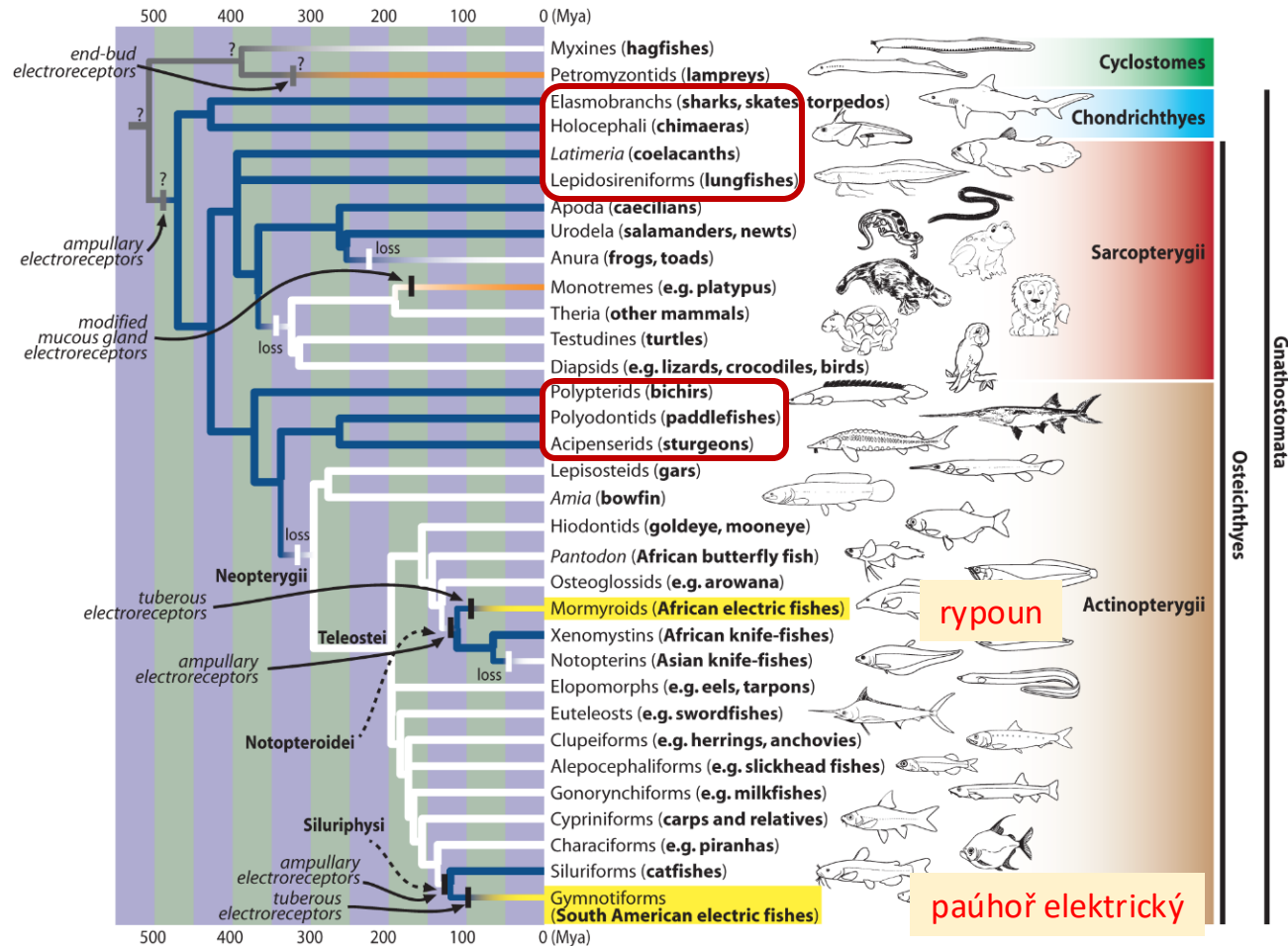


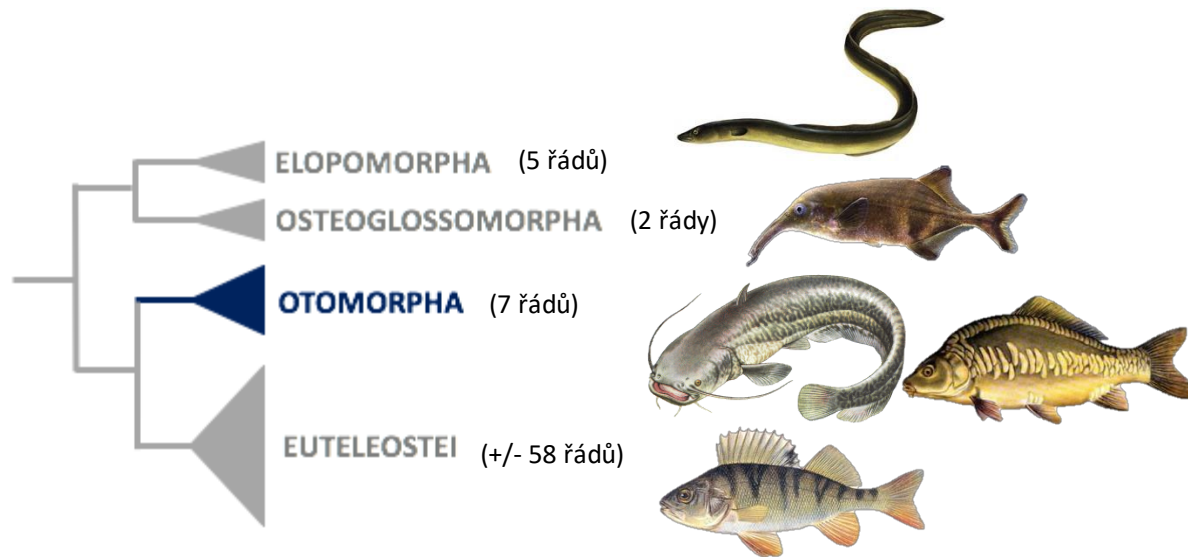
electrocommunication



=> elektrolokace je funkční obdoba echolokace netopýrů...

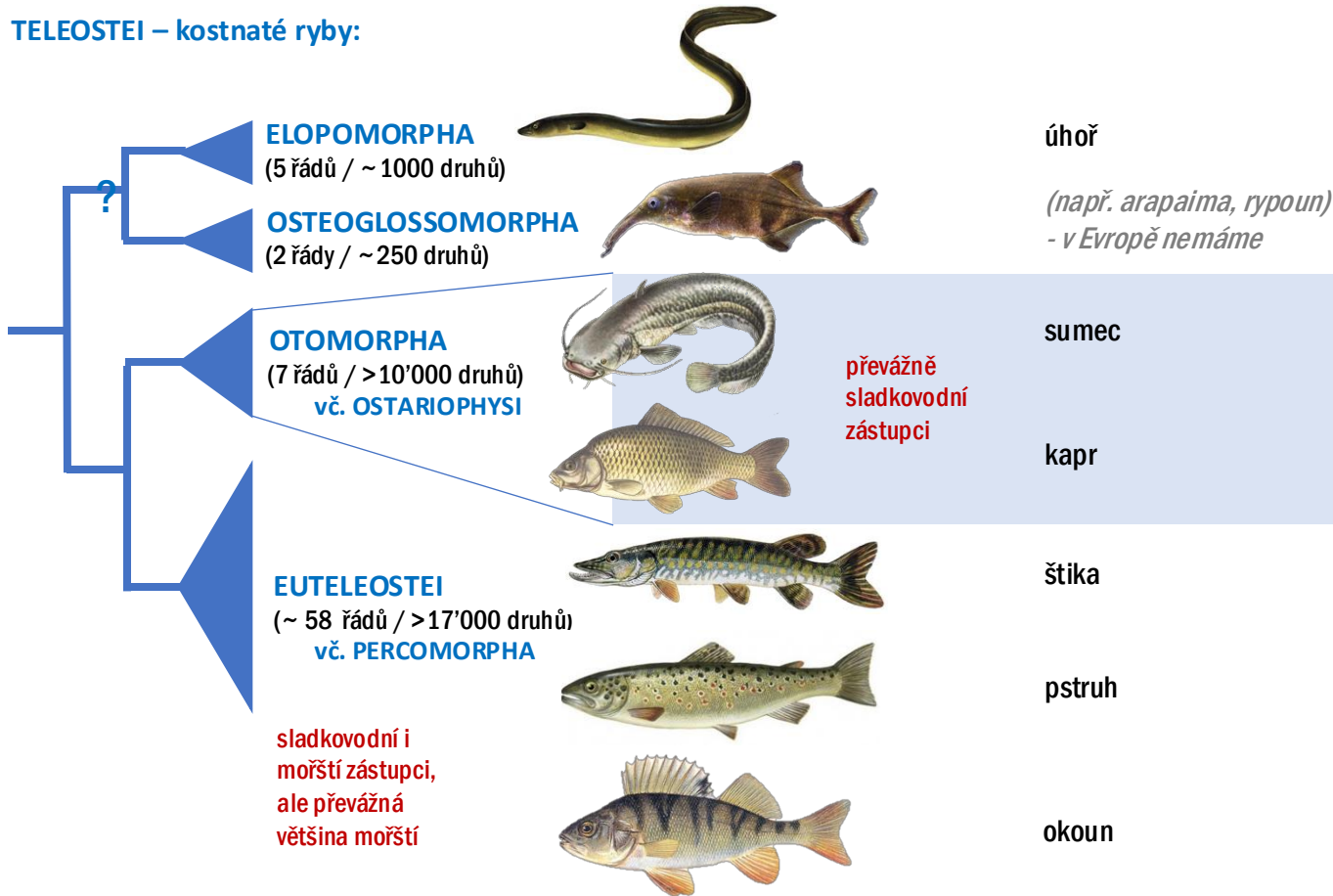
Evoluce elektroreceptce => jde o pleziomorfni znak obratlovců. U Teleostei pak znovu vyvinut (jinak)

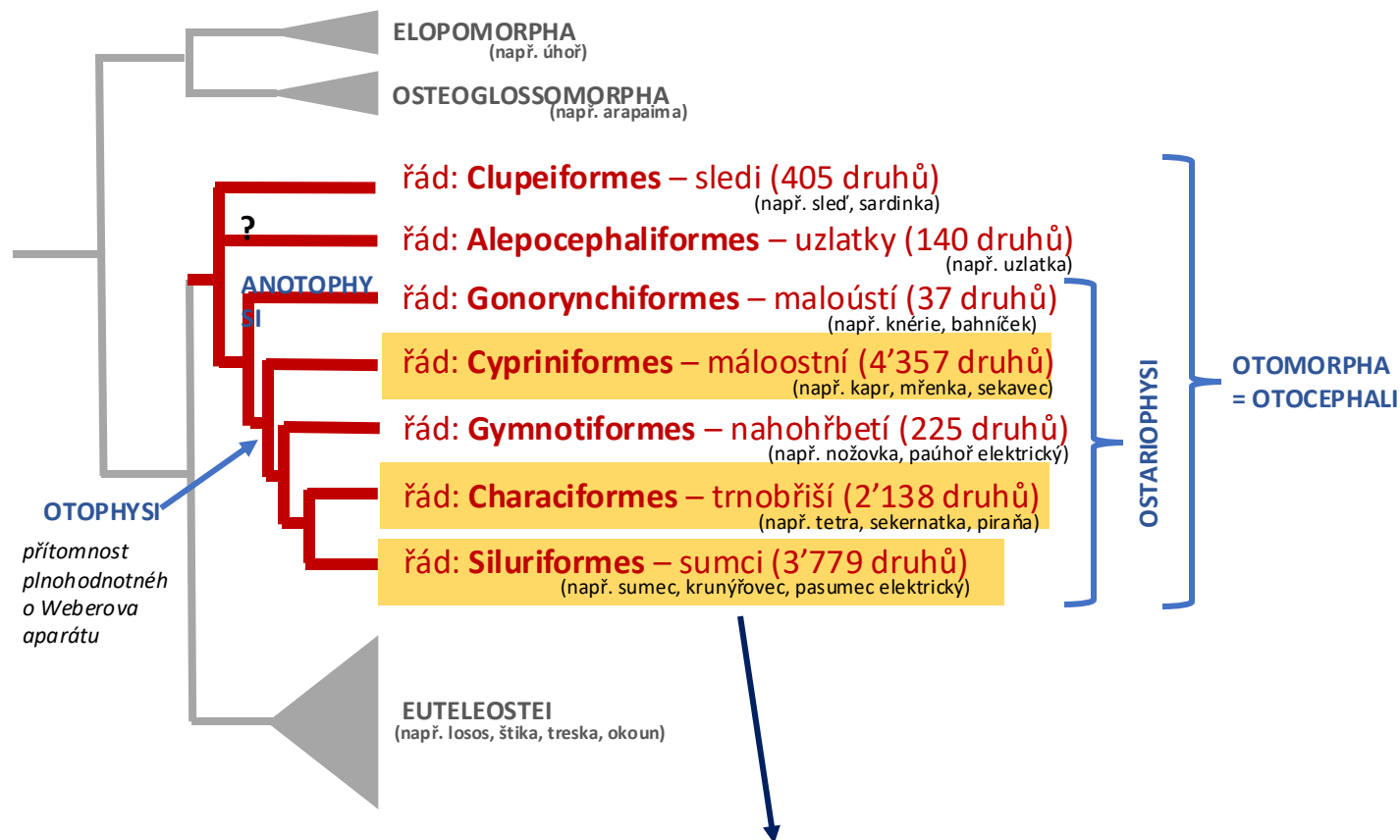




evoluce paprskoplovných ryb:

TELEOSTEI – kostnaté ryby:

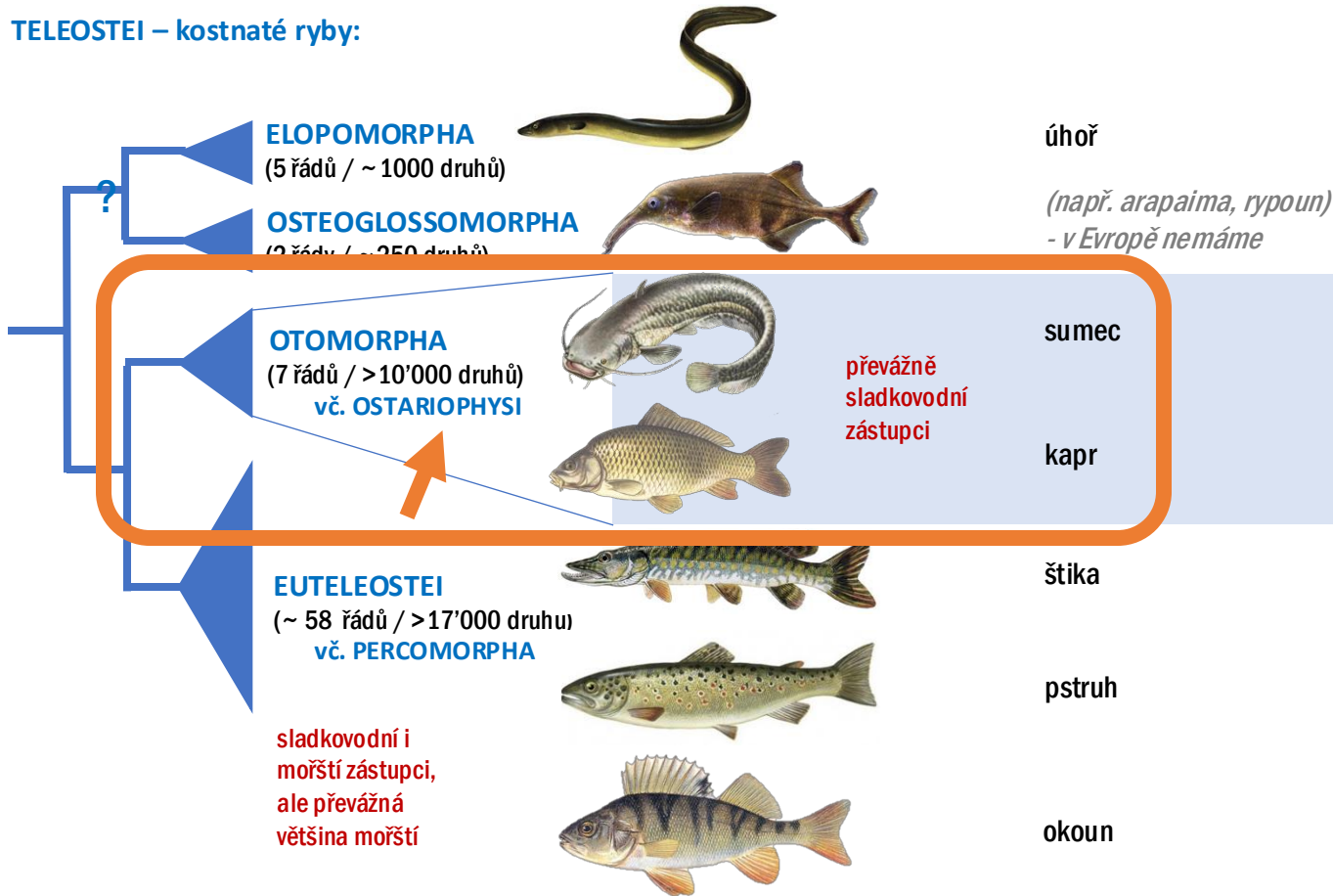




97% biodiverzity Ostariophysi, a 92% biodiverzity všech Otomorpha/Otocephali leží ve 3 řádech

evoluce paprskoplovných ryb:

TELEOSTEI – kostnaté ryby:



OSTARIOPHYSI – OTOPHYSI – sladkovodní diverzifikace

- chybí většinou v Austrálii, na Papui, na Sulawesi – **nepřešli tzv. Wallaceovu linii!**
- nejsou také na Madagaskaru a ostrovech (Karibik atd.)

kaprovití a spol. Cypriniformes



Characiformes tetry



sumci Siluriformes



Gymnotiformes nožovky, paúhoř



OSTARIOPHYSI – OTOPHYSI – sladkovodní diverzifikace

- chybí většinou v Austrálii, na Papui, na Sulawesi – **nepřešli tzv. Wallaceovu linii!** (vyj. mořští sumci!)
- nejsou také na Madagaskaru a ostrovech (Karibik atd.)

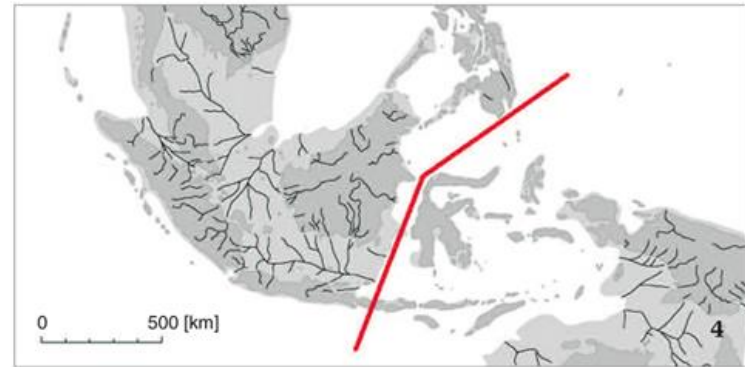
kaprovití a spol. *Cypriniformes*



Characiformes tetry



sumci *Siluriformes*

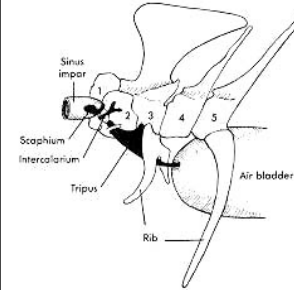
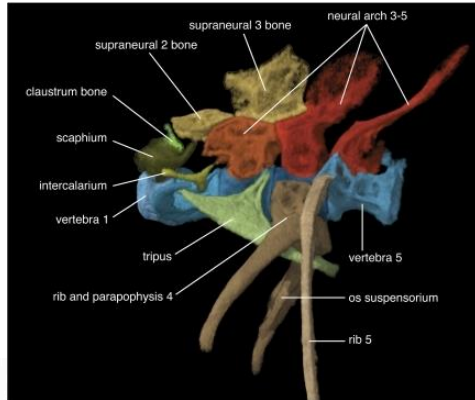


OSTARIOPHYSI

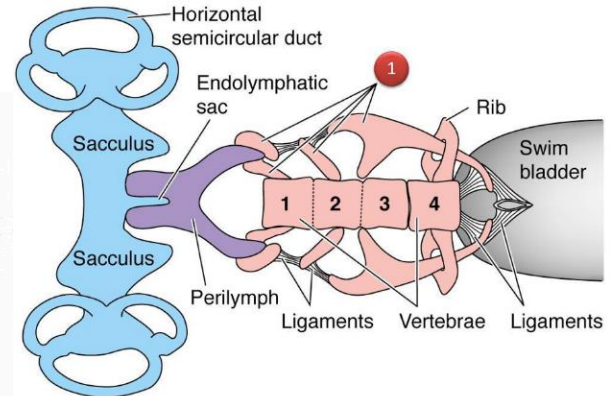
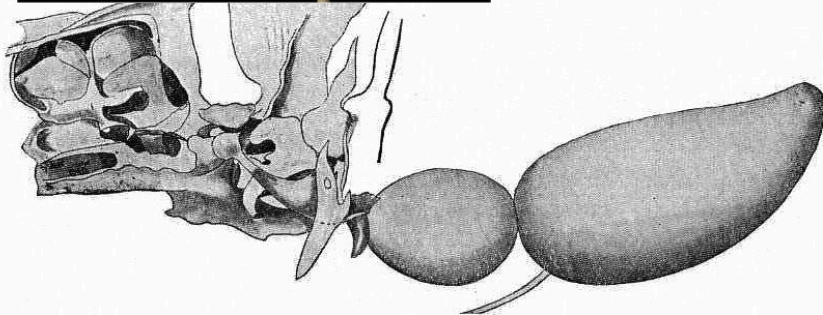
- největší **radiace sladkovodních ryb** – (kromě Goniorhynchiiformes)
- **“primárně sladkovodní ryby”** – jde o ekologický pojem, ne taxonomickou skupinu (vyvinuly se ze sladkovodního předka a netolerují slanou vodu; i ostnojazyční a bichiři)
- **Weberův aparát** – další vylepšení sluchu, zesilovač signálu (4 – 5 prvních obratlů)
- signalizace a detekce signálu **“alarm”** – varovný feromon, shodný napříč Ostariophysi
- **požerákové zuby** – 5. žaberní oblouk
- zachování propojení trávicí trubice a plynového měchýře – **ductus pneumaticus**

OSTARIOPHYSI

- největší **radiace sladkovodních ryb** – (bez Gonorhynchiformes)
- **“primárně sladkovodní ryby”** – jde o ekologický pojem, ne taxonomickou skupinu (vyvinuly se ze sladkovodního předka a netolerují slanou vodu; i ostnoязыční a bichři)
- **Weberův aparát** – další vylepšení sluchu, zesilovač signálu (4 – 5 prvních obratlů)
- **požerákové zuby** – 5. žaberní oblouk
- zachování propojení trávicí trubice a plynového měchýře – **ductus pneumaticus**

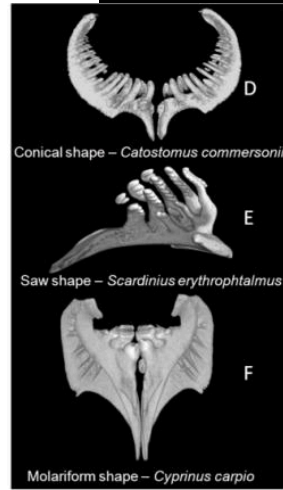
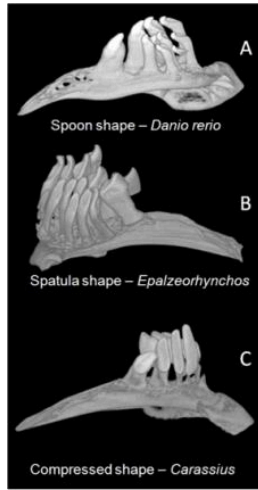


=> velmi dobrý sluch



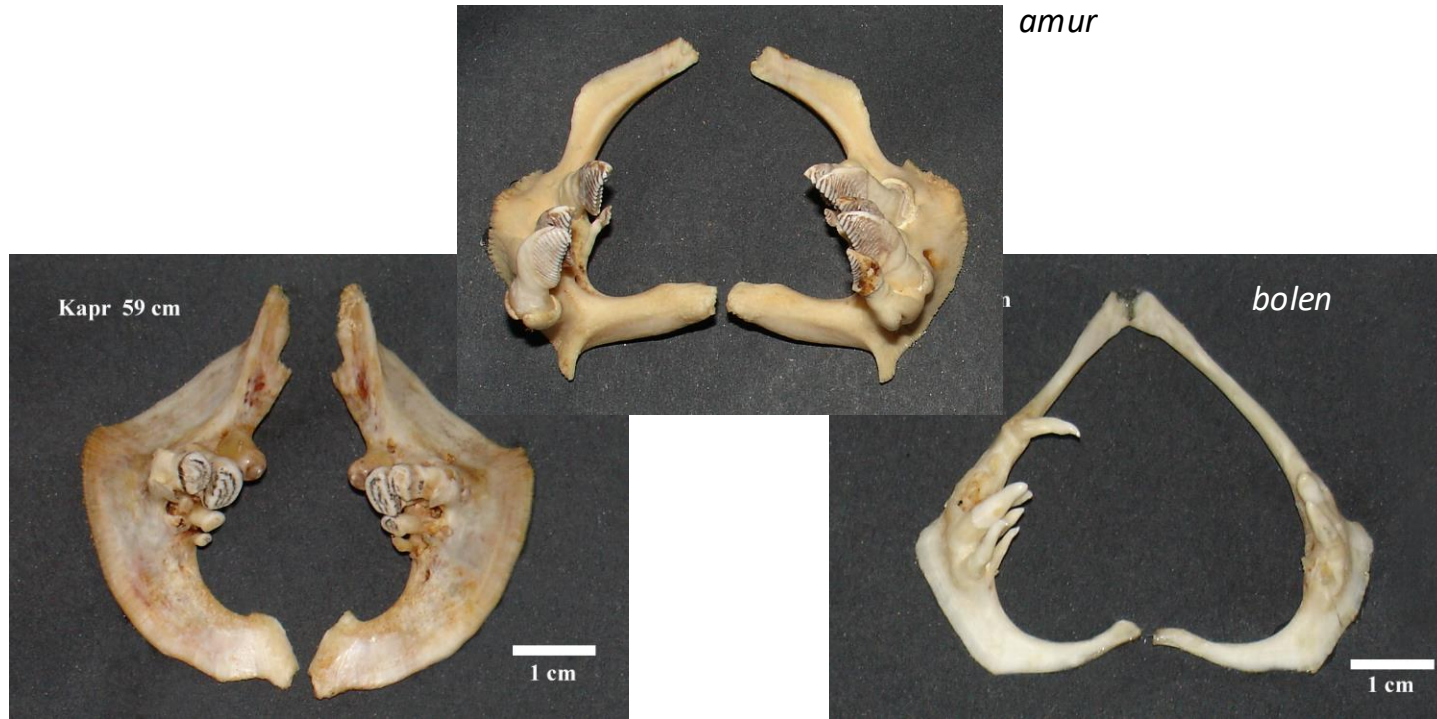
OSTARIOPHYSI

- největší radiace sladkovodních ryb – bez Gonorhynchiformes
- “primárně sladkovodní ryby” – jde o ekologický pojem, ne taxonomickou skupinu (vyvinuly se ze sladkovodního předka a netolerují slanou vodu; i ostnojazyční a bichiři)
- **Weberův aparát** – další vylepšení sluchu, zesilovač signálu (4 – 5 prvních obratlů)
- **požerákové zuby** – 5. žaberní oblouk – vyšší efektivita zpracování potravy
- zachování propojení trávicí trubice a plynového měchýře – **ductus pneumaticus**



OSTARIOPHYSI

- největší radiace sladkovodních ryb – bez Gonorhynchiformes
- “primárně sladkovodní ryby” – jde o ekologický pojem, ne taxonomickou skupinu (vyvinuly se ze sladkovodního předka a netolerují slanou vodu; i ostnojazyční a bichiři)
- **Weberův aparát** – další vylepšení sluchu, zesilovač signálu (4 – 5 prvních obratlů)
- **požerákové zuby** – 5. žaberní oblouk – vyšší efektivita zpracování potravy
- zachování propojení trávicí trubice a plynového měchýře – **ductus pneumaticus**



OSTARIOPHYSI

- největší radiace sladkovodních ryb – bez Gonorhynchiformes
- “primárně sladkovodní ryby” – jde o ekologický pojem, ne taxonomickou skupinu (vyvinuly se ze sladkovodního předka a netolerují slanou vodu; i ostnoязыční a bichiři)
- **Weberův aparát** – další vylepšení sluchu, zesilovač signálu (4 – 5 prvních obratlů)
- **požerákové zuby** – 5. žaberní oblouk – vyšší efektivita zpracování potravy
- zachování propojení trávicí trubice a plynového měchýře – **ductus pneumaticus**

amur

=> nejdokonalejší – **Cypriniformes** – nemají zuby v čelistech + nemají morfologicky oddělený žaludek

Kapr 59 cm



bolen



požerákové zuby - pohyb od 0:55

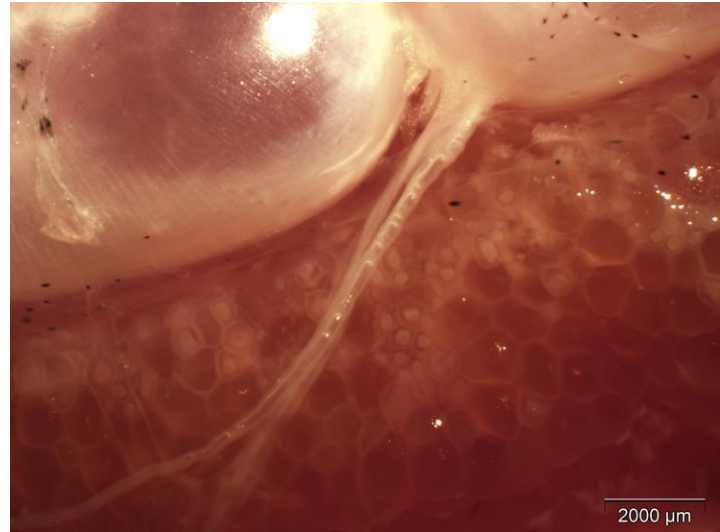


tolstolobik – požerákové zuby - pár



OSTARIOPHYSI

- největší radiace sladkovodních ryb – bez Goniorhynchiformes
- “primárně sladkovodní ryby” – jde o ekologický pojem, ne taxonomickou skupinu (vyvinuly se ze sladkovodního předka a netolerují slanou vodu; i ostnojazyční a bichiři)
- **Weberův aparát** – další vylepšení sluchu, zesilovač signálu (4 – 5 prvních obratlů)
- **požerákové zuby** – 5. žaberní oblouk – vyšší efektivita zpracování potravy
- zachování propojení trávicí trubice a plynového měchýře – **ductus pneumaticus**



ouklej obecná (*Alburnus alburnus*)

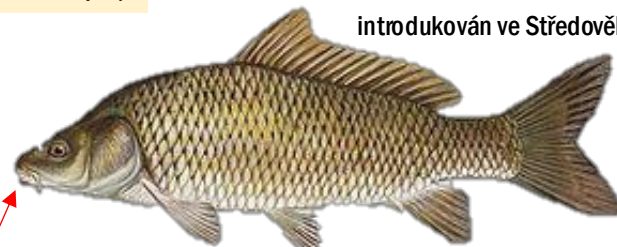
čeleď: kaprovití - Cyprinidae

OSTARIOPHYSI - zástupci



kapr obecný (*Cyprinus carpio*)

introdukovan ve Středověku!



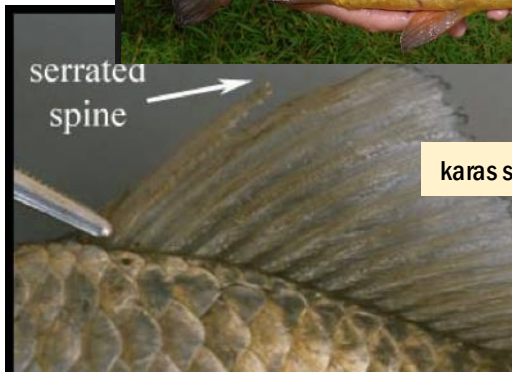
4 vousky



karas obecný (*Carassius carassius*)



nemají vousky



karas stříbřitý (*Carassius gibelio*)

nepůvodní, invazní



+ 2 další druhy nepůvodních karasů (*C. auratus*, *C. langsdorfi*)

čeleď: kaprovití - Cyprinidae

parma obecná (*Barbus barbus*)



hrouzek obecný (*Gobio gobio*) - celá ČR



hrouzek Kesslerův (*Romanogobio kessleri*) - Bečva



+ ještě další 2 druhy rodu *Romanogobio* (*R. vladkovina* Morave a *R. belingii* Labi; dříve mylně uváděny jako *R. albiginnatus*)

býv. čeleď: kaprovití - Cyprinidae

- druhy introdukované z Asie ve 20. století

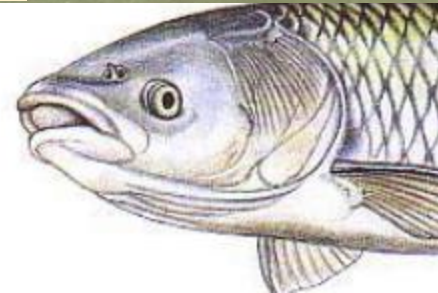
amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*)



tolstolobik pestrý (*Hypophthalmichthys nobilis*)



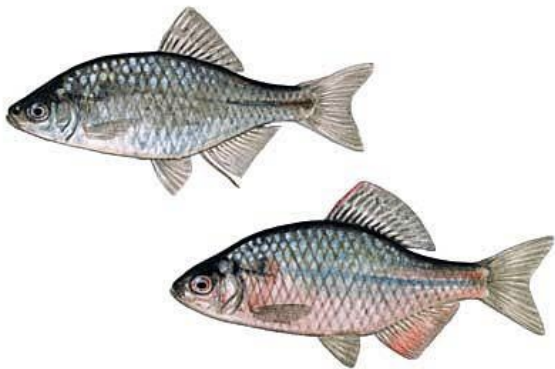
tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*)



OSTARIOPHYSI

býv. čeled': kaprovití – Cyprinidae

hořavka hořká (*Rhodeus amarus*)



střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*)



lín obecný (*Tinca tinca*)



střevlička východní (*Pseudorasbora parva*)



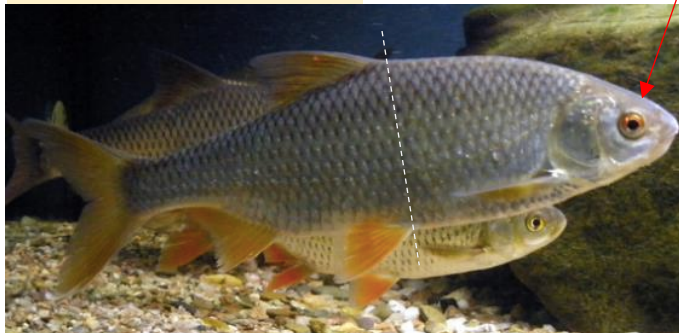
=> nepůvodní, invazní!

OSTARIOPHYSI

čeleď: nově **Leuciscidae** (jelcovití) – nejpočetnější skupina – nyní čeleď našich ryb

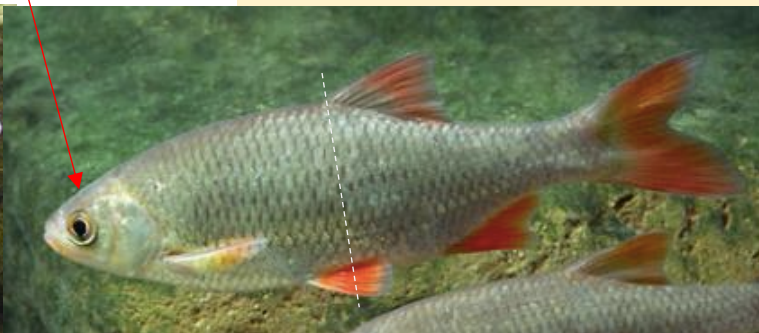
rody: jelec, cejn, plotice, perlín, ouklej, ouklejka, ostrucha, bolen, slunka, podoustev, ostroretka...

plotice obecná (*Rutilus rutilus*)



oranžové/červené oko

perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*)



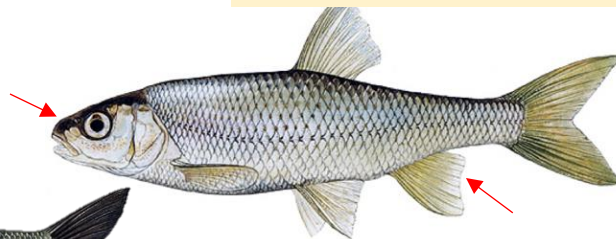
břišní a hřbetní ploutve na kolmici

břišní ploutve předsazené kolmici od hřbetní ploutve

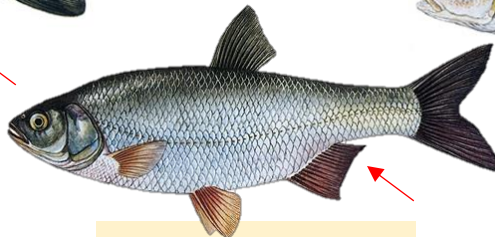
jelec tloušť (*Squalius cephalus*)



jelec proudník (*Leuciscus leuciscus*)



jelec jesen (*Leuciscus idus*)



OSTARIOPHYSI

čeled': nově **Leuciscidae** (jelcovití) – nejpočetnější skupina – nyní čeled' našich ryb

rody: jelec, cejn, plotice, perlín, ouklej, ouklejka, ostrucha, bolen, slunka, podoustev, ostroretka...

ouklej obecná (*Alburnus alburnus*)



bolen dravý (*Leuciscus aspius* – dříve *Aspius aspius*)



ouklejka pruhovaná (*Alburnoides bipunctatus*)



slunka obecná (*Leucaspis delineatus*)

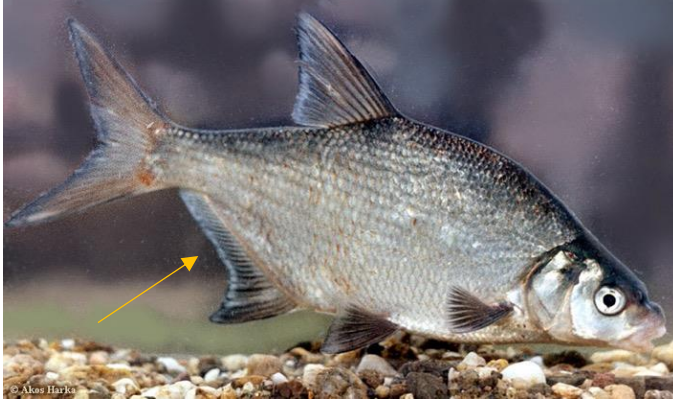


čeleď: nově **Leuciscidae** (jelcovití) – nejpočetnější skupina – nyní čeleď našich ryb

běžní, celá ČR

liši se zejména počty paprsků v řitní ploutvi

cejn velký (*Abramis
brama*)



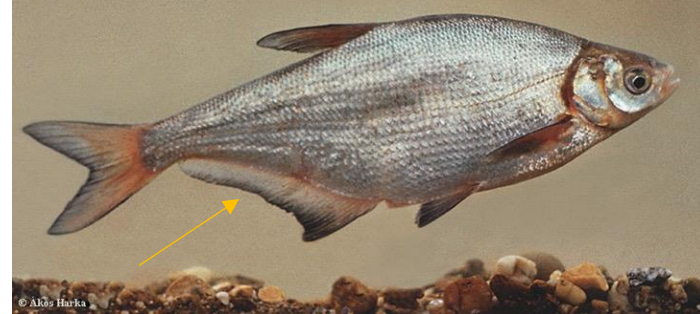
cejnek malý (*Blicca
bjoerkna*)



cejn perleťový (*Abramis
sapa*)



cejn siný (*Abramis
ballerus*)



vzácní, dunajští, c. siný také vzácně v Labi

OSTARIOPHYSI

čeleď: sekavcovití - Cobitidae

- v ČR máme ještě křížence sekavce podunajského se sekavcem písčným a sekavcem *C. tanaitica*, ale tyto druhy nejsou v ČR v čisté formě
- v ČR dále ještě žije sekavčík balkánský

jasně ohraničené skvmy

6 vousků

podélný pruh

10 (5 párů) vousků

sekavec podunajský



piskoř pruhovaný



čeleď: mřenkovití - Nemacheilidae

mramorování

6 vousků

mřenka mramorovaná



OSTARIOPHYSI

řád: sumci - Siluriformes

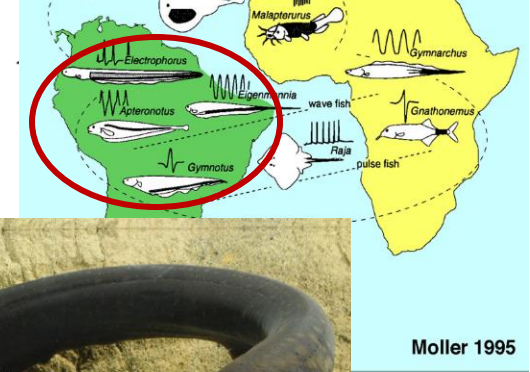
sumec velký (sumcovití - Siluridae)



sumeček americký (sumečkovití - Ictaluridae)



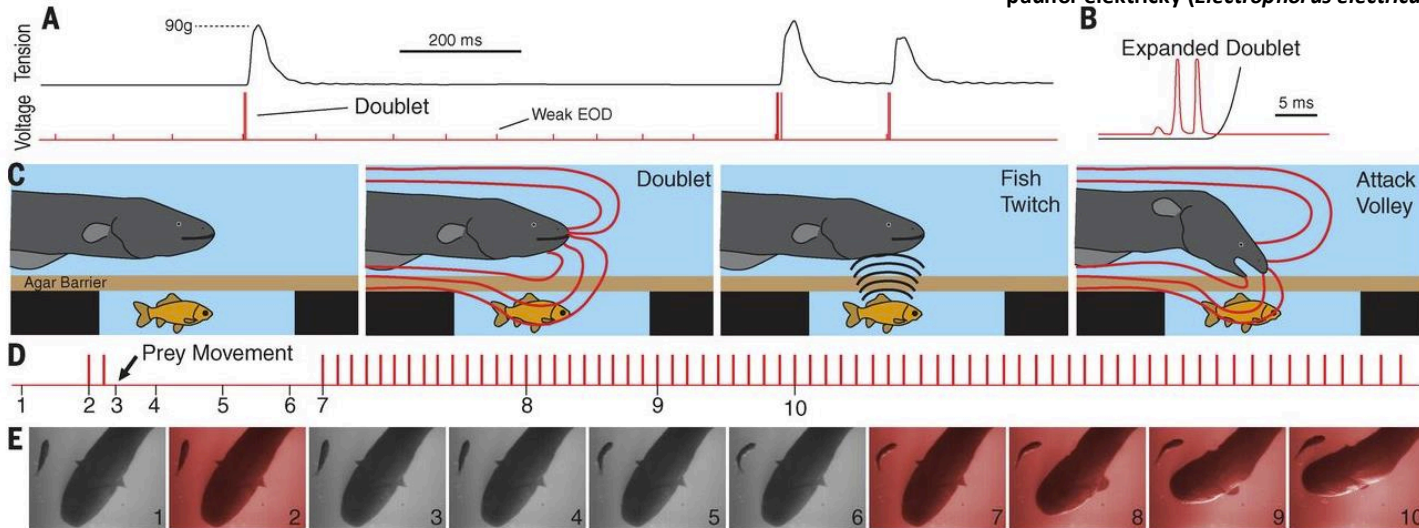
OSTARIOPHYSI – řád: Gymnotiformes – nahohřbetí (5 čeledí, 225 druhů)



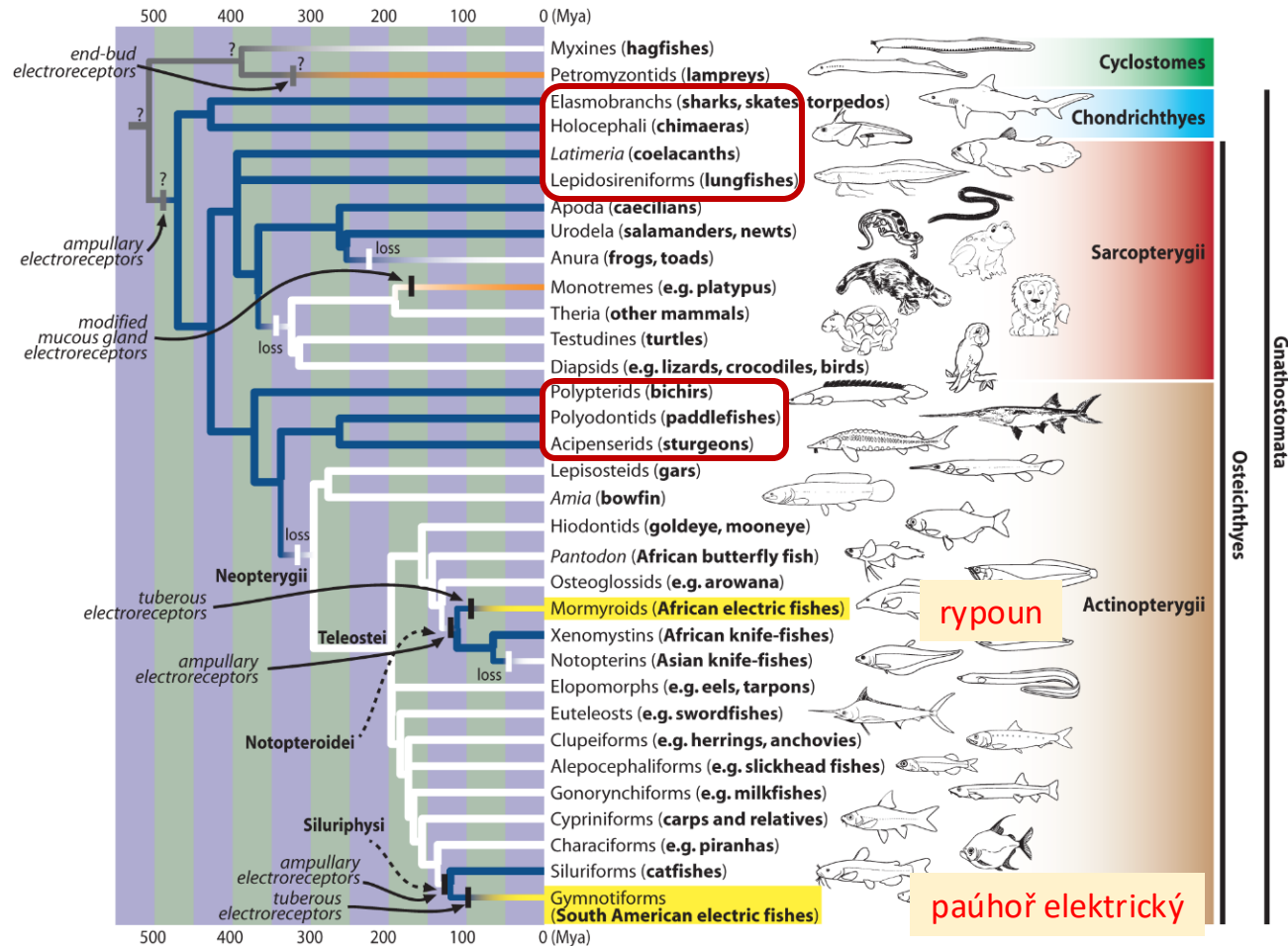
- aktivní elektrolokace – přivedení k dokonalosti!
- **slabé pulzní výboje** – elektrolokace + **silný výboj – 600V** – omráčení kořisti či predátora (nejprve 2-3 výboje pro hledání – kořist je omráčena a nastane svalová kontrakce – prozradí se i když je schovaná! => detekce – zabití)
- může zabít i mrtvý
- může zabít i sebe, má-li poraněnou kůži (mají ochrannou vrstvu)



paúhoř elektrický (*Electrophorus electricus*)

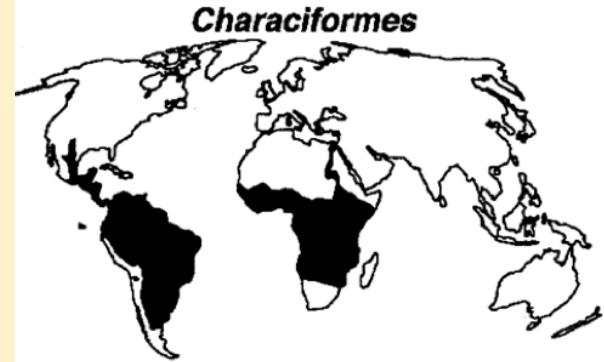


Evoluce elektroreceptce => jde o pleziomorfni znak obratlovců. U Teleostei pak znovu vyvinut (jinak)



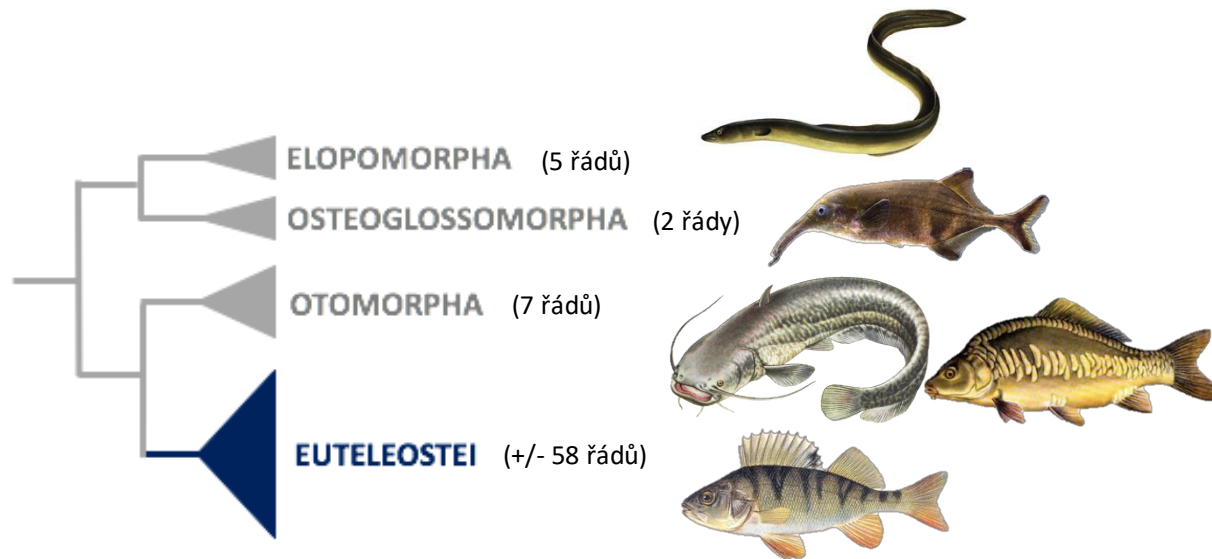
OSTARIOPHYSI – řád: Characiformes – trnobřiší (23 čeledí, 2138 druhů)

- čeleď: **Distichodontidae** – patetrovití (102 druhů) - **Af**
- čeleď: **Alestidae** – afrotetrovití (117 druhů) - **Af**
- čeleď: **Ctenoluciidae** – štikovkovití (7 druhů) - **JAm**
- čeleď: **Hepsetidae** – štičkovití (6 druhů) - **Af**
- čeleď: **Serrasalminidae** – piraňovití (91 druhů) - **JAm**
- čeleď: **Gasteropelecidae** – sekernatkovití (9 druhů) - **JAm**
- čeleď: **Characidae** – tetrovití (1120 druhů) - **JAm**
(+ 17 dalších čeledí)



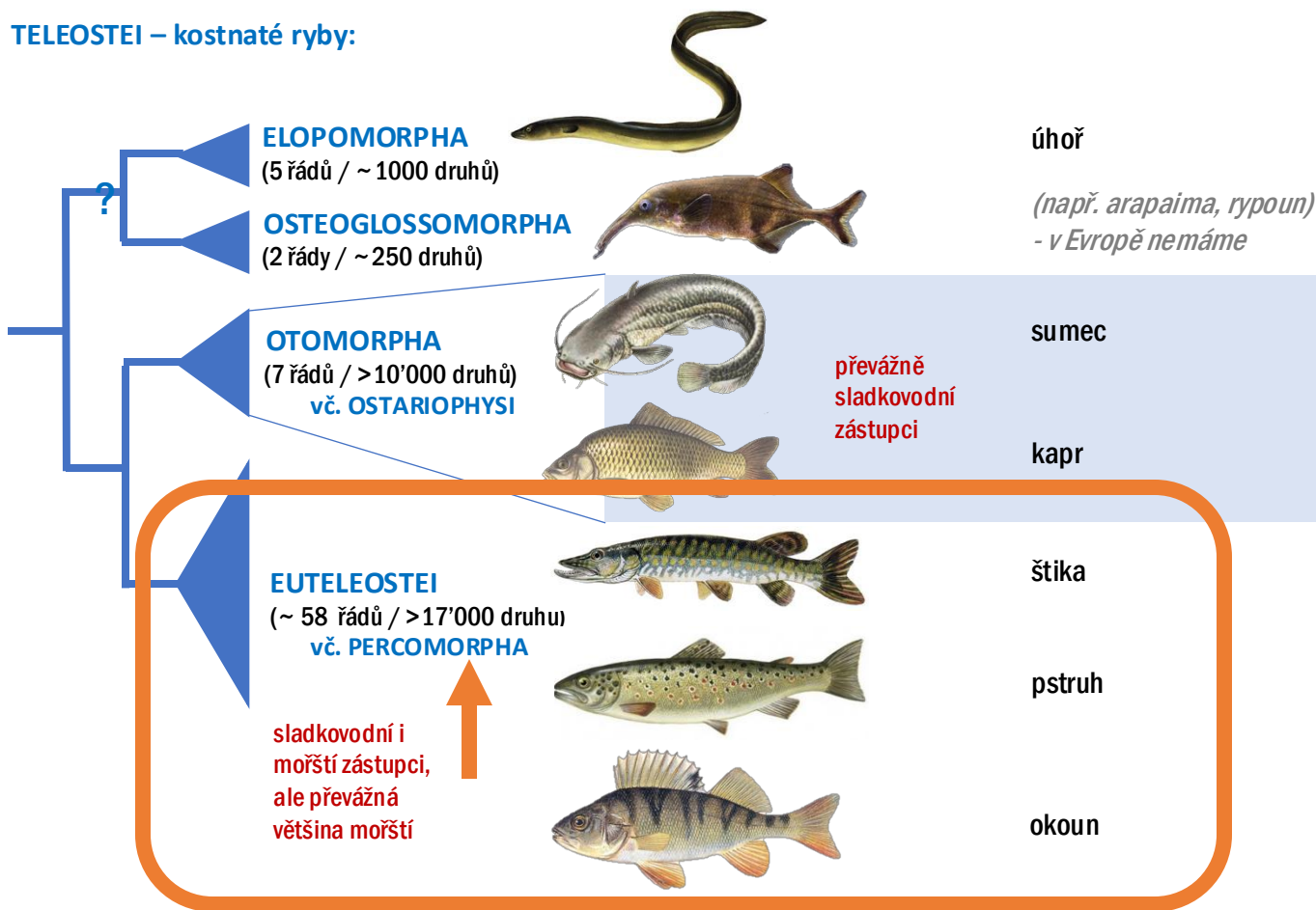
- **větší druhová diverzita** v Jižní Americe (88% druhů); fosílie i v Evropě
- většina má **tukovou ploutvičku**
- břišní ploutve s paprsky (proto český název)
- mají **zuby** (narozdíl od kaprovitých)

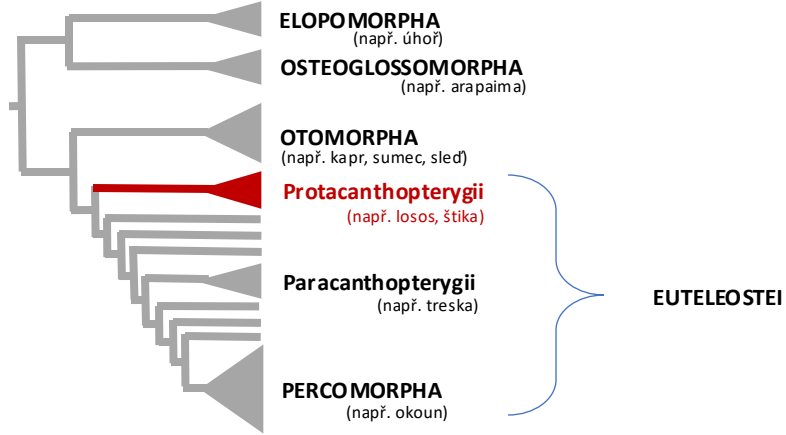




evoluce paprskoploutvých ryb:

TELEOSTEI – kostnaté ryby:





EUTELEOSTEI

čeleď: lososovití – Salmonidae v ČR

pstruh obecný (*Salmo trutta*)

černé i červené tečky



chybí čemé tečky v
ocasní ploutvi



pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*)

černé tečky i v
ocasní ploutvi



meandrovitá kresba

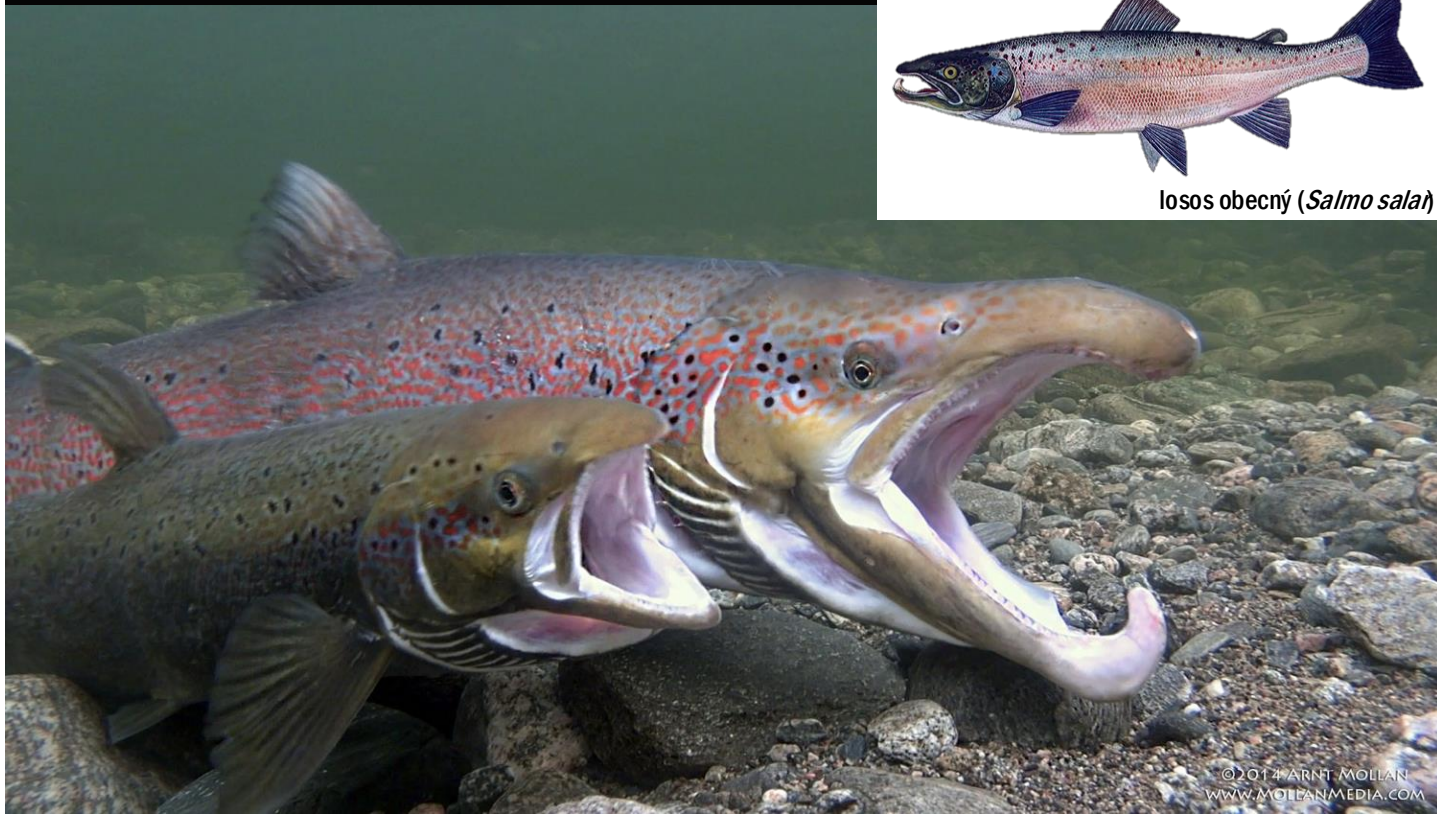


siven americký (*Salvelinus fontinalis*)

hlavátka podunajská (*Hucho hucho*)



losos obecný (*Salmo salar*)



Life Cycle of the Atlantic Salmon

(*Salmo salar*)

dospělec připravený na pohl. rozmnožování (kelt) =

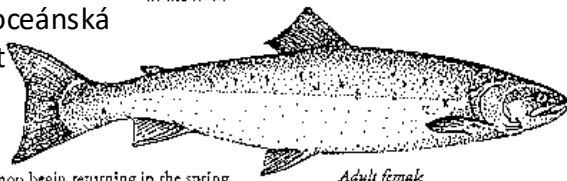
migrace zpět do řek – výtěr!!, poté zpět do oceánu,
nebo může přezimovat v řekách



Adult male

Spawned-out salmon, called *kelt* or *black salmon*, return to the ocean or overwinter in the river.

**dospělec = oceánská
fáze – 2-3 let**



Adult female

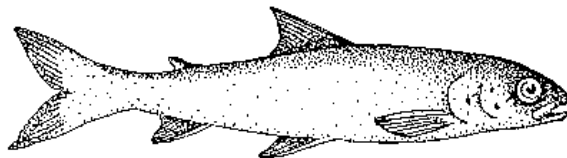
The adult salmon begin returning in the spring to their native stream to repeat the spawning cycle.



In late autumn, the female salmon buries fertilized eggs in stream bottom gravel nests called *redd*.



The eggs hatch into *alevin* or *sac fry* in late spring, and the yolk sac is gradually absorbed.



Smolts are silver colored and approximately 6 inches long. In the spring, smolt body chemistry changes; they now weigh about 2 ounces and are ready to enter salt water. They migrate to the ocean where they will develop in about two to three years into mature salmon weighing about 8 to 15 pounds.



Three to six weeks after hatching, alevins emerge from the gravel to seek food and are called *fry*.

**smolt = metamorfóza, příprava
na migraci do moře; v této fázi
– imprinting chemismu vody!**



Fry quickly develop into *parr* with camouflaging vertical stripes. The *parr* are two inches long. They feed and grow for one to three years in their native stream before becoming *smolts*.

**parr = kryptické zbarvení,
žije a roste v tocích, může
trvat 1-3 roky!**

Life C

dospělec připravený na pohl. rozmno
migrace zpět do řek – výtěr!!, pot zpě
nebo může přezimovat v řekách



řád: **Salmoniformes** – lososotvární
(3 čeledi, 226 druhů)

čeleď: **Salmonidae** (lososovití) – 124 druhů

čeleď: **Thymallidae** (lipanovití) – 16 druhů

čeleď: **Coregonidae** (síhovití) – 86 druhů

atlantští lososi – losos obecný (*Salmo salar*)

- návrat do ČR (naposledy 1936/1953, poté až od 2001 díky německému reintrodukčnímu programu, nyní i ČR)
- dnes pravidelně v **Kamenici** (přítok Labe), jednou v Ohři
- samice po výtěru nehyne, vrací se až pětkrát
- migrují hlavně v noci, výtěr na podzim (listopad)

Do řek v Českém Švýcarsku se letos vrátily desítky lososů

Do řek v severních Čechách se letos vrátily až desítky lososů. Rybářům se povedlo zdokumentovat několik dospělých ryb v řece Kamenice v Českém Švýcarsku a také několik kilometrů za hranicemi v Německu v říčce Lachsbach. Přesné číslo ale ochránci neznají, protože většinu ryb není možné spatřit, jejich počet ale odhadují na desítky. Informoval o tom mluvčí Správy národního parku České Švýcarsko Tomáš Salov.



úterý 12. listopadu 2013, 15:36 - Krásná Lípa

▲ Rybářům se povedlo zdokumentovat několik

zatím nutno stále dovysazování:



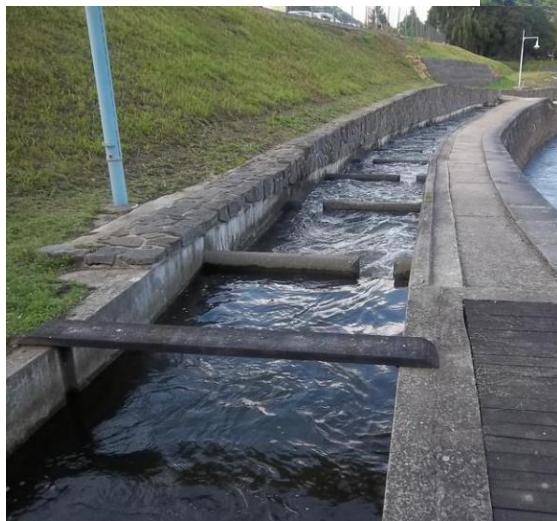
Střekov (Ústí nad Labem)
1935 – zdymadlo – konec lososů v Čechách



**rybí přechod -
přestavěn v roce 2002,
snížení spádu,
vylepšení
+ má tzv. "lákový
proud"**



Střekov (Ústí nad Labem)
1935 – zdymadlo – konec lososů v Čechách



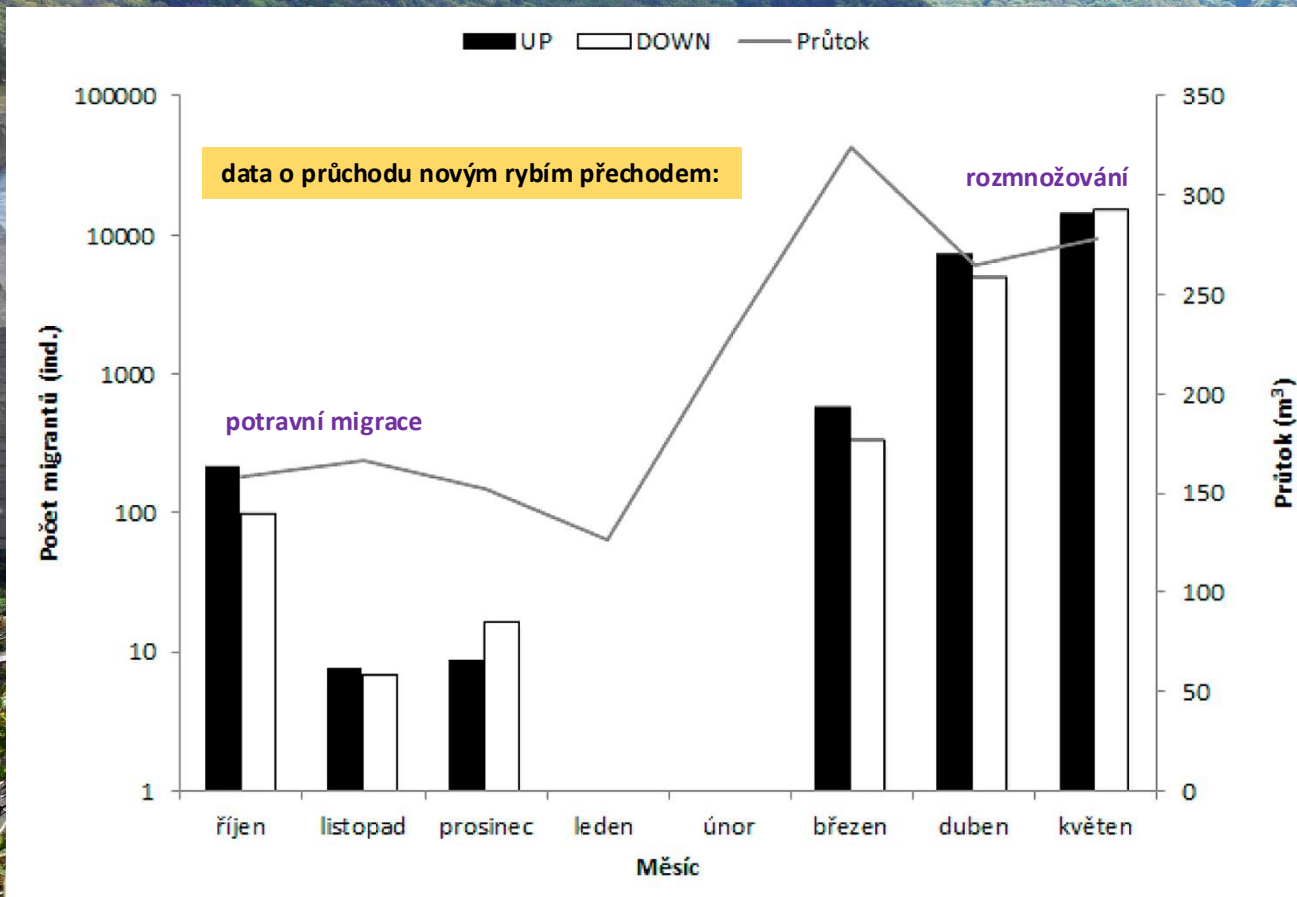
**rybí přechod -
přestavěn v roce 2002,
snížení spádu,
vylepšení
+ má tzv. "lákový
proud"**

Střekov (Ústí nad Labem)
1935 – zdymadlo – konec lososů v Čechách



**rybí přechod -
přestavěn v roce 2002,
snížení spádu,
vylepšení
+ má tzv. "lákový
proud"**

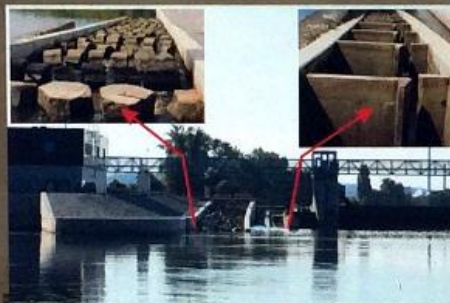
<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/masarykovo-zdymadlo-strekov-migracni-bariera-i-po-roce-2020/>





Metodika

Stanovení kvantitativního odhadu (počtu) migrujících ryb bylo prováděno kamerovými systémy (Obrázek 2) umístěnými na výstupních koncích RP. Pro stanovení relativní účinnosti RP byly ryby odchyceny v úseku Labe pod jezem a označeny pasivními integrátory (PIT), což jsou mikro značky o velikosti několika mm. Pokud takto označená ryba migruje RP, informace o jejím výskytu je zaznamenána anténou a uložena do počítače. Relativní účinnost je tedy poměr mezi počtem ryb, které překonaly RP v poměru k označeným rybám pod jezem.



Obr. 1: rybí přechody na jezu ve Štětí s detaily trati hlavního (vlevo) a vedlejšího (vpravo) přechodu



Obr. 2: umístění monitorovacích systémů v hlavním rybím přechodu



Obr. 3: jelec tloušť



Obr. 4: společenský ryb v přirozeném prostředí. V pozadí jezero



Obr. 5: parma říční



Obr. 6: pstruh obecný



Obr. 7: ouklej obecná



Obr. 8: kaprovité ryby při migraci. Vpravo dole plotice obecná.



Obr. 9: fotografie ryb migrujících rybími přechody

foto z rybího přechodu
- 69% značených ryb
migrovalo (Štětí)

řád: **Salmoniformes** – lososotvární
(3 čeledi, 226 druhů)

čeleď: **Salmonidae** (lososovití) – 124 druhů

čeleď: **Thymallidae** (lipanovití) – 16 druhů

čeleď: **Coregonidae** (síhovití) – 86 druhů

pacifičtí lososi – rod *Oncorhynchus*

- severní Amerika, Asie
- po výtěru hromadně hynou = tzv. **semelparie**

Sockeye Salmon Spawning Phase



coho



video – O. nerka – sockeye/kokanee

Oncorhynchus nerka – Sockeye / Kokanee salmon; losos nerka

- tření





i náš druh pstruh obecný býval (historicky) uváděn jako forma potoční, jezerní a mořská ... (názvy dnes již neplatné)!

Salmo trutta morpha fario

pstruh obecný potoční



Salmo trutta morpha lacustris

pstruh obecný jezerní



⇒ jde o ekologické formy, přechod možný (dříve se myslelo, že trvá třeba dvě generace, ale později neprokázáno...)

⇒ všechny formy jsou jeden druh!

pstruh obecný mořský - tažný



toto jsou mateční ryby z “potoční” formy – jen dostaly optimální podmínky (přírodní sádky, stojatá voda a hodně krmení – ale ne hormony). Jejich potomstvo se vysazuje do řek jako potočáci v rámci managementu.



podčeleď: **Thymallinae** (lipanovití)



lipan podhorní (*Thymallus thymallus*)

podčeleď: **Coregonidae** (síhovití)



síh severní (*Coregonus lavaretus*)

síhové v ČR - původní:

- síh ostrorypý (*C. oxyrhynchus*) – tažný, vyhynul, někteří autoři ho považují za synonymum *C. lavaretus*! (Šanda)

nepůvodní (vysazení u nás, uchycení):

- síh peleď (*C. peled*) - Sibiř
- síh maréna (*C. maraena*) – z Polska
- síh severní (*C. lavaretus*) – z Francie

nepůvodní (vysazení u nás, neuchycení):

- síh malý (*C. albus*)
- síh Wartmanův (*C. wartmanni*) – bodamské jezero
- síh písečný (*C. fera*) – Bavorsko, Švýcarsko
- síh podzimní (*C. autumnalis*)

=> problém systematiky síhů – většina síhů v minulosti řazena do sběrného druhu *C. lavaretus*

síhové – speciace v evropských hlubokých jezerech = adaptivní radiace



Mondsee (Rakousko)

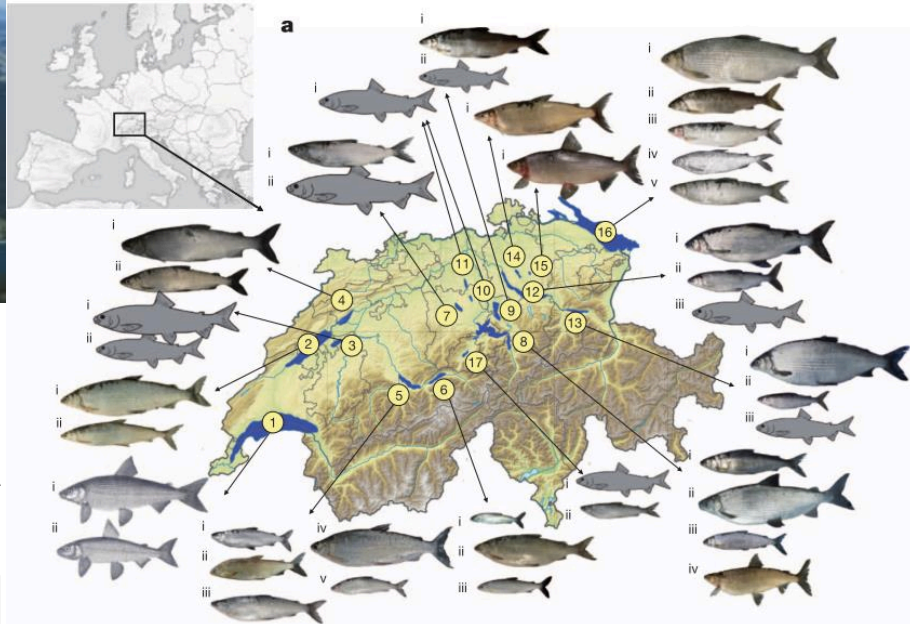
– 2 druhy, hlubokovodní a mělkovodní

Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations

P. Vonlanthen^{1,2}, D. Bittner^{1,2}, A. G. Hudson^{1,2}, K. A. Young^{2,4}, R. Müller¹, B. Lundsgaard-Hansen^{1,2}, D. Roy^{2,5}, S. Di Piazza^{1,2}, C. R. Langtiedt¹ & O. Seehausen^{1,2}

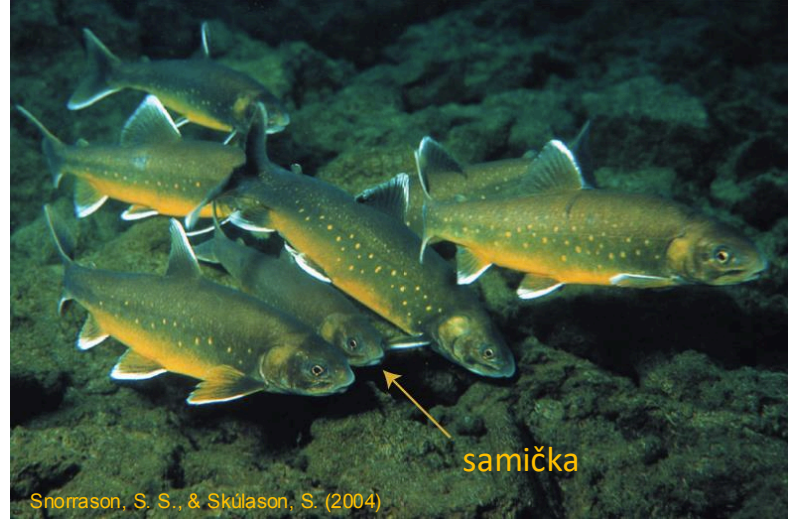
Species diversity can be lost through two different but potentially interacting extinction processes: demographic decline and speciation reversal through introgressive hybridization. To investigate the relative contribution of these processes, we analysed historical and contemporary data of replicate whitefish radiations from 17 pre-alpine European lakes and reconstructed changes in genetic species differentiation through time using historical samples. Here we provide evidence that species diversity evolved in response to ecological opportunity, and that eutrophication, by diminishing this opportunity, has driven extinctions through speciation reversal and demographic decline. Across the radiations, the magnitude of eutrophication explains the pattern of species loss and levels of genetic and functional distinctiveness among remaining species. We argue that extinction by speciation reversal may be more widespread than currently appreciated. Preventing such extinctions will require that conservation efforts not only target existing species but identify and protect the ecological and evolutionary processes that generate and maintain species.

švýcarská jezera – ztráta druhů a forem díky eutrofizaci:



Evropští siveni – různé formy, pravděpodobně počátky speciace?

siven arktický (*Salvelinus alpinus*)



Circumpolar distribution of arctic char species complex *Salvelinus alpinus*, and related species
(Source: CAFF's Arctic Flora & Fauna: status and distribution - 2001)

Evropští siveni – různé formy, pravděpodobně počátky speciace?

jezero Thingvallavatn, Island:

=> po posledním zalednění, ca 10'000 let.



Piscivorous (PI)



Large benthic (LB)



Planktivorous (PL)



Dwarf (DB)

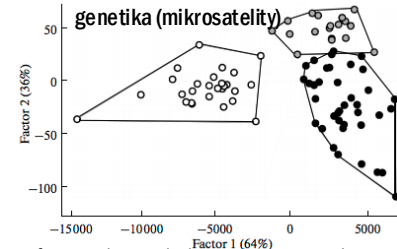
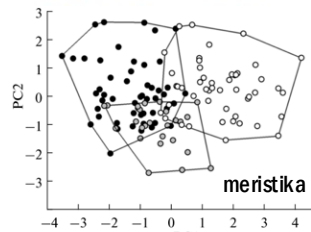
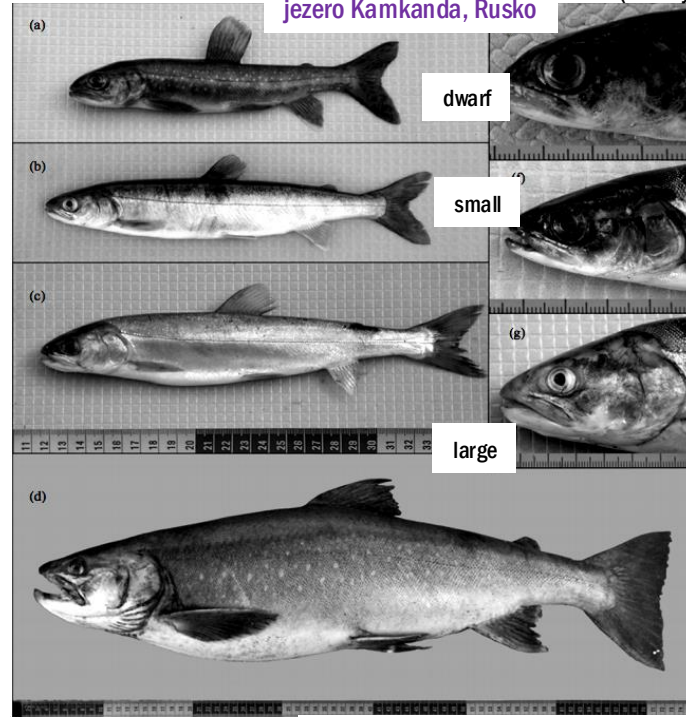
20 cm

(4 formy - někdy uváděné jako samostatné druhy)

siven arktický (*Salvelinus alpinus*)

(3 formy)

jezero Kamkanda, Rusko

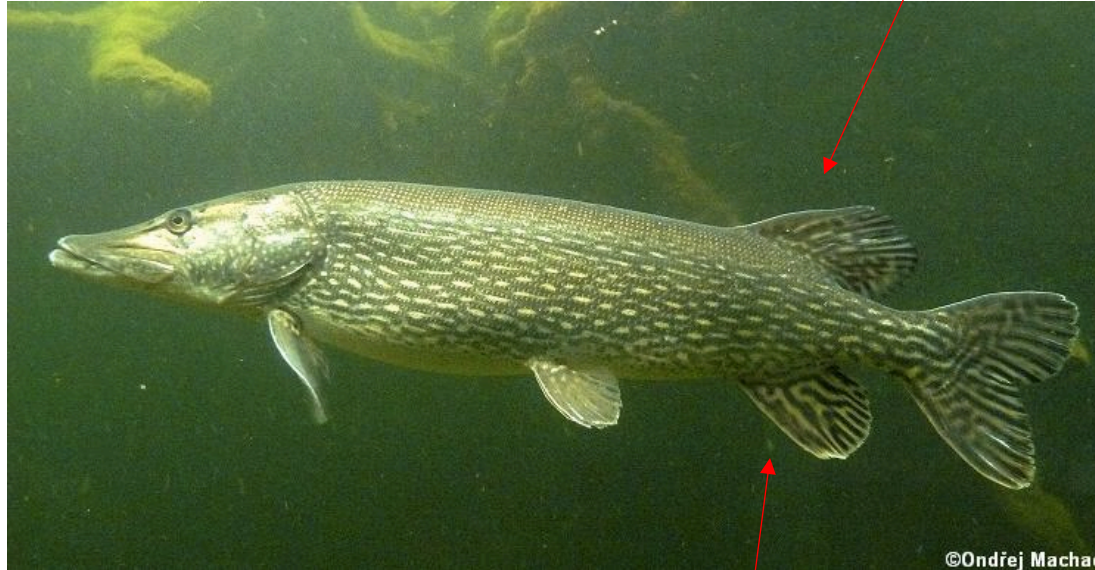


EUTELEOSTEI

řád: štikotvaří – Esociformes

čeleď: štikovití – Esocidae

posun řitní a hřbetní ploutve co nejvíce k ocasní –
tvar těla umožňující efektivní útok



©Ondřej Machač

štika obecná (*Esox lucius*)

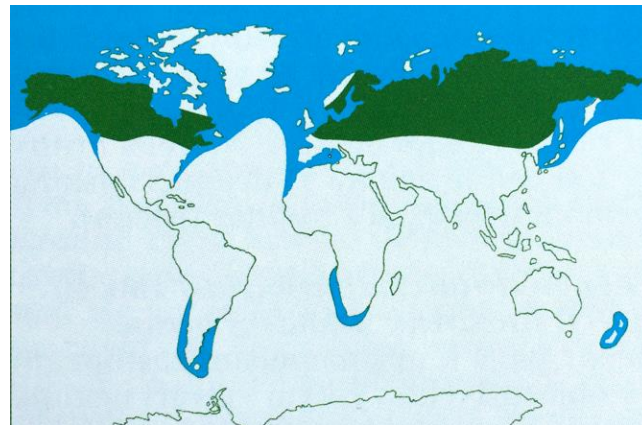


EUTELEOSTEI

řád: hrdloploutví – Gadiformes => tresky

čeleď: mníkovití – Lotidae

mník jednovousý (*Lota lota*)



řád: hrdloploutví – Gadiformes

(10 čeledí, 617 druhů)

čeleď: **Macrouridae** – hlavounovití (405 druhů)

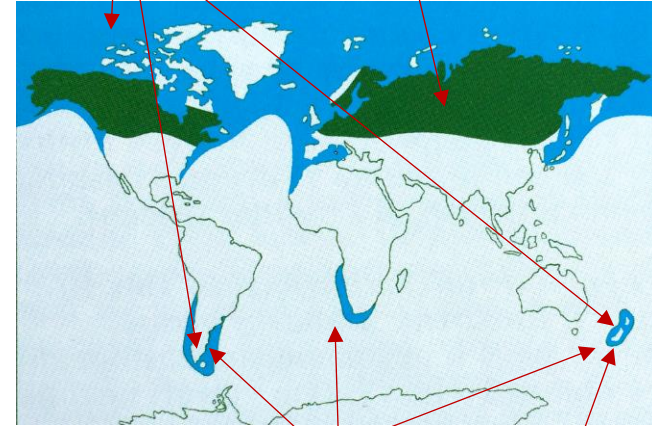
čeleď: **Gadidae** – treskovití (22 druhů)

čeleď: **Merlucciidae** – štikozubcovití (22 druhů)

čeleď: **Lotidae** – mníkovití (21 druhů)

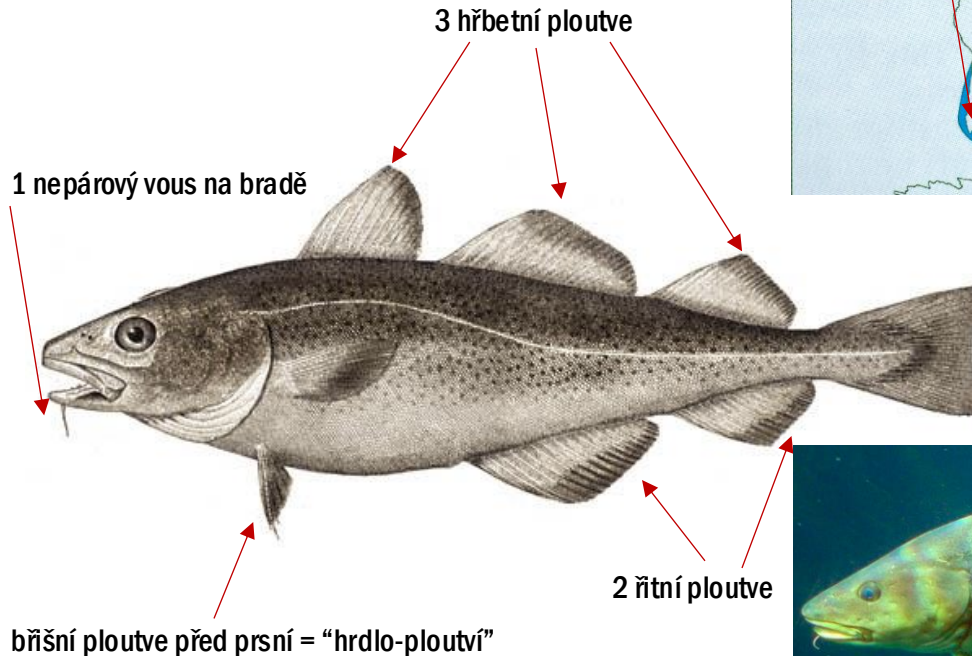
treskovití – převážně severní polokoule (1 druh jižní)

mník jednovousý (mníkovití)



Merlucciidae
(+ severní polokoule)

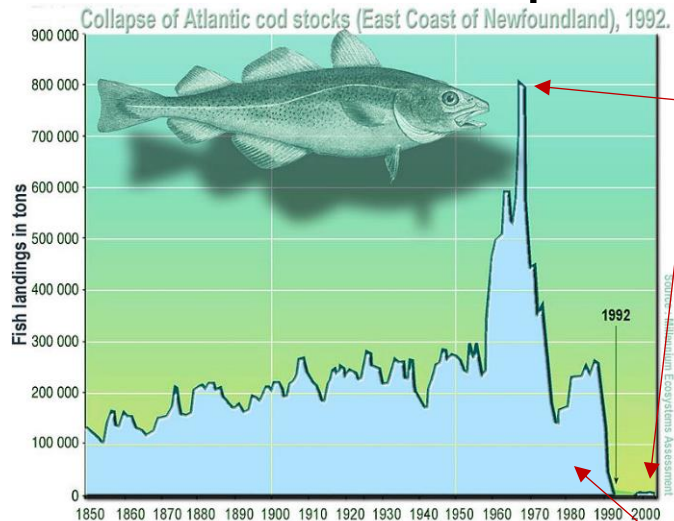
Lotidae



treska obecná (*Gadus morhua*)



1992 - kolaps amerických populací tresky obecné



1968 – peak – 800'000 tun

1993 – 2006 – zákaz/omezení lovu

2006 – 2'700 tun...

odhad poklesu americké populace - na 1%



2011:

East Coast cod found to be recovering

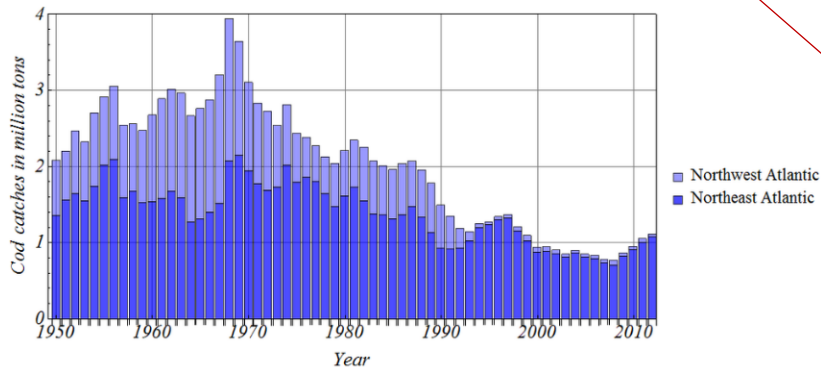
CBC News Posted: Jul 27, 2011 1:05 PM ET | Last Updated: Jul 27, 2011 10:37 PM ET

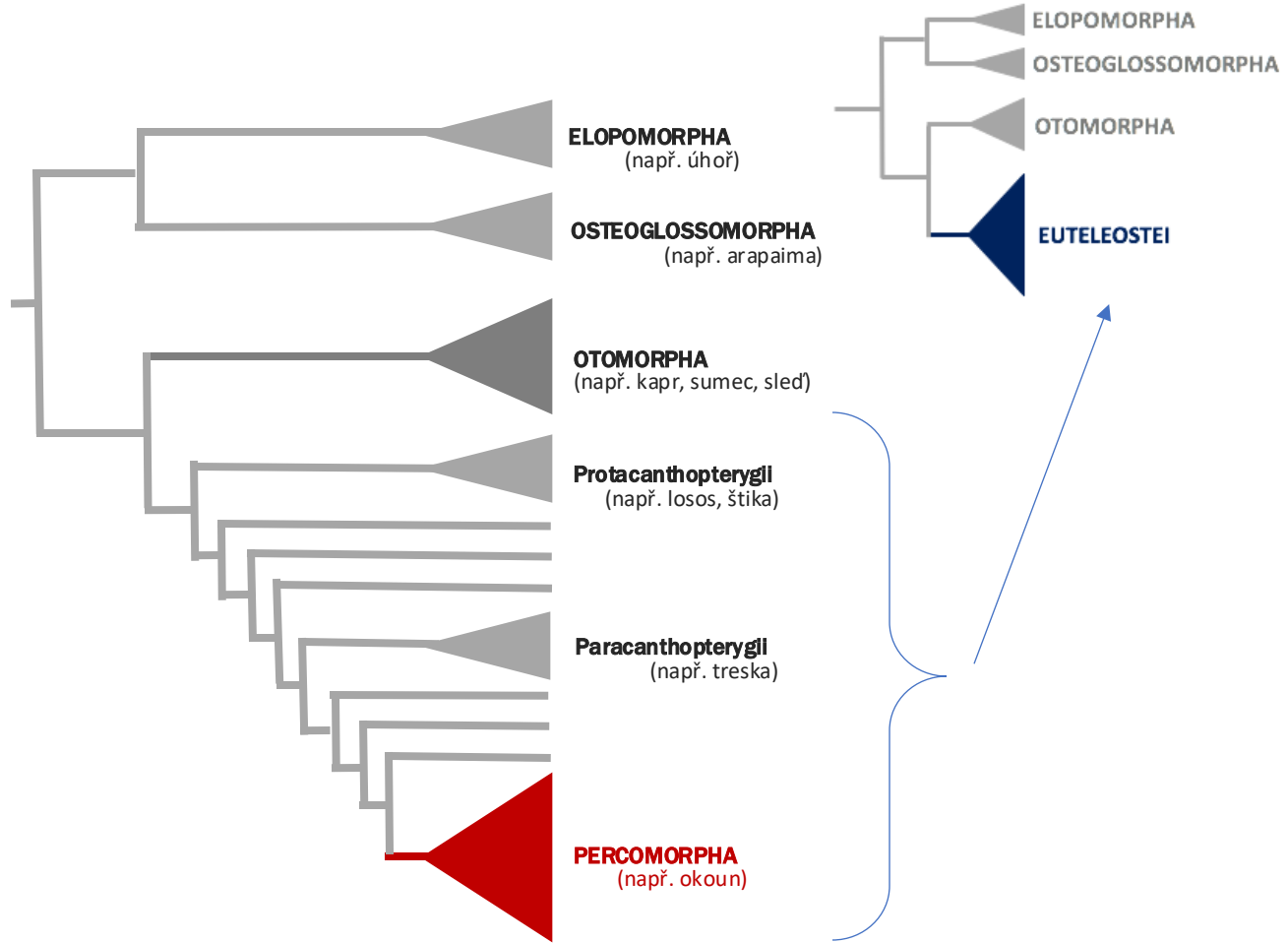
2 shares



Facebook

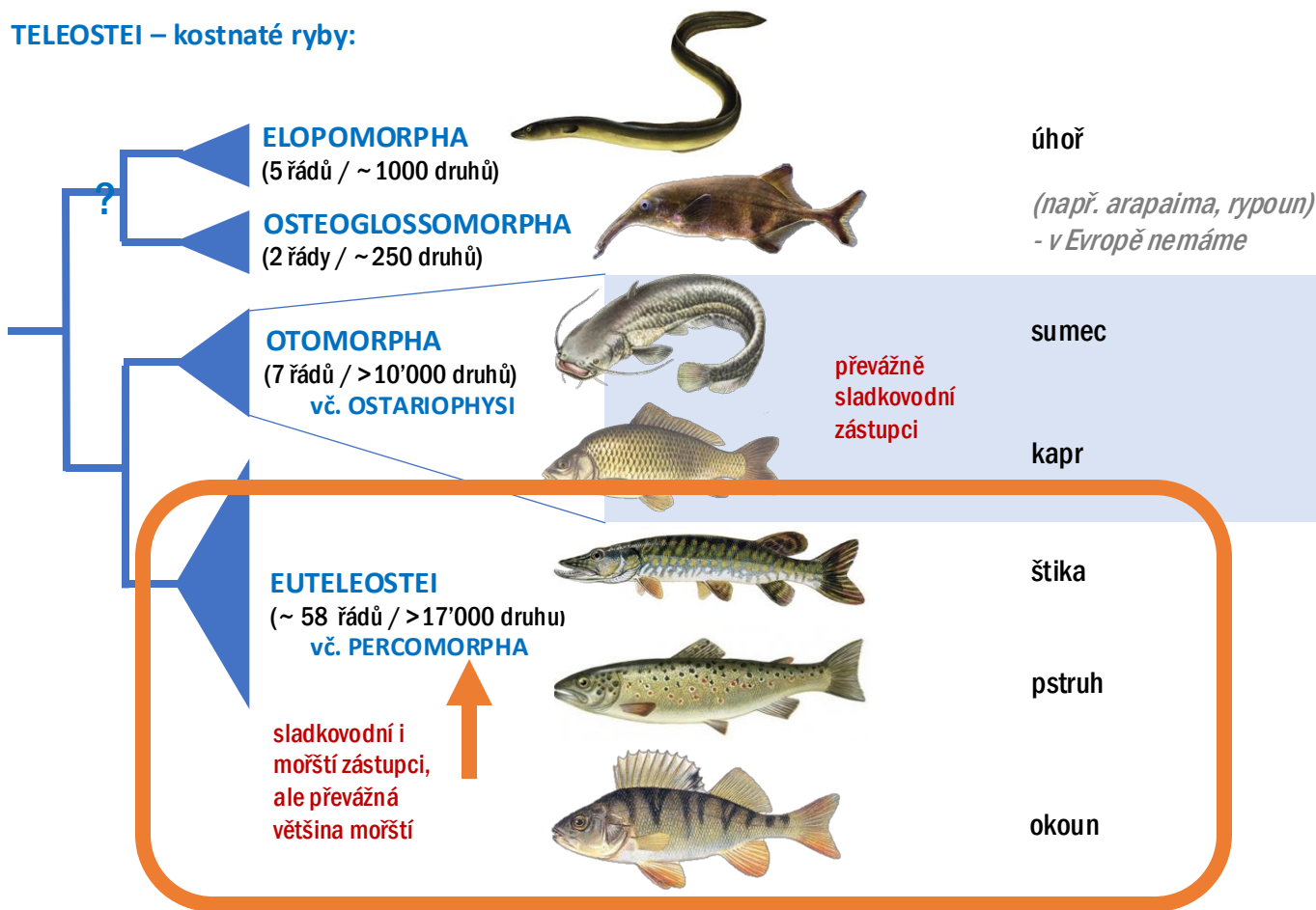
New evidence shows that Atlantic cod off Nova Scotia are recovering from their dramatic collapse two decades ago — and that the ecosystem is recovering with them.

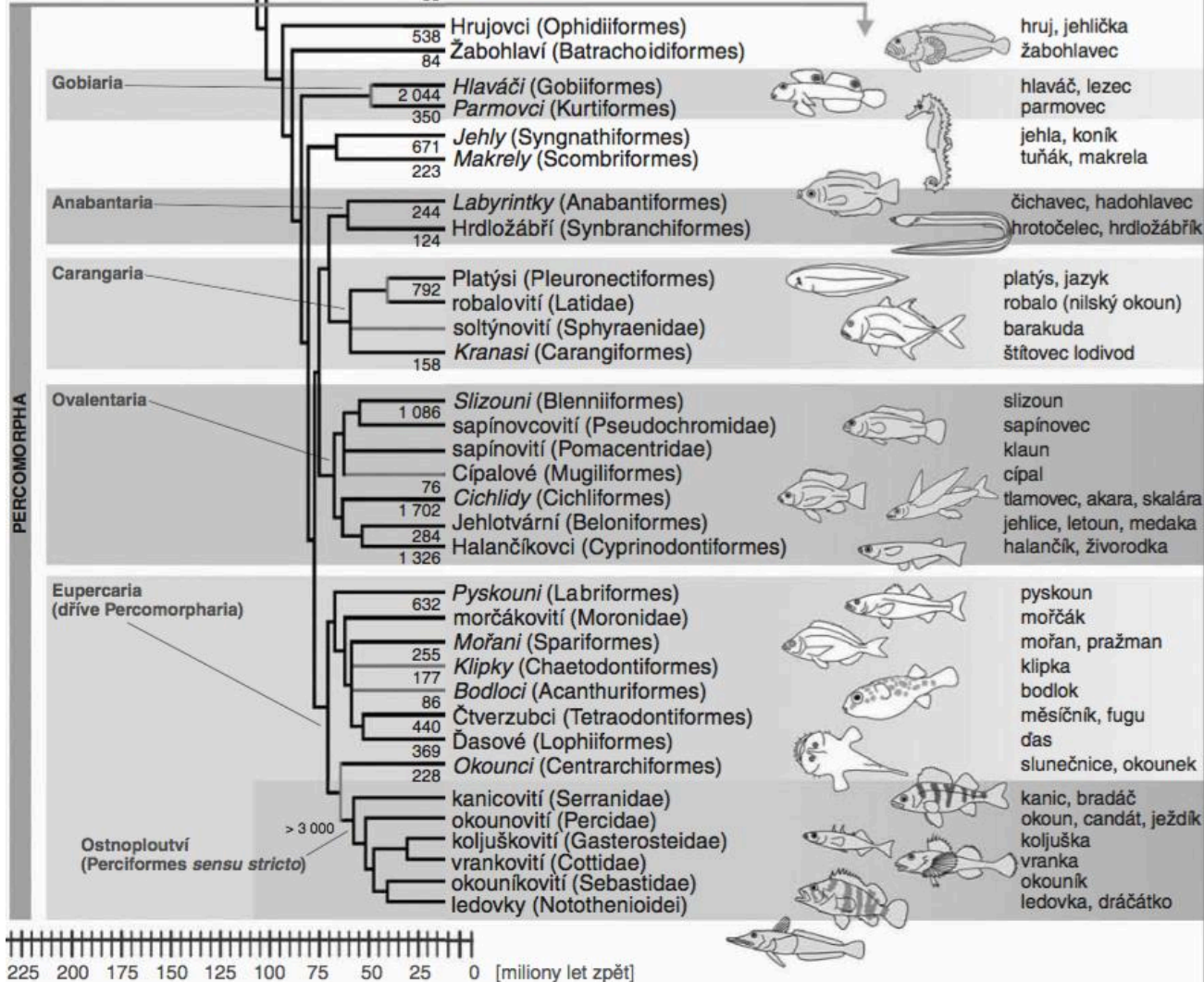




evoluce paprskoploutvých ryb:

TELEOSTEI – kostnaté ryby:





EUTELEOSTEI - PERCOMORPHA

řád: ostnoploutví - Perciformes

čeleď: okounovití - Percidae

- v ČR - 8 druhů
- buď dvě hřbetní ploutve nebo jedna dvojdílná
- 4 rody - okoun, candát, ježdík, drsek



okoun říční (*Perca fluviatilis*)



candát obecný (*Sander lucioperca*)

v ČR



candát východní (*Sander volgensis*)



PERCOMORPHA

řád: Centrarchiformes, čeleď okounkovití (Centrarchidae)

– původní v Severní Americe, u nás vysazeni (ale vzácní)

slunečnice pestrá



okounek pstruhový



vranky a hlaváči – podobní, ale nepříbuzní



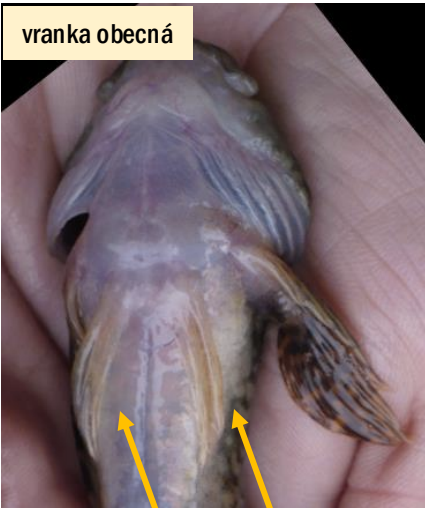
↑
vrankovití (Cottidae) – řád ostnoploutví
(Perciformes) (*dříve do Scorapeniformes)

EUTELEOSTEI - PERCOMORPHA

hlaváčovití (Gobiidae) – řád hlaváčů (Gobiiformes)



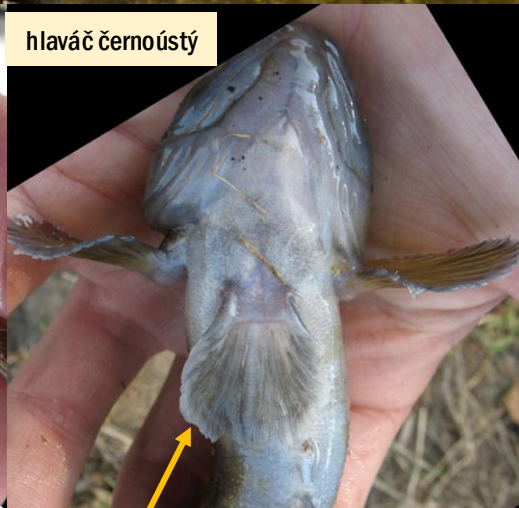
vranka obecná



vranka pruhoploutvá



hlaváč černoústý



Nejbohatší čeledi ryb v Evropě

kaprovití (*Cyprinidae*) – **215** druhů (42 %)
síhovití (*Coregonidae*) – **56** druhů (11 %)
lososovití (*Salmonidae*) – **47** druhů (9 %)
hlaváčovití (*Gobiidae*) – **40** druhů (8%)
sekavcovití (*Cobitidae*) – **30** druhů (6 %)
okounovití (*Percidae*) – **15** druhů (3 %)
vrankovití (*Cottidae*) – **14** druhů (3 %)
jeseterovití (*Acipenseridae*) – **10** druhů (2 %)
mřenkovití (*Nemacheilidae*) – **7** druhů
koljuškovití - (*Gasterosteidae*) - **7** druhů

...

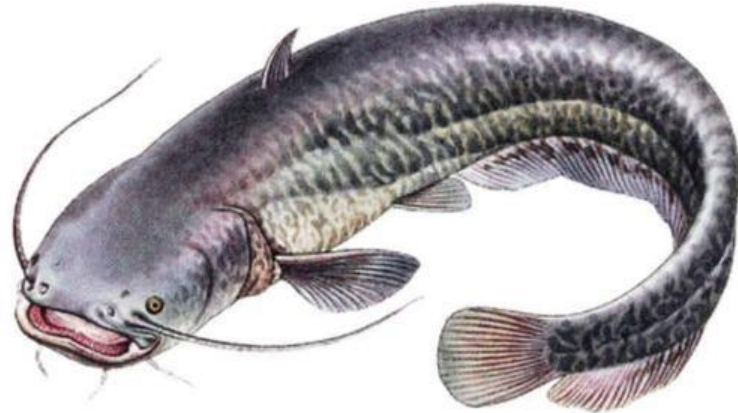
okounkovití (*Centrarchidae*) – **3** druhy
štikovití (*Esocidae*) – **3** druhy
sumečkovití (*Ictaluridae*) – **2** druhy
mníkovití (*Lotidae*) – **1** druh
úhořovití (*Anguillidae*) – **1** druh
sumcovití (*Siluridae*) – **1** druh

...

čeledi ryb v ČR:



15 čeledí,
z toho ½ jen s jedním druhem



ČR – 68 druhů ryb (+ pár nejistých druhů)

- kaprovití (*Cyprinidae*) – 34 druhů
- lososovití (*Salmonidae*) – 9 druhů
- okounovití (*Percidae*) – 8 druhů
- sekavcovití (*Cobitidae*) – 2 druhy
- vrankovití (*Cottidae*) – 2 druhy
- **okounkovití** (*Centrarchidae*) – 2 druhy
- jeseterovití (*Acipenseridae*) – 2 druhy
- **hlaváčkovití** (*Gobiidae*) – 2 druhy
- mníkovití (*Lotidae*) – 1 druh
- **koljuškovití** - (*Gasterosteidae*) - 1 druh
- **sumečkovití** (*Ictaluridae*) – 1 druh
- úhořovití (*Anguillidae*) – 1 druh
- mřenkovití (*Balitoridae*) – 1 druh
- štikovití (*Esocidae*) – 1 druh
- sumcovití (*Siluridae*) – 1 druh

* oranžová = nepůvodní



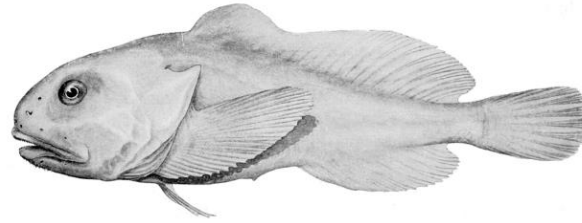
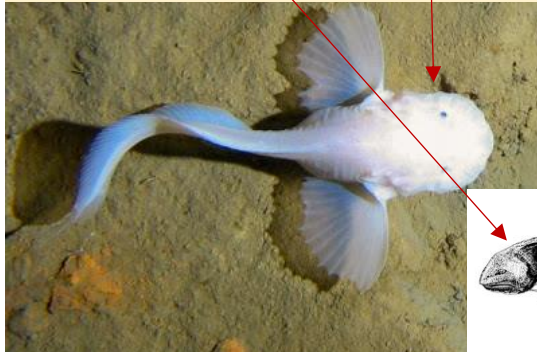
Hlubokomořské řády a život v hlubokém moři

Hluboké moře – extrémní habitat:

- **obrovský tlak** – každých 10 metrů přibývá 1 atmosféra, tj. v 11 km je 1100 x větší tlak než na povrchu!!
- nestlačitelnost vody pomáhá



nejhlouběji žijící ryby jsou terčovka *Pseudoliparis amblystomopsis* z čeledi terčovkovití (Liparidae) / Cottoidei / Perciformes (foceno v 8'100 m), a rekord je hrujovka oceánská (*Abyssobrotula galathae*; Ophidiiformes) ulovena v 8'370 m



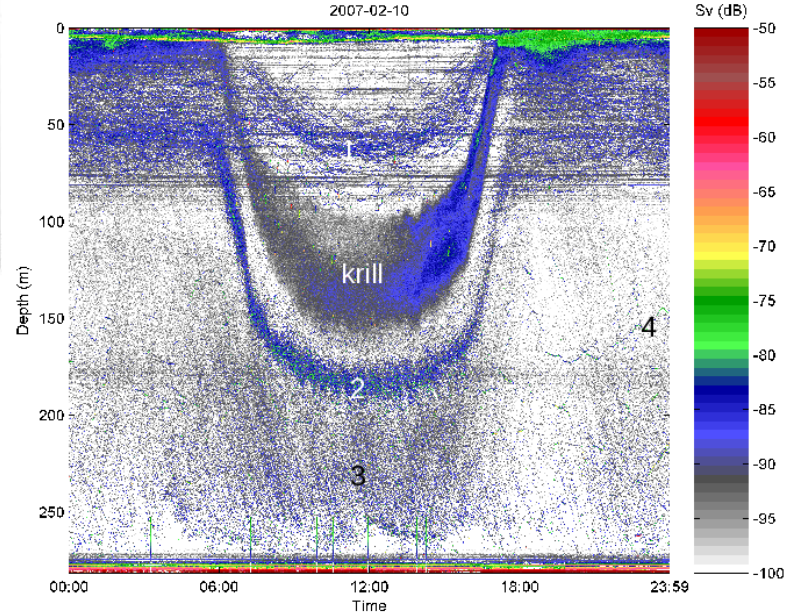
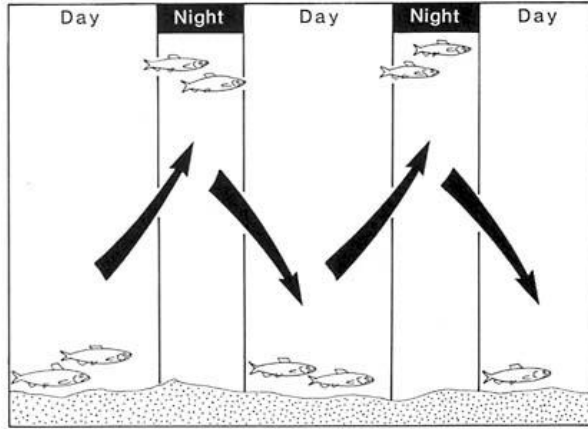
Tlustohlavec *Psychrolutes marcidus* z čeledi Psychrolutidae / Cottoidei / Perciformes



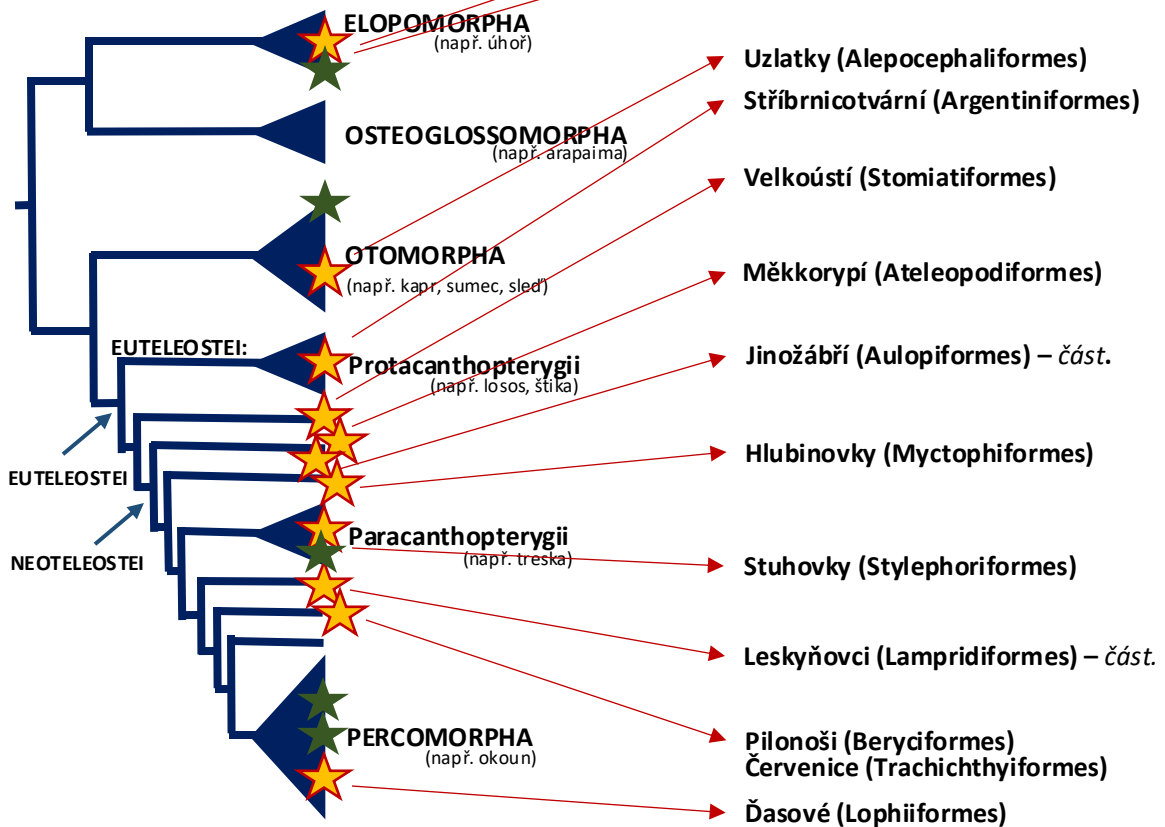
Hluboké moře – extrémní habitat:

larvy hlubokomořských ryb žijí často v mělkém pelagiálu – musí být schopny přežít a užít se tam, předtím než se trvale zanoří!!! (tedy adaptace na hloubky tomu musí vyhovovat...)

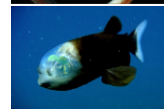
mnoho skupin ryb migruje do mělké vody na noc, tzv. **vertikální migrace**



Hlubokomořské ryby – diverzita:

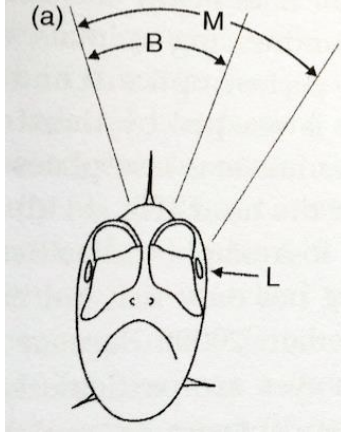


další hlubokomořští zástupci se vyskytují napříč systémem (v řádu Anguilliformes, Gadiformes, Perciformes, Scombriformes, Clupeiformes, Alepocephaliformes...), ale jde jen o některé linie v rámci "mělkovodních" řádů. O těchto zástupcích se zmíníme později. Taktéž Aulopiformes a Lampridiformes mají zástupce v mělkých vodách, nejsou tedy výlučně hlubokomořští.



Stříbrnicotvární - Argentiniformes

(4 čeledi, 95 druhů)



strašák (*Opisthoproctus soleatus*)



strašák malouštý (*Macropinna microstoma*)

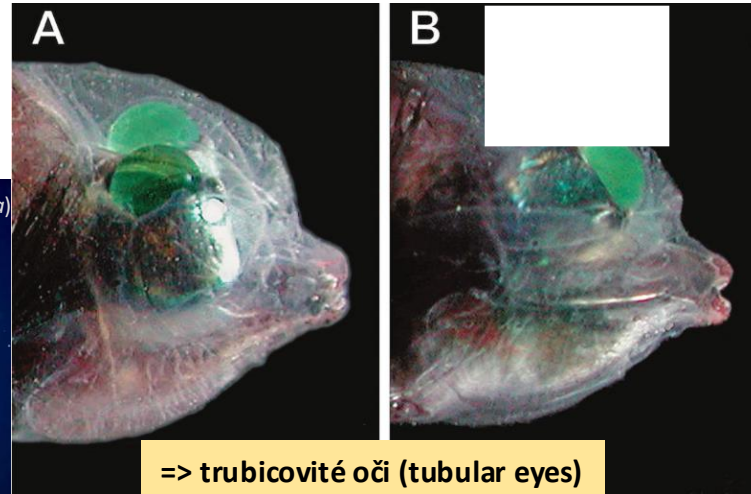


Fig. 2. Lateral views of the head of a living specimen of *Macropinna microstoma*, in a shipboard laboratory aquarium: (A) with the tubular eyes directed dorsally; (B) with the eyes directed rostrally. The apparent differences in lip pigmentation between (A) and (B) are because they were photographed at slightly different angles. (A) was shot from a more dorsal perspective and it shows the lenses of both eyes; the mouth is not sharply in focus. (B) shows only the right eye, with the lips in sharper focus.

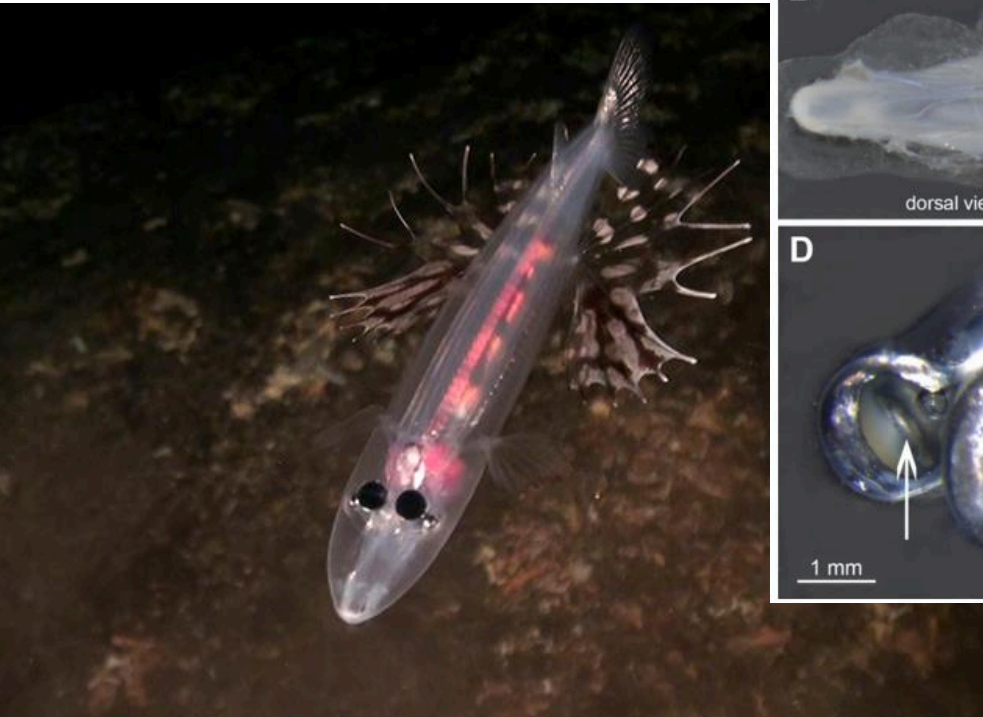
video

zrcadlové oči = unikát mezi obratlovci:



© Muséum National d'Histoire Naturelle - Collection d'Ichtyologie

strašík hnědorypý (*Dolichopteryx longipes*)



dorsální pohled (=zeshora)



B dorsální pohled (=zeshora)

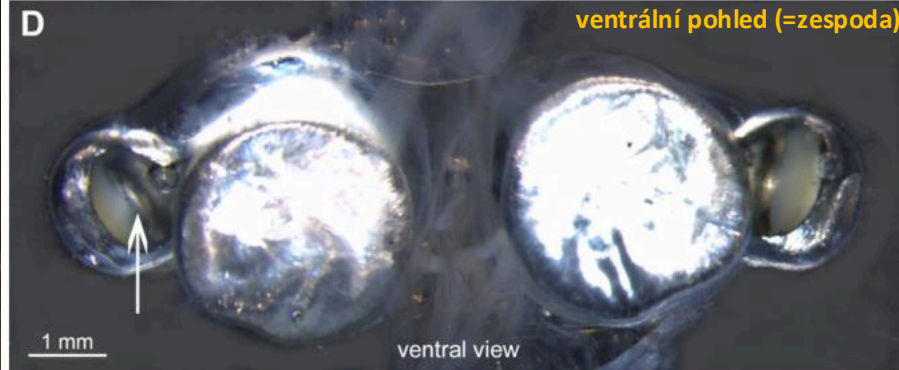


C ventrální pohled (=zespoda)



D

ventrální pohled (=zespoda)



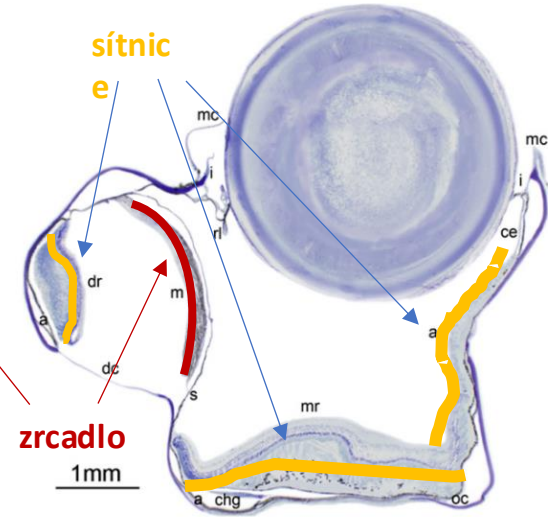
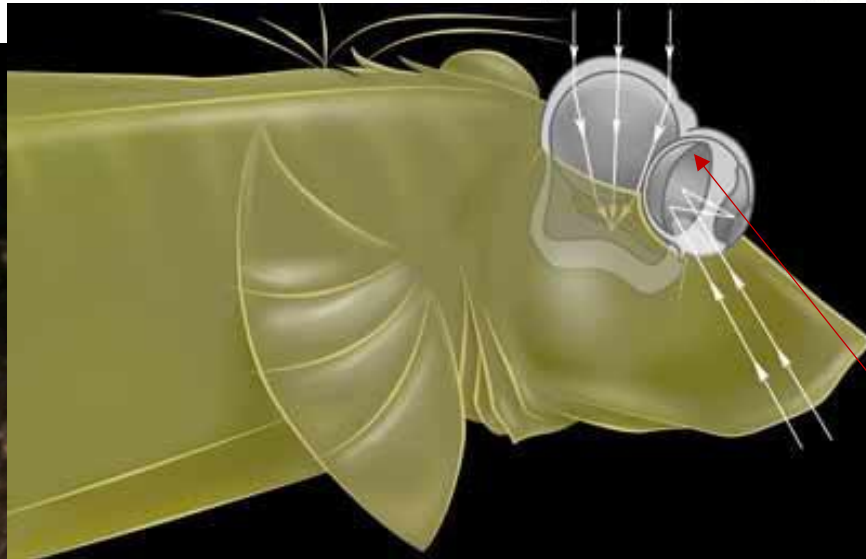
zrcadlové oči = unikát mezi obratlovci:



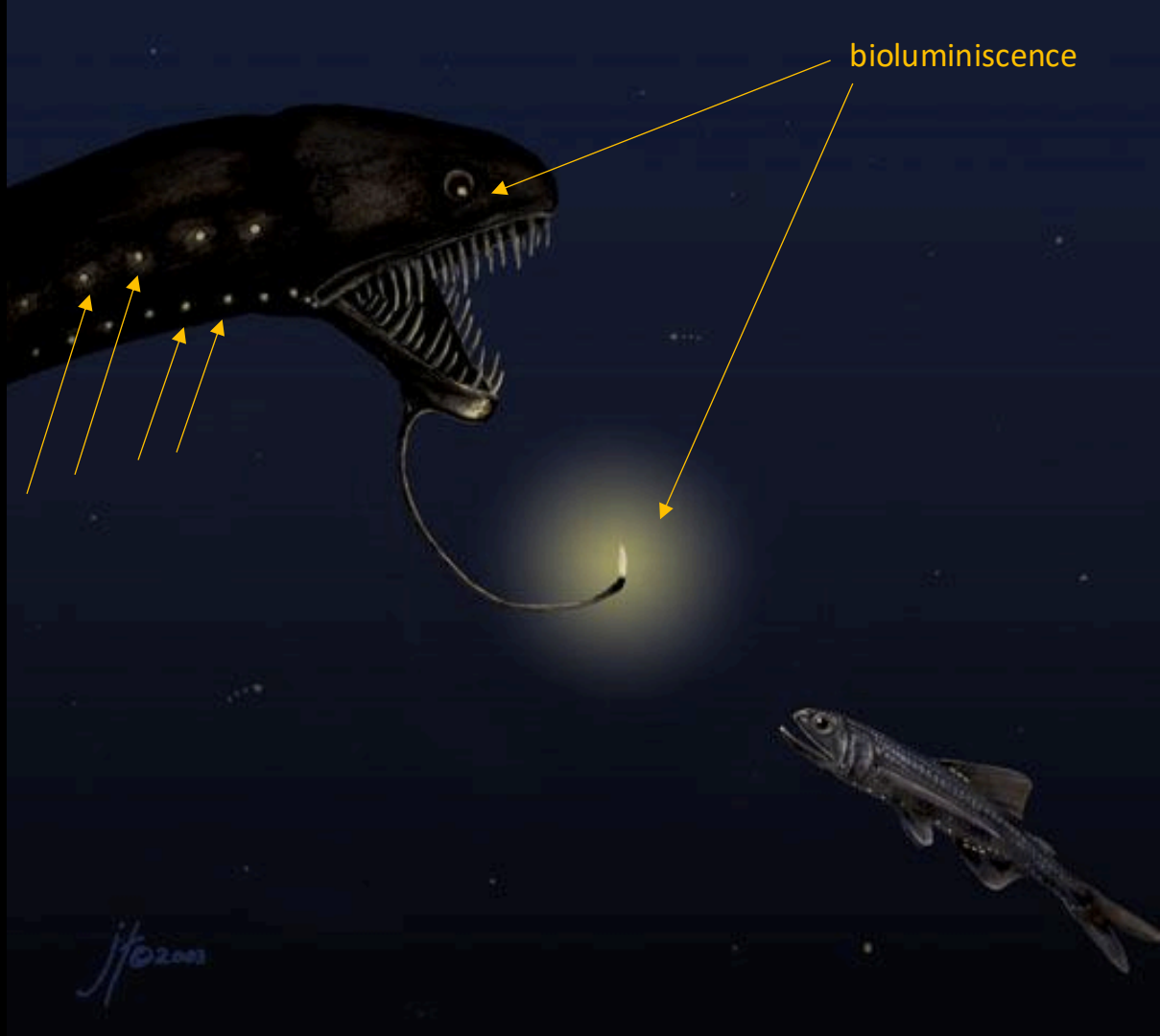
© Muséum National d'Histoire Naturelle - Collection d'Ichtyologie

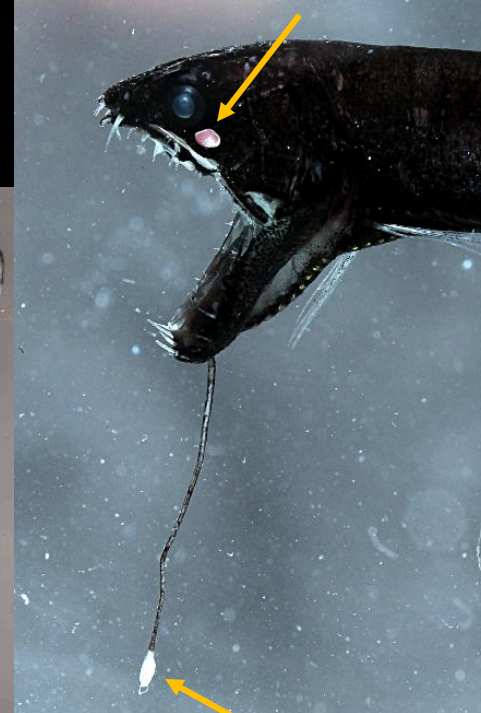
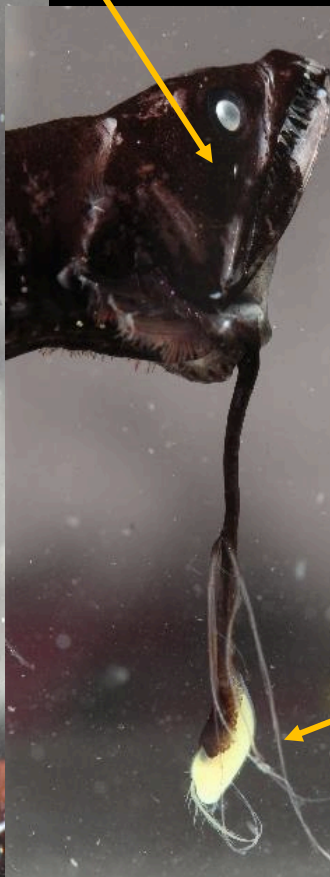
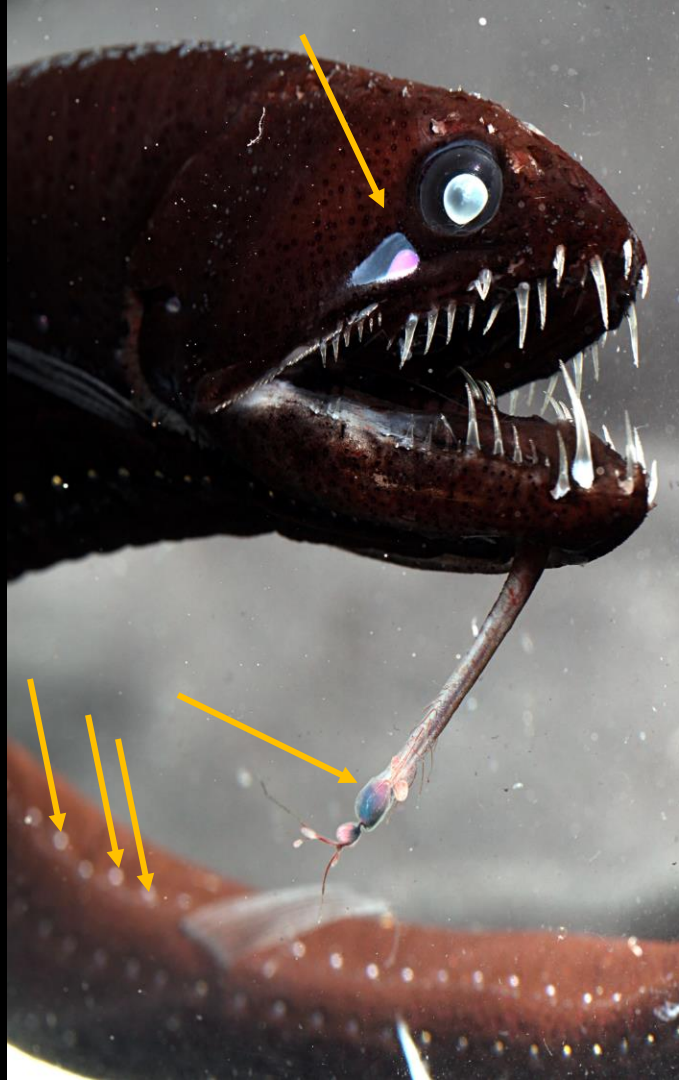


dorsální pohled (=zeshora)



- zrcadlové oko NEMÁ čočku!!!
- strašáci jsou jediní známí obratlovci, kteří mají kombinované oko zrcadlové a oko tubulární v jednom.
- tubulární oko vnímá světlo přicházející zhora (zbytky slunečních paprsků), zrcadlové oko vnímá světlo zespodu (bioluminiscenci)





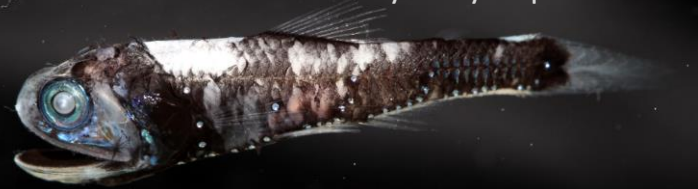
variabilita
bioluminiscenčních
orgánů = fotoforů
=> pravděpodobně
druhové rozpoznávání

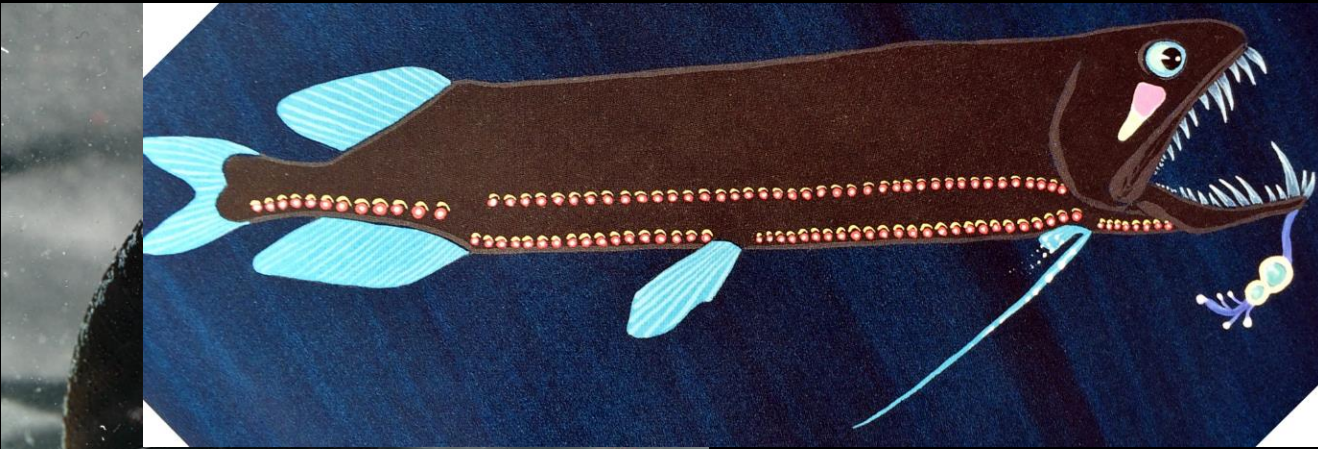
mistři bioluminiscence



řád Velkoústí = Stomiatiiformes (dříve Stomiiformes)

řád Hlubínovky = Myctophiiformes





řád Velkoústí = Stomiatiiformes (dříve Stomiiformes)

řád Hlubinovky = Myctophiformes

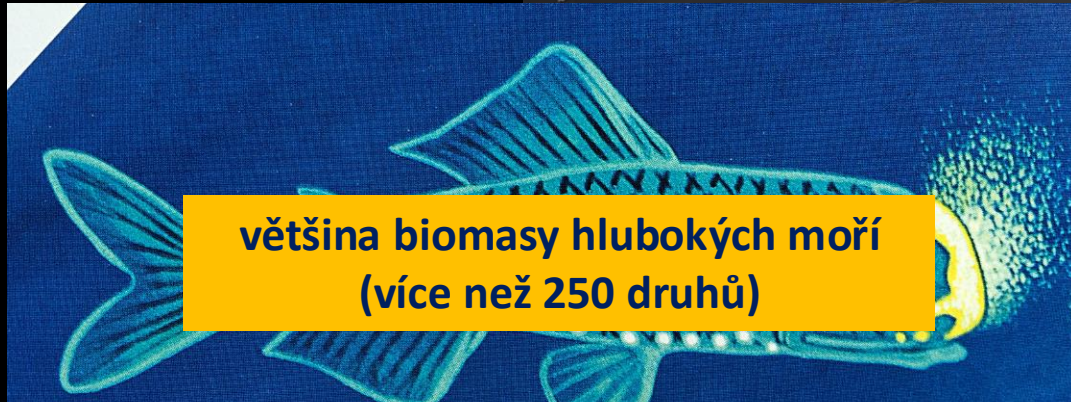




**nejpočetnější obratlovec na Zemi
(rod *Cyclothone*, štetnozubkovití)**

řád Velkoústí = Stomiiformes (dříve Stomiiformes)

řád Hlubinovky = Myctophiformes



**většina biomasy hlubokých moří
(více než 250 druhů)**

Sampling via deep trawling indicates that lanternfish account for as much as 65% of all deep sea fish biomass.[16] Hulley, P. Alexander (1998). Paxton, J.R.; Eschmeyer, W.N., eds. Encyclopedia of Fishes. San Diego: Academic Press. pp. 127–128. ISBN 0-12-547665-5.

vnímání a produkce červeného světla (až do infračervené)



rody:
Aristostomias,
Malacosteus,
Pachystomias

světloňoví, dragonfishes
(Stomiidae / Stomiiformes)



vnímání a produkce červeného světla (až do infračervené)

rody:
Aristostomias,
Malacosteus,
Pachystomias



světloňošovití, dragonfishes
(Stomiidae / Stomiiformes)

vnímání a produkce červeného světla (až do infračervené)

rody:
Aristostomias,
Malacosteus,
Pachystomias



oči jsou citlivé v červeném spektru => soukromý
komunikační kanál!!!

světloňošovití, dragonfishes
(Stomiidae / Stomiiformes)



Illuminate prey

osvětlení kořisti

Řasové - Lophiiformes

(18 čeledí, 376 druhů)

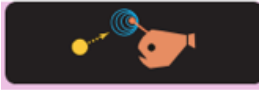
podřád: Ceratioidei – 11 čeledí hlubokomořských řasů

“black sea devil” – velkotlamec (*Melanocetus* sp.)

- **bioluminescence** – illicium/esca (přeměněný paprsek hřbetní ploutve)

funkce bioluminescence:

útočná:

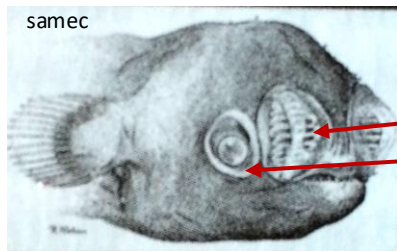


Lure prey or
attract host (bacteria)

lákání potravy



pohlavní dimorfismus (čeleď Linophrynidae) – samci malí,
redukovaná trávicí soustava – výživa přes samici



extrémně vyvinuté smyslové orgány:

olfaktorické lamely

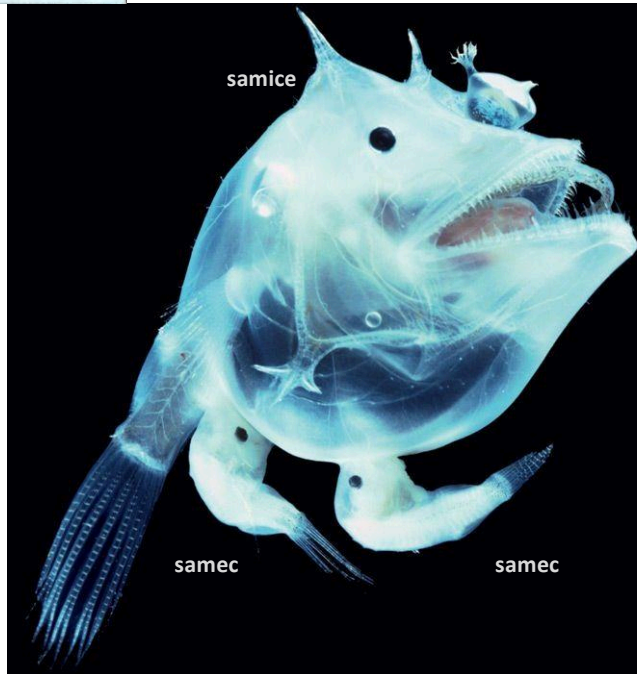
oči



This is a male angler fish



So the male attaches to the female. His only purpose in life is to be testicles for the female.



Odkazy na zajímavá videa:

1) Strašák (hlubokomořská ryba natočená z ponorky):

<https://www.youtube.com/watch?v=RM9o4VnfHJU&t=1s>

2) Mořský ďas – samice se samečkem; povšimněte si take extrémně citlivých výrůstků/vláken z ploutví sloužící jako mechanoreceptory:

<https://www.youtube.com/watch?v=anDIIMVgNwk>

3) Velkotlamka – hlubokomřská ryba příbuzná úhořům. Anglicky “pelican eel”, což myslím vystihuje přesně její morfologii:

<https://www.youtube.com/watch?v=u7QXdISBGGY>

4) Lezci – hlaváči, kteří se adaptovali na suchozemský způsob života. Kousek z dokumentu BBC Life, epizoda ryby – doporučuji shlédnout ho celý, pokud máte čas a chuť. Je to David Attenborough:-))

https://www.youtube.com/watch?v=CAQuoH_fOWM

5) Dále vlastně doporučuji celou sérii BBC Blue Planet (1,2). Ochutnávka o létajících rybách zde:

<https://www.youtube.com/watch?v=bk7McNUjWgw&t=3s>

6) Další série BBC je pak BBC Earth. Opět epizoda o oceánech, ochutnávka o bioluminiscenci v hlubokém moři:

<https://www.youtube.com/watch?v=UXl8F-eloiM>