

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



Tomáš Dvořák

Shrnutí fylogenetických hypotéz nadčeledi Cobitoidea

Review of the phylogenetic hypotheses of Cobitoidea

Bakalářská práce

Školitel: prof. Ing. Petr Ráb DrSc.

Konzultant: Dr. Jörg Bohlen Phd.

Praha 2016

Poděkování:

Děkuji svému školiteli Prof. Ing. Petru Rábovi, DrSc, a konzultantovi Dr. Jörgu Bohlenovi, PhD, za věnovaný čas, velkou trpělivost, poskytnutí odborných rad a potřebné pomoci ke zpracování mé bakalářské práce.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10. 5. 2016

.....
Tomáš Dvořák

ABSTRAKT

Fylogenetika je jedním z oborů systematické biologie, který se na základě konceptu společného předka všech organismů snaží najít vývojové vztahy mezi jednotlivými organismy. Ve fylogenetice se využívá mnoho různých znaků, nejčastěji ale jsou to znaky morfologické nebo genetické, případně jejich kombinace. Fylogenetická data mohou také mít využití v mnoha dalších oborech. Můžeme ji například využít při objasňování geologických procesů (u sladkovodních ryb nejčastěji při změnách toků řek). Taxon Cobitoidea je dnes považován za nadčeď ryb patřících do řádu máloostní (Cypriniformes), který je jedním z největších řádů sladkovodních ryb. Do této nadčeledi řadíme celkem 10 nebo 11 čeledí – Gyrinocheilidae (přísavkovití), Cobitidae (sekavcovití), Balitoridae (mřenkovití), Botiidae (sekavkovití), Vaillantellidae, Ellopostomatidae, Barbuccidae, Serpenticobitidae, Nemacheilidae, Gastromyzontidae a čeď Catostomidae (pakaprovcovití), jejíž postavení je dosud předmětem diskuse. Zástupci této skupiny jsou rozšířeni v celé Palearktické, Orientální a části Etiopské zoogeografické oblasti, a pokud bychom mezi ně řadili také Catostomidae, tak také v Severní Americe, tedy v Nearktické oblasti. V celé Eurasii nenajdeme vodní těleso, ve kterém by se nevyskytovali tyto ryby v jednom až desítkách druhů a proto je lze také označit jako jeden z charakteristických elementů eurasijské sladkovodní fauny. V této nadčeledi můžeme také najít mnoho významných ekologických adaptací. Tato bakalářská práce se zabývá přehledem publikovaných názorů na fylogenetické a taxonomické vztahy jednotlivých linií této skupiny ryb.

Klíčová slova: fylogenetika, evoluce, taxonomie, systematika, genetické znaky, morfologické znaky, Cobitoidea, Cypriniformes, Eurasie

ABSTRACT

Phylogenetics is a field of systematic biology which aims to uncover the evolutionary relations between all species on the principle of finding their common ancestor. Phylogeny can be applied on many different markers, but among the most common are genetic and morphological ones. The results of the phylogenetic analyses can be applied in many other fields of research. We can use them e.g. in answering questions concerning geological events (when using fishes as model, most often in some river flow changes). Cobitoidea is a superfamily of fishes, which belongs to cypriniformes - the biggest group of primary freshwater fishes. Cobitoidea contain 10 families - Gyrinocheilidae, Cobitidae, Balitoridae, Botiidae, Vaillantellidae, Ellopostomatidae, Barbuccidae, Serpenticobitidae, Nemacheilidae, Gastromyzontidae, and the Catostomidae might be considered as belonging into Cobitoidea as 11th family. The distribution area of Cobitoidea covers almost whole Europe and Asia and that of Catostomidae also North America. There is no major river system in whole Eurasia that would not be inhabited by loaches. Every major river basin contains one to tens of loach species, therefore loaches can be considered one of the most characteristic element of the Eurasian freshwater fauna. In Cobitoidea, we can also find many interesting ecological adaptations. This bachelor thesis aims to summarise published hypothesis of phylogenetic and taxonomic relationships between lineages in this group of fishes.

Key words: phylogenetics, evolution, taxonomy, systematics, genetic markers, morphological markers, Cobitoidea, Cypriniformes, Eurasia

Obsah

1 úvod.....	1
2 Catostomidae.....	4
2.1 morfologická data	5
2.2 genetická data.....	5
3 Gyриноcheilidae.....	6
3.1 morfologická data.....	6
3.2 genetická data.....	7
4 Botiidae.....	8
4.1 morfologická data.....	9
4.2 genetická data.....	9
5 Vaillantellidae.....	10
5.1 morfologická data.....	11
5.2 genetická data.....	11
6 Cobitidae.....	12
6.1 morfologická data.....	13
6.2 genetická data.....	14
7 Ellopostomatidae.....	15
7.1 morfologická data.....	15
7.2 genetická data.....	16
8 Barbuccidae.....	16
8.1 morfologická data.....	17
8.2 genetická data.....	17
9 Balitoridae.....	18
9.1 morfologická data.....	19
9.2 genetická data.....	20
10 Gastromyzontidae.....	21
10.1 morfologická data.....	22
10.2 genetická data.....	22
11 Serpenticobitidae.....	23
11.1 morfologická data.....	24
11.2 genetická data.....	24
12 Nemacheilidae.....	25
12.1 morfologická data.....	26
12.2 genetická data.....	26
13 diskuze a závěr.....	28
14 seznam literatury.....	30
15 přílohy.....	36

1. Úvod

Fylogenetika je jedním z oborů systematické biologie, který se na základě konceptu společného předka skupiny organismů snaží najít vývojové vztahy mezi jednotlivými organismy. Hlavním předmětem studia fylogenetiky je vývoj druhů v evolučním procesu, tedy děj označovaný jako fylogeneze. Slovo fylogeneze pochází z řeckého fylé = kmen a genesis = zrození, původ. Fylogeneze je historický proces, který se musí rekonstruovat na základě koncepce evoluční teorie, protože ho většinou nemůžeme pozorovat přímo. Nejčastějším výsledkem zkoumání vzájemných vztahů mezi jednotlivými organismy, nebo jejich nadřazenými taxonomickými jednotkami jsou grafická znázornění v podobě evolučních stromů. První systematické uspořádání všech tehdy známých druhů organismů (rostlin a živočichů) vytvořil švédský vědec Carl Linné v prvním vydání díla *Systema naturae* v roce 1735, ale jako platné pro nomenklatorické účely je dnes považováno desáté vydání z roku 1758. Linnéův systém byl založen na podobnostech, které on pokládal za důležité, a seřadil všechny organismy do hierarchie taxonů (říše, kmen, třída, čeleď, rod, druh). Od konce 19. století se biologové snažili přizpůsobit tento hierarchický systém evoluční teorii tak, aby se vznik taxonů dal evolučně vysvětlit. Tomu odpovídá dnes užívaná mezinárodní biologická taxonomie a nomenklatura. Ve fylogenetice se rozlišují jednotlivé taxony na taxony monofyletické (přirozené) s jediným společným předkem a zahrnující všechny jeho potomky, dále polyfyletické a parafyletické. Polyfyletické jsou taxony bez blízkého společného předka a parafyletické jsou taxony nezahrnující všechny potomky společného předka (Flegr 2009).

Nadčeleď Cobitoidea nyní obsahuje 10(11) čeledí, přibližně 110(125) rodů a cca 1100(1200) druhů, Gyrinocheilidae (přísavkovití¹), Cobitidae (sekavcovití), Balitoridae (mřenkovití), Botiidae (sekavkovití), Vailantelidae, Ellopostomatidae, Barbuccidae, Serpenticobitidae, Gastromyzontidae, Nemacheilidae a spornou čeleď Catostomidae (pakaprovcovití), která je někdy řazena do Cobitoidea, jindy je brána jako sesterská skupina Cobitoidea, jindy zase jako sesterská skupina celých Cypriniformes nebo jako sesterská skupina Gyrinocheilidae (příloha 1, 2, 3 a 4). Zástupci nadčeledi Cobitoidea jsou rozšířeni po celé eurasii a pokud bychom brali čeleď Catostomidae jako součást Cobitoidea, tak bychom je našli také v Americe. Tři druhy ryb z nadčeledi Cobitoidea (*Cobitis maroccana*, *Afronemacheilus abyssinicus* a *A. kaffa*) žijí i v Africe (Maroko a Etiopie). V Evropě můžeme z nadčeledi Cobitoidea celkově nalézt pět rodů těchto ryb z dvou čeledí. Z čeledi Cobitidae (sekavcovití) zde můžeme nalézt 25 zástupců rodu *Cobitis* (sekavec), osm zástupců rodu *Sabanejewia* a dva zástupce rodu *Misgurnus* (piskoř). Z čeledi Nemacheilidae Evropu obývají čtyři zástupci rodu *Barbatula* (mřenka) a čtyři zástupci rodu *Oxynoemacheilus* (Kottelat a Freyhof 2007). V ČR můžeme celkově najít čtyři druhy sekavcovitých ryb. Nejvíce rozšířen je u nás sekavec písečný (*Cobitis elongatoides*) a mřenka mramorovaná (*Barbatula barbatula*). V menším zastoupení se v ČR vyskytuje také piskoř pruhovaný/páskovaný (*Misgurnus fossilis*) a jako kriticky ohrožený je u nás nyní považován sekavčík horský (*Sabanejewia balcanica*), který se dříve vyskytoval na více místech jihovýchodní Moravy a dnes je známý jen z říčky Vlárý (Bartoňová a kol. 2008).

Největší diverzitu ale mají cobitoidea v jihovýchodní Asii, což je místo, které lze označit celé jako jeden z velmi významných tzv. hotspotů biodiverzity. Zástupci nadčeledi cobitoidea jsou sladkovodní ryby obývající celé řeky od rychle tekoucích horních toků až po téměř stojaté delty řek nebo jezera. Častěji obývají kamenitá nebo písečná říční dna, ale najdeme i mnoho druhů žijících ve vodním sloupci. Zajímavostí ale je, že habitaty jednotlivých druhů nelze spojovat s čeleděmi, a velmi často ani s rody. U

1 České názvy čeledí čerpány z <http://www.aquatab.net/> (Plíštil 2016)

téměř každého rodu můžeme najít jednu i více specifických ekologických adaptací - jako například téměř nepigmentované a slepé jeskynní druhy, druhy žijící v mírně kyselých vodách rašelinišť, druhy žijící v oázách, anebo druhy žijící v peřejích a vodopádech. Mezi cobitoidea najdeme i významné druhy osidlující i vertikální extrémy. Ryba žijící v největší nadmořské výšce je zástupce Nemacheilidae *Triplophysa stolickai*, která žije v jezeře Lungmu v západním Tibetu v nadmořské výšce 5200mnm, oproti tomu nejnižší žijící ryba z Cobitoidea *Triplophysa zhaii* (Nemacheilidae) obývá mokřady oázy Lükqün v Číně cca 50m pod mořskou hladinou. (Kottelat 2012) Zajímavé rozdíly mezi druhy jsou také ve velikosti těla, které mohou být i trojnásobné u blízce příbuzných druhů.

Gill - 1907	Regan - 1911	Hora - 1932	Berg - 1940	Hora - 1950	Ramaswami *
Catostomidae Cobitidae Homalopteridae	Catostomidae Cobitidae Cobitinae Nemacheilinae Homalopteridae	Cobitidae Cobitinae Nemacheilinae Homalopteridae Homalopterinae Gastromyzoninae	Cobitidae Cobitinae Botiinae Nemacheilinae	Cobitidae Cobitinae Nemacheilinae Homalopteridae Gastromyzonidae	Cobitidae Homalopteridae Gastromyzonidae Gyrinocheilidae Catostomidae
Silas - 1953 +	Sawada - 1982	Roberts - 1989	Nalbant - 2002 +	Tang a kol. - 2006	Nelson - 2006
Homalopteridae Gastromyzonidae	Cobitidae Cobitinae Botiinae Homalopteridae Homalopterinae Noemacheilinae	Cobitidae Cobitinae Botiinae Nemacheilinae Vaillantellinae Homalopteridae Homalopterinae Gastromyzoninae	Botiidae Botiinae Vaillantellinae Noemacheilidae Cobitidae	Catostomidae Gyrinocheilidae Botiidae Balitoridae Gastromyzoninae Balitorinae Cobitidae Nemacheilidae	Catostomidae Gyrinocheilidae Cobitidae Cobitinae Botiinae Balitoridae Balitorinae Nemacheilinae
Šlechtová a kol. - 2007	Bohlen a Šlechtová - 2009	Mayden a kol. - 2008	Chen a kol. - 2009	Liu a kol. - 2012	Kottelat - 2012
Catostomidae Gyrinocheilidae Vaillantellidae Botiidae Cobitidae Balitoridae Nemacheilidae	Catostomidae Gyrinocheilidae Vaillantellidae Botiidae Cobitidae Balitoridae Ellopostomatida e Nemacheilidae	Catostomidae Gyrinocheilidae Vaillantellidae Botiidae Cobitidae Balitoridae	Catostomidae Gyrinocheilidae Vaillantellidae Botiidae Cobitidae Balitoridae Ellopostomatidae Nemacheilidae	Botiidae Vaillantellidae Cobitidae Balitoridae Nemacheilidae	Gyrinocheilidae Vaillantellidae Botiidae Cobitidae Ellopostomatidae Nemacheilidae Barbuccidae Balitoridae Serpenticobitidae Gastromyzontidae

Tabulka 1: Fylogenetické hypotézy nadčeledi Cobitoidea; inspirováno tabulkou ze studie: (Šlechtová a kol. 2007), * - více studií : (1952a, 1952b, 1952c, 1953, 1957), + - autoři se nezabývali zástupci všech dnešních čeledí -podobný výsledek jako ve studii od Tang a kol. (2006) vyšel i ve studii od Saitoh a kol. (2006), ale Saitoh a kol. se neodvážili z výsledků vyvozovat nějaké hypotézy

Systematickému uspořádání neboli fylogenetice nadčeledi Cobitoidea se v předchozích přibližně 120 letech věnovalo velké množství vědeckých pracovníků z mnoha různých zemí v několika desítkách studií. Někteří autoři se zaměřovali na rozsáhlejší systematické skupiny a nadčeledi Cobitoidea se tak obvykle dotkli jen okrajově, další se věnovali například celým Cypriniformes a z těchto studií se lze dozvědět již mnoho relevantních informací, ale nejvíce přesných informací se dozvíme ze studií zaměřených přímo na nadčeleď Cobitoidea. Některé velmi známé a často citované studie jsem zmínil v předchozí tabulce 1, ze které lze vyčíst, že názory na taxonomickou organizaci a tedy fylogenetické vztahy nadčeledi Cobitoidea nejsou příliš jednotné a v historii prodělali mnoho změn. Z dnešního pohledu je asi nejvíce přesvědčivá molekulárně - fylogenetická studie J. Bohlena a V. Šlechtové (2009) a dat z této studie také bylo využito při poslední změně na úrovni čeledi ve studii od M. Kottelata (2012) a dle těchto studií jsem také seřadil jednotlivé čeledi od těch ležících na bázi fylogenetického stromu až po ty čeledi ležící na jeho konci.

Za zmínku také stojí některé rody, které se dříve řadily mezi zástupce Cobitoidea, ale dnes již do této skupiny nepatří. Zřejmě nejčastěji zmiňovaným rodem dlouho řazeným mezi Cobitoidea je *Psilorhynchus*, který zástupce této nadčeledi v mnohých charakteristikách připomíná, ale po molekulárně fylogenetické analýze se zjistilo, že rod *Psilorhynchus* patří mezi Cyprinidae a jeho charakteristické znaky budou zřejmě způsobeny jen ekologickou adaptací na život v rychle tekoucích vodách (Šlechtová a kol. 2007). Dalším rodem, který byl dříve několikrát zařazen mezi Cobitoidea byl rod hrouzek (*Gobiobotia*), který dnes patří také do čeledi Cyprinidae.

Cílů této práce je rozhodně více. Nejdůležitějším cílem je porovnání morfologicko - fylogenetických a molekulárně - fylogenetických hypotéz, zda alespoň částečně souhlasí. Práce bude rozdělena podle nejnovější většinově uznávané fylogenetické hypotézy na kapitoly představující jednotlivé čeledi, kde u každé čeledi v úvodní části bude uvedeno několik informací k počtu rodů a druhů, areálu rozšíření, ekologii čeledi a také několik zajímavostí. Dalším cílem bude určitě snaha najít a upozornit na některé nejasné, nebo méně probádané skutečnosti, kterých by se dalo následně využít při výběru vhodného tématu na diplomovou práci. Jako důležitý cíl lze také označit význam práce přímo pro mne a tím zdůraznit velkou možnost dobře se zorientovat ve fylogenetice a současně i dalších oborech okrajově zahrnutých v této práci. Možným cílem této práce by mohl být také pokus přilákat další zájemce o studium fylogenetiky ryb nejen z nadčeledi Cobitoidea.

2 Catostomidae



Myxocyprinus asiaticus - <http://www.seriouslyfish.com> *Moxostoma cervinum* - <http://gallery.nanfa.org>

Čeď Catostomidae byla poprvé oficiálně ustavena v roce 1838 W. Swainsonem a v letošním roce do této čeledi bylo řazeno 13 rodů a 79 druhů. Mezi největší rody této čeledi řadíme rody *Catostomus* obsahující celkem 28 druhů a rod *Moxostoma* zastoupený celkem 22 druhy. Najdeme zde ale také několik menších rodů, kterými jsou rody *Chasmistes* *Ictiobus* s pěti druhy, rod *Erimyzon* se čtyřmi druhy, rody *Hypentelium*, *Thoburnia* a *Carpioides* se třemi druhy, dále pak rod *Cycleptus* zastoupený dvěma druhy a také několik monotypických rodů *Minytrema*, *Deltistes*, *Xyrauchen* a *Myxocyprinus* (Froese a Pauli 2016). Zástupci čeledi Catostomidae žijí v severní a východní Asii a najdeme je také v severní Americe, která je hlavní částí jejich areálu rozšíření. Dnes je z Asie známý jeden endemický druh *Myxocyprinus asiaticus* žijící v Číně a jeden druh *Catostomus catostomus* žijící na západě Sibiře (Harris a Mayden 2001), což je možná způsobeno tím, že Catostomidae nebyli schopni dostatečně konkurovat čeledím jako Cyprinidae a tak raději postupně přesídlili do Ameriky (Jacquemin a Doll 2015). Největší zajímavostí této čeledi je nejspíše její složení, které je velmi pestré, jak z pohledu morfologické tak také ekologické rozmanitosti mezi jednotlivými druhy. Fylogenetické zařazení této čeledi je oproti ostatním skupinám Cobitoidea celkem složité a názory na její postavení nejsou jednotné. Jediná přesvědčivá vlastnost této čeledi je její samostatnost, o které se nepochybovalo ani již v prvních studiích vytvořených na konci 19. a na začátku 20. století. Problém nastává teprve, až když se začneme zajímat, kam vlastně tuto čeď zařadit. Většina autorů v první polovině 20. Století Catostomidae vůbec nezahrnovala pod Cobitoidea, ale řadili je spíše k Cyprinidae (Regan 1911). Rozhodující informace do tohoto problému nepřinesly ani molekulárně fylogenetické studie. Výsledek některých ukazoval, že Catostomidae jsou sesterskou skupinou celých Cypriniformes (Chen a kol. 2009), (Mayden a kol. 2009), nebo jiné výsledky ukazovaly, že Catostomidae jsou sesterskou skupinou všech ostatních Cobitoidea (Tang a kol. 2010), (Šlechtová 2007) a jiné zase ukazovaly, že Catostomidae jsou sesterskou skupinou Gyrinocheilidae a společně s nimi tvoří sesterskou skupinu zbytku Cobitoidea (Tang a kol. 2006), (Saitoh. 2006).

2.1 Morfologické znaky

Představitelé čeledi Catostomidae mají extrémě redukované požerákové zuby, nemají kostěné vrchní patro a horní okraj úst pomáhají ze stran tvořit supramaxilární kosti, čímž se liší od všech ostatních Cypriniformes a plynový měchýř mají tvořený ze dvou nebo třech částí, čímž připomínají čeleď Cyprinidae (Gill 1905). Catostomidae mají specifický tvar kostí v horní čelisti. Požerákové zuby mají velmi malé, ale obvykle ve velkém počtu. Rty mají výrazné, ale bez jakýchkoliv speciálních útvarů a nemají vousky (Regan 1911). Catostomidae jsou většinou svých charakteristik podobní Cyprinidae a liší se od nich jen v určitých detailech ve tvaru úst nebo v menší specializaci požerákových zubů. Velmi zvláštní je druh *Myxocyprinus asiaticus* žijící v Číně, který má výrazně laterálně zploštělé tělo, specifický tvar hřbetní ploutve a výrazně odlišné zbarvení od ostatních druhů (Nichols 1943). Pokud se zaměříme na struktury nacházející se na lebce a v hrtanu, nebo na kosterní stavbu, tak vychází, že Catostomidae jsou příbuznější spíše s Cobitoidea než s ostatními Cypriniformes (Sawada 1982). Catostomidae mají také velmi výrazný patrový orgán a žvýkací aparát (Doosey a Bart 2011). Jednotlivé druhy se mohou výrazně lišit ve velikosti, jelikož můžeme narazit na některé v průměru až jeden metr dlouhé a na jiné měřící několik centimetrů (Nelson 2006).

2.2 Genetické znaky

Čeleď Catostomidae je evolučně tetraploidního původu a tyto ryby mají ve svém karyotypu obvykle 96 - 100 chromozomů (Uyeno a kol. 1988), čímž se odlišují od mnoha zástupců čeledi Cyprinidae, ze kterých se zřejmě vyvinuli někdy před Eocénem (Uyeno a Smith 1972). Zástupci čeledi Catostomidae byli zahrnuti do mnoha molekulárně - fylogenetických studií zaměřených buď na nadčeleď Cobitoidea nebo i na celý řád Cypriniformes. První genetická studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, byla publikována v roce 2004, kde byla využita sekvence mitochondriálního genu 12S rRNA. Výsledkem byly čtyři samostatné linie Catostomidae, Gyriinocheilidae, Botiidae a ve čtvrté linii byli ostatní zástupci Cobitoidea (Liu 2004). Další studie proběhla v roce 2006 a sekvenován zde byl mitochondriální gen cyt b (cytochrom b) a CR (control region). Výsledek této studie ukázal, že Catostomidae zde tvoří společnou větev s čeledí Gyriinocheilidae. Jediným problémem v této studii byla skutečnost, že byl použit jen jeden vzorek z čeledi Gyriinocheilidae a také jen jeden vzorek z čeledi Catostomidae, takže výsledek nebyl příliš průkazný (Tang a kol. 2006). Jak se ale ukázalo tak výsledek v další studii, ve které byla využita kompletní mitochondriální DNA, byl stejný a čeleď Catostomidae zde opět tvořila společnou větev z čeledí Gyriinocheilidae (Saitoh a kol. 2006). Stejný výsledek potvrdily i další studie využívající sekvence jaderných genů (Mayden a kol. 2008). Zajímavá je ale skutečnost, že výsledky dalších studií využívajících sekvence jaderných genů jsou odlišné, jak oproti studiím využívajícím mitochondriální geny, tak se také liší mezi sebou. Například výsledek studie, ve které byl využit jaderný gen RAG1 (recombination activating gene 1) jasně ukazuje, že Catostomidae tvoří samostatnou linii ležící na bázi celé nadčeledi Cobitoidea (Šlechtová a kol. 2007). Absolutně odlišný výsledek ukázala další studie zaměřená na sekvence jaderných genů (RAG1, RH - rhodopsin, IRBP - inter-photoreceptor retinoid-binding protein, EGR1 - Early growth response protein 1, EGR2B - Early growth response protein 2B, EGR3 - Early growth response protein 3), kde čeleď Catostomidae vytvořila sesterskou větev k celým Cypriniformes (Chen a kol. 2009). Čeleď Catostomidae se skládá ze třech menších podčeledí *Ictiobinae*, *Cycleptinae*, *Myxocypriniinae* a z jedné druhově nejbohatší podčeledi *Catostominae*, která obsahuje čtyři triby *Erimyzonini*, *Catostomini*,

Thoburniini, *Moxostomatini* (Dosey a kol. 2010). Další významnou skutečností této čeledi je okolnost, že například rody *Catostomus* nebo *Moxostoma* jsou zjevně parafyletické (Harris a Maiden 2001).

3 Gyrinocheilidae



G. aymonyeri - <http://www.seriouslyfish.com>

G. Pennocki - <http://www.fishbase.org>

Čeď Gyrinocheilidae byla oficiálně ustavena v roce 1905 T. N. Gillem. Gyrinocheilidae jsou monotypickou čeledí a dnes do ní náleží jeden rod zastoupený třemi druhy. První druh této čeledi *Gyrinocheilus aymonieri* nalezený v Kambodži byl popsán v roce 1884 G. Tirantem, v té době ještě pod jménem *Psilorhynchus aymonieri*. Další druh tentokrát nalezený v Indonésii na Borneu *Gyrinocheilus pustulosus* byl popsán v roce 1902 L. Vaillantem již pod dnešním jménem. Třetí popsáný druh nalezený v Thajsku *Gyrinocheilus pennocki* byl popsán v roce 1937 H. W. Fowlerem, tehdy ještě pod jménem *Gyrinocheilops pennocki*. Počet popsáných druhů této čeledi ale v historii nezůstal jen u třech. V roce 1906 byl L. S. Bergem popsán druh *Gyrinocheilus Koznakovi* nalezený v Kambodže a v roce 1987 byl popsán Z. V. Krasjukovou a A. V. Gusevem druh *Gyrinocheilus monchadskii* nalezený v Číně, ale u obou těchto druhů bylo zjištěno, že jsou jen synonymem pro druh *Gyrinocheilus aymonieri* (Kottelat 2012). Systematická historie čeledi Gyrinocheilidae je oproti ostatním čeledím Cobitoidea celkem nezajímavá, protože již tři roky po objevení prvních zástupců bylo zjištěno, že tvoří samostatnou skupinu (Kottelat 2012), což je zřejmě způsobeno jejich odlišností podmíněnou evoluční adaptací na požívání drobných řas přirostlých na kamenech nebo větvích napadaných do vody (Saitoh 2006). Jedinou výjimkou v zařazení čeledi Gyrinocheilidae v historii lze najít v publikaci z roku 1911, kde je *Gyrinocheilus* řazen do čeledi Cyprinidae a je zde označován jako ryba velmi zvláštní, mírně podobná rybám z rodu *Crossochilus* a *Discognathus* nebo *Paracrossochilus*, ale také zároveň dosti odlišná na to aby mohla tvořit samostatnou skupinu (Regan 1911).

3.1 Morfologické znaky

Zástupci rodu *Gyrinocheilus* jsou velice specifické ryby mající do žaberního aparátu jen dva vstupy s velmi malými otvory, tvar úst připomínající pulce a velmi malý a volný plynový měchýř, díky čemuž nelze tuto rybu zařadit do žádné z čeledí nebo podčeledí z řádu Cypriniformes (Gill 1905). Gyrinocheilidae mají volný plynový měchýř, čímž připomínají některé zástupce Balitoridae nebo Gastromyzontidae. *Gyrinocheilus* je v mnohém podobný rodu *Discognathus* z čeledi Cyprinidae, ale zároveň se také v některých charakteristikách odlišuje, ale odlišnosti nebrání jeho zařazení do čeledi

Cyprinidae (Regan 1911). Zástupci rodu *Gyrinocheilus* nemají vousky, požerákové kosti jsou úzké a bez zubů, mají modifikované otevírání žáber a specifický tvar úst a proto bude lepší je zařadit do vlastní čeledi. Gyrinocheilidae zřejmě budou nejbližší příbuzní s čeledí Cyprinidae (Hora 1932). Zástupci čeledi Gyrinocheilidae mají také specifickou strukturu šupin (Ramaswami 1952a). Gyrinocheilidae jsou ryby vysoce specializované na život v rychle proudící vodě a požívání řas z kamenů, z čehož vyplývá jejich specifický tvar úst a také tvar žaberního aparátu. Gyrinocheilidae jsou samostatnou čeledí, ale určení jejich přesného zařazení a jejich míry příbuznosti s ostatními čeleděmi je složité (Roberts 1989). Výrazné rozdíly lze najít také mezi jednotlivými druhy, které se od sebe liší ve velikosti šupin, pozici očí na hlavě, nebo také v barvě (Fowler 1937).

3.2 Genetické znaky

Zástupci čeledi Gyrinocheilidae byli oproti jiným monotypickým čeledím zahrnuti do téměř všech molekulárně - fylogenetických studií zaměřených buď na nadčeleď Cobitoidea nebo i na celý řád Cypriniformes. První molekulárně - fylogenetická studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, byla publikována v roce 2006 a sekvenován zde byl mitochondriální gen *cyt b* a *CR*. Výsledek této studie ukázal, že Gyrinocheilidae zde tvoří společnou větev s čeledí Catostomidae. Jediným problémem v této studii byl fakt, že byl použit jen jeden vzorek z čeledi Gyrinocheilidae a také jen jeden vzorek z čeledi Catostomidae, takže výsledek nebyl příliš průkazný (Tang a kol. 2006). Jak se ale ukázalo tak výsledek v další studii, ve které byla využita kompletní mitochondriální DNA, byl stejný a čeleď Gyrinocheilidae zde tvořila společnou větev z čeledi Catostomidae (Saitoh a kol. 2006). Stejný výsledek potvrdily i další studie využívající sekvence mitochondriálních genů (Mayden a kol. 2008). Zajímavá je ale skutečnost, že výsledky studií využívajících sekvence jaderných genů jsou odlišné. Například výsledek studie, ve které byl využit jaderný gen *RAG-1* jasně ukazuje, že Gyrinocheilidae tvoří samostatnou linii ležící mezi Catostomidae a Botiidae (Šlechtová a kol. 2007). Stejný výsledek ukázaly i další studie zaměřené na sekvence jaderných genů (Chen a kol. 2009) a tento výsledek ukazující na Gyrinocheilidae jako na samostatnou čeleď potvrdil i výsledek studie, ve které byl využit kombinovaný soubor obsahující jak sekvence jaderných genů tak také sekvence genů mitochondriálních (Liu a kol. 2012).

4 Botiidae



Ch. macracanthus - <http://www.fishbase.org>

Leptobotia elongata - <http://www.fishbase.org>

Čeď Botiidae byla poprvé ustavena v roce 2002 T. T. Nalbantem a jako podčeď již byla ustanovena v roce 1940 L. S. Bergem a dnes do ní náleží osm rodů a přibližně 56 druhů. Jednotlivé rody jsou od sebe až na některé drobné výjimky celkem dobře rozpoznatelné a jsou to tedy rody: *Leptobotia* s 13 druhy, *Parabotia* s 12 druhy, *Botia* s devíti druhy, *Yasuhikotakia* se sedmi druhy, *Sinibotia* se šesti druhy, *Syncrossus* také se šesti druhy, *Ambastaia* se dvěma druhy a nakonec monotypický rod *Chromobotia* (Kottelat 2012). Zástupci čeledi botiidae jsou rozšířeni v celé jihovýchodní a východní Asii. Jednotlivé druhy patřící do rodů *Leptobotia*, *Sinibotia* a *Parabotia* se vyskytují striktně jen v úmoří Pacifického oceánu v téměř každé řece od severu Vietnamu až po jih Ruského přímořského kraje (Nalbant 2002). Jeden kriticky ohrožený druh *Parabotia curtus* se nyní vyskytuje také v Japonsku. Zástupci rodů *Yasuhikotakia*, *Botia*, *Syncrossus* a *Ambastaia* obývají jihovýchodní Asii. Rod *Botia* také na rozdíl od ostatních rodů žijev Indii v řece Indus. Zástupce rodů *Yasuhikotakia* a *Syncrossus* se vyskytují také v Indonésii na ostrovech Velké Sundy, kde najdeme i poslední rod *Chromobotia* zastoupený jedním druhem žijícím výhradně jen zde (Nalbant 2002). Mezi zástupci čeledi Botiidae najdeme i mnoho významných akvaristických druhů jako například některé druhy z rodu *Botia*, zajímavé svým zbarvením, nebo *Chromobotia macracanthus*, zajímavá jak svým zbarvením tak také velikostí, ale v obchodech se můžeme setkat také se zástupci z ostatních rodů (Acharjee a Barat 2014). Nomenklatorická historie čeledi Botiidae je celkem jasná a ve velké míře souvisí s postupným objevováním jak nových druhů, tak také s použitím nových metod při odhalování vzájemných vztahů uvnitř i vně čeledi. Přibližně do poloviny 20. století byli zástupci čeledi Botiidae řazeni přímo do čeledi Cobitidae (Gill 1907; Regan 1911 a Hora 1932), ale již ve 40. letech 20. století se začaly objevovat názory, že zástupci dnešní čeledi Botiidae by měli být bráni alespoň jako samostatná podčeď (Berg 1940; Sawada 1982). Přitom hypotézy o samostatném postavení čeledi Botiidae se začaly objevovat až na začátku 21. století (Nalbant 2002) a ty byly následně potvrzeny na základě genetických dat (Šlechtová a kol. 2007).

4.1 Morfologické znaky

Zástupci čeledi Botiidae mají pohyblivý suborbitální trn, tři páry vousků, plynový měchýř je redukovaný a přední část je malá a zadní část je kryta kostěnou kapsulí a většina těchto i dalších charakteristik je shodná s čeledí Cobitidae, kam byli Botiidae v této studii řazeni (Regan 1911). Do jedné velké čeledi společně s Cobitidae byli Botiidae zahrnuti i v další studii právě na základě přítomnosti suborbitálního trnu, ale výrazně se lišili ve tvaru subtemporálních otvorů, které u Botiidae jsou výrazné a u Cobitidae jsou téměř nerozpoznatelné. Kostěný základ hrudních ploutví je u Botiidae podobně jako u Cobitidae připevněn přímo k lebce (Hora 1932). Jednotlivé druhy ryb patřících do čeledi Botiidae jsou velice rozmanité. Některé druhy mají velmi vysoké tělo a dvojitý suborbitální trn a jiné mají tělo zase výrazně prodloužené a suborbitální trn jen jednoduchý. Většina druhů je také zajímavě zbarvená s pruhy, nebo skvrnami (Nichols 1943) a podobné charakteristiky jako určující nalezneme i v další studii, kde autor také zdůraznil přítomnost pohyblivé prefrontální kosti tvořící již zmíněný suborbitální trn a nepohyblivé mesethmoidální kosti (Berg 1940). Pokud se zaměříme na stavbu a uspořádání lebky, nebo na stavbu a uspořádání celé kostry, tak výsledek není ani příliš překvapivý a jen potvrdí předchozí teorie, které říkají že Botiidae jsou nejbližší příbuzní s Cobitidae, ale zároveň musíme konstatovat, že jsou také v mnohých charakteristikách velice odlišní a tak je musíme považovat alespoň jako samostatnou podčeleď (Sawada 1982). Zástupci čeledi Botiidae jsou specifickí přítomností a tvarem dvou párů vousků na horní čelisti a také nevýrazným systémem postranní čáry na hlavě, čímž se odlišují i od nejbližší příbuzné čeledi Cobitidae (Nelson 2006). Zástupci čeledi Botiidae mají celkem vysoké, laterálně zploštělé tělo a na hřbetní ploutvi mají obvykle méně než 15 paprsků a tuto čeleď obvykle rozdělujeme na dva triby, které se v některých charakteristikách liší. Zástupci tribu Leptobotiini mají více protáhlé tělo, suborbitální trn mají v případě rodu *Parabotia* složený ze dvou částí a v případě rodu *Leptobotia* ho mají jen jednoduchý, oproti tomu zástupci tribu Botiini mají tělo spíše vysoké a také celkem zkrácené, všichni zástupci mají suborbitální trn složený ze dvou částí (Nalbant 2002).

4.2 Genetické znaky

Čeleď Botiidae se rozděluje na dvě skupiny označované jako triby, tribe Botiini a tribe Leptobotiini. Tyto dvě skupiny se od sebe odlišují hlavně evoluční úrovní ploidie, Botiini jsou tetraploidní ryby a mají 98 – 100 chromozomů a Leptobotiini jsou diploidní a mají 50 chromozomů (Suzuki a Taki 1996). Tyto dvě skupiny tvořící čeleď Botiidae se od sebe perfektně odlišují také, jak dle sekvencí jaderných genů (Šlechtová a kol. 2006), tak dle sekvencí mitochondriálních genů (Tang a kol. 2005). První molekulárně - fylogenetická analýza, do které byli zahrnuti zástupci čeledi Botiidae, již dávala celkem přesvědčivě najevo, že Botiidae budou zřejmě tvořit samostatnou čeleď. Sekvenován byl mitochondriální gen cyt b a CR a bylo zjištěno, že Botiidae zde opravdu tvoří samostatnou linii a tato linie zde tvoří bazální linii ostatních cobitoidea, což bylo zapříčiněno nezahrnutím zástupců Catostomidae a ani Gyrynocheilidae. Z výsledků analýzy jasně vyplynulo, že dřívější fylogenetické zařazení Botiidae dle morfologických dat, ve kterém byli Botiidae řazeni do čeledi Cobitidae, nebude pravdivé, protože tyto skupiny by dohromady tvořili parafyletickou čeleď (Tang a kol. 2006) Ve druhé molekulárně - fylogenetické analýze, která proběhla cca o půl roku později, byl sekvenován kompletní mitochondriální genom u *Leptobotia mantschurica* a u *Chromobotia macracanthus* (v této době ještě pod jménem *Botia macracantha*) a tyto dvě sekvence vytvořily samostatnou linii. Společně

s Cobitidae, do kterých Botiidae dříve patřili, vytvořili parafyletickou linii, ale zřejmě z důvodu nedostatku dat autor v této studii nevyvodil žádné fylogenetické závěry (Saitoh 2006). V další studii byla využita sekvence jaderného genu RAG-1, který má oproti mitochondriálním genům pomalejší evoluci, a tak může dát přesnější výsledky v analýzách vyšších taxonomických jednotek. Výsledek této studie přesvědčivě ukázal, že Botiidae tvoří samostatnou čeleď (Šlechtová a kol. 2007). V další studii bylo využito celkem šest genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) tvořících dohromady kombinovaný soubor údajů o délce 5733 párů bází a i výsledek této studie potvrdil samostatnost čeledi Botiidae (Chen a kol. 2009) a tento výsledek byl také ještě potvrzen o tři roky později ve studii, ve které byly využity dva mitochondriální geny (CO1 – cytochrom c oxidase a ND4+5 – NADH dehydrogenase subunits) a čtyři jaderné geny (RH1, RAG1, EGR2B a IRBP), tvořící dohromady kombinovaný soubor o délce 8541 párů bází (Liu a kol. 2012).

5 Vaillantellidae



Vaillantella maassi - <http://www.fishbase.org>

Vaillantella euepipterus - <http://www.fishbase.org>

Čeleď Vaillantellidae byla oficiálně ustavena v roce 2007 (Šlechtová a kol. 2007), ale již v roce 1977 byla ustanovena jako podčeleď (Nalbant a Banareescu 1977). Čeleď Vaillantellidae je čeledí monogenerickou a náleží sem jeden rod zastoupený třemi druhy. Prvním popsáným druhem tohoto rodu byla *Vaillantella euepiptera* nalezená na Borneu v roce 1902 a L. Vaillantem byla původně popsána jako *Nemacheilus euepipterus*, ale z následně zjištěných odlišností od ostatních druhů rodu *Nemacheilus* bylo jméno změněno podle objevitele tohoto druhu na jméno *Vaillantella* (Fowler 1905). Další popsáný druh byla *Vaillantella massi* nalezená na Sumatře, která byla popsána o sedm let později (Weber a Beaufort 1912). Třetím popsáným druhem byla *Vaillantella flavofasciata* nalezena na Malajsijském poloostrově (Tweedie 1956). Čtvrtým popsáným druhem byla *Vaillantella cinnamomea* popsána opět na Borneu (Kottelat 1994). Po celkem dlouhé době bylo ale zjištěno, že druh popsáný jako *Vaillantella flavofasciata* je pouze synonymem pro mladé jedince druhu *Vaillantella maassi* a tak se počet druhů vrátil opět na číslo 3 (Kottelat 2012). Zástupci čeledi Vaillantellidae jsou morfologicky velmi zajímavé ryby obývající jihovýchodní Asii a převážně její ostrovní část a to Indonésii (Nalbant 2002). Historie zařazení čeledi Vaillantellidae je také velmi zajímavá a názory se liší. Některými autory byli Vaillantellidae považováni za podčeleď patřící do čeledi Cobitidae (Nalbant a Banareescu 1977), jinými autory byli bráni jako součást čeledi Nemacheilidae (Sawada 1982), (Roberts 1989) a jinými autory byli zase řazeni do čeledi Botiidae (Nalbant 2002). Teprve po prvních sekvenčních analýzách (Tang a kol. 2006), (Saitoh a kol. 2006) a (Šlechtová a kol. 2007), které všechny ukázaly, že Vaillantellidae jsou sice blízké příbuzní s čeledí Botiidae, ale dostatečně odlišní na to, aby mohli být nazváni samostatnou čeledí. Dalším a hlavním důvodem vzniku samostatné čeledi Vaillantellidae byla také nutnost dodržení monofylie, jelikož společně s Botiidae by Vaillantellidae tvořili parafyletickou čeleď (Šlechtová a kol. 2007).

5.1 Morfologické znaky

Rod *Vaillantella* byl původně L. Vaillantem popsán jako *Nemacheilus*, kterému se sice v mnohém podobá, ale zároveň je dosti odlišná, na to, aby byla popsána jako samostatný rod (Fowler 1905). *Vaillantella* se vyznačuje protáhlým tělem, dlouhou hřbetní ploutví, která je mezi ostatními Cobitoidea zcela mimořádná, špičatými hrudními a břišními ploutvemi směřujícími pod tělo, dlouhou ocasní ploutví s hlubokým výřezem a třemi páry vousků, z nichž dva páry leží vpředu a jsou na bázi srostlé. Pod druh *Vaillantella euepiptera* byly řazeny dvě populace, z nichž jedna žila na Borneu a druhá na Sumatře a tyto populace se od sebe dosti odlišovali, a proto byla populace žijící na Sumatře popsána jako jiný druh *Vaillantella maassi*. *V. maassi* má výrazně redukované hrudní a břišní ploutve, ale více paprsků v hřbetní ploutvi a také oproti *V. euepiptera* postrádá černý pruh na hlavě a černé kolmé pruhy za hlavou (Weber a Beaufort 1916). Rod *Vaillantella* se v mnohém podobá čeledi Botiidae, s nimiž sdílí například tvar opercula a žaberních otvorů a také způsob jejich otevírání. Rod *Vaillantella* zároveň sdílí s Nemacheilidae nepřítomnost suborbitálního trnu a proto bude zřejmě nejlepší považovat rod *Vaillantella* jako samostatnou podčeleď (Nalbant a Banareescu 1977). Názory na zařazení se ale často liší, a pokud se zaměříme na synapomorfie jednotlivých skupin, tak je *Vaillantella* mnohem podobnější čeledi Nemacheilidae, s nimiž sdílí například nepohyblivost suborbitální kosti, tvořící u některých čeledí suborbitální trn, anebo také tvar a strukturu Weberova aparátu a s Botiidae nesdílí žádnou ze synapomorfí, tudíž lze řadit rod *Vaillantella* mezi Nemacheilidae (Sawada 1982). Zajímavostí je, že se od sebe jednotlivé výsledky studií odlišují hlavně v zaměření. Pokud se studie zabývá převážně vnitřní stavbou těla a kostí (Sawada 1982), tak *Vaillantella* připomíná Nemacheilidae, ale pokud se zaměříme na vnější stavbu těla (Nalbant a Banareescu 1977), tak zde najdeme mnoho znaků připomínajících Botiidae, kterých je ale stejně celkem málo oproti znakům specifickým pro tento rod a tudíž by rod *Vaillantella* měl být zřejmě samostatnou čeledí (Nalbant 2002).

5.2 Genetické znaky

Jediným druhem této čeledi, u kterého je dnes znám karyotyp je *Vaillantella maassi*. Karyotyp tohoto druhu obsahuje 25 párů chromozomů, což z evolučního pohledu značí, že *Vaillantella maassi* je diploidním druhem s 50 chromozomy, čímž se podobá například evolučně diploidnímu tribu Leptobotiini z čeledi Botiidae (Bohlen a kol. 2007). První molekulárně fylogenetická analýza, do které byli zahrnuti zástupci čeledi Vaillantellidae byla publikována v roce 2006, kdy byl sekvenován mitochondriální gen cyt b a CR. Tato studie přinesla přesvědčivé výsledky o samostatnosti této čeledi, vyvracející jakékoliv předchozí zařazení podle morfologických studií (Tang a kol. 2006). Stejný výsledek o samostatnosti této čeledi poskytly i další studie. V roce 2006 byla sekvenována kompletní mitochondriální DNA, a výsledek následné analýzy byl stejný jako ve studii předchozí a *Vaillantella* zde vytvořila opět samostatnou větev (Saitoh a kol. 2006). Ke stejnému výsledku vedla také studie využívající jaderné sekvence genu RAG-1 (Šlechtová a kol. 2007). Tento výsledek byl ještě třikrát potvrzen v dalších studiích a to nejprve v roce 2009 při využití sekvencí z šesti jaderných genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) a jejich kombinovaného souboru dat o délce 5733 párů bází (Chen a kol. 2009), dále pak při využití mitochondriálních genů ND4 a ND5 (Liu a kol. 2010) a také o dva roky později při využití kombinovaného souboru dat vytvořeného ze sekvencí dvou mitochondriálních genů

(COI a ND4+5) a čtyř jaderných genů (RH1, RAG1, EGR2B a IRBP) o délce 8541 párů bází (Liu a kol. 2012).

6 Cobitidae



Misgurnus fossilis - <http://www.fishbase.org>

Cobitis elongatoides - <http://www.fishbase.org>

Čeleď Cobitidae byla oficiálně ustavena již v roce 1838 W. Swainsonem a v roce 2012 do ní náleželo 21 rodů a 171 druhů. Největší rody této čeledi byly: *Cobitis* se 66 druhy, *Pangio* se 32 druhy, *Lepidocephalichthys* s 18 druhy a *Sabanejewia* s 10 druhy. Další rody byly již méně zastoupené a to rody: *Misgurnus* se sedmi druhy, *Acanthopsoides* a *Iksookimia* se šesti druhy, *Acanthopsis* a *Niwaella* se čtyřmi druhy, *Kottelatlimia* se třemi druhy, dále pak rody zastoupené dvěma druhy byly *Kichulchoia*, *Koreocobitis*, *Lepidocephalus* a *Protocobitis*. Čeleď Cobitidae byla také zastoupena sedmi monotypickými rody *Bibarba*, *Canthophrys*, *Microcobitis*, *Neoeucirrhichthys*, *Paralepidocephalus*, *Paramisgurnus* a *Theriodes* (Kottelat 2012). Od roku 2012 bylo popsáno 17 nových druhů, z toho 14 nových zástupců rodu *Cobitis* a po jednom novém zástupci rodu *Protocobitis*, *Lepidocephalus* a *Bibarba* (Eschmeyer 2016). Nové rody v této čeledi žádné popsány nebyly, ale rod *Paramisgurnus* bude na základě genetických analýz synonymizován pravděpodobně s rodem *Misgurnus* (Jakovlič a kol. 2013), a tím se vlastně vysvětlila i předchozí spekulace o hybridizaci mezi různými rody (You a kol. 2009). Novinkou také je skutečnost, že rod *Bibarba* již není monotypický, protože byl v roce 2015 popsán jeden nový druh (Wu a kol. 2015). Jak již bylo zmíněno v úvodu, rod *Cobitis* se svými 25 druhy je nejpočetnějším rodem ryb z nadčeledi Cobitoidea v Evropě a podně je na tom celá čeleď Cobitidae, která je nejpočetnější evropskou čeledí z nadčeledi Cobitoidea. Cobitidae také společně s osmi zástupci dvou rodů z čeledi Nemacheilidae jsou jedinými dvěma evropskými čeleděmi (Kottelat 2012). Sekavcovité ryby i přes svoji nízkou diverzitu v Evropě osidlují téměř každou řeku. Vzhledem k přítomnosti mnoha zástupců čeledi Cobitidae v Evropě lze tuto čeleď označit za nejvíce probádanou ze všech čeledí Cobitoidea. Zástupci čeledi Cobitidae osidlují celou Eurasii, kde je najdeme téměř v každém vodním toku (Šlechtová a kol. 2008). Žijí v extrémě chladných řekách na Sibiři, ale také v monzunových řekách v jihovýchodní Asii. Příliš si nevybírají ani dle velikosti a rychlosti proudu a žijí v prudkých horských potocích, ale i v pomalu tekoucích velkých dolních tocích řek. Mezi zástupci Cobitidae můžeme také najít ekologicky extrémě specializované druhy *Bibarba bibarba*, který žije v podzemních jeskynních komplexech (Chen a Chen 2007), nebo druh *C. damlae* žijící v Jeskynním systému v řece Dalaman (Özdemir a Erkakan 2014). Další zajímavostí, kterou tato čeleď sdílí s čeledí Nemacheilidae, je zastoupení čeledi Cobitidae i mimo Eurasii v podobě jednoho Afrického druhu a v případě čeledi Cobitidae to je druh *C. maroccana* (Kottelat 2012). Mezi zástupci Cobitidae najdeme mnoho forem či biotypů hybridního původu. V Evropě bylo objeveno velké množství hybridních

populací tvořených asexuálními klonálními biotypy druhů *C. taenia*, *C. elongatoides* a v menší míře také *C. tanaitica* (Bohlen a Ráb 2001). Velmi zajímavá je také nomenklatorická a taxonomická historie čeledi Cobitidae, jelikož ještě cca před 100 lety na začátku 20. Století byli téměř všichni známí zástupci Cobitoidea, mimo většiny Catostomidae, řazeni do jedné velké čeledi Cobitidae, což do této doby nebyl žádný problém, jelikož tato velká čeleď sama o sobě byla monofyletická. Problémy začaly až s prvními studii, například (Regan 1911), kdy se začaly oddělovat menší oddíly nazývané novými čeleděmi. Mezi takové patřili například Homalopteridae, a z monofyletické čeledi Cobitidae byla rázem čeleď parafyletické a tento problém platil až do doby, kdy se od Cobitidae oddělila poslední část a to čeleď Botiidae (Kottelat 2012).

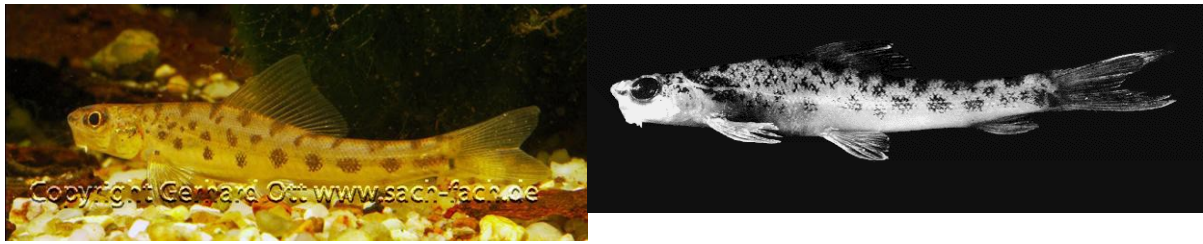
6.1 Morfologické znaky

Zástupci čeledi Cobitidae mají podobně jako zástupci čeledi Botiidae přední část hlavy tvořenou intermaxilárními kostmi, požerákové zuby mají zašpičatělé, ležící jen v jedné řadě a v malém počtu, plynový měchýř je redukovaný, není připojen k trávicí soustavě a vývody leží za hrudními ploutvemi (Gill 1905). Zástupci čeledi Cobitidae mají ve většině případů výrazný a pohyblivý suborbitální trn, který ale nenajdeme například u rodu *Misgurnus*. Rod *Misgurnus* se od ostatních zástupců Cobitidae liší také v počtu vousků, kterých je obvykle šest až osm, ale *Misgurnus* jich může mít 10 – 12. Boční výběžek redukovaného plynového měchýře chrání výběžek druhého žebra (Regan 1911). Cobitidae sdílí mnoho znaků s čeledí Botiidae, ale zároveň se v mnohém liší. Cobitidae mají podobně jako Botiidae výrazné boční týlní jamky, ale subtemporální jamky mají oproti Botiidae nevýrazné a velmi mělké. Cobitidae mají s Botiidae také podobné uspořádání kostěného základu hrudní ploutve, které je připojeno k lebce, čímž se tyto dvě dnešní čeledi odlišují od čeledí ostatních (Hora 1932). Zástupci čeledi Cobitidae jsou specifičtí vysokým počtem vousků, plynovým měchýřem více či méně krytým kostěnou kapsulí, redukovanými až téměř žádnými šupinami, prodlouženým tělem a malými hrudními a břišními ploutvemi (Nichols 1943). Pokud se zaměříme na stavbu a uspořádání lebky, nebo na stavbu a uspořádání celé kostry, tak výsledek jen potvrdí předchozí teorie říkající, že Cobitidae jsou sice nejbližší příbuzní s Botiidae, ale zároveň se v mnohém liší a „tak bychom Botiidae neměli zahrnovat přímo pod Cobitidae, ale musíme je považovat alespoň za samostatnou podčeleď“. Zajímavostí je, že v čeledi Cobitidae zároveň vznikly dvě výrazně odlišné linie, kde jedna obsahovala zástupce rodů *Misgurnus* a *Acanthopthalmus* (nyní rod *Pangio*) a druhá zástupce ostatních rodů (Sawada 1982). První pokus o vytvoření monofyletické čeledi Cobitidae byl proveden již na základě morfologických dat, dle kterých bylo zjištěno, že Botiidae jsou samostatnou čeledí zahrnující Botiinae a Vaillantellinae a zároveň dle této hypotézy bylo řečeno, že *Serpenticobitis* je primitivní rod patřící do čeledi Nemacheilidae a tudíž nepatří mezi Cobitidae. Z dnešního pohledu tato hypotéza sice není správná, ale k dosažení monofyletické čeledi Cobitidae určitě vedla (Nalbant 2002). Monofylie čeledi Cobitidae bez zástupců rodu *Serpenticobitis*, *Vaillantella* a bez čeledi Botiidae byla následně potvrzena v genetických studiích (Šlechtová a kol. 2007 a 2009). Čeleď Cobitidae je také jedinou čeledí Cobitoidea u které byl popsán a publikován pohlavní dimorfismus (Buj a kol. 2015).

6.2 Genetické znaky

Zástupci čeledi Cobitidae představují velmi rozmanitou skupinu ryb, kde najdeme velmi výrazné rozdíly v úrovni ploidie. Nalezneme zde diploidní druhy mající většinou kolem 50 chromozomů, triploidní druhy mající obvykle 75 chromozomů, ale také druhy tetraploidní mající 100 chromozomů (Borón 1999). V této čeledi nalezneme mnoho hybridních biotypů, které mohou být diploidní, triploidní, tak také tetraploidní a tyto hybridy vznikli a vznikají i v přírodních populacích (Janko a kol. 2012), (Choleva a kol. 2012). Nejprozkoumanějším polyploidním druhem je nejspíše *Misgurnus anguillicaudatus*, který je normálně diploidní, ale v Japonsku byly nalezeny populace jak tetraploidní, tak také populace triploidní množící se gynogeneticky (Morishima a kol. 2008), tedy stejné poměry jako u triploidních populací u evropských zástupců rodu *Cobitis* (Janko 2003). Zástupci čeledi Cobitidae byli zahrnuti do většiny molekulárně - fylogenetických studií zaměřených buď na nadčeď Cobitoidea nebo i na celý řád Cypriniformes. První molekulárně - fylogenetická studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, proběhla v roce 2006 a sekvenován zde byl mitochondriální gen cyt b a CR. Výsledek této studie ukázal, že Cobitidae tvoří samostatnou evoluční linii, tak byly vyvráceny téměř všechny předchozí fylogenetické hypotézy využívající ke svému studiu morfologická data, podle kterých do čeledi Cobitidae patřili i zástupci Botiidae (Tang a kol. 2006). Výsledek této studie byl potvrzen také v další studii, ve které byla využita kompletní mitochondriální DNA (Saitoh a kol. 2006). Stejný výsledek potvrdila i následující studie, ve které byl využit jaderný gen RAG1. Z této studie již byly také vyvozeny určité důležité změny ve fylogenetickém systému, byla oddělena čeď Botiidae a z čeledi Cobitidae byli také přeřazeni zástupci rodu *Serpenticobitis* do čeledi Nemacheilidae. Po těchto změnách se Cobitidae stali čeledí monofyletickou (Šlechtová a kol. 2007). Stejně výsledky byly potvrzeny ještě v několika dalších studiích využívajících například sekvenci stejného jaderného genu RAG1 (Mayden a kol. 2008), nebo studie využívající sekvence šesti jaderných genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) a jejich kombinovaného souboru údajů (Chen a kol. 2009), nebo také studie využívající kombinovaný soubor dat ze sekvencí dvou mitochondriálních genů (COI a ND4+5) a čtyř jaderných genů (RH1, RAG1, EGR2B a IRBP) o délce 8541 párů bází (Liu a kol. 2012). Čeď Cobitidae se fylogeneticky skládá ze dvou skupin. Severní klád osidluje severovýchodní Asii a Evropu a jižní linie osidluje Jižní a jihovýchodní Asii. Tyto dvě skupiny se od sebe zřetelně odlišují i geneticky ve výsledcích analýz jak jaderných genů, tak také genů mitochondriálních. Současným problémem čeledi Cobitidae je několik parafyletických rodů a to rody *Cobitis*, *Iksookimia*, *Misgurnus* a *Niwaella* (Šlechtová a kol. 2008). Zajímavé jsou také rozdíly v zařazení těchto rodů podle různých genů, jelikož dva druhy rodu *Misgurnus* při analýze jaderného genu RAG1 náležely k ostatním zástupcům tohoto rodu, ale při analýze mitochondriálního genu Cyt B se zařadily mezi zástupce rodu *Cobitis*. Oproti tomu rod *Iksookimia* byl polyfyletický v obou genech (Perdices a kol. 2016).

7 Ellopostomatidae



Ellopostoma mystax - <http://www.fishbase.org> *Ellopostoma megalomycter* - <http://www.fishbase.org>

Čeleď Ellopostomatidae byla poprvé oficiálně definována v roce 2009 J. Bohlenem a V. Šlechtovou a k podobnému výsledku dospěli nezávisle o dva měsíce později také Chen a kol. (2009). Název rodu *Ellopostoma* byl zaveden poprvé v roce 2002, kdy byl popsán druhý druh tohoto rodu *E. mystax* (Tan a Lim 2002). Tohoto nového popisu bylo v témže roce využito k pojmenování celé skupiny jako podčeledi Ellopostomatinae (Nalbant 2002). Tento popis od T. T. Nalbanta z roku 2002 ale nebyl mezinárodně uznán, jelikož nebyl citován typový druh, tedy byl validní až popis skupiny z roku 2009 od J. Bohlena a V. Šlechtové. Čeleď Ellopostomatidae je monogenerická a dnes do ní náleží jeden rod zastoupený dvěma druhy. První objevený druh *E. megalomycter* byl popsán v roce 1902 L. Vaillantem, ale až do roku 2002 byl znám pod rodovým jménem *Aperioptus* (Kottelat 2012). Druhy této čeledi se od sebe také odlišují hlavně svým areálem výskytu, protože druh *E. megalomycter* obývá ostrovní část jihovýchodní Asie (Borneo) a druh *E. mystax* obývá Thajsko, tedy pevninskou část jihovýchodní Asie (Bohlen a Šlechtová 2009).

7.1 Morfologické znaky

Rod *Ellopostoma* byl prvně popsán L. Vaillantem jako rod *Aperioptus*, který je dnes synonymem pro rod *Acanthopsoides*, ale už i Vaillant navrhoval pro tuto rybu vlastní rodové jméno *Ellopostoma*. Zástupci rodu *Ellopostoma* mají velmi krátkou hlavu, výrazně zakulacený rypec, ústa velmi malá, ale výrazně pohyblivá, dlouhou hřbetní ploutev s paprsky zakončenými téměř do roviny a také výrazně velké ostatní ploutve. Rod *Ellopostoma* se také vyznačuje výraznou postraní čarou, specifickým tvarem opercula a nepřítomností požerákových zubů, tím se tato ryba odlišuje od všech ostatních ryb z nadčeledi Cobitoidea a nebylo proto možné ji přesvědčivě zařadit (Weber a Beaufort 1916). Prvním objevitelem (L. Vaillantem) byla *Ellopostoma* popsána jako ryba s celkově prodlouženým tělem, krytým malými šupinami, mající velké a velmi výrazné oči a také výrazné nozdry. První popis rodu *Ellopostoma* od L. Vaillanta nelze považovat za příliš přesvědčivý, jelikož jen tři ze čtyř jedinců zahrnutých do popisu byli zástupci rodu *Ellopostoma*. *Ellopostoma* se vyznačuje malými ústy a jen jedním párem velmi malých vousků. Tvarem plynového měchýře a Weberova aparátu *Ellopostoma* připomíná zástupce čeledi Cobitidae, některými dalšími znaky připomíná ryby z čeledi Nemacheilidae, ale některými také africkou čeleď Kneriidae (Roberts 1972). *Ellopostoma* obývá Thajsko a Borneo a tyto dvě populace se od sebe odlišují převážně zbarvením, výsledky měření počtu paprsků v ploutvích, počtem žeber, ale také tvarem ploutví, čehož bylo využito k rozdělení těchto ryb na dva různé druhy a thajská populace byla popsána jako nový druh. Barva obou druhů je stříbřitá a mírně do hněda až do zelena, ale odlišují se počtem a tvarem hnědočerných skvrn. Největší rozdíl je ale ve

velikosti šupin a v jejich počtu, protože *E. mystax* jich má téměř dvojnásobný počet než *E. megalomycter* (Tan a Lim 2002).

7.2 Genetické znaky

Zástupci čeledi Ellopostomatidae jsou velmi zajímavé ryby a od všech ostatních zástupců Cobitoidea se extrémně odlišují a až do roku 2009 byla jejich pozice ve fylogenetickém systému absolutně nejasná (Šlechtová a kol. 2009). Nejasnost jejich zařazení až do roku 2009 byla zřejmě způsobena faktem, že tyto ryby nebyly zahrnuty do žádné předchozí molekulárně - fylogenetických studie (Chen a kol. 2009). První molekulárně - fylogenetická studie, do které byla Ellopostoma zahrnuta proběhla tedy v roce 2009 a v této studii bylo využito jaderného genu RAG-1. Výsledek této studie přesvědčivě ukázal, že Ellopostomatidae jsou samostatnou čeledí sesterskou k Nemacheilidae a Balitoridae (Šlechtová a kol. 2009). Stejného výsledku bylo dosaženo v souběžně a zřejmě také nezávisle připravované studii publikované jen o dva měsíce později, ve které bylo využito molekulárně - fylogenetické analýzy zaměřené na šest jaderných genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) a jejich kombinovaného souboru údajů o délce 5733 párů bází (Chen a kol. 2009). Výsledky sekvenačních studií nakonec vlastně také vysvětlily důvod předchozích problémů se zařazením rodu *Ellopostoma* do některé dříve existující čeledi (Šlechtová a kol. 2009).

8 Barbuccidae



Barbucca diabolica - <http://www.seriouslyfish.com>

Barbucca elongata - <http://loaches.ru>

Čeď Barbuccidae je monogenerickou čeledí, která byla definována teprve v roce 2012 M. Kottelatem. Do této doby byl rod *Barbucca* nejprve kvůli své morfologické podobnosti zařazen společně se Serpenticobitidae do čeledi Cobitidae (Roberts 1989). Po další morfologické analýze o několik let později byla díky své podobnosti s některými druhy rodu *Nemacheilus* řazena mezi Nemacheilidae (Kottelat 1990), což bylo potvrzeno i v další studii (Kottelat a Lim 1995). O tom začal pochybovat ve své studii v roce 2004 již M. Kottelat a to se také následně v roce 2007 potvrdilo molekulárně - fylogenetickou analýzou a rod *Barbucca* byl na následujících pět let přeřazen do čeledi Balitoridae (Šlechtová a kol. 2007). Po dlouhodobé analýze Barbuccidae a porovnání její morfologie s ostatními skupinami Balitoridae a po porovnání také s výsledky molekulárně - fylogenetických analýz od V. Šlechtové z roku 2007 bylo zjištěno, že se Barbuccidae liší výrazně od ostatních ryb

v čeledi Balitoridae jak morfologicky, tak také ve výsledcích molekulárních analýz tvoří samostatnou a vzdálenou linii představující samostatnou čeleď (Kottelat 2012). Do čeledi Barbuccidae v roce 2012 náležel jeden monogenerický rod zastoupený jen jedním známým druhem. První a ještě nedávno jediný zástupce této čeledi *Barbucca diabolica* byl popsán v roce 1989 T. S. Robertsem. *Barbucca diabolica* je malá ryba o velikosti dospělců kolem 3 cm a obývá menší lesní potoky v Indonésii, na Malajsijském poloostrově a v Thajsku. Podle dostupných informací bylo zřejmé, že rod *Barbucca* nezůstane dlouho monogenerickým, jelikož je známých několik nových ještě nepopsaných druhů i z dalších míst v jihovýchodní Asii (Kottelat 2012). Jak bylo v tomto roce řečeno, tak se stalo hned o rok později, kdy byl popsán nový druh *Barbucca elongata*, která zřejmě bude endemickým druhem žijícím pouze na ostrově Pho Quoc, kde bylo nalezeno jen několik jedinců a to pouze v jedné řece (Vasil'eva a kol. 2013).

8.1 Morfologické znaky

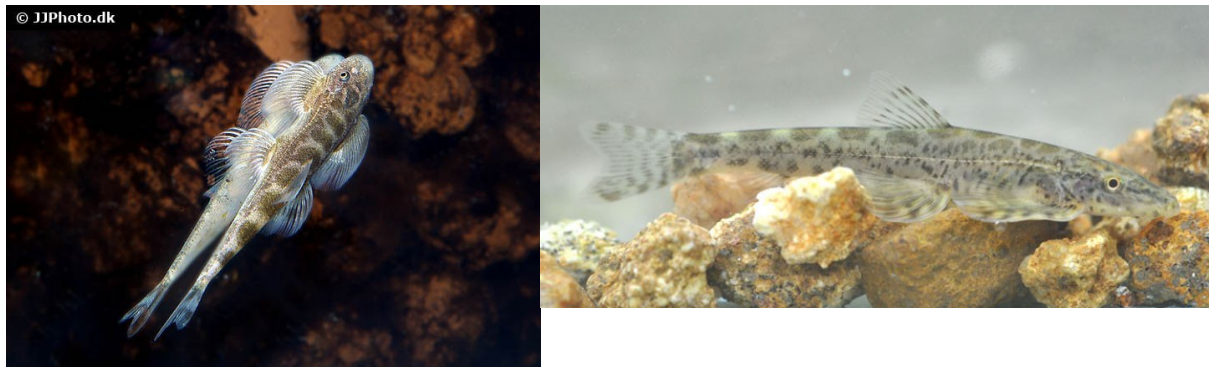
Rod *Barbucca* je ryba mající mnoho zajímavých vlastností. Jsou to velmi malé ryby mající ale velmi výrazné, velké a specificky postavené ploutve, zakulacený rypec, ústa směřující dolů a tři páry výrazných vousků. *Barbucca* se dále vyznačuje nízkým počtem ploutevnických paprsků a nízkým počtem žeber. Zajímavostí je přítomnost specifických výstupků u obou pohlaví na bříše a na bázi řitní ploutve připomínajících třetí vyrážku, které můžeme najít u samců rodu *Nemacheilus* v době rozmnožování a u rodu *Barbucca* můžeme na podobné útvary narazit také kolem očí, nebo na přední části opercula, což u jiných ryb z čeledi Cobitidae nebo Nemacheilidae nenajdeme. *Barbucca* se vyznačuje také velkýma očima, prodlouženým párem vousků nacházejícím se na horní čelisti a také srovnatelně velkými šupinami v porovnání s velikostí těla (Roberts 1989). Pro rod *Barbucca* je také specifický tvar jejího plynového měchýře, čímž vzdáleně připomíná čeleď Botiidae nebo Vaillantellidae, ale plynový měchýř se skládá jen z jedné kapsule na obou stranách těla a tyto dvě kapsule nejsou spojeny kanálem, jako u všech ostatních Cobitoidea. Dalšími specifickými vlastnostmi jsou kompaktní zkrácené tělo, specifický tvar rtů a struktury nalézající se na nich, nebo také tvar hrudních a bříšních ploutví a ploutevnických paprsků (Kottelat 2012). Rod *Barbucca* sdílí mnoho vlastností s rybami z rodu *Nemacheilus*, to je ale nejspíše způsobeno jejich malou velikostí, proto je zřejmě zařazení této ryby do fylogenetického systému tak složité. V porovnání s morfologickými hypotézami byl výsledek sekvenční analýzy velmi překvapivý a *Barbucca* se tak stala součástí čeledi Balitoridae (Šlechtová a kol. 2007), ale jelikož nebylo téměř nic, čím by *Barbucca* připomínala Balitoridae a i geneticky se dostatečně lišila, tak byla označena a popsána jako samostatná čeleď (Kottelat 2012). *Barbucca diabolica* dostala svůj druhový název podle červené barvy očí a ploutevnických paprsků zakončených volnými trny (Roberts 1989). *B. elongata* se odlišuje jen mírně ve zbarvení a je v průměru o několik milimetrů větší (Vasil'eva a Vasil'ev 2012).

8.2 Genetické znaky

Zařazení rodu *Barbucca* do fylogenetického systému bylo sporné velmi dlouhou dobu na základě morfologických studií a jednotliví autoři se nedokázali dohodnout kam tento rod vlastně zařadit. *Barbucca* byla do studií zaměřených na molekulárně - fylogenetické analýzy zařazena jen dvakrát a jen

jedním autorem, a tudíž není z genetického hlediska o této rybě téměř nic známo. První molekulárně - fylogenetická analýza, do které byla *Barbucca* zařazena, právě z důvodu neznámé fylogenetické pozice, proběhla v roce 2007 a byl zde sekvenován jaderný gen RAG1. Výsledek byl docela překvapující, jelikož vzorky zástupců rodu *Barbucca* se v evolučním stromě nacházely v čeledi Balitoridae (Gastromyzontidae + Balitoridae + Serpenticobitidae), ale tam tvořily vlastní linii ležící na bázi této čeledi (Šlechtová a kol. 2007). Stejný výsledek byl potvrzen i o dva roky později při analýze stejného jaderného genu RAG1 celkově ale zaměřené na Ellopostomatidae, do které ale byla *Barbucca* také zahrnuta a opět vytvořila samostatnou větev tvořící vlastně sesterskou skupinu ke všem ostatním rodům, tehdy ještě řazeným do čeledi Balitoridae (Šlechtová a kol. 2009). Autory těchto dvou studií byla sice *Barbucca* brána jako součást Balitoridae, ale výsledky těchto dvou studií byly označeny jako jeden z nejdůležitějších důvodů k rozdělení čeledi Balitoridae na čtyři samostatné čeledi Barbuccidae, Balitoridae, Serpenticobitidae a Gastromyzontidae (Kottelat 2012).

9 Balitoridae



Balitora brucei - <http://www.fishbase.org>

Bhavana australis - <http://www.fishbase.org>

Čeď Balitoridae byla poprvé definována již v roce 1838 W. Swainsonem a v roce 2012 do ní náleželo 13 rodů a 94 druhů. Čeď Balitoridae je zastoupena pěti většími rody, rodem *Sinogastromyzon* s 20 druhy, rodem *Hemimyzon* se 16 druhy, rodem *Balitora* s 12 druhy, rodem *Homaloptera* s 11 druhy a rodem *Balitoropsis* s 10 druhy. Dalších osm rodů je již menších a patří sem rody *Homalopteroides* a *Homalopterula* oba se šesti druhy, *Metahomaloptera* a *Jinshaia* oba se třemi druhy, *Lepturichthys* a *Travancoria* mající oba po dvou druzích a nakonec tři monotypické rody *Bhavana*, *Cryptоторa* a *Neohomaloptera* (Kottelat 2012). Od roku 2012 v této čeledi také proběhlo několik změn. Například byl opět zaveden název rodu *Pseudohomaloptera* (Silas 1953), protože druhy *P. leonardi* a *P. sexmaculata* s ostatními zástupci rodu *Balitoropsis*, kam byli řazeni, tvořili parafyletický rod (Randall a Page 2015). Rod *Balitoropsis* nyní obsahuje jen na dva druhy, protože se zjistilo, že šest ostatních druhů je jen synonymních k druhu *B. zolligeri* (Randall a Riggs 2015). Další novinkou je rod *Ghatsa*, kam bylo přeřazeno pět jihoindických zástupců rodu *Homaloptera* (Randall a Page 2015). Od roku 2012 byly také popsány dva nové druhy patřící do rodů *Homalopteroides* (Randall a Page 2014) a *Balitora* (Raghavan a kol. 2013). Zástupci čeledi Balitoridae se vyskytují v celé jižní, jihovýchodní a také východní Asii, což je zajímavé například oproti čeledi Gastromyzontidae, která je sice druhověbohatší, ale je rozšířena na mnohem menším areálu a třeba v Indii nebo Barmě její zástupce nenajdeme (Kottelat 2012). Jednotlivé rody této čeledi se od sebe mohou výrazně lišit, což je zjevně

způsobeno extrémní ekologickou adaptací na život v rychle tekoucí vodě u některých z nich, které se díky plochému tělu a adhezivním výběžkům na párových ploutvích dokáží téměř přisát k podkladu (Silas 1953). Historie fylogenetického zařazení této skupiny je oproti ostatním čeledím celkem jednoduchá. Ve většině studií jsou zástupci této čeledi řazeni do stejné skupiny obsahující stejné druhy, ale jen nazvané jiným názvem Homalopteridae, kam se nejprve řadili společně se zástupci Gastromyzontidae (Regan 1911). Později v jiných studiích se Homalopteridae dělili na samostatné podčeledi Gastromyzontidae a Homalopterinae zahrnující všechny v té době známé druhy dnešní čeledi Balitoridae (Hora 1932), (Roberts 1973) a také (Sawada 1982). V jiných studiích již byl použit název Balitoridae (Siebert 1987). Největší změny začaly až s příchodem molekulárně - fylogenetických analýz. Nejprve byla od čeledi Balitoridae odtržena čeleď Ellopostomatidae (Šlechtová a kol. 2009) a největší změna se odehrála o tři roky později, kdy byly od čeledi Balitoridae odděleny tři další nové čeledi a to Barbuccidae, Serpenticobitidae a opět také Gastromyzontidae (Kottelat 2012).

9.1 Morfologické znaky

Zástupci čeledi Balitoridae, touto dobou řazení ještě s Gastromyzontidae do společné čeledi Homalopteridae, mají přední část horní čelisti tvořenou podobně jako Cobitidae intermaxilárními kostmi, nenajdeme u nich pevné horní patro a požerákové zuby mají podobně jako Cobitidae uloženy v jedné řadě, ale mají je více či méně specializované, plynový měchýř je extrémně redukovaný a tvořený jen pozůstatkem přední části uzavřené v kostěných kapsulích (Gill 1905). Balitoridae se vyznačují obvykle třemi páry vousků, výraznou mesethmoidální kostí, výraznými suborbitálními a preorbitálními kostmi, dorzálně zploštělým tělem a hlavou a ploutvemi postavenými kolmo k tělu (Regan 1911). Balitoridae sdílejí s Gastromyzontinae většinu znaků způsobených zřejmě zploštělou strukturou těla a lebky jako například chybějící boční týlní jamky, nebo také specifickou stavbu kostěného základu hrudních ploutví, ale u zástupců Balitoridae zde najdeme drobné rozdíly. Velký rozdíl mezi Balitoridae a Gastromyzontidae najdeme v subtemporálních otvorech, které u Balitoridae jsou velmi výrazné a hluboké. Výrazné odlišnosti najdeme také ve tvaru preorbitálních kostí, které jsou u obou čeledí modifikované a zástupci čeledi Balitoridae na základě těchto struktur připomínají spíše čeleď Cyprinidae, z toho bylo usuzováno, že podobnosti Balitoridae a Gastromyzontidae jsou způsobeny jen ekologickou adaptací a že se Balitoridae vyvinuli z Cyprinidae (Hora 1932). Problémy s fylogenetickou pozicí Balitoridae můžeme vidět také v další studii. Balitoridae mají mnoho znaků společných s čeledí Cyprinidae, které se ve většině případů týkají stavby, struktury a tvaru jednotlivých kostí tvořících lebku, ale mají také mnoho specifických znaků souvisejících převážně s tvarem lebky a zároveň mají mnoho znaků společných s čeledí Cobitidae. Výsledek této studie nakonec jen souhlasil s výsledkem studie předchozí, protože dle dat bylo společných znaků s Cyprinidae nejvíce, ale jeden pozitivní vliv tato studie určitě přinesla a tím bylo navržení samostatných čeledí Homalopteridae (dnešní Balitoridae) a Gastromyzontidae (Ramaswami 1952b), to bylo ostatně nezávisle navrhováno již i o rok dříve (Hora 1951). Zástupci čeledi Balitoridae ještě pod názvem Homalopteridae se zabývala i další studie, ve které se uvádělo, že Balitoridae mají většinu znaků vnější morfologie stejnou jako zástupci čeledi Gastromyzontidae, ale odlišují se v počtu nevětvených paprsků v párových ploutvích, které u zástupců Balitoridae najdeme dva. Větší odlišnosti lze najít ve stavbě kostry, kde se liší více hlavně ve tvaru basipterygia a ve tvaru subtemporálních otvorů. Zároveň bylo konstatováno, že druhové složení z pohledu morfologie je velice rozmanité (Silas 1953). Odlišný výsledek a také odlišnou hypotézu přinesla až po téměř 30 letech rozsáhlá studie

zaměřená na stavbu a strukturu lebky a v menší míře také na strukturu a stavbu kostry, která vyvrátila předchozí hypotézy o paralelní evoluci a nepřibuznosti Balitoridae s Gastromyzontidae. Z výsledku vyplynula hypotéza, že Balitoridae patří do podčeledi Homalopterinae, kam byli také společně s nimi zařazeni dnešní zástupci Gastromyzontidae a sesterskou skupinu této společné podčeledi tvoří podčeď Nemacheilinae, a také že Nemacheilinae teprve společně s Homalopterinae lze označit za čeleď (Sawada 1982). Autoři dalších studií sice spekulovali, zda zahrnout nebo nezahrnout do čeledi Homalopteridae dnešní zástupce čeledi Nemacheilidae, ale předchozí hypotézu o společné skupině zahrnující zástupce Balitoridae i Gastromyzontidae vlastně i přes tyto spory potvrdili (Roberts 1989; Nelson 2006).

9.2 Genetické znaky

Zástupci čeledi Balitoridae jsou evolučně diploidní ryby, které mají ve svém karyotypu většinou 50 chromozomů (Arai 2011). Zástupci čeledi Balitoridae byli zahrnuti do mnoha molekulárně - fylogenetických studií zaměřených buď na nadčeď Cobitoidea nebo i na celý řád Cypriniformes. První molekulárně - fylogenetická studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, proběhla v roce 2004, kde bylo využito sekvence mitochondriálního genu 12S rRNA a ve výsledku zde vznikly čtyři samostatné linie a jednou z nich byla linie obsahující zástupce Nemacheilidae, Cobitidae a Balitoridae (zde označeni ještě jako Homalopteridae). Jediným problémem v této studii byla skutečnost, že bylo použito jen několik vzorků z nadčeledi Cobitoidea, takže výsledek nebyl příliš průkazný (Liu 2004). Další studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, byla publikována v roce 2006 a sekvenován zde byl mitochondriální gen cyt b a CR. Výsledek této studie ukázal, že Balitoridae zde tvoří společnou větev s čeledí Gastromyzontidae. Zajímavá byla ale poloha této větve oproti čeledi Cobitidae, jelikož se Balitoridae nacházeli více na bázi (Tang a kol. 2006). Jak se ale ukázalo tak výsledek v další studii, ve které byl sekvenován celý mitochondriální genom, byl podobný a čeleď Balitoridae zde opět tvořila společnou větev z čeledi Gastromyzontidae, ale na rozdíl od předchozí studie zde Balitoridae a Gastromyzontidae vytvořili sesterskou větev s čeledí Nemacheilidae, kteří v této studii byli bráni jako součást Balitoridae (Saitoh a kol. 2006). Stejný výsledek potvrdily i další studie využívající sekvence mitochondriálních genů (Mayden a kol. 2008; Mayden a kol. 2009; Liu a kol. 2010) a také studie využívající kombinované soubory jaderných a mitochondriálních genů (Chen a kol. 2008; Tang a kol. 2010; Liu a kol. 2012), ale také studie, ve které byl využit jaderný gen RAG1 (Šlechtová a kol. 2007). Další studie zaměřená na sekvence jaderných genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) a jejich kombinovaného souboru o délce 5733 párů bází, do které byl zahrnut jeden vzorek z čeledi Gastromyzontidae a jeden vzorek z čeledi Balitoridae, ukázala, že Balitoridae společně s Gastromyzontidae vytvořili sesterskou skupinu pro větev obsahující čeleď Nemacheilidae a nově ustavenou čeleď Ellopostomatidae (Chen a kol. 2009). Podobný způsob zařazení se ukázal i v další studii, kde čeledi Balitoridae, Nemacheilidae a Ellopostomatidae vytvořili tři sesterské větve (Bohlen a Šlechtová 2009). Nejdůležitější událostí této čeledi bylo v roce 2012 oddělení nových čeledí Gastromyzontidae, Serpenticobitidae a Barbuccidae na základě rozdílných výsledků molekulárně - fylogenetických analýz a hlavně na základě výsledku studie od J. Bohlena a V. Šlechtové z roku 2009 (Kottelat 2012). Většina problémů s parafyletickými rody již byla vyřešena, ale stále na jeden takový narazit můžeme a tím je rod *Sinogastromyzon* (Randall a Page 2015).

10 Gastromyzontidae



Vanmanenia striga - <http://www.fishbase.org>

Gastromyzon ridens - <http://www.fishbase.org>

Čeleď *Gastromyzontidae* byla definována již v roce 1950 S. L. Horou a jako podčeleď již byla zmíněna v roce 1905 H. W. Fowlerem a v roce 2012 do ní náleželo 17 rodů a 132 druhů. Početně největšími rody této čeledi jsou *Gastromyzon* se 36 druhy, *Beaufortia* se 16 druhy, *Vanmanenia* taktéž se 16 druhy, *Sewellia* se 13 druhy, *Formosania* s 10 druhy a *Pseudogastromyzon* s devíti druhy. Mezi druhově méně početné rody patří *Neogastromyzon* se šesti druhy, dále pak rody *Erromyzon*, *Glanioptis*, *Liniparhomaloptera*, *Paraprotomyzon* a *Protomyzon* všechny zastoupené čtyřmi druhy, *Hypergastromyzon* se dvěma druhy a nakonec čtyři monotypické rody *Annamia*, *Katibasia*, *Parhomaloptera* a *Plesiomyzon* (Kottelat 2012). Jedinou významnou novinkou od roku 2012 v této čeledi je popis nového rodu nazvaného *Yaoshania*, kam byl přeřazen jako typový druh *Protomyzon pachychilus*, který byl v historii různě přesouván mezi ostatními rody, a jeho zařazení bylo nejasné. Zároveň byly v této čeledi popsány dva nové druhy: Jeden nový zástupce rodu *Erromyzon* (Yang a kol. 2012) a jeden nový zástupce rodu *Vanmanenia* (Yi a kol. 2014). Zástupci čeledi *Gastromyzontidae* jsou rozšířeni ve východní, jihovýchodní Asii a také v Indonésii. V jihovýchodní Asii je jejich areál rozšíření limitován pohorími, a proto je najdeme jen ve východní části tohoto regionu. Největší druhovou diverzitu mají zástupci čeledi *Gastromyzontidae* v Číně a vysoký počet druhů je znám také z Indonésie (Kottelat 2012). Zařazení čeledi *Gastromyzontidae* se v historii mnohokrát změnilo. Někteří autoři tyto ryby řadili již na začátku 20. století do samostatné podčeledi *Gastromyzontinae* (Fowler 1905). Někteří autoři řadili tyto ryby společně se známými zástupci čeledi *Balitoridae* do dříve používané čeledi nazvané *Homalopteridae* (Regan 1911). Používání názvu čeledi *Homalopteridae* vydrželo až do 90. let a bylo hojně používáno (Sawada 1982), ale v některých dalších studiích jsme se setkali již s rozdělením na podčeledi *Homalopterinae* a *Gastromyzontinae* (Hora 1932) a (Roberts 1973). Výsledky jiných studií zase ukazovaly, že *Gastromyzontidae* náleží do čeledi *Balitoridae*, to ukazovaly také výsledky prvních molekulárně - fylogenetických analýz (Saitoh a kol. 2006), (Tang a kol. 2005) a také (Šlechtová a kol. 2007). Dnes uznávaná fylogenetická hypotéza, tedy hypotéza o samostatné čeledi *Gastromyzontidae* byla zmíněna již i před téměř 70 lety (Hora 1950) a opětovně zavedena a uznána celkem nedávno (Kottelat 2012).

10.1 Morfologické znaky

Zástupci čeledi *Gastromyzontidae*, považovaní na začátku 20. století společně s *Balitoridae* za součást jedné velké čeledi *Homalopteridae*, mají přední část horní čelisti tvořenou podobně jako *Cobitidae* intermaxilárními kostmi, nenajdeme u nich pevné horní patro a požerákové zuby mají také podobně jako *Cobitidae* uloženy v jedné řadě, ale mají je více či méně specializované, plynový měchýř je extrémně redukovaný a tvořený jen pozůstatkem přední části uzavřené v kostěných kapsulích (Gill 1905). *Gastromyzontidae* se vyznačují obvykle třemi páry vousků, výraznou mesethmoidální kostí, výraznými suborbitálními a preorbitálními kostmi, dorzálně zploštělým tělem a hlavou a ploutvemi postavenými kolmo k tělu (Regan 1911). *Gastromyzontidae* mají mnoho společných znaků s *Balitoridae* jako například chybějící boční týlní jamky, nebo specifickou stavbu pletence hrudních ploutví, způsobenou zřejmě podobně jako u předchozí čeledi zploštělou strukturou těla, ale u *Gastromyzontidae* zde najdeme oproti *Balitoridae* přece jen drobné rozdíly. Výraznější rozdíl mezi *Gastromyzontidae* a *Balitoridae* najdeme v subtemporálních otvorech, které u *Gastromyzontidae* nejsou téměř viditelné. Výrazné odlišnosti najdeme také ve tvaru preorbitálních kostí, které jsou u obou čeledí výrazně modifikované a *Gastromyzontidae* díky těmto charakteristikám připomínají čeleď *Cobitidae* (Hora 1932). Podobný výsledek potvrdily i další studie, které zmiňovaly jak celkovou stavbu těla (Hora 1950), tak také strukturu a tvary jednotlivých kostí lebky (Ramaswami 1952c) a v obou těchto studiích byla navržena hypotéza, že zástupci *Gastromyzontidae* jsou samostatnou čeledí příbuznou s *Cobitidae* a jejich podobnost s *Balitoridae* souvisí jen s ekologickou adaptací. Podobnou hypotézu můžeme najít i v další studii, kde bylo konstatováno, že se *Gastromyzontidae* opravdu liší od *Balitoridae* převážně v kosterní morfologii, ale najdeme i rozdíl v počtu nevětvených paprsků v párových ploutvích, který je u *Gastromyzontidae* jen jeden. Čeleď *Gastromyzontidae* autor zároveň rozděloval na dvě podčeledi *Crossostomatinae*, kde pod jménem *Crossostoma* nalezneme dnešní zástupce rodu *Vanmanenia* a podčeleď *Gastromyzontinae* (Silas 1953). Velmi odlišné výsledky a z nich plynoucí hypotézu přinesla o více než 20 let později rozsáhlá studie zaměřená na kosterní analýzu, která ukázala přesvědčivé výsledky o zařazení zástupců *Gastromyzontidae* do systému. Z výsledků vyplynula hypotéza, že zástupci dnešních *Gastromyzontidae* společně se zástupci dnešní čeledi *Balitoridae* patří do podčeledi *Homalopterinae* a společně s *Nemacheilinae* tvoří čeleď *Homalopteridae* (Sawada 1982). Podobnou hypotézu potvrdily i další studie, jejichž autoři ale nezahrnovali do čeledi *Homalopteridae* zástupce dnešní čeledi *Nemacheilidae* (Roberts 1989) a tato hypotéza byla potvrzena také molekulárně fylogenetickými metodami (Šlechtová a kol. 2007).

10.2 Genetické znaky

Gastromyzontidae jsou evolučně diploidní ryby, které mají ve svém karyotypu většinou 50 chromozomů (Arai 2011). Zástupci čeledi *Gastromyzontidae* byli zahrnuti do většiny molekulárně-fylogenetických studií zaměřených na nadčeleď *Cobitoidea* nebo i na celý řád *Cypriniformes*. První molekulárně-fylogenetická studie využívající sekvence mitochondriálního genu 12S rRNA proběhla v roce 2004 a byly objeveny čtyři samostatné linie a jednou z nich byla linie *Nemacheilidae*, *Cobitidae*, *Balitoridae* a *Gastromyzontidae*. Jak již bylo zmíněno v kapitole 9.2, problémem této studie byl nízký počet použitých vzorků z nadčeledi *Cobitoidea*, takže výsledek nebyl příliš průkazný (Liu 2004). Další studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, byla publikována v roce 2006 a sekvenován zde byl mitochondriální gen *cyt b* a *CR*. Výsledek této studie ukázal, že *Gastromyzontidae* zde tvoří společnou

větev s čeledí Balitoridae. Zajímavá byla ale poloha této větve oproti čeledi Cobitidae, jelikož se Balitoridae nacházeli více na bázi (Tang a kol. 2006). Jak se ale ukázalo tak výsledek v další studii, ve které byla využita kompletní mitochondriální DNA, byl podobný a čeleď Gastromyzontidae zde opět tvořila společnou větev z čeledí Balitoridae, ale na rozdíl od předchozí studie zde Gastromyzontidae a Balitoridae vytvořili sesterskou větev s čeledí Nemacheilidae, kteří v této studii byli bráni jako součást Balitoridae (Saitoh a kol. 2006). Stejný výsledek potvrdily i další studie využívající sekvence mitochondriálních genů (Mayden a kol. 2008; Mayden a kol. 2009; Liu a kol. 2010) a také studie využívající kombinované soubory dat jaderných a mitochondriálních genů (Chen a kol. 2008; Tang a kol. 2010; Liu a kol. 2012), ale také studie, ve které byl využit jaderný gen RAG1 (Šlechtová a kol. 2007). Další studie využívající také jaderný gen RAG1 měla podobný výsledek a čeledi Balitoridae, Nemacheilidae a nově ustavená čeleď Ellopostomatidae vytvořili tři sesterské větve (Bohlen a Šlechtová 2009). Podobný způsob zařazení těchto linií se ukázal i v další studii, která byla zaměřena na sekvence jaderných genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) a jejich kombinovaného souboru údajů o délce 5733 párů bází, do které byl zahrnut jeden vzorek z čeledi Gastromyzontidae a jeden vzorek z čeledi Balitoridae, ukázala, že Gastromyzontidae společně s Balitoridae vytvořili sesterskou skupinu pro větev obsahující čeledi Nemacheilidae a Ellopostomatidae (Chen a kol. 2009). Gastromyzontidae byli odděleni v roce 2012 od čeledi Balitoridae na základě její jak extrémní morfologické rozmanitosti, tak také na základě rozdílných výsledků analýz genetických dat a hlavně na základě výsledku studie od J. Bohlena a V. Šlechtové z roku 2009 a stali se tak samostatnou čeledí (Kottelat 2012). To bylo navrhováno již v polovině 20. století na základě studií morfologických (Hora 1951).

11 Serpenticobitidae



S. octozona - <http://www.seriouslyfish.com>

S. zonata - <http://www.seriouslyfish.com>

Čeleď Serpenticobitidae byla definována v roce 2012 M. Kottelatem a dnes do ní náleží jeden rod a tři druhy. Čeleď Serpenticobitidae je již 5. zmíněnou monogenerickou čeledí, z čehož vyplývá, že téměř polovina dnes uznávaných čeledí Cobitoidea je vlastně monogenerických. Jednotlivé druhy této čeledi obývají pevninskou část jihovýchodní Asie a to převážně Thajsko, Kambodžu a Laos (Kottelat 2012). Zástupce čeledi Serpenticobitidae lze označit za nově objevené druhy, jelikož první dva druhy *S. cingulata* a *S. octozona* byly objeveny teprve v roce 1997 T. S. Robertsem a třetí druh *S. zonata* byl popsán o rok později M. Kottelatem (Kottelat 1998). Historie zařazení Serpenticobitidae je z pohledu fylogenetiky také velmi zajímavá. Nejprve byla tato čeleď díky své morfologické podobnosti brána jako součást čeledi Cobitidae (Roberts 1997), následně byla přeřazena jako součást Nemacheilidae

(Nalbant 2002). Z důvodů mnoha spekulací o správném zařazení byl rod *Serpenticobitis* zařazen do molekulárně - fylogenetické analýzy, kde se také tyto spekulace potvrdili, a ukázalo se, že *Serpenticobitis* tvoří samostatnou linii blízce příbuznou se zástupci dnešní čeledi *Gastromyzontidae* (Šlechtová a kol. 2007). Po zhodnocení výsledků předchozích morfologických a molekulárně fylogenetických analýz byla pro rod *Serpenticobitis* vytvořena vlastní čeleď *Serpenticobitidae* (Kottelat 2012).

11.1 Morfologické znaky

Rod *Serpenticobitis* jsou ryby v mnohém připomínající zástupce čeledi *Nemacheilidae*, ale odlišující se od nich výrazným suborbitálním trnem s dvěma výběžky, čímž připomíná zástupce čeledi *Cobitidae*. Malou velikostí hlavy, tvarem jednotlivých částí úst a tvarem vousků připomíná opět *Nemacheilidae*, ale tvarem těla se odlišuje od všech ostatních ryb z nadčeledi *Cobitoidea*. Pro rod *Serpenticobitis* může být specifický také tvar opercula, který sice mírně připomíná operculum u *Balitoridae*, ale je dostatečně odlišný. *Serpenticobitis* má také extrémně malé a hluboko uložené šupiny se specifickými výběžky, jaké u jiných ryb z nadčeledi *Cobitoidea* nenajdeme (Roberts 1997). Podobný názor na zařazení rodu *Serpenticobitis* potvrdil i další autor podle tvaru a velikosti vousků, podle tvaru žaludku a střeva a také tvarem plynového měchýře, který je tvořený ze dvou částí oddělených od sebe páteří a spojených zkostnatělým kanálkem (Nalbant 2001). Podobný názor byl potvrzen ještě v další studii, kde se opět ověřilo, že tvarem plynového měchýře, uspořádáním vousků a tvarem zažívacího traktu připomíná *Serpenticobitis* zástupce čeledi *Nemacheilidae*, ale přítomností suborbitálního trnu zase *Cobitidae*, takže byla právě kvůli nejasnému zařazení provedena molekulárně-fylogenetická analýza a *Serpenticobitis* překvapivě patřil mezi *Balitoridae* (Šlechtová a kol. 2007), což ale bylo J. Bohlenem odhadováno podle způsobu pohybu této ryby při jejím odchytu. Nejdůležitější krok ve zkoumání ryb rodu *Serpenticobitis* byl v roce 2012, kdy byl rod *Serpenticobitis* popsán jak díky své překvapivé pozici ve fylogenetickém systému dle sekvenční analýzy, tak také díky své specifické morfologii. Jako diagnostické znaky této nové čeledi tak bylo označeno jejich specifické zbarvení s hnědočernými pruhy, černé skvrny na všech ploutvích, velmi nápadná černá skvrna uprostřed ocasní ploutve, specifická poloha a tvar suborbitálního trnu, malá hlava s protáhlým a zakulaceným rypcem a také specifický tvar ploutví (Kottelat 2012).

11.2 Genetické znaky

Zařazení ryb rodu *Serpenticobitis* do fylogenetického systému bylo v historii podobně problematické jako u čeledi *Barbuccidae* a díky jejich specifickým morfologickým strukturám se jednotliví autoři nedokázali shodnout kam tyto ryby vlastně zařadit. *Serpenticobitis* byl do molekulárně-fylogenetických studií zařazen jen dvakrát v historii a to přímo do stejných jako *Barbucca*. První molekulárně-fylogenetická analýza, do které byl *Serpenticobitis* zařazen z důvodu neznámé fylogenetické pozice, byla publikována v roce 2007 a byl zde sekvenován jaderný gen RAG1. Výsledek byl docela překvapující, jelikož *Serpenticobitis* se v evolučním stromě nacházel v čeledi *Balitoridae* (*Gastromyzontidae* + *Balitoridae* + *Serpenticobitidae*) a tam tvořil celkem dobře oddělenou větev mezi dnes samostatnými čeleděmi *Gastromyzontidae* a *Balitoridae*, ale blíže příbuznou spíše k první

zmíněné čeledi (Šlechtová a kol. 2007). Stejný výsledek byl potvrzen i o dva roky později taktéž při analýze jaderného genu RAG1 celkově ale zaměřené na Ellopostomatidae, do které ale byl *Serpenticobitis* také zahrnut a opět vytvořil samostatnou větev tvořící sesterskou skupinu k rybám z rodů spadajících pod dnešní čeleď Gastromyzontidae (Šlechtová a kol. 2009). Autory těchto dvou studií byl sice *Serpenticobitis* brán jako součást čeledi Balitoridae, ale výsledky těchto dvou studií byly označeny jako jeden z nejdůležitějších důvodů k rozdělení čeledi Balitoridae na čtyři samostatné čeledi Barbuccidae, Balitoridae, Serpenticobitidae a Gastromyzontidae (Kottelat 2012).

12 Nemacheilidae



Barbatula barbatula - <http://www.fishbase.org>

Nemacheilus corica - <http://www.fishbase.org>

Čeleď Nemacheilidae byla ustavena v roce 1911 C. T. Regan a v roce 2012 do ní náleželo 46 rodů a 580 druhů. Mezi druhově nejpočetnější rody čeledi Nemacheilidae patřili v roce 2012 především rody *Schistura* se 193 druhy, *Triplophysa* se 119 druhy, *Oxynoemacheilus* se 42 druhy, *Nemacheilus* s 33 druhy, *Yunnanilus* s 25 druhy, *Barbatula* se 16 druhy, *Paraschistura* s 15 druhy, *Homatula* s 12 druhy a *Oreonectes* s 11 druhy (Kottelat 2012). Ostatní rody obsahovaly méně než 10 zástupců (příloha 4). Od tohoto roku se odehrálo mnoho významných změn v systematice a taxonomii této čeledi, byl popsán jeden nový rod a na 80 nových druhů. Mezi nově popsány druhy najdeme převážně ryby z rodů *Schistura* (24), *Paraschistura* (8), *Triplophysa* (8), *Oxynoemacheilus* (5), *Oreonectes* (4), *Homatula* (3), *Barbatula* (2) a také jeden nový druh rodu *Yunnanilus* (Eschmeyer 2016). Nový zástupci menších rodů jsou zmíněni v příloze 4. Nově popsáným rodem čeledi Nemacheilidae je rod *Paracanthocobitis* a jako typový druh byl pro něj ustaven *Paracanthocobitis zonalternans*, dříve patřící pod rod *Acanthocobitis*. Popisem tohoto nového rodu bylo sedm z devíti druhů patřících původně do rodu *Acanthocobitis* přesunuto do nově popsáného rodu *Paracanthocobitis*, který se tak díky sedmi přesutým druhům, společně s dalšími sedmi nově popsány druhy stal jedním z větších rodů patřících do této čeledi (Singer a Page 2015). Čeleď Nemacheilidae je v současnosti největší čeledí Cobitoidea a stále se rozrůstá. Zástupci této čeledi se vyskytují v celé Asii a téměř v celé Evropě a podobně jako zástupci čeledi Cobitidae jsou jednou ze dvou čeledí s největším areálem rozšíření. S čeledí Cobitidae také čeleď Nemacheilidae sdílí skutečnost, že obě tyto čeledi mají zastoupení v podobě druhu žijícího mimo Eurasii a tím je v případě Nemacheilidae *Afronemacheilus abyssinicus* žijící v Etiopii (Kottelat 2012), ke kterému byl popsán později další africký druh *Afronemacheilus kaffa* (Prokofijev a Golubtsov 2013). Problémem této čeledi je opětovné vrácení se zpět ke starším fylogenetickým konceptům u některých autorů. Někteří autoři řadí zástupce Nemacheilidae stále do čeledi Balitoridae a můžeme se

s tímto názorem setkat například u rybích parazitologů (Zhokhov a kol. 2016), nebo i u autorů zabývajících se přímo genetikou těchto ryb (Wu a kol. 2015).

12.1 Morfologické znaky

Zástupci čeledi Nemacheilidae, braní v této době jako součást čeledi Cobitidae, mají přední část horní čelisti tvořenou podobně jako většina Cyprinidae nebo i Homalopteridae intermaxilárními kostmi, nenajdeme u nich pevné horní patro, požerákové zuby mají zašpičatělé a podobně jako Cobitidae uloženy v jedné řadě, plynový měchýř mají výrazně redukovaný (Gill 1905). Nemacheilidae, v této době řazeni jako podčeleď do Cobitidae mají oproti jiným Cobitidae celkem krátkou hlavu, Plynový měchýř redukovaný a jeho přední část rozdělenou téměř na dvě menší části, které jsou kryté kostěnými kapsulemi a spojené jsou jen velmi úzkým kanálkem. U Nemacheilidae zároveň nenajdeme suborbitální trn a počet vousků se u této skupiny pohybuje mezi šesti až osmi (Regan 1911). Nemacheilidae se vyznačují hlavně specifickým postavením břišních a hrudních ploutví, které jsou většinou malé a obsahují jen minimum paprsků. Tělo těchto ryb je většinou pokryto velmi malými šupinami, ale výrazné je jejich zbarvení a také specifická umístění análního otvoru a přítomnost čtvrtého páru vousků u některých druhů nacházejících se u nosních otvorů (Hora 1932). Pokus se ale zaměříme na kosterní soustavu a převážně na tvar a strukturu lebky, tak zjistíme, že Nemacheilidae jsou spíše blíže příbuzní s čeleděmi Balitoridae a Gastromyzontidae. Specifickými znaky Nemacheilidae jsou nepřítomnost uroneurální kosti, preethmoidální kůstky, subtemporálního otvoru a přítomnosti epurální kosti a prepalatinní kosti. Zajímavostí ale bylo, že na základě využitých dat, mezi Nemacheilidae perfektně zapadali zástupci dnešní čeledi Vaillantellidae (Sawada 1982). Zařazení Nemacheilidae jako podčeleď čeledi Balitoridae vydrželo od roku 1982 až do 21. století právě v závislosti na již zmíněných znacích (Nelson 2006).

12.2 Genetické znaky

Nemacheilidae jsou evolučně diploidní druhy mající většinou 50 chromozomů, najdeme zde také druhy, které mají ve svém karyotypu 40 - 48 chromozomů (Arai 2011), ale narazit zde můžeme také na zástupce mající méně než 40 chromozomů. Například *Nemachilichthys ruppelli* má 38 chromozomů (Sember a kol. 2015), což je zatím zřejmě nejnížší diploidní počet u Cobitoidea. Mezi zástupci Nemacheilidae byl také nalezen jeden triploidní zástupce v jedné populaci druhu *Barbatula barbatula* (Collares-Pereira a kol. 1995). Zástupci čeledi Nemacheilidae byli součástí mnoha molekulárně - fylogenetických studií zaměřených na nadčeleď Cobitoidea nebo na celý řád Cypriniformes. První molekulárně - fylogenetická studie, do které byli zástupci této čeledi zahrnuti, byla publikována v roce 2004 a bylo využito sekvence mitochondriálního genu 12S rRNA a ve výsledku zde vznikly čtyři samostatné linie a jednou z nich byla linie obsahující zástupce Nemacheilidae, Cobitidae a Balitoridae. Výsledek v této studii nebyl ale příliš průkazný, protože bylo použito jen několik vzorků z nadčeledi Cobitoidea (Liu 2004). V další studii z roku 2006 byl sekvenován mitochondriální gen cyt b a CR. Výsledek této studie ukázal, že Nemacheilidae zde tvoří sesterskou větev s čeledí Cobitidae. (Tang a kol. 2006). Jak se ale ukázalo tak výsledek v další studii, ve které byla využita kompletní mitochondriální DNA, byl odlišný a čeleď Nemacheilidae zde tvořila společnou

větev z čeledi Balitoridae a ta teprve tvořila sesterskou větev k čeledi Cobitidae (Saitoh a kol. 2006). Stejný výsledek potvrdily i další studie využívající sekvence mitochondriálních genů (Mayden a kol. 2009), (Liu a kol. 2010) a také studie využívající kombinovaného souboru údajů vytvořeného ze sekvencí dvou mitochondriálních genů (COI a ND4+5) a čtyř jaderných genů (RH1, RAG1, EGR2B a IRBP) o délce 8541 párů bází (Liu a kol. 2012). Stejně výsledky následně také potvrdily studie využívající sekvence jaderných genů. Například výsledek studie, ve které byl využit jaderný gen RAG1 jasně ukazuje, že Nemacheilidae zde tvoří samostatnou linii sesterskou k čeledi Balitoridae (Šlechtová a kol. 2007). Po zahrnutí dalších skupin Cobitoidea se téměř nic nezměnilo, jen se nově stala sesterskou skupinou Nemacheilidae kromě Balitoridae také čeleď Ellopostomatidae (Bohlen a Šlechtová 2009). Podobný výsledek ukázala další studie zaměřená na sekvence jaderných genů (RAG1, RH, IRBP, EGR1, EGR2B, EGR3) a jejich kombinovaného souboru dat o délce 5733 párů bází, kde čeleď Nemacheilidae vytvořila sesterskou skupinu k nově zahrnuté čeledi Ellopostomatidae a společně s nimi teprve sesterskou skupinu k Balitoridae (Chen a kol. 2009). Velkým problémem této čeledi je extrémní parafyletismus některých rodů, z nichž asi nejproblematictější je rod Schistura, který je rozmístěný v celém evolučním stromu čeledi Nemacheilidae (Sember a kol. 2015).

13 Diskuze a závěr

Fylogenetické hypotézy o struktuře nadčeledi Cobitoidea prodělaly velmi složitý vývoj, který se nyní pokusím co nejjednodušeji shrnout. První hypotéza, která se alespoň částečně dotkla také nadčeledi Cobitoidea, se objevila v publikaci od W. Swainsona z roku 1838 a autor zde rozděloval Cobitoidea na čeleď Cobitidae, do které řadil podčeledi Cobitinae, Nemacheilinae a Balitorinae, ale Catostomidae řadil jako podčeleď do čeledi Cyprinidae. Další hypotéza se objevila až v publikaci od Fowlera v roce 1905, kde Cobitoidea rozděloval na čeledi Cobitidae (Cobitinae + Misgurninae) a Homalopteridae (Homalopterinae + Gastromyzoninae). Další hypotézu v roce 1905 publikoval T. Gill, který se zabýval zástupci čeledi Cyprinidae a zmiňoval zde, že mají čtyři příbuzné čeledi Catostomidae, Gyri-nocheilidae, Cobitidae a Homalopteridae, které stavěl na stejnou úroveň. V roce 1932 publikoval rozsáhlejší morfologickou studii S. L. Hora, který navrhol hypotézu, že se Cobitoidea skládají z čeledí Cobitidae (Cobitinae + Nemacheilinae) a Homalopteridae (Homalopterinae + Gastromyzoninae). Podobnou hypotézu navrhol také v roce 1940 L. S. Berg, který ale ustanovil v čeledi Cobitidae novou podčeleď Botiinae. V roce 1950 S. L. Hora rozvedl svojí předchozí hypotézu z roku 1932 a ustanovil Gastromyzonidae a Homalopteridae jako samostatné čeledi. Podobnou hypotézu publikoval také v roce 1952 - 1957 ve více studiích L. S. Ramaswami, který zahrnoval čeledi Cobitidae, Homalopteridae a Gastromyzontidae, ale čeledi Catostomidae a Gyri-nocheilidae považoval spíše jako blízké příbuzné k čeledi Cyprinidae. Další hypotézu rozdílnou od předchozích publikoval v rozsáhlé studii v roce 1982 Y. Sawada a rozděloval zde Cobitoidea na čeledi Cobitidae (Cobitinae + Botiinae) a Homalopteridae (Homalopterinae + Noemacheilinae). S podobnou hypotézou přišel v roce 1989 T. S. Roberts, který zastával systém: Cobitidae (Cobitinae + Botiinae + Nemacheilinae + Vaillantellinae) + Homalopteridae (Homalopterinae + Gastromyzoninae). Další hypotézu navrhl v publikaci z roku 2002 T. T. Nalbant, který do Cobitoidea zahrnoval čeledi Cobitidae, Nemacheilidae a Botiidae (Botiinae + Vaillantellinae). Poslední fylogenetickou hypotézu zaměřenou striktně na morfologická data publikoval v roce 2006 J. S. Nelson, který do Cobitoidea řadil čeledi Catostomidae, Gyri-nocheilidae, Cobitidae (Cobitinae + Botiinae) a Balitoridae (Balitorinae + Nemacheilinae). Příchodem molekulárně - fylogenetických technik se uspořádání nadčeledi Cobitoidea změnilo. První takovou práci publikovali Q. Tang a kol. v roce 2006, kteří navrhli uspořádání nadčeledi Cobitoidea takto: (Catostomidae (Gyri-nocheilidae (Botiidae (Balitoridae (Cobitidae + Nemacheilidae))))). Stejně uspořádání publikovali v roce 2006 také K. Saitoh a kol., ale ti ze své studie nevyvozovali žádné fylogenetické závěry. Podobnou fylogenetickou hypotézu publikovali v roce 2007 také V. Šlechtová a kol. a jen se mírně lišily pozice jednotlivých čeledí (Catostomidae (Gyri-nocheilidae (Botiidae (Vaillantellidae (Cobitidae (Balitoridae + Nemacheilidae)))))). Stejnou fylogenetickou hypotézu potvrdili v roce 2008 R. L. Mayden a kol. a jedinou změnou byla poloha čeledí Gyri-nocheilidae a Catostomidae, které vytvořily společnou větev. V další publikaci od R. L. Maydena a kol. z roku 2009 narazíme na hypotézu shodnou s hypotézou od V. Šlechtové a kol. z roku 2007. V roce 2009 byly publikovány další dvě studie, které se zabývaly polohou rodu *Ellopostoma*. Výsledek byl v obou studiích podobný a lišil se právě jen v poloze nově zahrnutého rodu, který ve studii od J. Bohlena a V. Šlechtové vypadal takto: (Ellopostomatidae + Balitoridae + Nemacheilidae) a ve studii od W. -J. Chena a kol. takto: (Ellopostomatidae (Balitoridae + Nemacheilidae)) a poloha ostatních čeledí se v obou studiích shodovala se studií od V. Šlechtové a kol. z roku 2007. V další studii od S. Q. Liu z roku 2012 byla opět potvrzena hypotéza od V. Šlechtové a kol. z roku 2007 a poloha jednotlivých čeledí ve fylogenetickém stromu byla totožná. Poslední a v dnešní době uznávanou fylogenetickou hypotézu publikoval v roce 2012 ve své studii využívající jak morfologická, tak také genetická data M. Kottelat a zavedl tak toto uspořádání (Gyri-nocheilidae

(Botiidae (Vaillantellidae (Cobitidae (Ellopostomatidae + Nemacheilidae (Barbuccidae (Balitoridae (Serpenticobitidae + Gastromyzontidae)))))))).

Fylogenetika nadčeledi Cobitoidea dle zjištěných informací určitě není jednoduchou záležitostí a můžeme se setkat s mnoha odlišnými, ale také některými mírně spornými hypotézami. Nejpersvědčivějšími lze označit některé molekulárně - fylogenetické studie, které ve většině případů dávají stejný výsledek a jedinou problematickou čeledí při použití těchto metod je čeleď Catostomidae, která se v různých studiích nachází ve fylogenetickém stromě často v odlišné pozici a určitě diskutuje, zda tato čeleď opravdu patří mezi Cobitoidea je zde na místě. Fylogenetické hypotézy založené na morfologických datech jsou mnohem zajímavější ve své rozmanitosti zaměření, ale také v mnoha rozdílných výsledcích z nich vyvozených. Morfologická data u většiny čeledí můžeme označit za spolehlivá, ale problémem ve většině případů byly některé znaky jako třeba suborbitální trn, které byly dříve označovány jako apomorfní a o kterých se dnes ví, že jsou znaky zřejmě plesiomorfní a u některých čeledí postupem evoluce byly redukovány, až téměř vymizely. Důležitou informací, která rozhodně stojí za zmínku je, že například čeleď Catostomidae nikdy nebyla na základě morfologických dat řazena mezi Cobitoidea, ale byla brána jako příbuznější s Cyprinidae. Mnohokrát se v historických morfologických studiích setkáme také s hypotézami, že ani Gyriinocheilidae nepatří mezi Cobitoidea, ale že patří mezi Cyprinidae a takto podobně mezi Cyprinidae bylo několikrát v historii řazeno i několik dalších rodů z ostatních čeledí Cobitoidea. Hypotéza, která mě ale nejvíce překvapila, se týkala čeledí Balitoridae a Gastromyzontidae a mezi autory kolovala přibližně v polovině 20. století. Tato hypotéza říkala, že podobnost mezi Balitoridae a Gastromyzontidae je dána jen paralelní evolucí těchto dvou linií, které osidlují podobné životní prostředí, ale že se Balitoridae vyvinuli z Cyprinidae a Gastromyzontidae z Cobitidae a pro tuto hypotézu se opravdu našlo několik potvrzujících znaků, ale byla zase velmi brzy zavrhnuta. I přes velké množství různých hypotéz lze říci, že morfologická data s daty molekulárními souhlasí a pokud budeme hledat podporu v morfologických datech pro nejnovější systematické uspořádání nadčeledi Cobitoidea od M. Kottelata (2012) založené převážně na molekulárních datech od V. Šlechtové (2009), tak vždy pro každou čeleď najdeme nějaké specifické znaky, kterými lze tuto hypotézu potvrdit.

Fylogenetika nadčeledi Cobitoidea je v rámci čeledí již většinou pečlivě probádaná, ale narazíme na mnoho chybějících informací, které by mohly přinést další důležitá zjištění. Rozdílný výsledek bychom mohli například zjistit u třech monogenerických čeledí Ellopostomatidae, Barbuccidae a Serpenticobitidae, pokud bychom je zařadili do studie využívající sekvence mitochondriálních genů, protože fylogenetická pozice těchto čeledí byla studována zatím jen na základě jaderných genů a další problém těchto tří čeledí je jejich neznámý karyotyp a tudíž ani ploidie. Jako další možnost pro následující práci bych určitě uvedl chybějící vnitřní strukturu u některých čeledí a to i u největší čeledi Nemacheilidae, ale ověřit by také potřebovaly jednotlivé druhy v monotypických čeledích. Největším problémem, který by bylo potřeba odstranit, jsou polyfyletické rody, na které narazíme téměř ve všech šesti nemonotypických čeledích a v největší míře v čeledi Nemacheilidae, hlavně v rámci rodu Schistura, na jehož menší část se zaměřím nejspíše v diplomové práci.

14 Seznam literatury

Acharjee, M. L., Barat, S. 2014. Loaches of Darjeeling Himalaya and Adjoining areas of West Bengal: their Prospects as Ornamental Fish and Constraints *Int. J. Pure App. Biosci.*, 2 (3):258-264

Arai, R. 2011. *Fish karyotypes: a check list*. New York: Springer. ISBN 4431538763.

Bartoňová E., Papoušek I., Lusková V., Koščo J., Lusk S., Halačka K., Švátora M. & Vetešník L. 2008. Genetic diversity of *Sabanejewia balcanica* (Osteichthyes: Cobitidae) in the waters of the Czech Republic and Slovakia. *Folia Zool.*, 57: 60–70.

Berg, L. S. 1940. Classification of fishes, both recent and fossil. *Trav. Inst. Zool. Acad. Sci. USSR*, 5: 87–345.

Bohlen, J. & P. Ráb. 2001. Species and hybrid richness in spined loaches of the genus *Cobitis* (Teleostei: Cobitidae), with a checklist of European forms and suggestions for conservation. *J. Fish. Biol.*, 59:75–89.

Bohlen, J. & V. Šlechtová. 2009. Phylogenetic position of the fish genus *Ellopostoma* (Teleostei: Cypriniformes) using molecular genetic data. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 20(2): 157–162.

Bohlen, J., Völker, M., Rábová, M., Ráb, P. 2008. Note on the banded karyotype of the enigmatic South Asian loach *Vaillantella maassi* (Cypriniformes: Vaillantellidae). *Ichthyol. Res.*, 55: 82–84.

Boron, A. 1999. Banded karyotype of spined loach *Cobitis taenia* and triploid *Cobitis* from Poland. *Genetica*, 105:293–300.

Buj, I., Šanda, R., Marčić, Z., Čaleta, M. & M. Mrakovčić. 2015. Sexual dimorphism of five *Cobitis* species (Cypriniformes, Actinopterygii) in the Adriatic Watershed. *Folia Zool.*, – 64 (2): 97–103.

Collares-Pereira, M. J., Madeira, J. M. a Petr Ráb. 1995. Spontaneous triploidy in the stone loach *Noemacheilus barbatulus* (Balitoridae). *Copeia* 1995: 483-484.

Doosey, M. H., H. L. Jr. Bart, K. Saitoh, and M. Miya. 2010. Phylogenetic relationships of catostomid fishes (Actinopterygii: Cypriniformes) based on mitochondrial ND4/ND5 gene sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 54:1028–1034.

Erkakan, F. & F. Özdemir. 2014. The first new cave fish species, *Cobitis damlae* (Teleostei: Cobitidae) from Turkey. *J. Biol. & Chem.*, 42 (2): 275–279.

Eschmeyer, W. N. and R. Fricke, and R. van der Laan (eds). *Catalog of Fishes: Genera, Species, References*. Electronic version accessed 2016. [This version was edited by Bill Eschmeyer.] (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

Flegr, J. 2009. *Evoluční biologie*. Academia. ISBN 9788020017673.

Fowler, H. W. 1905. Some fishes from Borneo. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 57: 455–523.

- Froese, R. and D. Pauly.** (Eds.) 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (01/2016).
- Gill, T. N.** 1905. The family of cyprinids and the carp as its type. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 48(1591):195–217.
- Harris, P. M., Mayden, R. L.** 2001. Phylogenetic relationships of major clades of Catostomidae (Teleostei: Cypriniformes) as inferred from mitochondrial SSU and LSU rDNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 20: 225–237.
- Hora, S. L.** 1932. Classification, bionomics and evolution of homalopterid fishes. *Memoirs of the Indian Museum*, 12: 263–330.
- Hora, S. L.** 1950. Notes on homalopterid fishes in the collection of certain American museums. *Rec. Indian Mus.* 48: 45–57.
- Chen, Y. X. & Chen, Y. F.** 2007. *Bibarba bibarba*: A new genus and species of Cobitinae (Pisces: Cypriniformes: Cobitidae) from Guangxi Province (China). *Zoologischer Anzeiger* 246 (2): 103–113.
- Chen, W. -J., V. Lheknim & R. L. Mayden.** 2009. Molecular phylogeny of the Cobitoidea (Teleostei: Cypriniformes) revisited: position of enigmatic loach *Ellopostoma* resolved with six nuclear genes. *Journal of Fish Biology*, 75(9): 2197–2208.
- Jacquemin S. J., Doll J. C.** 2015. Macroecology of North American suckers (Catostomidae): tests of Bergmann's and Rapoport's rules. *Ecol Evol.*, 5(18): 3895–3904.
- Jakovlić, I., Wu, Q. -J., Tree, T., Šprem, N. and J.-F. Gui.** 2013. Introgression evidence and phylogenetic relationships among free (*Para*)*Misgurnus* species as revealed by mitochondrial and nuclear DNA markers. *Arch. Biol. Sci.*, 65 (4): 1463–1467.
- Janko, K., Kotlík, P., Rab, P.** 2003. Evolutionary history of asexual hybrid loaches (Cobitis: Teleostei) inferred from phylogenetic analysis of mitochondrial DNA variation. *J. Evol. Biol.*, 16: 1280–1287.
- Janko, K., Kotusz, J., De Gelas, K., Šlechtová, V., Opoldusová, Z., Drozd, P., Choleva, L., Popiołek, M., Baláž, M.** 2012. Dynamic Formation of Asexual Diploid and Polyploid Lineages: Multilocus Analysis of Cobitis Reveals the Mechanisms Maintaining the Diversity of Clones. *PLoS ONE*, 7(9): e45384.
- Kottelat, M.** 1990. Indochinese nemacheilines. A revision of nemacheiline loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and southern Viet Nam. *Raffles Bulletin of Zoology*, 38(1): 85–86.
- Kottelat, M.** 1994. *Vaillantella cinnamomea*, a new species of balitorid loach from eastern Borneo. *Japan J. Ichthyol.* 40: 427–431.
- Kottelat M.** 2012. Conspectus Cobitidum: an inventory of the loaches of the world (Teleostei: Cypriniformes: Cobitoidei). *Raffles Bull. Zool. Suppl.*, 26: 1–199.
- Kottelat, M. & J. Freyhof.** 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Cornol: Publications Kottelat, ISBN 9782839902984.

- Kottelat, M., Lim, K. K. P.** 1995. Freshwater fishes of Sarawak and Brunei Daressalam: a preliminary annotated check-list. *The Sarawak Mus. J.*, 48, 227–256.
- Krasyukova, Z. V. & A. V. Gusev.** 1987. Description of the new species *Gyrinocheilus monchadskii* sp. n. (Gyrinocheilidae) and the new species of its parasite monogenean *Dactylogyrus lindbergi* sp. n. (Dactylogyridae, Dactylogyridea). *Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*, 162: 67–73.
- Liu, S. Q.** 2004. Phylogenetic Relationships of the Cypriniformes Tested by mtDNA 12S rRNA Sequence Variations. *Acta genetica sinica*, 31: 137 – 142.
- Liu, S. -Q., Mayden, R. L., Zhang, J. -B., Yu, D., Tang, Q. -Y., Deng, X., Liu H. -Z.** 2012. Phylogenetic relationships of the Cobitoidea (Teleostei: Cypriniformes) inferred from mitochondrial and nuclear genes with analyses of gene evolution. *Gene*, 508: 60–72.
- Liu, S. Q., Zhang, J. B., Tang, Q. Y., Liu, H. Z.** 2010. Phylogenetic relationships among Cobitoidea based on mitochondrial ND4 and ND5 gene sequences. *Zool. Res.*, 31, 221–229.
- Mayden, R. L., Chen, W. -J., Bart, H. L., Doosey, M. H., Simons, A. M., Tang, K. L., Wood, R. M., Agnew, M. K., Yang, L., Hirt, M. V., Clements, M. D., Saitoh, K., Sado, T., Miya, M. & M. Nishida.** 2009. Reconstructing the phylogenetic relationships of the earth's most diverse clade of freshwater fishes – order Cypriniformes (Actinopterygii: Ostariophysii): a case study using multiple nuclear loci and the mitochondrial genome. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 51(3): 500–514.
- Mayden, R.L., Tang, K.L., Wood, R.M., Chen, W.-J., Agnew, M.K., Conway, K.W., Yang, L., Simons, A.M., Bart, H.L., Harris, P.M., Li, J.B., Wang, X.Z., Saitoh, K., He, S.P., Liu, H.Z., Chen, Y.Y., Nishida, M., Miya, M.,** 2008. Inferring the tree of life of the order Cypriniformes, the earth's most diverse clade of freshwater fishes: implications of varied taxon and character sampling. *J. Syst. Evol.*, 46: 424–438.
- Morishima, K., Nakamura-Shiokawa, Y., Bando, E., Li Y., Boron, A., Khan, M. R., Arai, K.** 2008. Cryptic clonal lineages and genetic diversity in the loach *Misgurnus anguillicaudatus* (Teleostei: Cobitidae) inferred from nuclear and mitochondrial DNA analyses. *Genetica*, 132: 159–171.
- Nalbant, T. T.** 2001. Die systematische Stellung der Gattung *Serpenticobitis* (Pisces: Ostariophysii: Cobitoidea). *BSSW Report*, 13(1): 8–11.
- Nalbant, T. T.** 2002. Sixty million years of evolution. Part one: Family Botiidae (Pisces: Ostariophysii: Cobitoidea). *Trav. Mus. Hist. Nat. "Grigore Antipa"*, 44: 309–344.
- Nalbant, T. T., Bañarescu, P.** 1977. Vaillantellinae, a new sub-family of Cobitidae (Pisces, Cypriniformes). *Zool. Meded.*, 52: 99–105.
- Nelson, J. S.** 2006. *Fishes of the world*. 4th ed. Hoboken, N. J.: John Wiley. ISBN 0471250317.
- Perdices, A., Bohlen, J., Šlechtová, V., Doadrio, I.** 2016. Molecular Evidence for Multiple Origins of the European Spined Loaches (Teleostei, Cobitidae). *PLoS ONE*, 11(1): e0144628.

Plíštil, J. (Ed.) 2016. AQUATAB. World Wide Web electronic publication. <http://www.aquatab.net/>, verze (4/2016).

Prokofiev A. M. & A. S. Golubtsov. 2013. Revision of the loach genus *Afronemacheilus* (Teleostei: Balitoridae: Nemacheilinae) with description of a new species from the Omo-Turkana basin, Ethiopia. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 24 (1): 1-14.

Raghavan, R., Tharian, J., Ali, A., Jadhav S. & N. Dahanukar. 2013. *Balitora jalpalli*, a new species of stone loach (Teleostei: Cypriniformes: Balitoridae) from Silent Valley, southern Western Ghats, India. *Journal of Threatened Taxa*, 5(5): 3921–3934.

Ramaswami, L. S. 1952a. Skeleton of cyprinoid fishes in relation to phylogenetic studies. I. The systematic position of the genus *Gyrinocheilus* Vaillant. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 18(2): 125–140.

Ramaswami, L. S. 1952b. Skeleton of cyprinoid fishes in relation to phylogenetic studies. III. The skull and other skeletal structures of homalopterid fishes. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 18(6): 495–517.

Ramaswami, L. S. 1952c. Skeleton of cyprinoid fishes in relation to phylogenetic studies. IV. The skull and other skeletal structures of gastromyzonid fishes. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 18(6): 519-538.

Ramaswami, L. S. 1953. Skeleton of cyprinoid fishes in relation to phylogenetic studies. V. The skull and the gasbladder capsule of the Cobitidae. *Proc. Nat. Inst. Sci. India* 19(3): 323–347.

Ramaswami, L. S. 1957. Skeleton of cyprinoid fishes in relation to phylogenetic studies. VIII. The skull and Weberian ossicles of Catostomidae. *Proc. Zool. Soc. Oalcutta, Mookerjee Mem.* 293-303.

Randall, Z. S. & Page, L. M. (2014) A New Species of Homalopteroides (Teleostei: Balitoridae) from Sarawak, Malaysian Borneo. *Copeia*, 1: 160–167.

Randall, Z. S. & Page, L. M. (2015) On the paraphyly of Homaloptera (Teleostei: Balitoridae) and description of a new genus of hillstream loaches from the Western Ghats of India. *Zootaxa*, 3926 (1): 57–86.

Randall Z. S. & P. A. Riggs. 2015. Revision of the hillstream lizard loaches, genus *Balitoropsis* (Cypriniformes: Balitoridae) *Zootaxa*, 3962 (1): 206–225.

Regan, C. T. 1911. The classification of teleostean fishes of the order Ostariophysi. I. Cobitoidea. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8: 13–32.

Roberts, T. R. 1972. An attempt to determine the systematic position of *Ellopostoma megalomycter*, an enigmatic freshwater fish from Borneo. *Breviora*, 384: 1–16.

Roberts, T. R. 1989. The freshwater fishes of western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). *Mem. Calif. Acad. Sci.*, 14: 1–210.

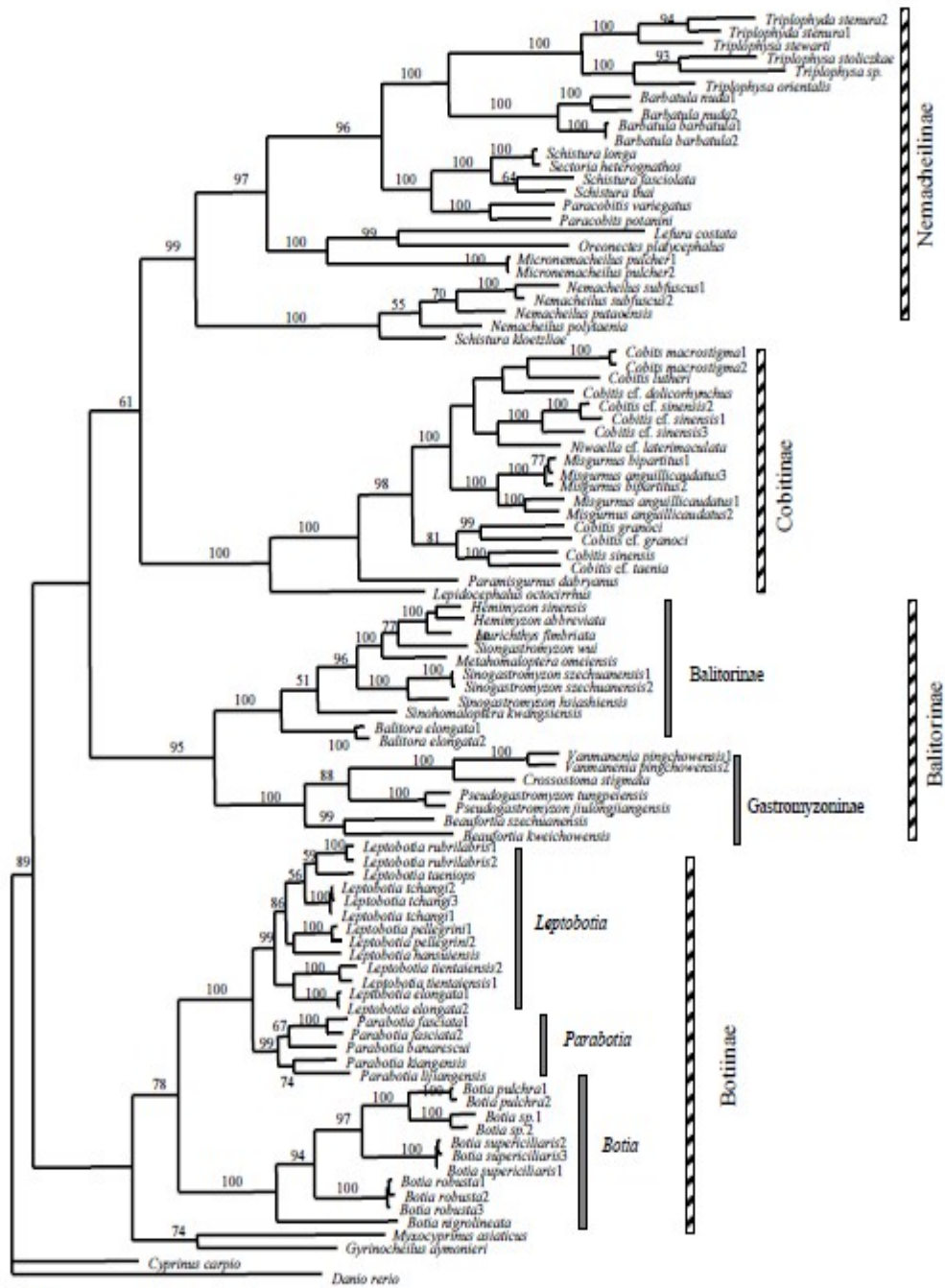
Roberts, T. R. 1997. Serpenticobitis, a new genus of cobitid fishes from the Mekong basin, with two new species. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.*, 45: 107–115.

- Saitoh, K., Sado, T., Mayden, R. L., Hanzawa, N., Nakamura, K., Nishida, M., Miya, M.** 2006. Mitogenomic evolution and interrelationships of the Cypriniformes (Actinopterygii: Ostariophysi): the first evidence toward resolution of higherlevel relationships of the world's largest freshwater fish clade based on 59 whole mitogenome sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 63: 826–841.
- Sawada, Y.** 1982. Phylogeny and zoogeography of the superfamily Cobitoidea (Cyprinoidei, Cypriniformes). *Mem. Fac. Fish., Hokkaido University*, 28: 65–223.
- Sember, A., Bohlen, J., Šlechtová, V., Altmanová, M., Symonová, R. & P. Ráb.** 2015. Karyotype differentiation in 19 species of river loach fishes (Nemacheilidae, Teleostei): extensive variability associated with rDNA and heterochromatin distribution and its phylogenetic and ecological interpretation. *BMC Evolutionary Biology*, 15:251.
- Siebert, D. J.** 1987. Interrelationships among families of the order Cypriniformes (Teleostei). Ph.D. thesis, Univ. New York.
- Silas, E. G.** 1953. Classification, zoogeography and evolution of the fishes of the cyprinoid families Homalopteridae and Gastromyzonidae. *Records of the Indian Museum*, 50: 173–263.
- Suzuki, A., Taki, Y.** 1996. Tetraploidisation in the cobitid subfamily Botinae (Pisces, Cypriniformes). *Cytobios*, 85: 229–245.
- Swainson, W.** 1838. *The natural history of fishes, amphibians, & reptiles, or monocardian animals*. Vol. 1. Longman, Brown, Green & Longmans, London. vi+368 pp.
- Šlechtová, V., Bohlen, J., Freyhof, J., Ráb, P.** 2006. Molecular phylogeny of the Southeast Asian freshwater fish family Botiidae (Teleostei: Cobitoidea) and the origin of polyploidy in their evolution. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 39: 529–541.
- Šlechtová, V., Bohlen, J., Perdices, A.** 2008. Molecular phylogeny of the freshwater fish family Cobitidae (Cypriniformes: Teleostei): Delimitation of genera, mitochondrial introgression and evolution of sexual dimorphism. *Mol Phylogenet Evol*, 47: 812–831.
- Tan, H. H. & K. K. P. Lim.** 2002. A new species of *Ellopostoma* (Teleostei: Cypriniformes: Balitoridae) from peninsular Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology*, 50(2): 453–457.
- Tang, K. L., M. K. Agnew, M. V. Hirt, T. Sado, L. M. Schneider, J. Freyhof, Z. Sulaiman, E. Swartz, C. Vidthayanon, M. Miya, K. Saitoh, A. M. Simons, R. M. Wood & R. L. Mayden.** 2010. Systematics of the subfamily Danioninae (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 57: 189–214.
- Tang, Q., Liu, H., Mayden, R., Xiong, B.** 2006. Comparison of evolutionary rates in the mitochondrial DNA cytochrome b gene and control region and their implications for phylogeny of the Cobitoidea (Teleostei: Cypriniformes). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 39: 347–357.
- Tang, Q., Xiong, B., Yang, X., Liu, H.** 2005. Phylogeny of the East Asian botiine loaches (Cypriniformes, Botiidae) inferred from mitochondrial cytochrome b sequences. *Hydrobiologia* 544, 249–258.
- Tweedie, M. W. F.** 1956. Notes on Malayan fresh-water fishes. 6. A method of collecting small fishes, especially loaches. 7. Cobitidae and Cyprinidae in the Raffles Museum collection. 8. *Wallago miostoma*. *Bulletin of the Raffles Museum*, 27: 56–64.

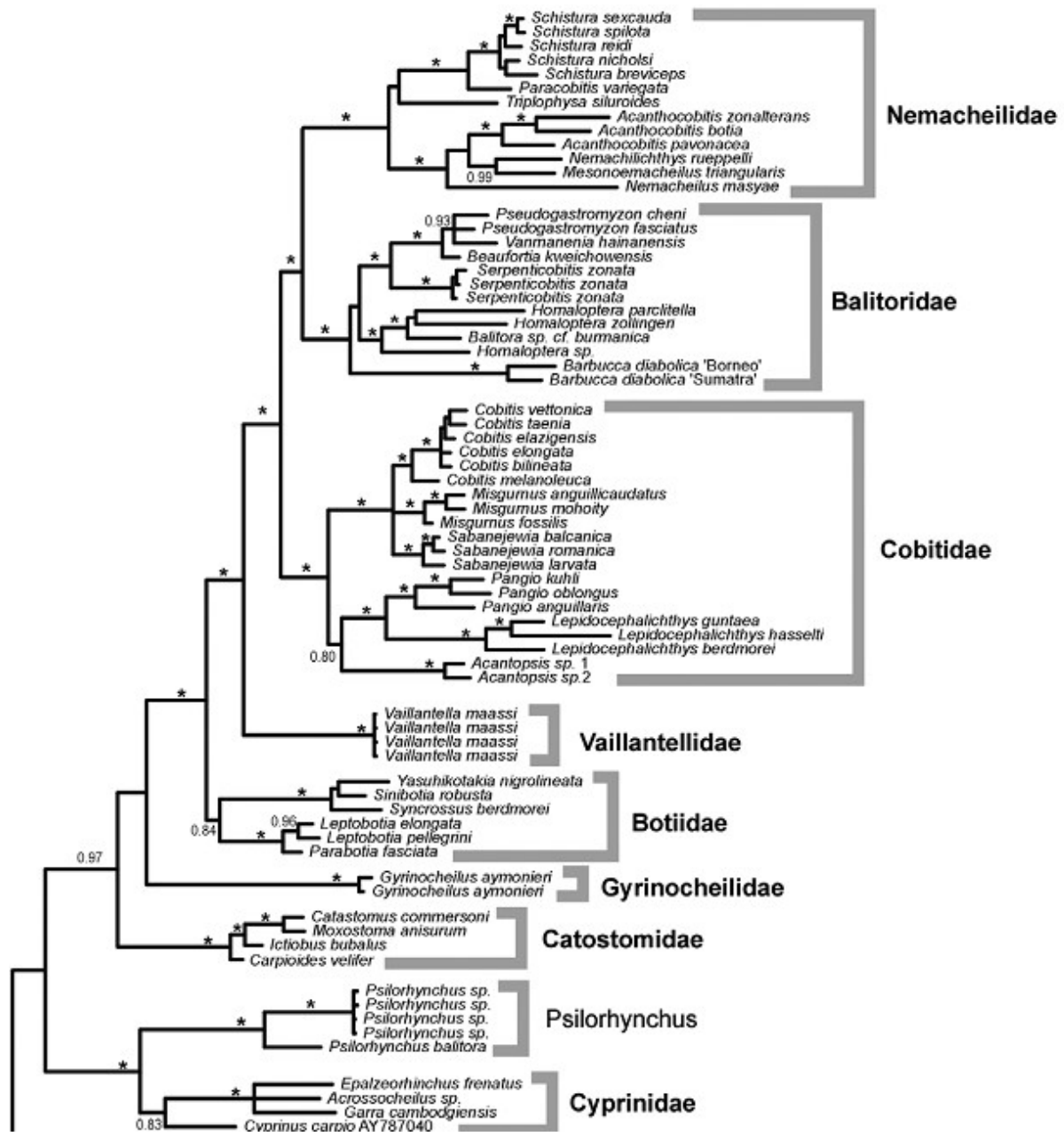
- Uyeno, K., Nagase, A., Ye, Y. J.** 1988. Tetraploid Origin of the Karyotype of the Asian Sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Jpn. J. Ichthyol.*, 34: 512–514.
- Uyeno, T., Smith, G. R.** 1972. Tetraploid origin of the karyotype of catostomid fishes. *Science*, 175: 644–646.
- Vasil'eva, E. D. & Vasil'ev, V. P.** 2012. Fishes of inland waters of the Phu Quoc Island, Gulf of Thailand, Vietnam: Ichthyofauna structure and some remarks on the major evolutionary trends in its genesis, *Acta Ichthyol. Piscatoria*, 42 (3): 193–214.
- Vasil'eva, E. D. & Vasil'ev, V. P.** 2013. Two new species of cypriniform fishes from the fauna of Phu Quoc Island, Gulf of Thailand, Vietnam, *J. Ichthyol.*, 53 (5): 317–325.
- Weber, M. & L. F. de Beaufort.** 1916. *The fishes of the Indo-Australian archipelago. III. Ostariophysi: II Cyprinoidea, Apodes, Synbranchi*. Brill, Leiden. xv+455 pp.
- Wu, J., He, Y., Ren, H., Zhang, Y., Du, Z., Xie, M., Zhu, G., Wang, Q., Jiang, Y., Hea T. & A. Wen.** 2015. The complete mitochondrial genome sequence of *Beaufortia szechuanensis* (Cypriniformes, Balitoridae) *Mitochondrial DNA*, Early Online: 1–2.
- Wu, T. -J., Yang, J. & Xiu, L. -H.** 2015. A new species of *Bibarba* (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae) from Guangxi, China. *Zootaxa*, 3905 (1): 138–144.
- Yang, J., Kottelat, M., Yang, J. -X. & X. - Y. Chen.** 2012. *Yaoshania* and *Erromyzon kalotaenia*, a new genus and a new species of balitorid loaches from Guangxi, China (Teleostei: Cypriniformes) *Zootaxa*, 3586: 173–186.
- Yi, W. -J., Zhang, E. & J. -Z. Shen.** 2014. *Vanmanenia maculata*, a new species of hillstream loach from the Chang-Jiang Basin, South China (Teleostei: Gastromyzontidae). *Zootaxa*, 3802 (1): 085–097.
- You, C., Yu, X., Tong, J.** 2009. Detection of hybridization between two loach species (*Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus*) in wild populations. *Environ. Biol. Fish.*, 86: 65–71.
- Zhokhov, A. E., Shershneva, A. V., Pugacheva, M. N.** 2016. A checklist of the protozoan and metazoan parasites of stone loach, *Barbatula barbatula* (Cypriniformes, Balitoridae). *Parazitologie*, 50 (1): 40–57.

15 Přílohy

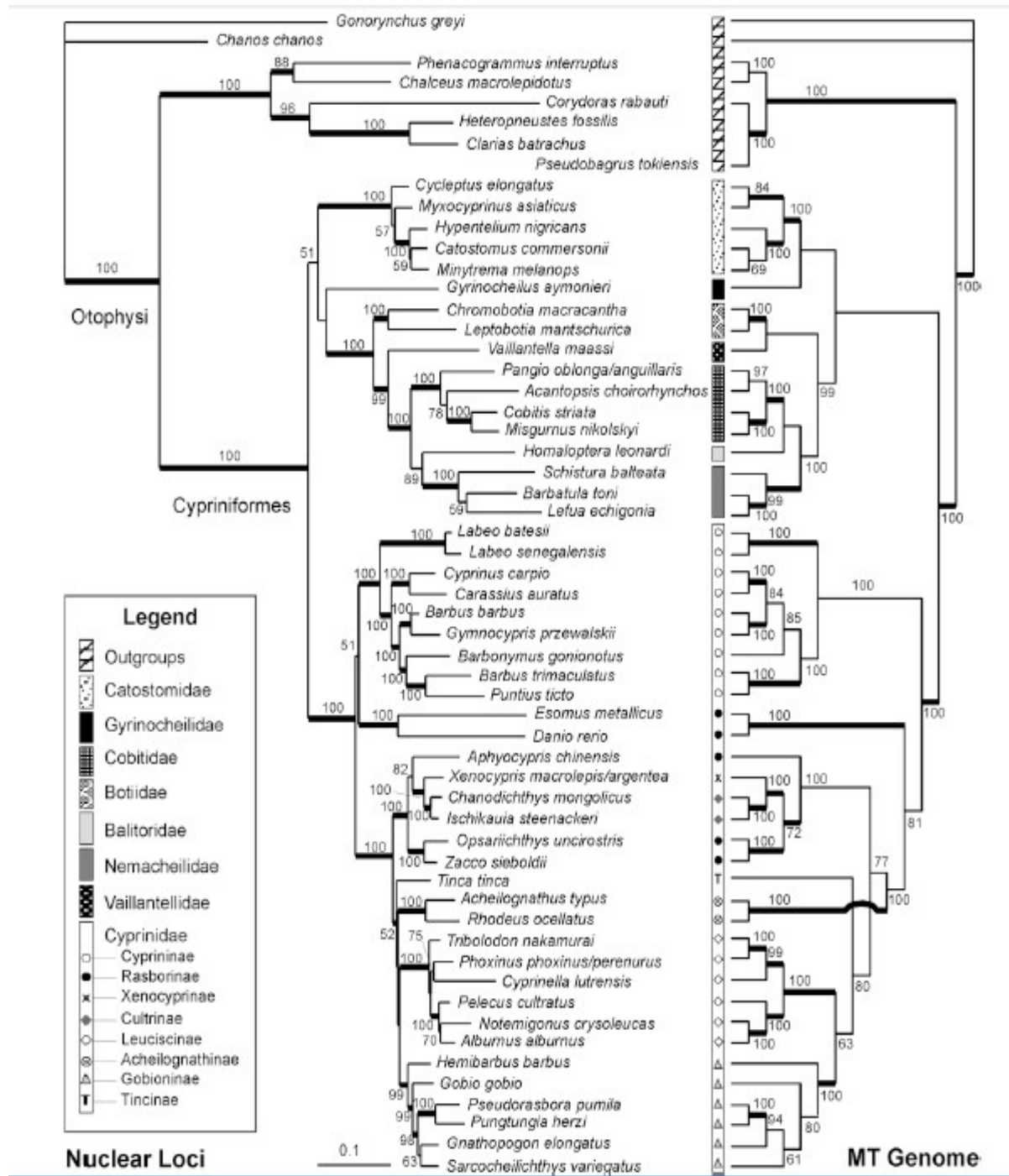
Příloha 1: Fylogenetický strom vytvořený ze sekvencí mitochondriálních genů cyt b a CR (Tang a kol. 2006)



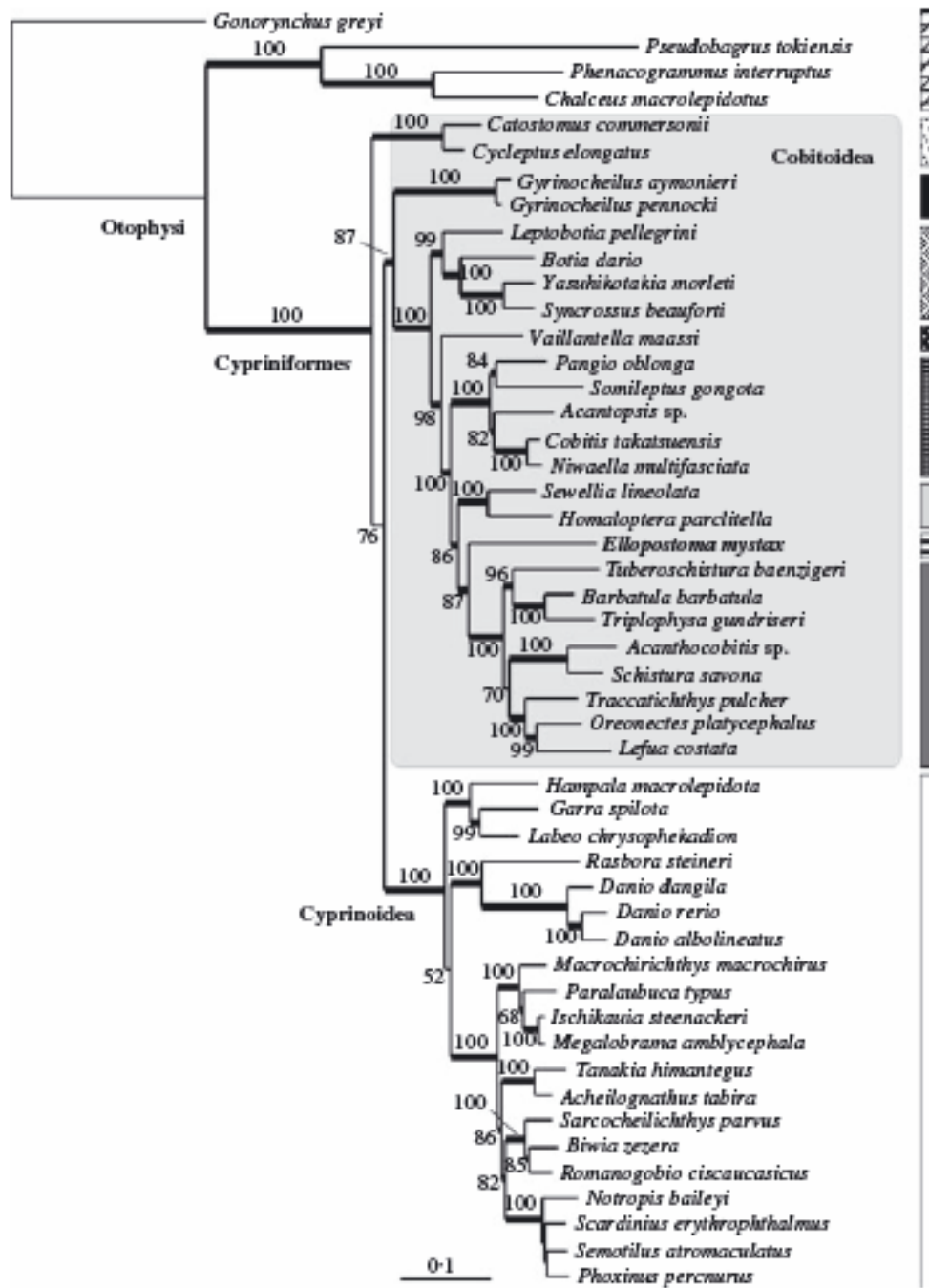
Příloha 2 : Fylogenetický strom vytvořený ze sekvencí jaderného genu RAG1 (Šlechtová a kol. 2007)



Příloha 3 : Phylogenetický strom vytvořený ze sekvencí čtyř jaderných genů (vpravo) v porovnání s fylogenetickým stromem vytvořeným ze sekvencí dvou mitochondriálních genů (Mayden a kol. 2009)



Příloha 4: Fylogenetický strom vytvořený ze sekvencí šesti jaderných genů (Chen a kol. 2009)



Příloha 5: Tabulka obsahující seznam a počet druhů v čeledi Nemacheilidae

Rodové jméno	Počet druhů (Kottelat,2012)	Nové druhy od roku 2012
<i>Aborichthys</i>	4	3
<i>Acanthocobitis</i>	2	0
<i>Afronemacheilus</i>	1	1
<i>Barbatula</i>	16	2
<i>Claea</i>	2	0
<i>Draconectes</i>	1	0
<i>Dzihunia</i>	3	0
<i>Eonemachilus</i>	3	0
<i>Hedinichthys</i>	4	0
<i>Heminoemacheilus</i>	2	1
<i>Homatula</i>	12	3
<i>Ilamnemacheilus</i>	1	0
<i>Indoreonectes</i>	2	0
<i>Indotriplophysa</i>	7	0
<i>Iskandaria</i>	2	0
<i>Labiatoophysa</i>	5	0
<i>Lefua</i>	6	0
<i>Mesonoemacheilus</i>	8	0
<i>Metaschistura</i>	1	0
<i>Micronemacheilus</i>	1	0
<i>Nemacheilus</i>	33	0
<i>Nemachilichthys</i>	1	0
<i>Neonoemacheilus</i>	5	0
<i>Oreonectes</i>	11	4
<i>Oxyoemacheilus</i>	42	5
<i>Paracobitis</i>	8	5
<i>Paranemachilus</i>	1	1
<i>Paraschistura</i>	14	8
<i>Petruichthys</i>	2	0
<i>Physoschistura</i>	9	3
<i>Protonemacheilus</i>	1	0
<i>Pteronemacheilus</i>	2	0
<i>Qinghaichthys</i>	4	0
<i>Schistura</i>	193	24
<i>Sectoria</i>	2	0
<i>Seminemacheilus</i>	2	0
<i>Speonectes</i>	1	0
<i>Sphaerophysa</i>	1	0
<i>Sundoreonectes</i>	2	0
<i>Tarimichthys</i>	3	0
<i>Traccatichthys</i>	2	1
<i>Triplophysa</i>	119	8
<i>Troglocobitis</i>	1	0
<i>Tuberoschistura</i>	2	0
<i>Turcinoemacheilus</i>	2	3
<i>Yunnanilus</i>	25	1