

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra zoologie**



**Nepůvodní a endemické sladkovodní ryby střední a  
jihovýchodní Evropy: rozšíření, aklimatizace,  
taxonomie a evoluční vztahy**

Disertační práce

**Radek Šanda**

Praha, 2007

Školitel: RNDr. Miroslav Švátora, CSc.

## **Prohlášení**

Předkládanou práci, ani její podstatnou část, jsem nepoužil k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Radka Vaclav".

## **Poděkování**

Poděkování patří RNDr. Miroslavu Švátorovi, CSc., za vedení mé disertační práce, za zapůjčení technických prostředků k práci v terénu a odborné rady, které mi v průběhu studia poskytoval.

Velký dík patří všem spoluautorům publikací a rukopisů, které jsou součástí této práce. Dík patří dále všem, kteří se podíleli na terénních prácích v Jizerských horách. Výzkum sivenů v povodí nádrží Souš a Josefův Důl by nebylo možné uskutečnit bez povolení Povodí Labe, jejichž zaměstnanci se také aktivně podíleli na práci v terénu. Za povolení k práci v povodí nádrže Bedřichov patří dík Severočeskému územnímu svazu ČRS a pracovníkům MO ČRS v Liberci, především panu Krupičkovi, kterému jsem navíc vděčný za pomoc v některých fázích terénních prací a za poskytnutí údajů o rybářském hospodaření na nádrži Bedřichov. Za pomoc při sběru materiálu v jihovýchodní Evropě patří dík především Ing. Luboši Piálkovi, Prof. Dragu Marićovi a Prof. Nikolovi Hristovskému. Jsem velmi vděčný příslušným orgánům v Bosně a Hercegovině, Černé Hoře, Albánii, Makedonii a Bulharsku za vydání povolení k práci v terénu.

Tato práce vznikla díky finanční podpoře řady projektů, které jsou zmíněny v poděkování jednotlivých publikací a rukopisů. Jmenovitě je třeba zmínit projekt Grantové Agentury Univerzity Karlovy GAUK 127/2000/B BIO/PřF, projekty Ministerstva kultury RK04P03OMG016 a MK00002327201, projekt Ministerstva životního prostředí SM/6/37/04, projekt Survey of Endangered Fish Species of the Morača River System financovaný BP Conservation Programme a projekt Diversity and Phylogenetic Relationships of Albanian Freshwater Gobies financovaný Fisheries Society of the British Isles.

Obrovský dík patří mé rodině: rodičům za podporu při studiu, tchýni Věře za mnoho hodin hlídání dětí, abych vůbec mohl psát. Nejvíce jsem však zavázán manželce a dětem. Manželka Jasna se mnou strávila mnoho času při práci v terénu, zpracovávání dat, psaní článků i při sestavování a úpravách vlastní disertační práce. Za projevenou trpělivost jí patří můj nesmírný obdiv. Dcera Jasmina mi aktivně pomáhala s přepisováním dat, na což je náležitě pyšná, protože jsou jí jen čtyři roky. Syn Adrian je ještě na podobnou pomoc příliš malý, ale alespoň podával papíry z tiskárny, která ho fascinuje. Jsem jím vděčný za trpělivost, kterou se mnou měli a všechn čas, který jsem musel strávit při práci na disertaci, místo abych se jim věnoval, se jim pokusím vynahradit.

## **Obsah**

Úvod .....	1
Nepůvodní druhy ryb v České republice .....	2
Diverzita sladkovodních ryb v oblasti jihovýchodní Evropy .....	3
Cíle práce .....	4
Výstupy disertační práce .....	5
Shrnutí nejvýznamnějších výsledků .....	5
Literatura .....	7
Publikace a rukopisy .....	13

1. ŠANDA R. 2006: Actinopterygii – Parskoplotví a 29 kapitol o druzích. In Mlíkovský J. & Stýblo P. (eds), Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 368–398.
2. ŠANDA R., ŠVÁTORA M., VUKIĆ J., HOŘICKÁ Z. & SYCHROVÁ O. Evaluation of temporal development of three introduced populations of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in Jizerské Mountains, Czech Republic.
3. ŠANDA R. 2003: Save Morača! *Fisheries* 28 (2): 28.
4. MILLER P.J. & ŠANDA R. A new West Balkanian sand-goby (Teleostei: Gobiidae). *Journal of Fish Biology*.
5. ŠANDA R., LUSKOVÁ V. & VUKIĆ J. 2005: Notes on the distribution and taxonomic status of *Gobio gobio* from the Morača River basin (Montenegro). *Folia Zoologica* 54 (Suppl. 1) 73-80.
6. BOHLEN J., ŠLECHTOVÁ V., ŠANDA R., KALOUS L., FREYHOF J., VUKIĆ J. & MRDAK D. 2003: *Cobitis ohridana* and *Barbatula zetensis* in the River Morača Basin, Montenegro: distribution, habitat, population structure and conservation needs. *Folia Biologica (Krakow)* 51(Suppl.) 147-153.
7. ŠANDA R., BOGUT I., DOADRIO I., KOHOUT J., PERDICES A., PEREA S., ŠEDIVÁ A. & VUKIĆ J. Distribution and taxonomic relationships of spined loaches (Cobitidae, *Cobitis*) in the River Neretva basin, Bosnia and Herzegovina. *Folia Zoologica*.
8. ŠANDA R., VUKIĆ J., CHOLOVA L., KŘÍŽEK J., ŠEDIVÁ A., SHUMKA S. & WILSON I.F. Distribution of loach fishes (Cobitidae, Nemacheilidae) in Albania, with genetic analysis of populations of *Cobitis ohridana*. *Folia Zoologica*.
9. ŠEDIVÁ A., APOSTOLOU A., JANKO K., KOHOUT J., KOSTOV V. & ŠANDA R. Genetic structure and distribution of *Barbatula bureschi* (Balitoridae, Nemacheilinae) and its phylogenetic position with respect to other European stone loaches. *Folia Zoologica*.

## Úvod

Poznání diverzity živočišné říše je jedním z hlavních úkolů dnešních zoologických oborů. Obratlovci tvoří pouze zlomek z celkového známého počtu druhů živočichů. Nejpočetnější třídou obratlovců jsou paprskoploutví (Actinopterygii), jejíž zástupci se nazývají obecně ryby. V současnosti se v této třídě rozeznává 45 řádů a něco přes 28 000 druhů (Nelson 2006). Evropské sladkovodní ryby představují v poměru k celkové diverzitě ryb druhově poměrně nepočetnou skupinu (Kottelat 1997). V současné době působí na diverzitu sladkovodních ryb v Evropě dva faktory. Za prvé jsou objevovány nové druhy, především z oblastí kolem Středozemního moře, odkud bylo jen za poslední desetiletí popsáno mnoho nových taxonů (Economidis & Nalbant 1996, Mrakovčić et al. 1996, Doadrio & Perdices 1997, Coelho et al. 1998, 2005, Zupančič & Bogutskaya 2000, 2002, Bogutskaya & Zupančič 2003, Doadrio & Carmona 2003, Kottelat & Barbieri 2004, Economidis 2005, Kovačić 2005, Bianco & Kottelat 2005, Robalo et al. 2005, Kottelat & Economidis 2006, Kottelat 2007). Nové druhy jsou však popisovány i ze západní, střední a východní Evropy (Naseka & Bogutskaya 1998, Kotlík et al. 2002, Doadrio & Madeira 2004, Naseka & Freyhof 2004, Freyhof & Kottelat 2005, Kottelat & Persat 2005, Freyhof et al. 2005, Janko et al. 2005). V tomto případě jde o rozpoznání dosud neobjevených druhů, které se v Evropě původně vyskytovaly a celková diverzita se v podstatě nemění, je jen lépe známa. Druhým, zcela odlišným faktorem, který působí na druhovou diverzitu sladkovodních ryb v rámci Evropy, jsou introdukce (Holčík 1991, Winfield 1992, Crivelli 1995, Mrakovčić et al. 1995, Bianco & Ketmaier 2001, Elvira & Almodóvar 2001, Freyhof 2002). Ty na jedné straně diverzitu zvyšují, na druhé mohou negativními vlivy diverzitu i snižovat (Moyle et al. 1986). V současnosti lidské aktivity často narušují přírodní bariéry, zabraňující šíření druhů, a přispívají k homogenizaci světové bioty. Velmi často dochází jak k náhodným, tak i

záměrným introdukcím (D'Antonio & Vitousek 1992). Ačkoliv se etabluje pouze kolem 10 % nepůvodních druhů, jejich působení na původní ekosystémy a druhy může představovat jedno z nejvážnějších nebezpečí, kterému dnes příroda čelí (Vitousek 1994). Zvláště ryby byly a stále jsou často introdukovány po celém světě, většinou z důvodu podpory místního rybářského průmyslu nebo kvůli vylepšení možností sportovního rybolovu (Billington & Hebert 1991). Obecně lze říci, že sladkovodní ekosystémy byly zasaženy snížením biodiverzity, které může být alespoň částečně přičteno působení nepůvodních druhů (Moyle et al. 1986). Přes tento jasný fakt jsou naše znalosti o biologii a ekologii introdukovaných druhů, které jsou nezbytné pro vyhodnocení vlivu na původní druhy a pro posouzení užitečnosti ze socioekonomického hlediska, často zcela nedostatečné (Allendorf 1991).

## Nepůvodní druhy ryb v České republice

V původní fauně České republiky bylo zastoupeno celkem 55 druhů ryb. Z toho některé druhy jsou dnes u nás vymizelé. Jedná se většinou o tažné anadromní druhy, žijící v dospělosti v moři a rozmnožující se ve sladkých vodách (Hanel & Lusk 2005). V současnosti se na území České republiky vyskytuje ve volné přírodě 49 druhů ryb, hodnocených jako původní alespoň pro jedno z úmoří, do kterých spadá území našeho státu. S velmi podobným počtem druhů ryb (více než 50) se konaly různé introdukční pokusy (Hanel 2003, Hanel & Lusk 2005, Šanda 2006). Z tohoto počtu se však jen 12 druhů v České republice etablovalo a pouze dva, střevlička východní *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) a karas stříbřitý *Carassius gibelio*, se vyskytují plošně. Ostatní druhy mají jen lokální rozšíření (Hanel & Lusk 2005, Šanda 2006). Dále se ve volné přírodě České republiky můžeme pravidelně setkávat s dalšími šesti druhy, které jsou aklimatizované, ale nerozmnožují se a jejich stav tedy závisí plně na vysazování. Celkem se v České republice v současnosti vyskytuje 67 druhů ryb, z nichž jedna čtvrtina jsou nepůvodní druhy. U většiny

z etablovaných či aklimatizovaných druhů nemáme prakticky žádné informace o jejich biologii a ekologii a o tom, jak působí na původní druhy.

## Diverzita sladkovodních ryb v oblasti jihovýchodní Evropy

Nejvyšší druhovou diverzitu sladkovodních ryb v rámci Evropy nalezneme v oblasti Středomoří, kde se vyskytuje řada endemických druhů s omezenou oblastí rozšíření (Crivelli & Maitland 1995), kdežto ichtyofauna severnějších oblastí Evropy je relativně homogenní. Tato skutečnost je vysvětlována působením ledových dob, které opakovaně působily na areály rozšíření ryb severnějších oblastí Evropy a „vymazávaly“ druhovou diverzitu (Banarescu 1992). Jedním z hlavních problémů při výzkumu ryb jihovýchodní Evropy je nedostatečná znalost jejich rozšíření, biologie, ekologie, systematiky a fylogenetických vztahů. Současné studie například poukázaly na to, že rod *Phoxinellus* Heckel, 1843 není monofyletický, ale jde o skupinu druhů, patřících do třech různých rodů (Freyhof et al. 2006). Dále bylo již delší dobu zřejmé, že také rod *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 je polyfyletický (Bogutskaya 1992), což vedlo k recentnímu stanovení nového rodu pro evropské zástupce, řazené dříve do rodu *Pseudophoxinus* (Kottelat & Freyhof 2007).

Z jihovýchodní Evropy bylo v posledních letech popsáno mnoho nových druhů (Economidis & Nalbant 1996, Mrakovčić et al. 1996, Zupančič & Bogutskaya 2000, 2002, Bogutskaya & Zupančič 2003, Kottelat & Barbieri 2004, Economidis 2005, Kovačić 2005, Bianco & Kottelat 2005, Kottelat & Economidis 2006, Kottelat 2007). K nejvíce přehlíženým skupinám patří bentické ryby drobných rozměrů, jako jsou sekavci (Cobitidae) a hlaváči (Gobiidae), jejichž diverzita v oblasti jihovýchodní Evropy není stále dostatečně prostudována a lze očekávat popisy nových druhů (Kovačić 2005, Buj et al. 2007). Kromě toho, i v jihovýchodní Evropě tvoří nepůvodní druhy v současnosti významný podíl na biodiverzitě sladkovodních ryb. Crivelli (1995) uvádí, že v severním Středomoří se vyskytuje nejméně 70

etablovaných nebo aklimatizovaných exotických druhů, což je kolem jedné čtvrtiny všech sladkovodních ryb této oblasti, a odhaduje, že více než 80 % endemických druhů koexistuje s jedním či více introdukovanými druhy.

Řada druhů z jihovýchodní Evropy je silně ohrožena (Smith & Darwall 2005), avšak nedostatečná znalost jejich biologických a ekologických nároků neumožňuje zvolení účinné strategie ochrany (Crivelli 1996). Navíc se ukazuje, že hodnocení stupně ohrožení je v řadě případů zavádějící, protože není podepřeno dostatečným výzkumem. Nejmarkantnějším příkladem je hodnocení druhu *Telestes ukliva* (Heckel, 1843) jako vyhynulý (Smith & Darwall 2005), i když ve skutečnosti jde o druh, který se stále vyskytuje v řece Cetina, jejímž je endemitem (Mrakovčić et al. 2006).

## Cíle práce

V rámci Evropy je nezbytné studovat biologii a ekologii jak nepůvodních, tak i endemických druhů sladkovodních ryb, které jsou obecně velmi málo známy. Navíc je nutné detailně poznat rozšíření obou skupin druhů. Další oblastí, kterou je třeba systematicky objasnit, je taxonomie a fylogenetické vztahy evropských sladkovodních ryb. Podrobné vědomosti z těchto oborů mají podstatný význam pro účinnou ochranu druhového bohatství, neboť pouze na jejich základě je možné připravit funkční strategii ochrany, hospodárného využití zdrojů a implementaci do legislativy.

Cílem této práce bylo:

- 1) sestavit co nejpodrobnější přehled introdukovaných druhů ryb na území České republiky;
- 2) vyhodnotit úspěšnost introdukce sivena amerického *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), v acidifikovaných vodách Jizerských hor;

3) studovat problematiku rozšíření, taxonomie, fylogenetických vztahů, ekologie a biologie vybraných skupin sladkovodních ryb z oblasti jihovýchodní Evropy, známé vysokým stupněm endemismu.

## Výstupy disertační práce

Tato práce se skládá ze čtyř publikovaných prací, čtyř rukopisů, které prošly recenzním řízením a byly doporučeny k publikování po menších úpravách, a jednoho rukopisu odesланého k recenznímu řízení.

## Shrnutí nejvýznamnějších výsledků

1. Na území České republiky se konaly různé aklimatizační a introdukční pokusy s více než 50 druhy ryb, z nichž se však významněji uplatnilo jen několik druhů. Dvanáct druhů lze považovat v současnosti za etablované. Pouze dva z nich, střevlička východní *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) a karas stříbřitý *Carassius gibelio*, mají významný areál rozšíření. Dalších šest druhů se aklimatizovalo, avšak jejich stavy v přírodě závisí na vysazování.

2. Siven americký *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814) se v povodí všech sledovaných nádrží v Jizerských horách úspěšně etabloval. Jako nejpravděpodobnější důvod skutečnosti, že přes dlouhou historii jeho chovu a introdukcí na území České republiky nedošlo k plošnějšímu rozšíření, se jeví konkurenční tlak pstruha obecného *Salmo trutta* Linnaeus, 1785. Další využití sivena amerického v České republice by se proto mělo omezit na oblasti, kde se původní lososovité druhy ryb nedokází udržet. Jde především o acidifikované horské vody.

3. Sladkovodní hlaváč z rodu *Pomatoschistus* Gill, 1863 z povodí řeky Morača v Černé Hoře byl popsán jako nový druh.

4. Alozymová analýza populace hrouzka z povodí řeky Morača v Černé Hoře prokázala, že poddruh *Gobio gobio ohridanus* Karaman, 1924 není validní taxon. Tato populace je shodná s druhem *Gobio gobio* Linnaeus, 1758.

5. *Cobitis ohridana* Karaman, 1928 a *Barbatula zetensis* (Šorić, 2000) jsou relativně běžné druhy v povodí řeky Morača v Černé Hoře, kde osídlují dolní části toků v nížině. Liší se preferencí mikrohabitatu. Ačkoliv nejde o ohrožené druhy, díky malé oblasti jejich rozšíření je třeba oba druhy v Černé Hoře považovat za potencionálně zranitelné.

6. Povodí řeky Neretva v Bosně a Hercegovině obývají nejméně dva druhy sekavců (*Cobitis narentana* Karaman, 1928 a *Cobitis* sp.). Kromě vlastního povodí Neretvy se sekavci vyskytují i v některých krasových polích, která mají s Neretvou podzemní spojení.

7. V Albánii se vyskytují dva druhy sekavců a dva druhy mřenek. *Cobitis meridionalis* Karaman, 1924 je endemitem Prespanského jezera, kdežto *Cobitis ohridana* je široce rozšířen po celé Albánii. Navíc je v hydrologickém systému Ohrid-Drin-Skadar rozšířen i sekavec nesoucí mitochondriální DNA patřící neznámému druhu ze skupiny *Cobitis sensu stricto*. Jeho taxonomický status je dosud nejasný. Dále se zde vyskytuje mřenka *Oxynoemacheilus pindus* (Economidis, 2005), rozšířená v několika říčních systémech střední a jižní Albánie. Konečně, v řece Drin je rozšířena mřenka *Barbatula sturanyi* (Steindachner, 1892).

8. Nízká genetická variabilita mezi populacemi mřenky *Barbatula bureschii* (Drenski, 1928) z různých povodí jihovýchodní Evropy ukazuje, že tento druh prodělal expanzi v nedávné minulosti. Validita poddruhu *Barbatula bureschii macedonicus* (Šorić, 2002) z povodí řeky Vardar v Makedonii je pochybná, jde pravděpodobně o introdukovanou populaci.

## Literatura

- ALLENDORF F.W. 1991: Ecological and genetic effects of fish introductions: synthesis and recommendations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48 (Suppl. 1): 178–181.
- BANARESCU P.M. 1992: Principaux traits de la zoogeographie des eaux douces. *Compte rendu des séances de la Société de biogéographie* 67: 133–154.
- BIANCO P.G. & KETMAIER V. 2001: Anthropogenic changes in the freshwater fish fauna of Italy, with reference to the central region and *Barbus graellsii*, a newly established alien species of Iberian origin. *Journal of Fish biology* 59 (Suppl. A): 190–208.
- BIANCO P.G. & KOTTELAT M. 2005: *Scardinius knezevici*, a new species of rudd from Lake Skadar, Montenegro (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 16 (3): 231–238.
- BILLINGTON N. & HEBERT P.D.N. (ed.) 1991: International Symposium on “The Ecological and Genetic Implications of Fish Introductions (FIN)”. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48 (Suppl. 1): 1–181.
- BOGUTSKAYA N.G. 1992: A revision of the species of the genus *Pseudophoxinus* (Leuciscinae, Cyprinidae) from Asia Minor. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 89: 261–290.
- BOGUTSKAYA N.G. & ZUPANČIČ P. 2003: *Phoxinellus pseudalepidotus* (Teleostei: Cyprinidae), a new species from the Neretva basin with an overview of the morphology

of *Phoxinellus* species of Croatia and Bosnia-Herzegovina. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 14: 369–383.

- BUJ I., PODNAR M., MRAKOVČIĆ M., CHOLEVA L., ŠLECHTOVÁ V., TVRTKOVIĆ N., ĆALETA M., MUSTAFIĆ P., MARČIĆ Z., ZANELLA D. & BRIGIĆ A. 2007: Genetic diversity and phylogenetic relationships of spined loaches (genus *Cobitis*) in Croatia based on mtDNA and allozyme analyses. *Folia Zoologica* (in press).
- COELHO M.M., BOGUTSKAYA N.G., RODRIGUES J.A. & COLLARES-PEREIRA J. 1998: *Leuciscus torgalensis* and *L. aradensis*, two new cyprinids for Portuguese fresh waters. *Journal of Fish Biology* 52: 937–950.
- COELHO M.M., MESQUITA N. & COLLARES-PEREIRA M.J. 2005: *Chondrostoma almacai*, a new cyprinid species from the southwest of Portugal, Iberian Peninsula. *Folia Zoologica* 54 (1-2): 201–212.
- CRIVELLI A.J. 1995: Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? *Biological Conservation* 72: 311–319.
- CRIVELLI A.J. 1996: The freshwater fish endemic to the northern Mediterranean region: an action plan for their conservation. *Arles, Tour du Valat*, 172 pp.
- CRIVELLI A.J. & MAITLAND P.S. 1995: Introduction. Biological Conservation special issue: Endemic freshwater fishes of the Northern Mediterranean region. *Biological Conservation* 72: 121–122.
- D'ANTONIO C.M. & VITOUSEK P.M. 1992: Biological Invasions by Exotic Grasses, the Grass-Fire Cycle, and Global Change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 63–87.
- DOADRIO I. & CARMONA J.A. 2003: A new species of the genus *Chondrostoma* Agassiz, 1832 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Iberian Peninsula. *Graellsia* 59: 29–36.

- DOADRIO I. & MADEIRA M.J. 2004: A new species of genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Actinopterygii, Cyprinidae) from the Iberian Peninsula and southwestern France. *Graellsia* 60 (1): 107–116.
- DOADRIO I. & PERDICES A. 1997: Taxonomic study of the Iberian *Cobitis* (Osteichthyes, Cobitidae), with description of a new species. *Zoological Journal of Linnean Society* 119: 51–67.
- ECONOMIDIS P.S. 2005: *Barbatula pindus*, a new species of stone loach from Greece (Teleostei: Balitoridae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 16 (1): 67–74.
- ECONOMIDIS P.S. & NALBANT T.T. 1996: A study of the loaches of the genera *Cobitis* and *Sabanejewia* (Pisces, Cobitidae) of Greece, with description of six new taxa. *Trav. Mus. natl. Hist. nat. «Grigore Antipa»* 36: 295–347.
- ELVIRA B. & ALMODÓVAR A. 2001: Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21<sup>st</sup> century. *Journal of Fish Biology* 59 (Suppl. A): 323–331.
- FREYHOF J. 2002: Freshwater fish diversity in Germany, threats and species extinction. In Collares-Pereira M.J., Cowx I.G. & Coelho M.M. (eds), Conservation of Freshwater Fishes: Options for the Future. Blackwell Science, Oxford: 3–22.
- FREYHOF J. & KOTTELAT M. 2005: *Salvelinus evasus* sp. n., a charr from deep waters of Lake Ammersee, southern Germany (Teleostei: Salmonidae), with comments on two extinct species. *Revue Suisse de Zoologie* 112 (1): 253–269.
- FREYHOF J., KOTTELAT M. & NOLTE A. 2005: Taxonomic diversity of european *Cottus* with description of eight new species (Teleostei: Cottidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 16 (2): 107–172.
- FREYHOF J., LIECKFELDT D., BOGUTSKAYA N.G., PITRA C. & LUDWIG A. 2006: Phylogenetic position of the Dalmatian genus *Phoxinellus* and description of the newly

proposed genus *Delminichthys* (Teleostei: Cyprinidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38: 416–425.

HANEL L. 2003: Komentovaný přehled mihulí a ryb České republiky. *Lampetra, Bulletin pro výzkum a ochranu biodiverzity vodních toků* 5: 27–67.

HANEL L. & LUSK S. 2005: Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana. ČSOP, Vlašim, 448 pp.

HOLČÍK J. 1991: Fish introductions in Europe with particular reference to its central and eastern part. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48 (Suppl. 1): 13–23.

JANKO K., VASIL'EV V.P., RÁB P., RÁBOVÁ M., ŠLECHTOVÁ V. & VASIL'EVA E.D. 2005: Genetic and morphological analyses of 50-chromosome spined loaches (*Cobitis*, Cobitidae, Pisces) from the Black Sea basin that are morphologically similar to *C. taenia*, with the description of a new species. *Folia Zoologica* 54 (4): 405–420.

KOTLÍK P., TSIGENOPoulos C.S., RÁB P. & BERREBI P. 2002: Two new *Barbus* species from the Danube River basin, with redescription of *B. petenyi* (Teleostei: Cyprinidae). *Folia Zoologica* 51 (3): 227–240.

KOTTELAT M. 1997: European freshwater fishes. *Biologia* 52 (Suppl. 5): 1–271.

KOTTELAT M. 2007: Three new species of *Phoxinus* from Greece and southern France (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 18 (2): 145–162.

KOTTELAT M. & BARBIERI R. 2004: *Pseudophoxinus laconicus*, a new species of minnow from Peloponnese, Greece, with comments on the west Balkan *Pseudophoxinus* species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 15 (2): 147–160.

KOTTELAT M. & ECONOMIDIS P.S. 2006: *Squalius orpheus*, a new species of cyprinid fish from Evros drainage, Greece (Teleostei: Cyprinidae) *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 17 (2): 181–186.

KOTTELAT M. & FREYHOF J. 2007: *Pelasgus*, a new genus name for the Balkan species of *Pseudophoxinus* (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 18 (2): 103–108.

KOTTELAT M. & PERSAT H. 2005: The genus *Gobio* in France, with redescription of *G. gobio* and description of two new species (Teleostei: Cypriniformes). *Cybium* 29 (3): 211–234.

KOVAČIĆ M. 2005: A new species of *Knipowitschia* (Gobiidae) from Dalmatia, Croatia. *Cybium* 29 (3): 275–280.

MOYLE P.B., LI H.W. & BARTON B.A. 1986: The Frankenstein effect: impact of introduced fishes on native fishes of North America. In Stroud R.H. (ed.), Fish culture in fisheries management. *American Fisheries Society, Bethesda*: 415–426.

MRAKOVČIĆ M., BRIGIĆ A., BUJ I., ĆALETA M., MUSTAFIĆ P. & ZANELLA D. 2006: Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. *Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska*, 253 pp.

MRAKOVČIĆ M., KEROVEC M., MIŠETIĆ S. & SCHNEIDER D. 1996: Description of *Knipowitschia punctatissima croatica*, (Pisces: Gobiidae), a new freshwater goby from Dalmatia, Croatia. In Kirchhofer A. & Hefti D. (eds), Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. *Birkhauser Verlag, Basel*: 311–319.

MRAKOVČIĆ M., MIŠETIĆ S. & POVŽ M. 1995: Status of freshwater fish in Croatian Adriatic river systems. *Biological Conservation* 72 (2): 179–185.

NASEKA A.M. & BOGUTSKAYA N.G. 1998: A new gudgeon species *Romanogobio pentatrichus* (Gobioninae, Cyprinidae) from the basin of the Kuban River. *Voprosy Ikhtiyologii* 38 (2): 173–191 (in Russian).

- NASEKA A.M. & FREYHOF J. 2004: *Romanogobio parvus*, a new gudgeon from Kuban River, southern Russia (Cyprinidae, Gobioninae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 15 (1): 17–23.
- NELSON J. S. 2006: Fishes of the World, 4<sup>th</sup> Edition. New York, John Wiley & Sons, 624 pp.
- ROBALO J., ALMADA V., SANTOS C., MOREIRA M.I. & DOADRIO I. 2005: New species of the genus *Chondrostoma* Agassiz, 1832 (Actynopterigii, Cyprinidae) from western Portugal. *Graellsia* 61: 19–29.
- ŠANDA R. 2006: Actinopterygii - Parskoploutví. In Mlíkovský J. & Stýblo P. (eds), Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 368–371.
- SMITH K.G. & DARWALL W.R.T. 2005: The status and distribution of freshwater fish endemic to the Mediterranean basin. *IUCN Freshwater Biodiversity Assessment Programme*, 31 pp.
- VITOUSEK P.M. 1994: Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75: 1861–1876.
- WINFIELD I.J. 1992: Threats to the lake fish communities of the U.K. arising from eutrophication and species introductions. *Netherlands Journal of Zoology* 42 (2–3): 233–242.
- ZUPANČIĆ P. & BOGUTSKAYA N.G. 2000: Description of a new species, *Phoxinellus dalmaticus* (Cyprinidae: Leuciscinae) from the Čikola River in the Krka River system, Adriatic basin (Croatia). *Natura Croatica* 9: 67–81.
- ZUPANČIĆ P. & BOGUTSKAYA N.G. 2002: Description of two new species, *Phoxinellus krbavensis* and *Phoxinellus jadovensis*, re-description of *P. fontinalis* Karaman, 1972, and discussion of the distribution of *Phoxinellus* species (Teleostei: Cyprinidae) in Croatia and in Bosnia and Herzegovina. *Natura Croatica* 11: 411–437.