

# Karas stříbřitý a jeho příbuzní

Karas stříbřitý (*Carassius gibelio*) je záhadná ryba, která již více než 70 let poutá pozornost ichtyologů z důvodu svého netypického rozmnožování, cyto-genetických i fyziologických vlastností (dlouhodobé přežívání v anoxickém prostředí), invazního šíření, nejasného původu a v neposlední řadě i nejasněné taxonomie (používání více druhových a poddruhových jmen). Právě měnící se taxonomie komplikuje srovnání mnoha studií. Ačkoli jsou karasi řazeni do existujících druhových taxonů, nemusejí všichni splňovat kritéria druhu, např. kombinací více genomů v jednom jedinci nebo netypickým rozmnožováním, jako je tvorba klonálních linií. Karas stříbřitý je příkladem ryby, která svým způsobem života nabourává zažitě představy, jak příroda funguje. Přestože to může znít zvláště, ryba, již známe pod jménem karas stříbřitý, nemá právě jednoznačné pojetí. Abych se vyhnul vnášení zmatku a pomohl pozornému čtenáři nahlédnout do široké a komplikované historie jejího studia, nejprve si definujeme termíny, které budu v textu používat. Druhová jména jako karas stříbřitý a další přiřazujeme rybám patřícím do samostatných linií v rámci evolučního stromu celého rodu karas určených podle mitochondriální DNA. Jako biotyp označujeme jedince o definovaném stupni ploidie (počtu chromozomů), způsobu rozmnožování a mitochondriální DNA linie. Komplexem rozumíme skupinu blízce příbuzných druhových taxonů, všech jejich biotypů, vzájemných hybridů i jedinců doposud geneticky nespecifikovaných, kteří jsou k nim vzhledem k podobné morfologii řazeni.

## Taxonomie karasů a historie popisu karase stříbřitého

Na úvod bude vhodné shrnutí jmen formálně popsanych a v současnosti obvykle rozlišovaných druhů rodu karas: karas obecný (*Carassius carassius* Linné, 1758), karas zlatý (*C. auratus* Linné, 1758), karas stříbřitý (*C. gibelio* Bloch, 1782), karas Cuvierův (*C. cuvieri* Temminck a Schlegel, 1846), karas ginbuna (*C. langsdorfii* Temminck a Schlegel, 1846), karas nagabuna (*C. buergeri* Temminck a Schlegel, 1846), karas nigorobuna (*C. grandoculis* Temminck a Schlegel, 1846) a karas stříbrnooký (*C. [auratus] argenthephthalmus*

Nguyen, 2001). Některé taxonomické databáze ale karase nagabunu, k. nigorobunu a k. stříbrnookého považují pouze za synonyma nebo poddruhy karase zlatého.

V Evropě popsal Marcus Elieser Bloch v r. 1782 druh nyní chápaný jako karas stříbřitý pod jménem *Cyprinus gibelio* v knize Oekonomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands (Hospodářsky významné ryby Německa) a pod tímto jménem je ryba zmiňována také v Blochově katalogu (obr. 1). Jako typovou lokalitu M. E. Bloch uvádí např. Prusko, Pomořansko a Slezsko. Tyto oblasti se v současnosti nacházejí na území Německa, Polska, ale

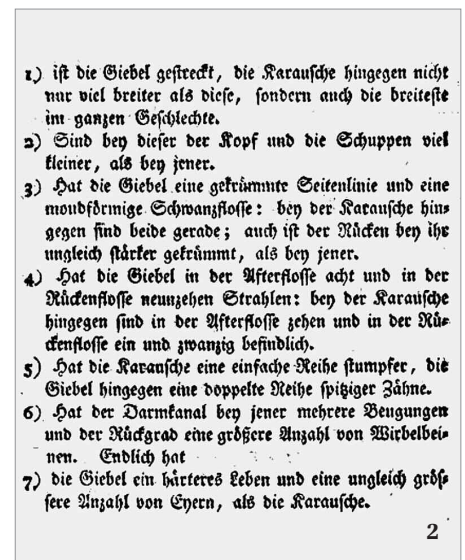
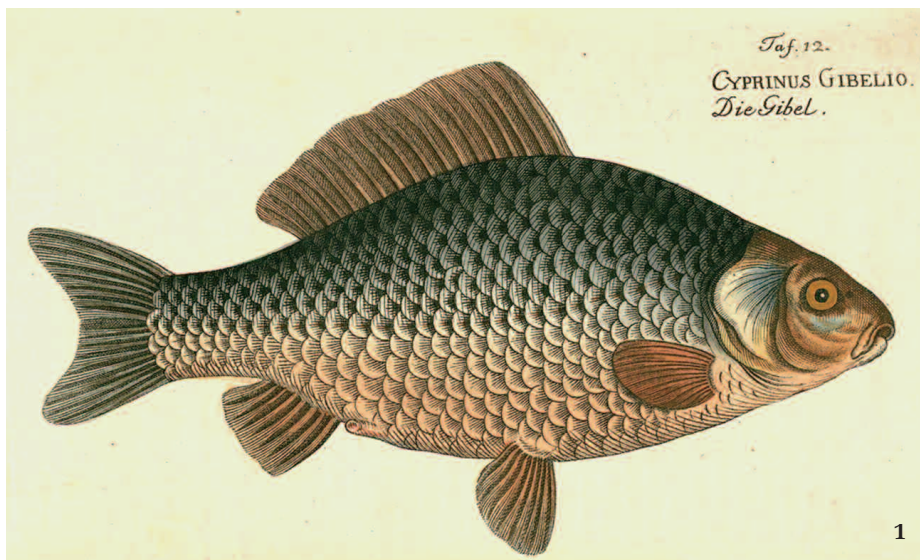
i České republiky. Podle dostupných informací měly být typové exempláře uloženy v berlínském muzeu při Humboldtově univerzitě (Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin – ZMB) s evidenčním číslem ZMB 3203. Jaké však nastalo překvapení, když jsem při prohlídce materiálu zjistil dvě láhve se stejným označením. V jedné se nacházel exemplář karase obecného a nesl označení *Cyprinus carassius* (nyní *Carassius carassius*). V druhé láhvi se stejným číslem ZMB 3203 byl rovněž jeden exemplář karase obecného, ten ovšem nesl označení *Cyprinus gibelio*. Podle H.-J. Paepkeho (1999) je možné, že tyto exempláře byly někdy během 19. stol. špatně určeny a zaměněny se skutečným Blochovým jedincem *C. gibelio*, který je momentálně ztracen. Protože bylo nutné tento nomenklatorický problém vyřešit, byl z jedné současné čistě diploidní populace (viz dále) karase stříbřitého ve Slezsku ustanoven neotyp (nový typový exemplář místo původního typu druhu) karase stříbřitého (obr. 6), čímž došlo k zafixování jména *C. gibelio* ke konkrétnímu jedinci.

Problematický je i popis uváděný Blochem (1782), který v pátém bodě ze 7 vyjmenovaných odlišností mezi karasem stříbřítým (německy Giebel) a karasem obecným (Karausche) zmiňuje, že Karausche má tupé požerákové zuby v jedné řadě a Giebel má ostré požerákové zuby ve dvou řadách (obr. 2). Žádný zástupce rodu karas však nemá dvouřadé požerákové zuby. Při studiu starší literatury se pak často setkáváme s názorem, že Giebel je pouhou formou karase obecného (jak uvádí např. von Siebold 1863, Wittmack 1875, Vogt a Hofer 1909 nebo Schiemenz 1935).

Aby zmatkům nebyl konec, zařadil významný ruský ichtyolog a geograf Lev Semjonovič Berg r. 1932 rybu z komplexu

1 Kresba karase stříbřitého (*Carassius gibelio*) z knihy M. E. Blocha Oekonomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands (1782) pod původním jménem *Cyprinus gibelio*

2 Úryvek z výše uvedené Blochovy knihy, kde autor definuje rozdíly mezi karasem obecným (Karausche) a karasem stříbřítým (Giebel).

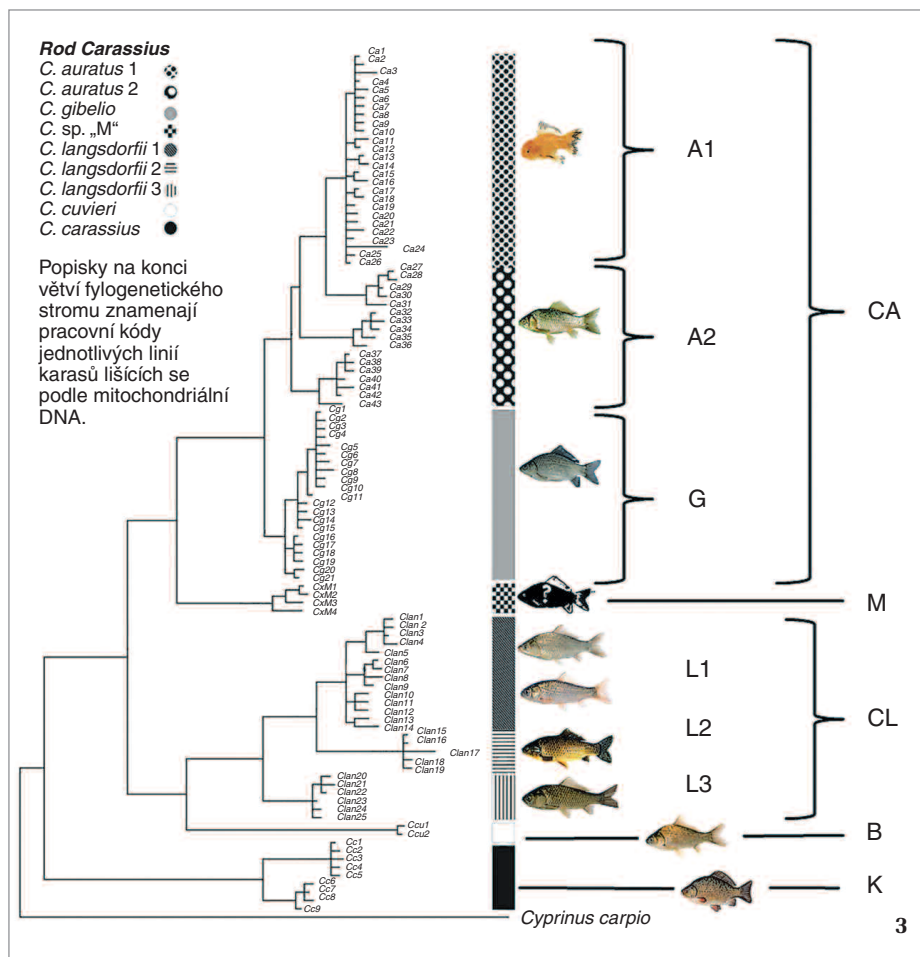


*C. auratus*, pocházející z asijské části Ruska, do druhového taxonu *Carassius auratus* a nazval ji *C. auratus gibelio*, odkazující tím na Blochův popis. Bergův popis morfologicky odpovídal triploidnímu gylogenetickému (viz dále) biotypu karase stříbritého, jehož agresivní expanze byla v 60. letech 20. stol. dokumentována v povodí Dunaje (např. článek E. K. Balona v Živě 1963, 6: 205–206). Nález nepůvodních východoasijských parazitů (dva druhy rodu *Gyrodactylus* třídy jednorodí – *Monogenea*), doprovázejících invazní biotyp karase stříbritého v Dunaji, navíc vedl ke spekulacím, že k. stříbritý je nepůvodní pro celou Evropu a jeho výskyt na tomto kontinentě je výsledkem introdukcí z východní Asie v první polovině 20. stol. spolu s rybami, jako jsou amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*) a oba druhy tolstolobiků, tedy tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*) a tolstolobec pestrý (*Aristichthys nobilis*).

Proti hypotéze o zavlečení karase stříbritého z východní Asie do Evropy člověkem stojí názor podporující jeho původní výskyt v Evropě. Na základě analogie přirozeného rozšíření jiných ryb pocházejících z východní Asie je pravděpodobné, že karas stříbritý je původní ve východní i střední Evropě a dále na východ přes Sibiř až do povodí Amuru. V sibiřských povodích se tento druh vyskytuje běžně, obdobně jako jiné nížinné ryby; uvést lze např. sekavce sibiřského (*Cobitis melano-leuca*) nebo střevli bahenní (*Rhynchocypris percunurus*). Oba druhy mají svůj původ ve východní Asii a šířily se po ustoupení ledovců přes Sibiř do Evropy, s největší pravděpodobností přes bažinaté oblasti vytvořené tajícím ledem. Zatímco postglaciální výskyt u sekavce sibiřského dosáhl na západ povodí Volhy a Donu, malé střevli bahenní se podařilo kolonizovat Evropu až po Odru na území dnešního západního Polska. Když srovnáme, že střevle bahenní a karas stříbritý obývají stejná stanoviště ve velkých částech jejich společného areálu, a fakt, že karas stříbritý je mnohem odolnější (na podmínky prostředí, zejména nedostatek kyslíku) než střevle bahenní, zdá se velmi pravděpodobné, že přirozené rozšíření karase stříbritého mohlo dosahovat přinejmenším tak daleko na západ jako v případě zmíněné střevle.

Bohužel nízká genetická variabilita v mitochondriální DNA uvnitř fylogenetické linie karase stříbritého neposkytuje podrobnější informace o původu evropských populací. Pokud přijmeme teorii o dvou kolonizačních vlnách (jedné přirozené a druhé zapříčiněné rybářskými aktivitami), dělí je maximálně 8 tisíc let. Taková doba je příliš krátká na to, aby cytochrom b (dosud převážně studovaný gen mtDNA) poskytl věrohodnou genetickou informaci pro rozluštění kolonizační historie mezi populacemi z východní a střední Evropy, dunajského povodí a Sibiře. Mitochondriální DNA tudíž není vhodný marker k zodpovězení této otázky a je nutno hledat nové a variabilnější geny.

Jistou indicií, zda jde o původního karase stříbritého, by mohly být čistě diploidní populace. Jak jsem již uvedl, z jedné takové populace ve Slezsku byl ustanoven neotyp tohoto druhu.



### Jiný asijský příbuzný v Evropě – karas zlatý

Další komplikací při rekonstrukci historie karase stříbritého a hledání jeho původu je jeho nejbližší příbuzný – karas zlatý. Jak vyplývá z morfologického porovnání divoké nedomestikované a ferální (zdivočelé domestikované) formy karase zlatého s karasem stříbritým, jsou si velmi podobné a je tedy možné, že byly a jsou mezi sebou zaměňovány.

Karas zlatého popsal C. Linné (1758) a jméno *C. auratus* bylo vztaženo k domestikované formě barevně a morfologicky značně vzdálené původnímu divokému fenotypu. Genetické studie (např. Rylková a kol. 2010) analyzující početný materiál z mnoha různých lokalit Eurasie ukázaly, že mitochondriální linie *C. auratus* obsahuje značně variabilní skupinu karasů, avšak domestikované a ferální formy tvoří i přes svou morfologickou různorodost jasně definovanou fylogenetickou větev (viz obr. 3).

Domestikace karase zlatého započala ve 12. stol. v Číně a jako zdrojová populace byly zřejmě použity ryby z povodí řeky Jang-c'-t'iang (Yangtze), mezi nimiž se vyskytovali červení jedinci svým zbarvením atraktivní pro člověka. Do Evropy se dostal již domestikovaný karas zlatý zřejmě v 17. stol. do Portugalska a postupně se rozšířil obchodem s okrasnými rybami do dalších zemí. V r. 1728 došlo k jeho prvnímu záměrnému rozmnožení v zajetí v Evropě a díky tomu se stal běžnějším a začal se objevovat i ve volné přírodě, kam unikl ze zahradních rybníčků, nebo byl vysazen. V oblastech s mírnější zimou se pak karasovi zlatému podařilo v Evropě

vytvořit životaschopné zdivočelé populace, které již nevykazovaly morfologické znaky domestikace, jako jsou závojové ploutve nebo červené zbarvení.

Zajímavostí také je, že se karas zlatý úspěšně kříží s karasem obecným, který je původní v jižní Anglii, Skandinávii a v kontinentální Evropě od Rýna na východ. Hybridní jsou navíc schopni se dále rozmnožovat a vytvářet dlouhodobě přežívající populace. Na místech sympatrického (společného) výskytu obou druhů k takovým hybridizacím v minulosti zřejmě docházelo.

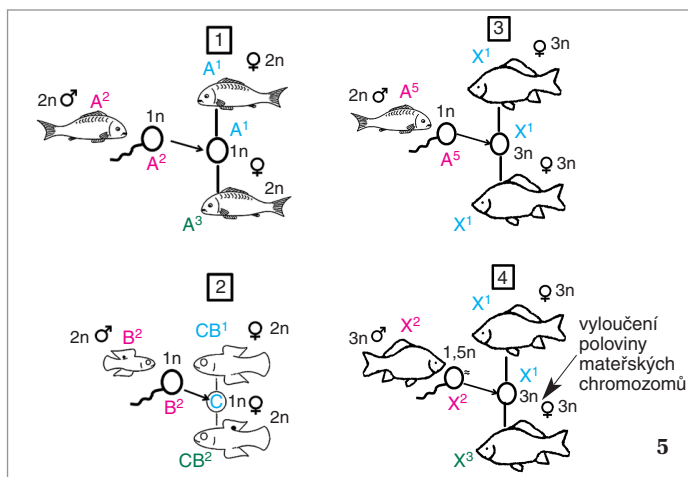
Na rozdíl od karase stříbritého se ferální karas zlatý v Dunaji vyskytoval nejpozději od 19. stol. Tyto ryby byly od uvedené Bergovy publikace nesprávně označovány jako *C. a. gibelio*, tedy karas stříbritý. Neobvyklé zvýšení početnosti ryb z komplexu *C. auratus* v dunajském povodí bylo vysvětlováno např. úbytkem dravých ryb. Ve skutečnosti šlo o kolonizační vlnu zavlečeného triploidního biotypu karase stříbritého (viz dále). Expanzivní šíření nebylo na mnoha místech zachyceno od počátku, protože morfologicky podobné ryby (ferální karas zlatý a jeho hybridy) byly již z některých lokalit dlouhou dobu známy. Proto byl nově přichodící karas stříbritý přehlížen.

### Neobvyklé způsoby rozmnožování

Karas stříbritý je označován jako unisexuální (jednopohlavní) ryba, což ale není přesné. Ačkoli některé biotypy jsou tvořeny téměř výhradně jedinci samičího pohlaví, někdy se vyskytují i samci. Případně se také označuje jako tzv. asexuální ryba s nepohlavním způsobem roz-







se podstatně liší od sexuálně se rozmnožujících diploidních karasů. Chromozomy se nejprve formují do tvaru tripolárního dělicího vřeténka, které se potom pohybuje uvnitř buňky, až se jeho póly spojí, a nakonec se vytvoří normální bipolární dělicí vřeténko.

Triploidní biotypy karase stříbřitého jsou pravděpodobně schopné se rozmnožovat gynogeneticky i bisexuálně. V případě gynogeneze, kdy je vajíčko „oploďněno“ spermatem jiného druhu či biotypu, pronikající spermie nedekondenzuje až do doby prvního dělení a počátku embryogeneze. V tomto případě se otcovský genom neúčastní vzniku genomu potomka vůbec nebo pouze subgenomickým množstvím DNA. Tento způsob rozmnožování vede k tvorbě klonálních linií, v nichž se samci vyskytují pouze ojediněle. Pokud je jikra oploďněna homologním spermatem karase stříbřitého s vhodným genem, proniklá spermie v jikře dekondukuje a vzniká samčí prvotná jádra (pronukleus), které splyne se samičím. V zygotě proběhne rekombinace a z jejího genomu je odstraněn určitý počet chromozomů (přibližně polovina chromozomů matky) vytvořením dalšího polárního tělíska. Alternativní vysvětlení předpokládá, že jsou tyto chromozomy pozdrženy v buňce do doby jejich desintegrace (rozpuštění).

Jde o proces velmi podobný běžnému pohlavnímu rozmnožování a v potomstvu je zajištěna genetická variabilita. Pokud se např. jednotlivé klony triploidních biotypů od sebe odlišují různými fyziologickými charakteristikami, ale třeba i počtem chromozomů, potomstvo vzniklé při jejich křížení vykazuje přechodné morfologické a fyziologické znaky a odlišný počet chromozomů od rodičovských klonů.

Avšak i při gynogenetickém rozmnožování může dojít k pravému oplození a k zabudování genomu spermie do genomu potomstva – vzniklý jedinec je alotetraploidní hybrid z triploidního vajíčka triploidního biotypu karase a haploidní spermie iniciujícího samce obvykle jiného druhu. Toto zjištění je důležité, protože v literatuře se často zmiňuje výskyt tetraploidních karasů stříbřitých (obvykle v populacích triploidního biotypu), a to včetně populací nacházejících se v České republice. Domnělí tetraploidní jedinci jsou ale nespíše alotetraploidní hybridi, morfologicky těžko odlišitelní od zbytku populace.

### Karasí v Evropě – dosti nepřehledno

Jak už jsem naznačil, v současné době lze v Evropě nalézt různé mitochondriální linie – druhy, biotypy a jejich hybridy (viz obr. 4). V Evropě původní karas obecný je v současnosti kompetičně vytlačován komplexem *C. auratus*, s jehož zástupci také úspěšně hybridizuje za vzniku plodných kříženců schopných další reprodukce. Potvrzením rčení, že cesta do pekel je dlážděna samými dobrými úmysly, jsou snahy o posílení populací karase obecného vysazováním ryb z jiných lokalit, které mohou být ve skutečnosti geneticky kontaminované genomy jiných karasů.

Původní přirozené se vyskytující evropské populace karase stříbřitého byly zřejmě na mnoha místech v severovýchodní Evropě vytlačeny introdukovanými populacemi triploidního biotypu. Ten se po Evropě rozšiřoval především díky rybníční akvakultuře, protože často docházelo a stále dochází k zaměňování nedospělých karasů s násadou kapra obecného. K vytlačení původních populací došlo proto, že klonální rozmnožování teoreticky znamená exponenciální růst velikosti populace z generace na generaci, neboť potomky jsou opět téměř pouze samice a nedochází k plýtvání poloviny populace produkcí samců. Je pravděpodobné, že pokud původní karas stříbřitý v Evropě ještě existuje na více místech, jeho genom se mnohde stal součástí biotypů tvořících dnešní komplex *C. auratus*.

Triploidní biotyp karase stříbřitého je nespíše hybridního původu, avšak doposud neznáme rodičovské druhy ani místo jeho vzniku. Dá se jen spekulovat, že vznikl někde v povodí Amuru na Dálném východě, odkud pocházejí v současnosti oblíbené druhy evropského rybníkářství, zmíněný amur bílý a oba druhy tolstolobiků, jejichž dovoz do Evropy se kryje s nárůstem početnosti populací karasů komplexu *C. auratus*.

Ferální karas zlatý se v omezené míře stále vyskytuje v některých oblastech Evropy s mírnější zimou a i na určitých místech v ČR. V oblasti Albánie a jejího blízkého okolí žijí odlišné mitochondriální linie karase zlatého s rozdílnou introdukční historií, než jakou mají ferální „zlaté rybky“. Tyto ryby byly dovezeny přímo z Číny během dobrých albánsko-čínských vztahů v druhé polovině 20. stol. a lze je nalézt např. ve Skadarském jezeře.

Z Japonska pocházející karas ginbuna z komplexu *C. langsdorfii* je v Evropě pře-

5 Způsoby reprodukce u ryb. 1 – plně rekombinantní (normální) rozmnožování; 2 – hybridogeneze; 3 – gynogeneze; 4 – rekombinantní rozmnožování triploidních biotypů komplexu *C. auratus*. Velké písmeno charakterizuje druh (A, B, C), písmeno X možnou hybridní kompozici bez znalosti rodičovských druhů.

Čísla 1, 2, 3 v horním indexu představují individuální genotypy. Ploidní úrovně gamet a jedinců jsou označeny 1n – haploidní, 2n – diploidní, 3n – triploidní, 1,5n – redukovaná triploidní (aneuploidní). Blíže v textu. Orig. L. Kalous

6 Neotyp samce karase stříbřitého původem ze Slezska (ZMB 33979), živý jedinec před fixací. Druhová identita tohoto invazního druhu byla od doby popisu M. E. Blochem nejasná. Vyřešil ji až výzkum uváděný v tomto článku (Kalous a kol. 2012). Foto J. Bohlen

kvapivě hojný, jak ukázaly poslední studie. Jeho původ není jasný a byl spekulativně spojován s dovozem ozdobných forem kaprů Koi. Jestli jeho genomy vstupují do životaschopné kombinace s ostatními zástupci rodu karas, zatím není známo.

Posledním karasem, resp. identifikovanou mitochondriální linií, která se v Evropě vyskytuje, jsou ryby jinak známé ze západního Mongolska a z povodí jezera Bajkal. Jak se do Evropy dostaly a zdali jejich genom vstupuje do hybridizací s ostatními karasy, se neví.

Rozplétání celé problematiky karasů zabere ještě nějaký čas, nicméně již teď víme, že diverzita tohoto rodu v Evropě je mnohem větší, než se donedávna předpokládalo. Zahrnuje ryby původní, ryby s různou introdukční historií, různým původem, jejich hybridy a klonální linie, ryby s rozdílnými ekologickými a fyziologickými vlastnostmi. Správný management volných vod by měl vycházet z aktuálních vědeckých poznatků o jednotlivých druzích, ale i o hybridních komplexech. Měl by reflektovat přirozené, původní složení ichtyofauny, zaujímat stanoviska a zavádět opatření, která budou ve shodě s vědeckým poznáním, ochranou ryb i zájmy rekreačních rybářů. Např. zmíněné snahy o posílení populací karase obecného by měly být prováděny s nejvyšší opatrností.

Použitou literaturu uvádíme na webových stránkách Živý.