

# Piskoř pruhovaný – rytíř bahnitých vod mezi evolucí a zánikem

Záplavové oblasti kontinentální Evropy hostívaly pestrou mozaikou mokřadních stanovišť. Nápadnými dílky této mozaiky byla zarostlá mrtvá ramena řek a menší tůně. Ryby obývající tyto vody tolerují nízkou koncentraci rozpuštěného kyslíku nebo umějí přežít krátkodobé vyschnutí lokality. Patří k nim i piskoř pruhovaný (*Misgurnus fossilis*) žijící skrytě v bahnitých vodách, kde uniká nejen tlaku predátorů a kompetitorů, ale také pozornosti laické i odborné veřejnosti. I proto zde předkládáme přehled dosavadních poznatků o piskoři i toho, co zůstává neznámé – zejména v oblasti genetiky a evoluční historie. V populacích se mohou vyskytovat jedinci s různými počty sad chromozomů, není však jasné, jak evolučně vznikli a jak se rozmnožují. Především v důsledku úbytku vhodných stanovišť, mimo jiné následkem regulací vodních toků, piskoř pruhovaný mizí z evropských lokalit. Poznání genetické struktury populací je proto klíčové k nastavení opatření při jejich záchranných transferech a chovech.



**Odolná, avšak kriticky ohrožená ryba**  
Piskoř pruhovaný (obr. 1) – zástupce čeledi sekavcovití (Cobitidae) – je jedním z nejdolnějších obyvatel bahnitých mokřadů. Přirozeně se vyskytuje v Evropě od řeky Něvy a Volhy až téměř po Sein. Jde o jediný původní evropský druh piskoře, zatímco vyšší diverzitu rodu nalezneme ve východní Asii. Rozšíření piskoře pruhované je dnes velmi nesouvislé a omezuje se na zbytky vhodných lokalit – stojaté či pomalu tekoucí vody s bahnitým dnem a hustým porostem ponořené vegetace. Typicky jde o mrtvá ramena řek a tůně záplavových oblastí (obr. 2), ale i o vodní plochy vytvořené člověkem, tedy rybníky, strouhy a kanály. Piskoři se zdržují zejména v husté vegetaci, přičemž se příliš nevzdalují z jednoho místa. Při vyrušení, vyschnutí vody nebo na zimu se zavrtávají do bahna. Umějí tolerovat poměrně vysoké teploty vody a nízké množství rozpuštěného kyslíku, a to hlavně díky přídavným dýchacím orgánům. Larvám pomáhají nitkovité vnější žábry, juvenilové a dospělci dýchají kromě žaber a kůže také polykáním vzduchu u hladiny. To je provázeno vypouštěním bublin z řitního otvoru, které poutalo pozornost již před více než sto lety. Např. v Brehmově Životě zvířat (1902–07) se můžeme o piskořích dočíst: „Vdechuvše tímto způsobem něco čerstvého vzduchu, vypouštějí zároveň řítí ze střeva se zřetelným šumotem vzduch v bublinkách.“

1 Poznávacím znakem piskoře pruhované (*Misgurnus fossilis*) je výrazný tmavý pruh táhnoucí se středem boku těla od hlavy až k ocasu, a pod ním umístěný úzký pruh od skřelí k pánevní oblasti. Celkové zbarvení je variabilní, od velmi tmavého až po světlé, žlutavé i oranžové, někdy doplněné tmavým skvrněním. Příbuzní asijské piskoři postrádají pruhy a bývají skvrnití nebo tečkovaní. Podle: M. E. Bloch (1782–84)

Následné experimenty potvrdily, že v zadní části střeva dochází ke vstřebávání kyslíku z polknutého vzduchu. Ve větším detailu byly stavba, histologie i exprese genů ve střevě studovány především u asijských piskořů. Zadní část střeva je u nich rovná a krátká, oddělená od přední části spirálou, která pravděpodobně slouží ke zkompatnění nestrávených zbytků potravy, aby část hustě prokrvené sliznice střeva zůstala v kontaktu s polknutým vzduchem.

Asijské druhy i evropský piskoř pruhovaný jsou potravními oportunisty živícími se bezobratlými – larvami pakomárů a dalšího hmyzu, drobnými vodními korýši, měkkýši, kroužkovci, dále zooplanktonem, vajíčky obojživelníků i ryb a také částmi rostlin a řas. V nepříznivých podmínkách – např. když vlivem nedostatku kyslíku (hypoxie) v bahnitých vodách vymřou bezobratlí – se piskoři živí převážně detritem, ač jde zřejmě o suboptimální strategii, jak

napovídá jejich rovné střevo, které si délkou nezádá se zakrouceným střevem jiných detritofágů.

Navzdory adaptacím na nepříznivé abiotické podmínky, které piskoři pruhované umožňují žít tam, kde mnohé jiné ryby nepřežijí, došlo od 50. let 20. století k výraznému poklesu jeho populací u nás i v dalších oblastech Evropy. Podobně téměř vymizely jiné mokřadní ryby, např. blatňák tmavý (*Umbra krameri*) a karas obecný (*Carassius carassius*). Důvodem je úbytek přirozeně se obnovujících říčních a obecně mokřadních ekosystémů v důsledku melioračních úprav a přetvoření mokřadů pro potřeby zemědělství nebo výstavby lidských sídel. Bez přirozené eroze a sedimentace, a tedy meandrování řek, již nevznikají nová mrtvá ramena, stará jsou zanášena a vysychají. Chybí také disturbance v podobě záplav, které rybám umožňovaly tůně znovu osídlit nebo se vrátit do hlavního toku řeky. Výrazná sucha posledních let způsobují zánik i dříve přeživších lokálních mikropopulací už tak mozaikovitě rozšíření piskoře v oblastech Poodří, povodí Dyje a Moravy, Třeboňska a Poohří. Rostoucím problémem jsou také invazní druhy, které zvládají obdobné nehostinné podmínky. V případě piskořů jde rovněž o již zmíněné asijské piskoře šířící se v posledních dekádách Evropou.

## Invazní asijské piskoři, nová hrozba?

Pevninská část východní Asie a přilehlé ostrovy včetně Japonska hostí vyšší diverzitu piskořů (*Misgurnus*, *Paramisgurnus*), konkrétní vztahy mezi druhy i jejich pojetí jsou však nejasné. Problematický je jak samostatný rod *Paramisgurnus*, který fylogeneticky leží uvnitř rodu *Misgurnus*, tak skutečnost, že některé druhy jsou považovány za synonyma. Piskoř dálnovýchodní (*M. anguillicaudatus*) pravděpodobně představuje několik polyfyletických linií. Situaci dále komplikuje absence nápadných rozlišovacích znaků a rovněž mezidruhová hybridizace.

Podobně jako piskoř pruhovaný snášejí také asijské piskoři nedostatek kyslíku, silně zakalené vody, výkyvy teplot, včetně zamrznutí v ledu, i vyschnutí lokalit. A podobně se ve své domovině často stali ohroženými. Příčinou je zejména nadměrný lov pro využití v kulinářství a tradiční medicíně. Problémem je i ztráta stanovišť a způsob hospodaření na rýžových polích zasahující do migrací a rozmnožování. Schopnost přežít široké spektrum podmínek však z asijských piskořů dělá jinde ve světě silně invazní organismy. Již v 19. století se rozšířili na Havajské a další ostrovy Tichomoří, později se dostali do Severní a Jižní Ameriky, Austrálie i Evropy prostřednictvím obchodu s piskoři coby okrasnými rybami do jezírek a akvárií. Roli však mohla sehrát i náhoda. Z r. 1906 je popsán případ živého piskoře nalezeného v USA v trupu lodi, kde žil v nádrži, do které stéká voda, mazivo a různé nečistoty z paluby. V Evropě se asijské piskoři vyskytují již v Německu, Švýcarsku, Itálii, Francii, Nizozemsku, na Pyrenejském poloostrově a dále se šíří do Belgie a Rakouska, odkud je to povodím Dunaje velmi blízko na Moravu. Zatím však z ČR není hlášen žádný nález.



V evropských vodách známe výskyt minimálně tří druhů – piskoře *P. dabryanus*, p. dálnovýchodního (*M. anguillicaudatus*) a *M. bipartitus* – přičemž některé byly původně určeny chybně. Z Německa je znám jedinec někdy uváděný jako piskoř čínský (*M. mizolepis*). Již zmíněné obtížné určování druhů komplikuje poznání jejich invazního potenciálu a ekologických dopadů. Obecně mohou invazní piskoři ovlivňovat ekosystémy zvýšením zákalu a predací vodních bezobratlých, a tedy kompeticí s bentickými rybami včetně piskoře pruhovaného. Jsou také hostiteli hlístic, tasemnic a virů, které by se mohly přenést na další ryby i na rybožravé ptáky a savce. Nejisté je riziko hybridizace asijských druhů s piskořem pruhovaným. V laboratorních podmínkách hybridizace možná je (testováno s p. dálnovýchodním) a potomci jsou životaschopní, se vzhledem na pomezí obou rodičovských druhů s pruhy tvořenými z oddělených teček. Zatím však nebyl testován jejich reprodukční potenciál. Odstraňování invazních piskořů z již obsazených lokalit je obtížné. Lokality nestačí vypustit či vypumpovat, protože mohou o hladu a na suchu v bahně přežít i několik měsíců. Naději tak skýtá regulace dovozu, osvěta a rázný postih za záměrné vypouštění nepůvodních druhů. Nutnou eradikaci vyžaduje i další, snad ještě nebezpečnější asijský hlavačkovec Glenův (*Perccottus glenii*), dravá ryba obývající mělké, stojaté a zarostlé vody – stejný typ

2 Tůň – bývalé mrtvé rameno Lužnice obývané piskořem pruhovaným i karasem obecným (*Carassius carassius*). Přítomnost obou druhů potvrdil jak přímý odchyt, tak environmentální DNA (eDNA) ze vzorků odebrané vody.

3 Projekt Genetická diverzita piskoře pruhovaného v České republice byl zahájen ve spolupráci s prof. Petrem Rábem, který se podílel na jeho zrodu a inspiroval náš výzkumný tým. Kresba piskoře k propagaci projektu, orig. K. Bezániová

4 Naděje nových biotopů pro piskoře pruhovaného? Na Ostravsku po těžbě uhlí vznikly rozsáhlé poklesliny, někdy nazývané i důlní propady, které se po zaplavení vodou proměnily v tůně a mokřady. Nový letošní záznam výskytu piskoře pochází ze Záblatí u Bohumína. Foto L. Choleva

stanovišť jako piskoř pruhovaný. Tento druh byl již u nás zaznamenán v povodí Berounky (Šmejkal a kol. 2024).

### Jak piskoři pomáhají porozumět rozmanitostem života

„Nemalý vliv má na piskoře počasí; je-li pěkně, potuluje se u dna, ale blíží-li se bouřka, bývá nepokojný, kalí vodu, stoupá vzhůru k hladině a plove tu sem tam, otevřenými ústy nad ní vzduch lapaje. Bývá tak poplašen již na 24 hodin před bouří, tak že jej leckde i jako proroka povětrnosti v akváriích chovají.“ Tolik se dočteme

opět v Brehmově Životě zvířat. Schopnost reagovat na změny atmosférického tlaku je jednou z nejčastěji uváděných vlastností piskořů v historické literatuře. Jejich využití coby amatérských meteorologů se odráží i v anglických názvech weatherfish či weatherloach a přeneseně i v rodovém jméně *Misgurnus* složeném z řeckého míséō (nenávidět) a tureckého gür (hřmění). Piskoř pruhovaný se také občas používal v rybářství jako nástražní ryбка a jeho maso je údajně po zbavení bahnitě chuti pochoutkou. Na rozdíl od asijských druhů se však ti evropští za tímto účelem masově nelovili ani nechovali. Minimálně v bývalém Sovětském svazu se ve 40. letech 20. století hojně dostupný piskoř pruhovaný používal k těhotenskému testu podobným způsobem jako žáby drápatky (*Xenopus*) – do samice se injekcí vpravilo několik mililitrů moči, která v případě pozitivního výsledku spustila do několika dní kladení jiker. Po několik dalších dekád se piskoř pruhovaný v tehdejší SSSR pro snadnou dostupnost a chov používal coby modelová ryba vývojové biologie ke studiu biochemie, buněčné biologie a fyziologie spermií, oocytů i embryí. Odkazem těchto studií se stala poměrně dobrá znalost získávání embryí. Ve střední Evropě je v současnosti snaha využívat piskoří embrya v testech toxicity. Jejich odolnost k nízké koncentraci rozpuštěného kyslíku umožňuje studovat i vzorky znečištěného hypoxického sedimentu.

Znečištění mikroplasty a nanoplasty, těžkými kovy i různými organickými látkami (antidepresivy, insekticidy z různých polí apod.) se intenzivně zkoumá na dospělých asijských piskořích. Ti rovněž slouží pro výzkum střevního dýchání a inspirovali studium téhož u savců. Vedlo ke zjištění, že pomocí zadní části střeva lze zajistit dostatečné okysličení organismu a že by tak mohl být řešen i akutní nedostatek plicních ventilátorů u lidských pacientů (Ig Nobelova cena v r. 2024 – ocenění za neobvyklé nebo humorné výsledky výzkumu). Značná část studia asijských piskořů se pak zaměřuje na praktické aplikace v akvakultuře (potravní chování, fyziologii, patogeny v chovu), a to včetně vylepšení vlastností ryb pomocí křížení, genetických modifikací i manipulací ploidie (blíže i např. Živa 2013, 6: 261–264).

Asijské piskoří jsou obvykle diploidní. V případě p. dálnovýchodního z čínské



řeky Jang-c'-tiang se však vyskytují bok po boku diploidní ( $2n = 50$ ) i tetraploidní jedinci ( $4n = 100$ ). Tetraploidi jsou blíže příbuzní diploidním jedincům ze stejných lokalit a pravděpodobně vznikli jejich polyploidizací. Křížením diploidů a tetraploidů občas vznikají i jedinci triploidní ( $3n = 75$ ). Vzácně se vyskytují penta- a hexaploidní piskoři nebo taková, kteří nesou mozaiku různých ploidních buněk. V Japonsku pak najdeme piskoře dálnovýchodní, jejichž rozmnožování není vždy v souladu s mendelovskou dědičností. Většina z několika tamních oddělených genetických linií se množí pohlavně. Výjimkou jsou populace pocházející z křížení dvou vzdálených genetických linií. Tyto populace se rozmnožují gynogenezí: diploidní samice produkují neredukovaná vajíčka, ze kterých vznikají klony. K započatí vývoje embrya je třeba kontakt se spermií (ne nutně téhož druhu), která aktivuje rýhování, nijak ale nepřispívá svým genetickým materiálem do vínku potomka. Občas dojde k chybě a k začlenění haploidního genomu spermie do vajíčka. Výsledkem je triploidní piskoř schopný dalšího alternativního způsobu reprodukce – hybridogeneze, známé např. u skokanů zelených (*Pelophylax esculentus*, blíže Živa 2005, 3: 133–135). Polyploidizaci lze u asijských piskořů snadno vyvolat i uměle, stejně tak je možné indukovat gynogenezi nebo androgenezi (dojde k oplodnění vajíčka, avšak potomek nese jen genom otce). Kromě přínosu pro akvakulturu jde o vynikající model pro studium polyploidizace a nemendelovské dědičnosti. Vraťme se však do evropských vod k piskoři pruhovanému. O jeho genetice toho víme podstatně méně; to málo, co víme, však napovídá, že i „náš“ piskoř má z hlediska studia polyploidie a evoluční genetiky co nabídnout.

### Variabilita evropských piskořů

V r. 1972 byl popsán karyotyp piskoře pruhovaného čítající 100 chromozomů (Raicu a Taisescu 1972). Autoři tehdejší studie navrhli, že piskoř je zřejmě tetraploidní (tedy  $4n = 100$ ), některé další výzkumy ho však považovaly za diploidního ( $2n = 100$ ), mimo jiné na základě faktu, že se u piskořů pruhovaných na rozdíl od asijských tetraploidních protějšků nepodařilo indukovanou gynogenezí vytvořit životaschopné potomstvo (např. Arai 2023). Kromě jedinců se 100 chromozomy se však vyskytují i jedinci s dalšími karyotypy. O záhadné cytogenetice piskořů pruhovaných se v Živě krátce zmiňoval již Petr Ráb (2013, 6: 281–284); popsání byli z našeho území i jedinci s 50 a 75 chromozomy (považovaní za diploidní, resp. triploidní), a také aneuploidní formy s přechodnými počty chromozomů. Různé formy obou pohlaví se mohou vyskytovat sympatricky na jedné lokalitě. Např. na Třeboňsku je znám výskyt tetraploidních, triploidních a aneuploidních jedinců zhruba v poměru 4 : 1 : 1. Naopak dosavadní analýzy sekvencí mitochondriální DNA (mtDNA) ukázaly překvapivě nízkou variabilitu napříč areálem piskoře pruhovaného. Nejde-li o výsledek nedávné expanze z glaciálního refugia, nízká divergence haplotypů mtDNA může pramenit z adaptace na prostředí s nedostat-



5 Z vody je možné eDNA získat např. protlačení vzorkovaného objemu přes jemný filtr, na kterém se DNA zachytí. Přefiltrováním většího objemu se zvyšuje pravděpodobnost zachytu eDNA. Snímky K. Bezányiové, není-li uvedeno jinak

kem kyslíku. Mitochondrie hrají klíčovou roli v buněčném dýchání a různé mitochondriální haplotypy mohou mít různou fitness. Je možné, že na mitochondriální geny piskořů působí vzhledem k jejich způsobu života purifikující selekce silněji než u většiny jiných ryb. Projekt detailněji se věnuje pochopení genetické rozmanitosti, způsobům rozmnožování, evoluci polyploidie a ochraně piskoře pruhovaného (obr. 3) započali společně s prof. Rábem řešit členové Laboratoře genetiky ryb Ústavu živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, kterou Petr Ráb založil, vedl a rozvíjel.

### Ochrana piskoře pruhovaného a druhový monitoring

Skrytý způsob života těchto ryb ztěžuje jejich ochranu – mohou unikat pozornosti a podceněním druhového monitoringu mohou skončit na souši i s odtěženým sedimentem dna při údržbě drobných vodotečí (přikopů, kanálů apod.). Na lokalitách s potenciálním výskytem piskoře je proto nutné uplatnit princip předběžné opatrnosti. Údržbu je vhodné provádět mozaikovitě (jen levý, nebo jen pravý břeh), po kratších úsecích (rozdělit údržbu delšího toku do více sezon) a mimo období rozmnožování. Část dna a vegetace by měla být ponechána jako refugium, aby se minimalizovaly ztráty jedinců a zachovala kontinuita stanovišť druhu. Takový management efektivně zachová mozaiku vhodných mikrostanovišť. Před komplexními zásahy, jakými je plošné odstraňování sedimentů říčních ramen či rybníků, je v oblastech s historickým výskytem druhu nutno ověřit současný výskyt biologickým průzkumem.

Nálezy piskořů jsou sporadické a na některých lokalitách je výskyt potvrzen jednou za řadu let nebo zjištěn vůbec poprvé (obr. 4). Průzkum pomocí elektrického agregátu v drobných vodotečích může výskyt druhu potvrdit, současně však může ryby poranit i usmrtit ty ukryté hluboko v bahně. Alternativní živolovné pasti

znamenají velké časové nároky na správnou pokládku, denní kontroly a dostatečné pokrytí lokality, a v hlubokých či příliš mělkých zarostlých mokřadech jsou pro odchyt neumístitelné. Paralelně s odchyt do pastí v současnosti testujeme odběr environmentální DNA (eDNA), jenž se jeví jako perspektivní pro detekci výskytu piskoře pruhovaného i na obtížně přístupných místech.

Environmentální DNA se uvolňuje z organismů do prostředí v podobě odloupených buněk ze sliznic a povrchu těla, při vypouštění gamet nebo třeba při vylučování (obr. na webu Živy). Obecně ji lze získat z půdy, vody, vzduchu a různých povrchů (z pavučin, povrchu čerstvých i sušených rostlin včetně čaje a koření), případně z jiných organismů (z tráveniny ve střevě nebo z tkání houbovců, v nichž se koncentruje DNA z okolní vody). Zejména eDNA vázaná na půdní částice může být velmi stabilní, v běžných podmínkách se uvádějí až desítky i stovky let, v případě permafrostu dokonce miliony let, zatímco eDNA ve vodě obvykle odráží aktuální přítomnost živých (i mrtvých) organismů. Výhodou je, že ji můžeme zachytit při relativně nízkých populačních hustotách, dá se tedy využít pro detekci vzácných organismů nebo invazních druhů čerstvě po introdukci. V současnosti proto testujeme různé způsoby odběru (obr. 5) a detekce eDNA piskoře pruhovaného, karase obecného a dalších druhů. Zároveň věříme, že v budoucnu půjde upravit metodu odběru eDNA pro využití v občanské vědě. Ta může sehrát velmi nápomocnou roli i bez eDNA při zaznamenávání výskytu piskořů např. aplikací iNaturalist nebo BioLog, ať už při zachycení druhu během výlovů rybníků, výzkumu jiných mokřadních druhů pomocí odchytových sítí a pastí, i během rybaření.

Piskoř pruhovaný patří k našim nejohroženějším druhům ryb. Jeho ochrana je komplikovaná nejen ztrátou vhodných stanovišť, ale zároveň nedostatkem informací o jeho populacích a genetické struktuře. Současný výzkum na několika desítkách lokalit po celé republice přináší nové poznatky o původu, genetické rozmanitosti i ploidii piskořů a umožňuje lépe chápat jejich rozmnožování a přirozené rozšíření. Tyto informace jsou zásadní pro úspěšné záchranné transfery a pro prevenci nežádoucího mísení různých genetických linií nebo forem odlišné ploidie. Nové poznatky navíc přispívají k rozvoji chovu piskořů, odkud mohou být později navraceni do přírody. A jak ukazují zjištění ze zahraničních chovů, je s piskoři možné zároveň chránit i několik dalších druhů – mimo jiné parazitických zábrohlístů vázaných pouze na piskoře. Vedle tradičních metod odchytu se jako mimořádně slibná ukazuje eDNA, která dokáže prokázat přítomnost druhu i tam, kde ho běžný průzkum nezachytí. Společně tyto přístupy dávají reálnou naději, že se piskoře pruhovaného podaří nejen ochránit, ale i lépe porozumět jeho biologii.

Vybranou literaturu k tématu a doplňující obr. uvádíme na webové stránce Živy.