

# Anuální halančící – ryby adaptované na sezonně vysychající biotopy

Ačkoli ryby jsou druhově nejpočetnější skupinou obratlovců, jejich diverzifikace je omezena na vodní prostředí. Některé se mohou dočasně bez vody obejít a trávit mimo ni poměrně značnou část aktivity (lezci, např. rod *Periophthalmus*), klást tam jikry do relativního bezpečí před predátory (sladkovodní tetry střikavé – *Copella arnoldi*, viz Živa 2012, 5: 255–256; mořští gavúnovci – *Leuresthes*) nebo se tam ukrývají, např. ve vlhkých dutinách mrtvého dřeva (halančík *Kryptolebias marmoratus*). Zvláštní skupinu potom tvoří ryby, které obývají dočasné vodní tůně a nádrže. Období sucha tráví buď jako estivující (estivace – letní spánek) dospělci zahrabáni v bahnitěm substrátu dna (afričtí, australští a jihoameričtí bahníci, blíže viz článek na str. 257–260 tohoto čísla; australský *Lepidogalaxias salamandroides* z čeledi mlokovkovití – *Lepidogalaxiidae*), nebo nedostatek vody přežívají jako embrya chráněná jikernými obaly. Přechávaní období sucha v embryonální fázi vývoje je unikátní pro několik skupin halančíků (řád halančíkovci – *Cyprinodontiformes*), proto je jim věnován následující příspěvek.

Halančící jsou druhově bohatou skupinou ryb s převážně gondwanským rozšířením. Obecně lze říct, že jsou typickými obyvateli marginálních biotopů a občas se vyskytují v prostředí vysloveně extrémním, ať již teplotními parametry nebo salinitou. Jde o drobné ryby a kromě malých pralesních potoků, okrajů řek, jezer a lagun s brackickou vodou zahrnuje jejich areál také oblasti savan, pamp a llanos. Ve všech těchto oblastech travnatých plání můžeme najít anuální halančíky (s vývojovým cyklem adaptovaným na roční střídání klimatu) obývající periodické vodní biotopy a je pravděpodobné, že strategie přežití období sucha v embryonální fázi vznikla v jejich evoluci nejméně dvakrát

nezávisle na sobě. Halančící rodu *Nothobranchius* žijí v travnatých savanách a řídkém sezonním lese (např. formace miombo s převahou opadavých stromů rodu *Brachystegia* z čeledi bobovitých – *Fabaceae*, či mopánové lesy s dominancí dalšího druhu bobovitých *Colophospermum mopane*) v širokém pásu východní Afriky od jižního Súdánu po severovýchodní cíp Jihoafrické republiky. Areál rodu není v žádném případě souvislý a pro výskyt populací halančíků je nutná přítomnost správného substrátu v podobě čtvrtohorních aluviálních usazenin (vertisolové půdy), ve vodě tvořících charakteristický tmavý bahnitý substrát (obr. 4). Savanové tůně na holých lateritických půdách nebo

v oblastech s dominancí písčitého substrátu halančící neobývají, i když vrstva naplaveného vertisolového bahna může umožnit jejich existenci i v těchto místech. Jen v bahnitěm vertisolovém substrátu totiž mohou embrya halančíků přežít do dalších dešťů. Během období sucha se vývoj zárodků prakticky zastaví v jedné ze tří diapauz. Začátek, konec a délka jednotlivých diapauz je (alespoň u afrického rodu *Nothobranchius*) značně variabilní a halančící tak mohou dokončit celou embryogenezi za tři týdny, měsíce i roky. Tato strategie je bezpochyby adaptací na nepředvídatelnost srážek.

## Životní cyklus

Anuální halančící se líhnou po nástupu období dešťů, když se jejich tůň naplní vodou. Velice rychle rostou a pohlavně dospívají – naše výzkumy ukazují, že to může být už ve věku 17 dní, při velikosti 3 cm. Po dosažení dospělosti kladou jikry prakticky denně až do vyschnutí tůně, které nastává za 2–11 měsíců. V rámci širokého areálu rodu *Nothobranchius* trvá období dešťů různě dlouho, ale voda vždy mizí z tůň nástupem období sucha a nedostatkem srážek. Podobný princip pravděpodobně funguje rovněž u blízce příbuzných monotypických rodů *Pronothobranchius* a *Fundulosoma* obývajících pás savan západoafrického Sahelu a také u jihoamerických halančíků ze severní části kontinentu (llanos ve Venezuele a Kolumbii, např. vějířovky rodu *Austrofundulus* a *Rachovia*; viz Živa 1990, 2: 79–82). Naopak v oblasti pamp a tzv. uruguayské savany v jihovýchodní části Jižní Ameriky (jižní Brazílie, Uruguay, Argentina) nejsou vhraněná období dešťů a sucha a sezonní charakter klimatu je dán střídáním teplot. Halančící žijící v pampě (převážně rody *Austrolebias* a *Cynopoecilus*) tak obývají tůně existující v zimním období a hynou s jejich vyschnutím v létě, kdy výpar výrazně převyšuje srážky. Také jikry jiných rodů halančíků (např. západoafrický *Fundulopanchax*) jsou schopny krátkodobě přežívat mimo vodní prostředí, ve vlhkém substrátu. Konečnou reprodukční strategii a embryogenezi je v rámci řádu halančíkovců značně variabilní. Patří sem i ryby živorodé (čeleď gudeovití – *Goodeidae*; blíže viz Živa 2011, 3: 132–133 a 4: 181–183) nebo vejcoživorodé (mnoho zástupců čeledi živorodkovití – *Poeciliidae*, včetně známých mečovok – *Xiphophorus* a živorodek duhových – *Poecilia reticulata*; blíže viz Živa 2011, 5: 243–245 a 6: 287–289). Ale najdeme zde i jikry kladoucí druhy s vnitřním oplozením (rod *Tomeurus*), hermafroditů praktikujících samooplození (*Kryptolebias marmoratus*; u něhož existují i populace složené ze samců a hermafroditů), gynogeneticky se rozmnožující samice živorodky křížené (*Poecilia formosa*) využívající spermie jiných druhů (blíže také článek na str. 285–288 tohoto



1 Typická savanová tůň v suché oblasti Mosambiku v pánvi řeky Chefu s výskytem halančíků (řád halančíkovci – *Cyprinodontiformes*) druhů *Nothobranchius furzeri* a *N. orthonothus*. Maximální hloubka tůně dosahuje 20 cm.



čísla) a další taxony s velice netradičními způsoby rozmnožování (viz také Živa 2011, 1: 38–39).

Raný ontogenetický vývin anuálních halančíků vykazuje několik výjimečných adaptací. Vnitřní vrstva jikerných obalů (*zona radiata interna*) je výrazně silnější než u ostatních ryb a snižuje tak ztráty vody po celou dlouhou dobu inkubace. Proces epibolie (obalování žloutku povrchovými blastomerami v rané fázi embryogeneze) nekončí vytvořením embryonální osy jako u ostatních ryb, ale hluboké blastomery se dále pohybují kolem jikerného žloutku, a to po několik dní. V tomto stadiu, tedy předtím, než se vůbec začaly vyvíjet jednotlivé orgány, může (avšak nemusí) embryo vstoupit do první z diapauz. Následuje agregace blastomer a vývoj tělní segmentace, na jehož konci může embryo vstoupit do další z diapauz. Zdá se, že právě v této fázi (označované jako diapauza II) přechází většina embryí období sucha. Poté dochází k organogenezi, v jikrách snadno zjištělné podle vzniku a pigmentace očí. Po dokončení embryonálního vývinu může embryo ještě vstoupit do další diapauzy, v této době je však již připravené k líhnutí. Faktory ovlivňující vstup a výstup z jednotlivých diapauz působí komplexně a v současnosti neznáme relativní důležitost genetických a environmentálních faktorů. Svou roli zajišťuje parciální tlak konkrétních plynů, relativní vlhkost, snad i teplota. Na druhou stranu embrya produkovaná jedním

2 Hlubší tůň v pánvi dolního toku řeky Limpopo v Mosambiku s vegetací, průhlednější vodou a výskytem halančíků druhů *N. furzeri*, *N. orthonothus* a *N. pienaar*.

3 Rozlehlá tůň v pánvi dolního toku Zambezi vysychá na výrazně kratší dobu než stanoviště na předchozích obr. a existuje jako systém propojených tůní, často nyní sloužících k pěstování rýže. Vyskytují se zde druhy *N. krysanovi* a *N. orthonothus*.

4 Vysychající tůň na konci období dešťů s vertisolovým bahnem (z aluviálních usazenin), v němž přežívají jikry halančíků období sucha (blíže v textu).

5 Samice *N. orthonothus* z oblasti Quelimane (severně od Zambezi) ihned po odchytu v přírodě

6 Výrazný pohlavní dimorfismus halančíků je dobře viditelný u páru stejně starých jedinců *N. kadleci*.

7 a 8 Samec modrý (obr. 7) a červený (obr. 8) formy druhu *N. eggarsi* z lokality Bagamoyo v Tanzanii. Foto B. Nagy

9 a 10 Z odchytů v přírodě pochází i žlutá (obr. 9) a červená (obr. 10) forma samce *N. korthausae* z ostrova Mafia u tanzanského pobřeží. Foto B. Nagy

11 Kříženec mezi sesterskými druhy *N. furzeri* a *N. kadleci*. Snímky M. Reicharda, pokud není uvedeno jinak

12 Halančík *N. furzeri*, samec žluté formy. Dolní Limpopo. Foto O. Sedláček

13 Samec červené formy *N. kadleci* ze středního Mosambiku. Foto O. Sedláček

14 Samec halančíka *N. luekei* z pánve řeky Mbezi v Tanzanii. Foto B. Nagy

rodičovským párem, nakladená během hodiny do stejného substrátu a inkubovaná stejným způsobem a ve shodných podmínkách se projevují výraznými rozdíly v délce inkubace. Náš probíhající výzkum naznačuje, že jde o složitou interakci mezi genotypem a prostředím. Je zřejmé, že zahrnuje adaptaci na nepředvídatelnost srážek a umožňuje některým embryím líhnutí již po necelých třech týdnech, jiným naopak umožní zůstat životaschopnými v suchém substrátu dna po dobu několika let.

Tůně obývané anuálními halančíky bývají často naplněny pouze srážkami, občas však může v období intenzivních záplav dojít k přechodnému spojení s blízkým tokem. Typicky jsou tedy anuální halančíci jediné kostnaté ryby v tůních, často doprovázeni bahníky, a to jak v Africe (rod *Protopterus*), tak v oblasti jihoamerických pamp (bahník jihoamerický – *Lepidosiren paradoxa*). V případě dočasného spojení s blízkým tokem se mohou do tůní dostat v africké savaně malé druhy parmiček (rod *Barbus*), sumci keříčkovci (*Clarias*) nebo cichlidy tlamouni (*Oreochromis*), v jihoamerických pampách hlavně drobné tetry (*Characiformes*) a živorodky rodu *Cnesterodon*. Ve vlhčích částech areálu rodu *Nothobranchius* (pobřežní oblasti) je soužití s jinými druhy ryb častější a spektrum sympatrických druhů větší. I zde však platí,



že anuální halančiči jsou vázání na místa, která každoročně vysychají – i když v tomto případě mohou být téměř každý rok sezonně kolonizována také jinými rybami. Dlouhodobá koexistence anuálních halančičů se stabilními populacemi jiných druhů ryb (s výjimkou bahníků) však možná není a halančiči rodu *Nothobranchius* nejsou nikdy vázání na trvalá vodní stanoviště (jezera, vodní toky).

#### Afričtí halančiči rodu *Nothobranchius*

Náš výzkum halančičů se v posledních 6 letech zaměřuje především na africké druhy tohoto rodu. V současné době se rozeznává přes 60 druhů, jejich počet však bude vyšší – některé části areálu nejsou dosud prozkoumány a jen od r. 2010 bylo popsáno 9 nových druhů. Naprostá většina z nich jsou skutečně morfologicky rozdílné druhy a navyšování počtu taxonů ve skupině není důsledkem změněného vnímání definice druhu. Tvar těla je u všech zástupců rodu velice podobný – drobné odchylky představují zřejmě adaptace na způsob obživy (obr. 15 a 16). Samice většiny druhů jsou si velmi podobné i zbarvením (obr. 5 a 6) – jejich světlé hnědé tělo pouze vzácně zdobí černé nebo modré skvrny na okrajích šupin, výjimečně s černou skvrnou na ocasním násadci. Samci jsou větší a výrazně barevnější. Jejich zbarvení je mnohem důležitějším vodítkem při rozlišování druhů než klasická morfometrie.

Velice zajímavá je existence dvou barevných forem samců u mnoha druhů, často jako červená a modrá (případně žlutá) forma. Rozdíl ve zbarvení bývá někdy tak výrazný, že se laikovi musí jevit jako dva naprosto rozdílné druhy (obr. 7 a 8, 9 a 10). Formy jsou většinou jasně vymezené, existuje ale několik druhů s plynulými barevnými přechody, a to jak mezi červenou a modrou (*N. kadleci*), tak mezi červenou a žlutou (*N. korthausae*). Barevné formy samců se mohou vyskytovat alopatricky, v různých částech areálu, ale často se však jejich rozšíření široce překrývají a v mnoha populacích najdeme obě formy samců v různých poměrech. Existenci tohoto fenoménu u halančičů *N. furzeri* (obr. 12) jsme se pokoušeli rozluštit, překvapivě jsme však mezi barevnými formami samců neobjevili žádné rozdíly v životní strategii, výhodě při výběru partnera nebo selektivní mortalitě. Samice často v pokusech dávaly přednost konkrétnímu samci jedné barevné formy, ale druhý den při nabídce jiné dvojice samců se rozhodly pro samce formy opačné. Ani genetická data neukazují na existenci nenáhodného párování v populacích s oběma formami. Barevné formy se nelišily v žádném ze zkoumaných aspektů životní strategie a jejich stabilní koexistence je pro nás stále jednou z nevyřešených otázek.

Barevní samci jsou vystaveni mnohem vyššímu riziku úmrtnosti – poměr pohlaví u mladých ryb bývá vyrovnaný, ale v přirozených populacích brzy převládnu samice a ve čtvrtém měsíci života už mohou tvořit více než 90 % přežívajících ryb. V laboratoři takto selektivní mortalitu nepozorujeme, ale stále nevíme, zda za zvýšenou úmrtností samců stojí predátoři

(hlavně volavky, čápi a ledňáčci), pro které je barevný a aktivní samec mnohem snazší kořistí, nebo vzájemná agresivita v soubojích o samice a vhodné místo ke tření.

Pohlavní výběr musí hrát v reprodukci halančičů důležitou roli, jak naznačuje silný pohlavní dimorfismus a dichromatismus (obr. 6). Samotný třecí akt probíhá poměrně rychle a zdá se být plně v režii samce (obr. na 3. str. obálky). Ten obejmě samice hřbetní ploutví, jemně ji zatlačí ke třecímu substrátu na dně a při intenzivním sevření hřbetní a řitní ploutví naklade samice s trhnutím vždy jednu jikru, která je samcem ihned oplozena. Během jednoho tření je pokaždé nakladeno několik jiker v sérii, poté se pár rozdělí. O jikry zapadlé v substrátu ani jeden z rodičů nepečuje, samice po tření odplouvá a samec se snaží získat další partnerku. Samice má možnost si mezi samci vybírat, otázkou je, jak důležitou roli hraje jejich pestré zbarvení v přirozených tůních s minimální průhledností vody. Je tedy možné, že se spíše uplatňuje v soupeření mezi samci o místa nad nejlepšími třecími substráty (v tůních pravděpodobně ta nejhlubší místa s dostatečnou vrstvou bahna), nebo slouží k tomu, aby si jich samice vůbec všimly. Jsme si plně vědomi, že naše výzkumy v akvarijních podmínkách nemusí odrážet realitu života v tůni africké savany, a tak jsme v dosavadních závěrech spíše zdrženliví.

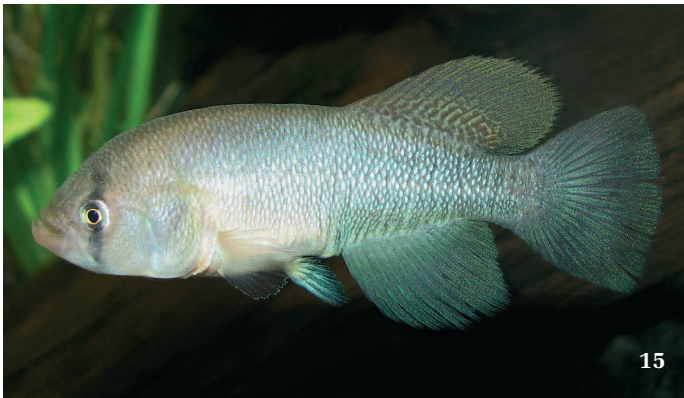
Dalším zajímavým aspektem je mezidruhové tření. Zjistili jsme, že se blízké příbuzné druhy v akváriu částečně plodně kříží, přičemž potomstvo má intermediární charakter (viz obr. 11). Plodně se však kříží i sympatrické druhy, tedy druhy, jejichž areály se překrývají (*N. furzeri* a *N. orthonothus*), a mezidruhové tření jsme pozorovali na vlastní oči také v jedné z přirozených tůní. Reprodukční bariéry jsou neúplné a asymetrické – k mezidruhovému tření dochází u samců *N. orthonothus*, kteří se dvoří i samicím jiného druhu. Taková asymetrie je zajímavá z hlediska relativní početnosti obou druhů – samci výrazně méně početného druhu se třou se samicemi druhu hojnějšího, v případě nediskriminovaného dvoření tedy může strávit mnohem více času třením (i 10× více) se samicemi *N. furzeri*. Tato situace v přírodě není běžná, ale ani unikátní, podobné mezidruhové tření bylo pozorováno u evropských skokanů – samci na dané lokalitě málo početného skokana hnědého (*Rana temporaria*) se samicemi běžného skokana štíhlého (*R. dalmatina*) nebo u afrických zeber – vzácní samci zebry Grévyho (*Equus grevyi*) se samicemi početné zebry stepní (*E. burchelli*). Ačkoli se samice druhu *N. furzeri* snaží unikát, v prostředí akvária nakonec jikry nakladou, a ty samec *N. orthonothus* oplodní. Vyuvinou se v životaschopné, avšak pravděpodobně sterilní potomstvo. Samice *N. orthonothus* můžeme v laboratoři také přimět ke tření se samci *N. furzeri*, toto reciproké křížení ovšem nedává vznik životaschopnému potomstvu. Zda se hybridy mohou vyskytovat v přírodě, nevíme, ale několik fenotypově intermediárních jedinců ze tří lokalit různých částí areálu již čeká v naší laboratoři na genetickou analýzu.

#### Výzkum v Mosambiku

Naše současné studie se zaměřují hlavně na evoluční ekologii tří druhových komplexů v oblasti jižního a středního Mosambiku, mezi povodími řek Limpopo a Zambezi (obr. 1–3). Populačně genetická studie ukázala, že jednotlivé savanové tůně mohou být výrazně izolované, i když se nacházejí jen několik set metrů od sebe. Disperze mezi tůněmi je pravděpodobně velice vzácným jevem a souvisí s výjimečně silnými povodněmi, které tuto oblast zasahují v rádech desetiletí až století. Hlavní toky velkých řek (Limpopo, Save, Buzi, Pungwe a Zambezi) často představují silnou bariéru šíření a mohou tvořit hranici mezi areály sesterských druhů nebo rozdělují druhový areál do hluboce divergentních linií. Na druhou stranu povodí jednotlivých řek (v případě halančičů je však spíše vhodné hovořit o pánvích těchto řek, protože se vyskytují mimo vlastní záplavovou oblast) jsou pro genetickou strukturu jednotlivých druhů důležitá. Objevili jsme také ostré hranice rozšíření mezi jednotlivými vnitrodruhovými liniemi. V tůních vzdálených pouhých 10 km jsme našli populace, které se rozdělily před stovkami tisíc let a data z mitochondriálních a jaderných markerů ukazují, že se nikdy opět neseťkaly. Ačkoli jsme hranici mezi liniemi zkoumali na podrobných mapách a mnohokrát projížděli v terénu, žádný zřejmý terénní zlom dělící tento úsek mezi dvě říční pánve jsme neobjevili. Rozhraní to však zcela jistě není náhodné – rozděluje vnitrodruhové linie u dvou ze tří zkoumaných druhů (*N. furzeri* a *N. pienaarri*), naopak u druhu *N. orthonothus* zde žádná hranice neexistuje.

Přinejmenším v oblasti našeho výzkumu jsou sesterské druhy ekologickými vikarianty (využívají stejnou niku) a jejich výskyt je vždy alopatrický. Studium jejich morfologie, potravních nároků a stanovištních preferencí ukázalo, že halančiči *N. furzeri* a *N. kadleci* se dožívají krátkého věku, často obývají malé tůně a chybějí v pásmu pobřežních savan. Druhy *N. rachovii*, *N. pienaarri* a *N. krysanovi* jsou naopak pro tyto pobřežní pláně typické a ve vnitrozemí se vyskytují spíše sporadicky. Morfologicky variabilní druh *N. orthonothus* v hojném počtu žije v pobřežní nížině i ve vnitrozemí, jeho populace jsou ale výrazně méně početné než u ostatních druhů. Všechny druhy rodu *Nothobranchius* se živí především larvami hmyzu, planktonními koryšmi a jinými bezobratlými živočichy a spektrum jejich potravy se široce překrývá. Při dostatečně citlivé metodice však lze mezi jednotlivými sympatrickými druhy zjistit rozdíly. Potrava *N. orthonothus* obsahuje také mladé bahníky a pulce, naopak *N. pienaarri* se živí znatelně menšími organismy, a jak ukázala analýza poměru stabilních izotopů dusíku a uhlíku, stojí rovněž na nižší trofické úrovni. *N. furzeri* a *N. kadleci* se nacházejí mezi těmito dvěma extrémy. Potrava jednotlivých druhů se různí spíše kvantitativně (relativní důležitostí jednotlivých položek) a především v tůních s hojnou nabídkou – v případě nedostatku je složení potravy všech tří druhů téměř totožné.

Studium halančičů v Mosambiku je atraktivní z mnoha důvodů, jedním z nich



15



16

15 Samec halančička *N. microlepis* z lokality Mnazini v Keni. Foto B. Nagy  
16 Samec *N. taeniopygus* z lokality Bujora Ikengere v Keni. Foto B. Nagy

je výskyt druhu *N. furzeri*. Tato ryba se stala modelovým organismem pro výzkum stárnutí a věnují se jí v několika laboratořích v Evropě, USA a Asii. V rámci našeho výzkumu jsme nejprve zjistili, že v žádném případě není tak vzácná, jak se před r. 2008 soudilo. Jen je nutné navštěvovat oblast výskytu tohoto druhu v období dešťů – vždyť některé laboratorní populace žijí pouze několik týdnů a např. populace z typové lokality v zimbabwském národním parku Gona-Re-Zhou se i v laboratoři dožívají průměrně pouhých 9 týdnů (maximum 12 týdnů). Nutno dodat, že tato populace je v zajetí chována už od r. 1968 a značně ji ovlivňuje inbreeding a snad i selektivní výběr rychle rostoucích jedinců. Typické přirozené populace, kterých jsme z Mosambiku dovezli několik, se v zajetí dožívají v průměru 4–8 měsíců.

Areál *N. furzeri* (a s ním sympatrických druhů *N. orthonothus* a *N. pienaarai*) se rozkládá podél srážkového gradientu. Oblast v blízkosti Indického oceánu je vlhčí a směrem do vnitrozemí výrazně klesá množství srážek (z 1 000 mm na méně než 300 mm za rok), ale i jejich předvídatelnost. To se odráží také v délce doby existence tůní. Pro zjištění, kdy se tůně naplní vodou a kdy opět vyschnou, používáme teplotní datalogery (zaznamenávají teploty vody v nastavených pravidelných intervalech). Když jsou exponovány na suchu, je amplituda zaznamenaných teplot výrazně vyšší, než když jsou ponořeny ve vodě. Takto můžeme relativně levně zjistit, jak dlouho trvalo zaplavení mnoha tůní, a v rámci dlouhodobého výzkumu, jak se tyto hodnoty liší mezi jednotlivými roky. Víme už např., že některé lokality vysychají po necelých dvou měsících, některé nejsou zavodněny ani každoročně a naopak jinde voda vydrží výrazně déle než půl roku. Naše současné terénní a laboratorní výzkumy sledují, jak se populace halančičků těmto rozdílným podmínkám přizpůsobily. Předpokládáme, že populace ze suchých oblastí by měly být adaptovány na „rychlejší životní styl“ – rychle růst a pohlavně dospívat, investovat energii hlavně do reprodukce na úkor obrany před patogeny a predátory, a tudíž rychleji stárnout i v bezpečném prostředí akvária.

Máme-li z termínu naplnění tůní vodou odvozovat stáří ryb, musíme také přesně vědět, kdy se líhnou. K odpovědi na tuto

otázku nám posloužily otolity – drobná tělíska tvořená uhličitánem vápenatým v rovnovážném ústrojí ryb. Jelikož dorůstají v pravidelných intervalech, z jejich výbrusů lze odečítat stáří podobně jako z letokruhů v kmenech stromů. A protože periodicitu růstu je denní, do určitého věku můžeme poměrně přesně spočítat stáří ryby ve dnech. Díky otolitům jsme zjistili, že halančičci (a to i různé druhy) se v jednotlivých tůních líhnou ve stejnou dobu – jde tedy o jednu věkovou kohortu. Ve vzácných případech se doba života ryb v tůních může lišit až o 20 dní – jde vždy o tůně poměrně rozlehlé a předpokládáme, že vznikly spojením původně izolovaných tůní, které se mohly naplnit postupně. Také rozdíl v líhnutí ryb mezi tůněmi jsou poměrně malé, i v regionálním měřítku. Zdá se tedy, že odlišnosti v délce života v přírodě jsou opravdu dány rychlostí vysychání tůně.

Náš současný výzkum je silně směřován na evoluci rychlého stárnutí a souvislosti rozdílného stárnutí s ostatními složkami životních strategií na úrovni druhů, populací i jedinců. V rámci možností se ale snažíme o širší záběr. V r. 2013 jsme badání rozšířili o studium parazitofauny – přímo v terénu jsme pitvali přes 200 halančičků z 21 populací a čtyř druhů. Zajímá nás také vliv metacerkarií – vývojových stádií motolic (*Trematoda*) lokalizovaných v mozku halančičků z některých populací na jejich chování a náchylnost k ulovení predátory. Takové chování ovlivněné metacerkariemi bylo dříve popsáno u jiných živočichů, v případě halančičků *N. furzeri* máme k dispozici podrobný anatomický atlas mozku a doufáme, že budeme schopni dát lokalizaci metacerkarií do souvislosti s působením na konkrétní mozkové oblasti. V neposlední řadě začínáme sledovat fyziologické aspekty života halančičků pomocí respirometrie – jsme schopni měřit jejich bazální (základní) a maximální metabolismus a výsledky dát do souvislosti s rozdíly v investici do růstu, rozmnožování a celkové aktivity na úrovni jedinců, populací i druhů.

#### Model pro výzkum stárnutí

Halančič *N. furzeri* je z několika důvodů ideálním modelovým laboratorním druhem. Z jeho biologie je bezesporu nejatraktivnější extrémní krátkověkost, a to nejen v přírodě, ale také v akvariálních podmínkách. Starší (několikaměsíční) jedinci trpí syndromy souvisejícími se stárnutím organismu a následkem toho hynou. Tito halančičci bývají někdy uváděni jako druhy

obratlovců s nejkratší délkou života, což je trochu zavádějící – jde jen o postembryonální část, vývoj embrya běžně trvá i několik měsíců. Rychlé dospívání a možnost výrazně zvýšit procento embryí nevstupujících v laboratorních podmínkách do diapauzy však umožňuje uzavřít jeden generační cyklus během pouhého měsíce. To by znamenalo, že jde o obratlovce s nejkratší známou generační dobou – musíme si ale uvědomit, že v přírodě typická generační doba zahrnuje jeden rok.

Laboratorní výzkum ostatních týmů z celého světa se zabývá genetickými, biochemickými a fyziologickými aspekty stárnutí *N. furzeri*. Pro další studium máme k dispozici kompletní transkriptom (souhrn RNA v buňce, do RNA přepisovaná část genomu) tohoto druhu, tři laboratoře již nezávisle dokázaly „vyrobit“ transgenetické jedince exprimující vložené geny, byly publikovány studie zabývající se aktivitou telomeráz (při jejich nízké aktivitě dochází ke zkrácování koncových částí chromozomů, které vede ke stárnutí a smrti buňky, viz také Živa 2002, 6: 245–248), genovou expresí a její dynamikou na úrovni jedinců i buněčných kultur, náchylností k nádorovým onemocněním a rolí konkrétních molekul mikroRNA v regulaci těchto procesů. Sledováno bylo také působení resveratrolu (antioxidantu považovaného za účinnou látku při zpomalování projevů stárnutí) a množství potravy na délku života, individuální kondici a kognitivní funkce, adultní neurogenезi a její možné ovlivnění, k dispozici je výše zmíněný podrobný neuroanatomický atlas mozku. Naše skupina v Ústavu biologie obratlovců AV ČR, v. v. i., s několika zahraničními týmy spolupracuje a zároveň se snaží o to, aby laboratorní výstupy byly dány do kontextu přirozeného života těchto pozoruhodných ryb. Věřím, že výzkum halančičků pomůže zodpovědět mnoho otázek, a nepochybuji, že ještě více nových a neméně zajímavých přinese.

*Popularizace vědy na ÚBO AV ČR, v. v. i., je podpořena Evropským sociálním fondem, Operačním programem Vzdělávání pro konkurenceschopnost, projektu Věda všemi smysly. Reg. číslo CZ.1.07/2.3.00/35.0026 (tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky).*