AKVÁRIUM

e-akvarium.cz
od akvaristů... pro akvaristy

64
/9.5.2025/

Dva duhounci rodu *Pseudomugil*

Minerální složení akvarijní vody

Molly s příběhem

Denitrátor

vychází dvakrát ročně v elektronické podobě /formát .pdf/

Milé akvaristky, milí akvaristé,

jsme tady s další dávkou článků pro zvídavé chovatele ryb a pěstitele rostlin; pro amatérské chemiky a potápěče, vášnivé čtenáře knih a návštěvníky veřejných akvárií; ale taky pro majitele mořských akvárií a technicky založené akvaristy… Jejda, jak to tak vypisuju, uvědomila jsem si, že jsme nezvládli zařadit žádný článek vyloženě pro milovníky šneků a korýšů. Tak snad příště.

Tady dole na stránce pod fotkou krásné ophthalmotilapie najdete jako obvykle seznam všech, kteří do tohoto čísla aktivně přispěli svými texty a fotografiemi. Je to překvapivě málo jmen; přesto mám pocit, že nám skládání čísla šlo pěkně od ruky a je to výsledek týmové práce přesně v duchu našeho motta „**od akvaristů… pro akvaristy**“. Díky, bavilo mě to!

Mám ráda chovatelské články o konkrétních druzích ryb. Tentokrát jeden takový vznikl přímo uvnitř redakčního týmu, duhounky nám představila Lenka Šikulová. Roman Slaboch navíc svoje jeskynní molly opepřil krásným příběhem. Pavlína Pevná, kterou už si dovolím nazvat stálým spolupracovníkem, přispěla opět medailonkem raritní rostliny. Cením si toho, že vše stíhá pěstovat, pozorovat a sepisovat… Dalším takovým stálým spolutvůrcem *Akvária* je Vojta Kubica, který přepíná témata svých skvělých článků mezi Tanganikou a Koreou. V reportážích mu sekunduje Jirka Libus a já, také jsem si neodpustila pohledy pod a nad hladinu přímo z přírody. Možná to někoho nezajímá, já ale považuju podobnou nadstavbu za hodně užitečnou. Čím víc rozumíme rybám, tím líp pro ně.

Za speciální a velmi cenné pak považuju dva články, které se zaobírají „chemií“. Mikuláš Velenský se svým kolegou z Mořského světa Miroslavem Buršíkem zdokumentovali své řešení denitrifikace. Je to inspirativní a přesvědčivé! Příspěvek Martina Langera o akvarijní vodě Vás může vyděsit délkou, ale je přesně tím typem článku, kvůli kterému stojí za to *Akvárium* vydávat – srozumitelně Vás zavede do hloubky. Pojďte!

Příjemné počtení!

Markéta Rejlková

(Foto: Markéta Rejlková)

Akvárium – vychází dvakrát ročně v elektronické podobě – 64. číslo (vyšlo 9.5.2025)

Redakční rada:

Martin Langer, Jiří Libus, Markéta Rejlková, Roman Slaboch, Lenka Šikulová

✍ *redakce@e-akvarium.cz* nebo další kontakty na e-akvarium.cz

Na vzniku tohoto čísla se podíleli:

Miroslav Buršík (ZOO Mořský svět Praha), **Vojtěch Kubica**, **Martin Langer**, **Jiří Libus**, **Pavlína Pevná**, **Markéta Rejlková**, **Roman Slaboch**, **Lenka Šikulová**, **Mikuláš Velenský** (ZOO Mořský svět Praha, velenskym@gmail.com), **Luděk Zicháček**

Není-li uvedeno jinak, autorem fotografií a ilustrací je autor článku. Prosíme, respektujte autorská práva!
Zákaz kopírování a rozšiřování textového či obrazového materiálu bez písemného souhlasu redakce. © e-akvarium.cz

4

8

18

38

52

58

60

Akvárium, číslo 64:

Úvodník.....2
Obsah.....3
Ryby:
Dva duhounci rodu *Pseudomugil*.....4
Živorodky:
Molly s příběhem.....8
Nová živorodka *Phalloceros mimbi*.....16
Rostliny:
Pogostemon helferi var. *red*.....18
Zajímavosti:
Novinky z rybího světa.....21
Okénko do Zoo Ostrava.....25
Téma:
Minerální složení akvarijní vody.....30
Praxe:
Anaerobní metanolový denitrátor.....38
Biotopy:
Jak žije v přírodě *Xiphophorus evelynae*.....45
Za humny:
Skalická Morávka (4): Pstruh obecný potoční.....52
Recenze:
Burzanovský: Rody rájovců podčeledi Macropodusinae.....56
Reportáže:
22. Akvakongres ve Žďáru nad Sázavou.....58
L'Aquàrium Barcelona (2).....60
Korejská akvária: Gyeongpo Aquarium.....77
Výhled na příští číslo.....88

Pomozte nám tvořit časopis *Akvárium*.
Ozvěte se na redakce@e-akvarium.cz.
Děkujeme!

Věříte, že jeden článek, věta, dokonce jedno slovo může změnit svět? My ano. A to slovo je „akvárium“ :-).
Chceme, aby bylo na světě co nejvíce akvárií a akvaristů – kdo má rád rybičky,
má o důvod více, aby mu na našem světě záleželo.
Věříme, že každý člověk potřebuje k naplnění svého života **dávat**. My jsme se rozhodli, že budeme dávat inspiraci.
Chceme probudit vaši touhu

víc vědět, víc toho dělat a víc sám dávat.

Dáváme inspiraci. Dávejte taky něco!

Část chovného hejna *P. gertrudae*. Z fotky to vypadá na převahu samic, ale ve skutečnosti je poměr pohlaví zhruba vyrovnaný.

Dva duhounci rodu *Pseudomugil*

Lenka Šikulová

Duhounci rodu *Pseudomugil* jsou drobné hejnové ryby a několik druhů se už celkem dobře etablovalo v akvarijních chovech. Jsou poměrně nenároční, mírumilovní a dobře se vyjímají v rostlinných akváriích. Rod patří společně s rody *Kiunga* a *Scaturiginichthys* do nepříliš početné čeledi Pseudomugilidae – duhounkovití, která je rozšířena ve sladkých a brakických vodách jižní Nové Guineje, severní a východní Austrálie a četných ostrovů této oblasti. V některých systémech je uváděna jako podčeleď čeledi Melanotaeniidae – duhovkovití. Každopádně se jedná o blízké příbuzné akvaristům dobře známých duhovek a gavúnků.

Duhounci patří mezi mé nejoblíbenější rybky a dva druhy rodu *Pseudomugil* také dlouhodobě chovám. Jde o čistě sladkovodní druhy *P. gertrudae* (duhounek Gertrudin nebo také tečkoploutvý) a *P. luminatus* (bez českého názvu, hojně zaměňovaný s duhounkem Paskovým, *P. paskai*). *P. gertrudae* byl popsán již v roce 1911 z Aruských ostrovů a poté nalezen na mnoha dalších lokalitách na ostrovech ve východní části Indonésie, v Arafurském moři, na Nové Guineji, na ostrovech Torresova průlivu a v severní Austrálii. Areál tohoto druhu je tedy velmi rozsáhlý. Divoké populace mají tendenci být od sebe izolované a vykazují také poměrně velké rozdíly v barevném vzoru, velikosti těla a morfologii ploutví. Naproti tomu *P. luminatus* byl vědecky popsán zcela nedávno z jižní části Nové Guineje [1], jeho areál je velmi malý a aktuálně je řazen mezi ohrožené druhy. Mezi akvaristy byl však již delší dobu znám, a to pod obchodními názvy *Pseudomugil* sp. "Red Neon", *P. paskai* "Red-Neon" apod.

Oba druhy mají podobné ekologické nároky; jsou vázané na vegetací zarostlé, pomalu tekoucí nebo stojaté sladké vody tropického pásma, vyhovují jim měkké až středně tvrdé vody mírně kyselé až neutrální reakce.

***P. luminatus* je o něco menší a trochu méně akční než *P. gertrudae*. Zato jsou ale rybky výrazněji zbarvené.**

Duhounky jsem zakoupila před lety od chovatele z Rakouska, odkud mi přišli v obálce – vlastně přišly, byly to totiž jikry v hrstce rašeliny a kokosových vláken. Po asi dvou týdnech od zalití vodou o správných parametrech se z jiker vykulil potěr a duhounci mi dělají radost dodnes. Chovám je ve větších hejnech složených z jedinců několika generací, která průběžně doplňuji odchovanými juniory. Každý druh má u mě své akvárium o objemu necelých 60 litrů, což považuji na minimální vhodnou velikost nádrže, zejména pro *P. gertrudae*, kteří dorůstají do velikosti kolem 3–4 cm, jsou tedy trochu větší než *P. luminatus* a dostatek prostoru pro plavání je žádoucí. Obecně duhounci přes svůj malý vzrůst nejsou vhodní do miniakvárií, dobře se cítí v početných hejnech a jsou to ryby, které se nezastaví (doslova). Plavou rádi a umí být velmi rychlí.

Duhounci obývají jedno patro mého akvarijního stojanu. *P. gertrudae* bydlí sám, *P. luminatus* se o akvárium dělí s *Epiplatys annulatus*. Kromě rybek jsou v akváriích plži a několik dospělých krevet. Na internetu se můžete běžně dočíst, že soužití duhounků s krevetami je možné, ale v mých akváriích s duhounky se počet odchovaných krevet rovná nule. Dospělým krevetám samozřejmě duhounci neublíží, ale malé krevety jsou lovná zvěř a za přítomnosti početných rybích hejn nemají šanci.

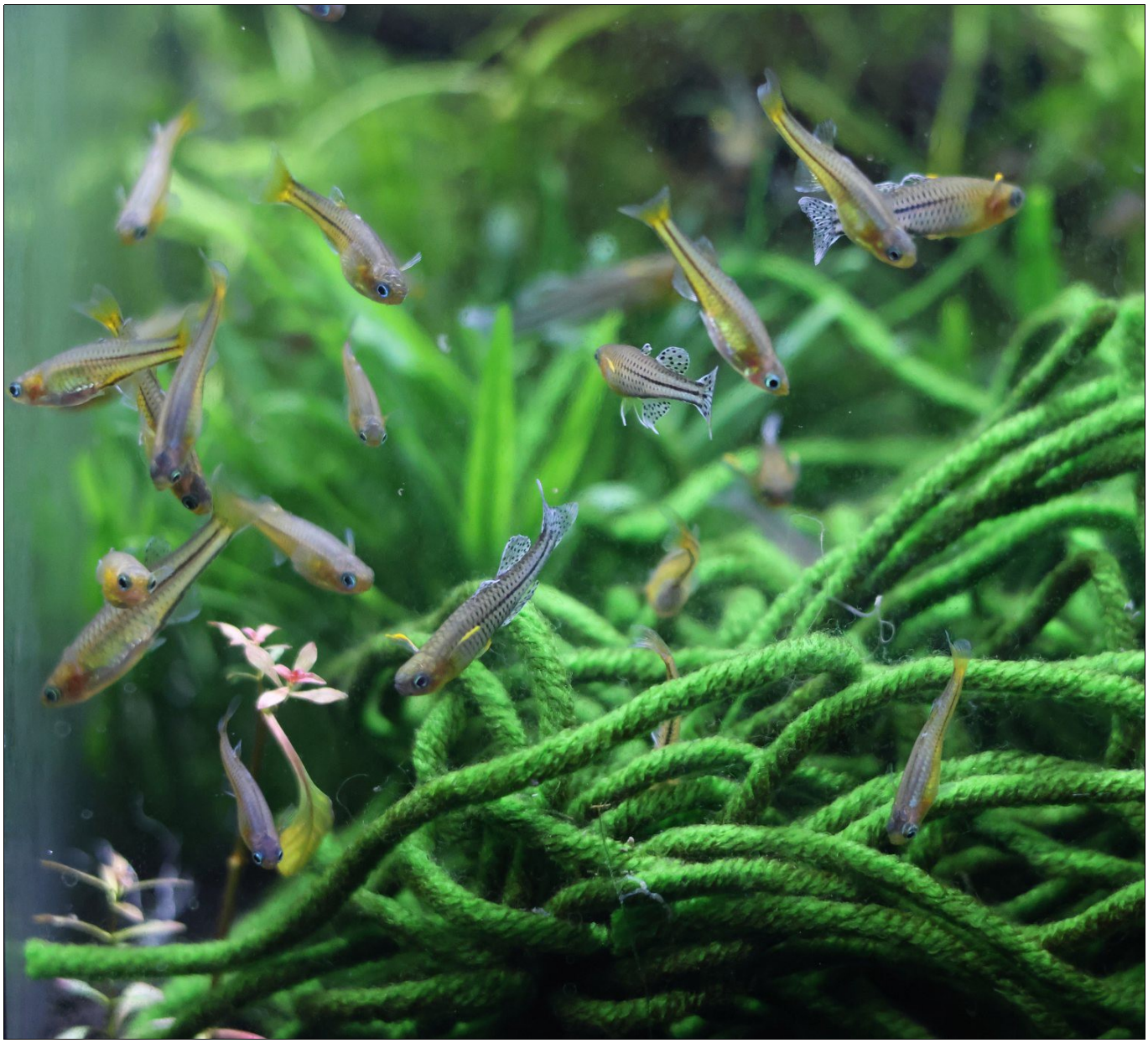
Duhounci jsou velmi žraví, přijímají jakoukoli živou nebo mraženou potravu přiměřené velikosti. Velmi se mi osvědčila moina, cyklop, čerstvě vylíhnuté nauplie artemie, grindal nebo mikry, ale ryby nepohrdnou ani sušeným krmivem. I velmi malé částečky potravy dokáží duhounci do chvilky vysbírat.

Duhounková low-tech akvária s vloženými třecími mopy. Nádrže byly slepené na míru, mají zhruba čtvercový půdorys.

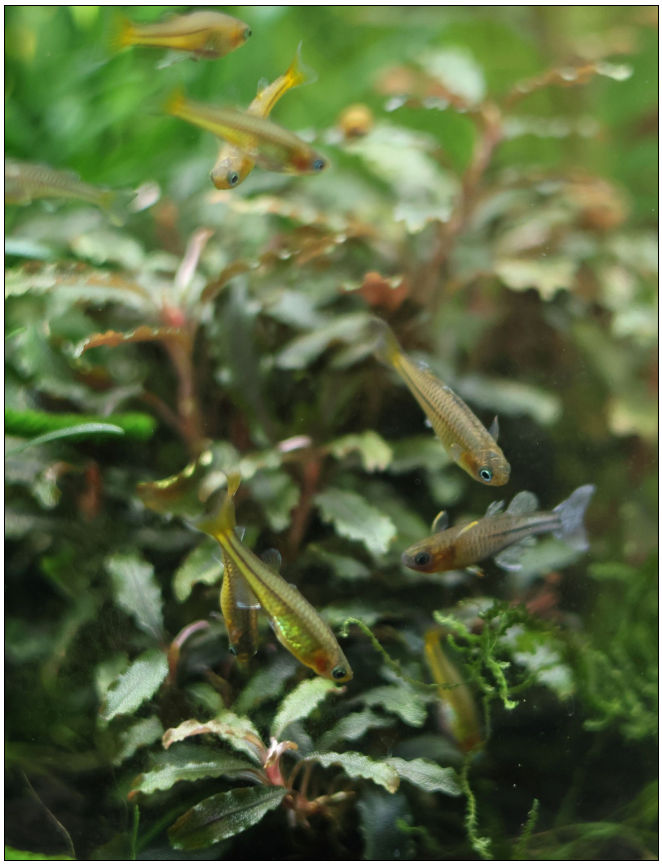
Pro chov i odchov používám měkkou, mírně kyselou vodu (pH mé vstupní vody je pod 7, vodivost kolem 200 µS/cm). V akváriích mi vhodné parametry pomáhá udržovat substrát z páleného japonského jílu, ve kterém se zároveň dobře daří rostlinám. Akvária jsou vybavená pouze světlem a jednoduchými filtry – bublifuky. Topítka nepoužívám, takže v zimě se teplota vody v akváriích pohybuje kolem 21 °C. I při této teplotě vypadají rybky spokojeně a ochotně se třou.

Duhounci se třou průběžně, samice mohou odkládat jikry denně v počtu několika kusů. Opakovaně jsem četla, že duhounky je možné odchovávat i v nádrži s dospělými rybami, pokud je hodně zarostlá a mláďata mají možnost úkrytu. Toto se v mém chovu nepotvrdilo. I když jsem nechala akvária zarůst opravdu hodně, potěr, který je ze začátku skutečně velmi drobný, nikdy nepřežil. Nové generace duhounků proto odchovávám v samostatných nádržích, a to velmi extenzivně – můj způsob určitě není jediným (a už vůbec ne tím nejefektivnějším) způsobem, jak tyto ryby množit, ale je jednoduchý a pro jejich udržení naprosto dostačující.

Když chci rybky rozmnožit, vložím do akvárií třecí mopy vyrobené ze zelené akrylové příze. Duhounci se třou do mopů, jikry z nich pak vybírám a přemisťuji do plastových misek. Zkušení akvaristé si v tuto chvíli už ťukají na hlavu nad tím, že umisťuji třecí mopy do akvárií zarostlých rostlinami, a mají samozřejmě pravdu – přesně toto je důvod nízké efektivity mého odchovu, protože duhounci se samozřejmě třou i do rostlin po celém akváriu. Je jasné, že násobně více jiker bych mohla získat, pokud bych rybky přelovila do akvárií vybavených holým dnem a mopy. Ale já je nepřelovuji, nechávám je skotačit v jejich domovských akváriích. Množím je pro radost a stačí mi jikry, které v mopech najdu.



***P. gertrudae*. Kolem třecího mopu je stále živo, nejlépe se mi osvědčilo jeho umístění volně na dně.**



Kolem rostlin je živo také, duhounci nepotřebují tzv. jemnolisté rostliny, třou se ochotně do trsů kryptokoryn, mezi listy bucephalandry apod.

Jikry vybírám z mopů entomologickou pinzetou, ale jde to zvládnout i prsty. Jsou pevné a s trochou opatrnosti se při manipulaci nijak nepoškodí. Zvládnou vyschnutí (resp. pobyt mimo vodu, ve vlhkém substrátu) podobně jako jikry halančíků, ale pro jejich vývoj není toto vyschnutí nutné. Jikry nechávám na temném místě v plastových miskách s trochou vody, při běžné pokojové teplotě se líhnou za 2–3 týdny. Během této poměrně dlouhé doby je potřeba jikry občas zkontrolovat a v případě potřeby odstranit ty, které se nevyvíjejí (poznáme snadno podle bílé barvy), případně také dolít nebo vyměnit vodu. Když je ten správný čas, právě výměna vody obvykle nastartuje kulení dostatečně vyvinutých rybiček. Ty se velmi rychle rozplavávají a zaujímají typickou polohu bez hnutí těsně pod hladinou.

Vykulené rybky přemísťuji do trochu větších, ale mělkých plastových misek s kouskem mechu. Potěr je opravdu prťavý a prvních pár dní je potřeba ho krmit velmi jemnou potravou, jako je běžně dostupná trepka velká nebo pijavenka růžová. Čerstvě vylíhlé nauplie žábronožky solné zvládnou rybky zhruba od pátého dne života a potom už rostou velmi rychle. Jako rozplavávačka postačí malé akvárium, protože rybky o velikosti kolem 1 cm je už bez problémů možné přemístit k dospělým rybám v hlavních nádržích.

[1] Allen, G. R., Unmack, P. J. & R. K. Hadiaty (2016): *Pseudomugil luminatus*, a new species of Blue-eye (Teleostei: Pseudomugilidae) from southern New Guinea, with notes on *P. gertrudae*. Fishes of Sahul 30 (1): 950-961.

Jikry duhounků nalepené v mopu a několik málo dní starý potěr zdržující se u hladiny.

Molly s příběhem

Roman Slaboch

Úvod

Před lety jsem získal do chovu velmi nezvyklou populaci nepříliš často chované živorodky mexické (*Poecilia mexicana*). Nejsem si jist, zda by moje nadšení ze získání této skupiny jinak poměrně obyčejných ryb sdílel každý akvarista. Raritní na nich není jejich vzhled, nedostupnost, či náročnost, ale původ.

Pocházejí totiž z jeskynního komplexu Cueva del Azufre v mexickém státě Tabasco.

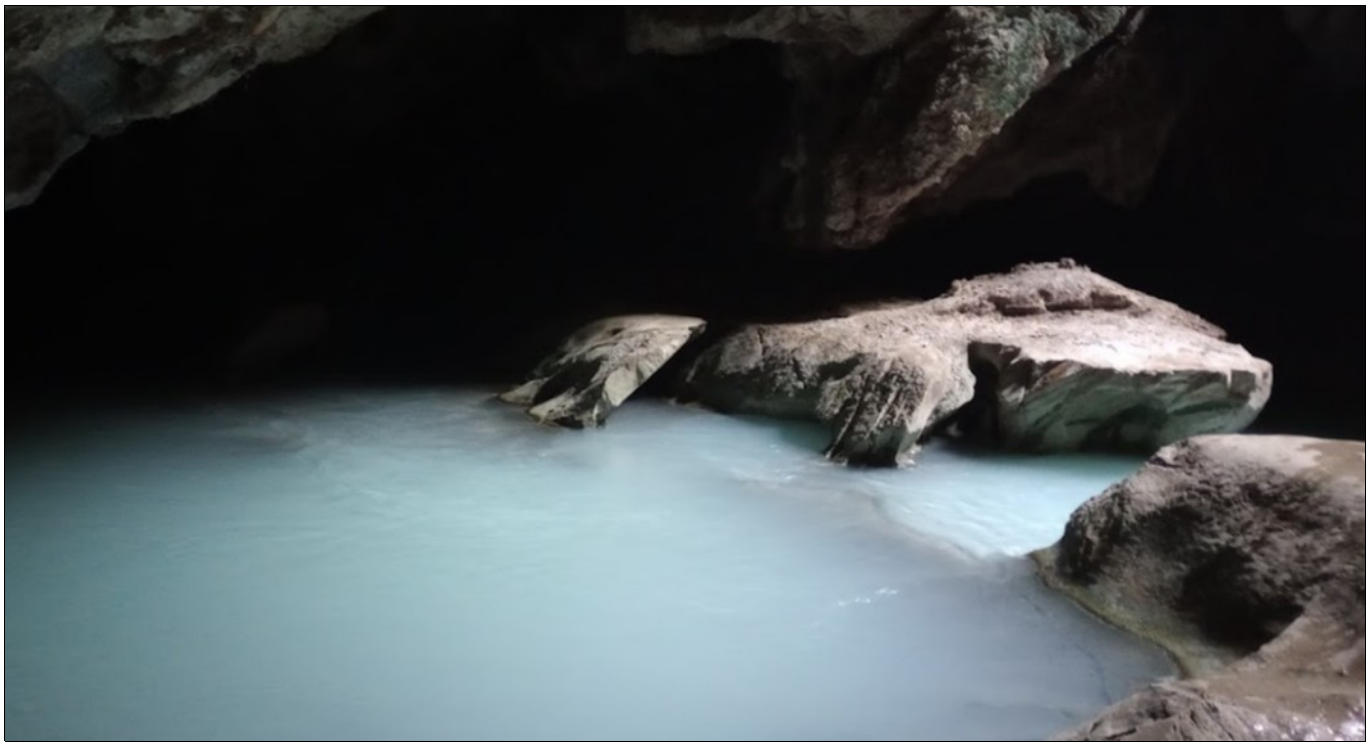
Pokud byste si jej chtěli najít na mapě, tak hledejte název Villa Luz Cave, nebo (a to častěji) Cueva de las sardinas ciegas, což je možno přeložit jako „jeskyně slepých sardinek“. O sardinky se tu pochopitelně nejedná. Nejedná se ani o nějaký konkrétní druh ryb. Je to termín, kterým domorodci označují malé, hospodářsky bezvýznamné rybky, v tomto případě živorodky mexické. Jeskyně se nachází jen pár set metrů od severního okraje vesničky Villa Luz a asi 2 km jižně od města Tapijulapa.

A právě lokalita je to, co tuto populaci dělá naprosto výjimečnou.

Cueva del Azufre

V překladu “sirná jeskyně“ je rozsáhlý systém vápencových chodeb, který se táhne do hloubky 500–600 metrů. Jeskyně je rozdělena do 13 komor, z nichž některé jsou zcela zatopeny vodou. A to ne jen tak ledajakou. Díky podzemnímu vývěru z hluboké vulkanické trhliny je v ní ve značné koncentraci rozpuštěn sulfan (sirovodík, H_2S). Srdcem tohoto jeskynního ekosystému jsou chemoautotrofní bakterie, které získávají energii oxidací sulfanu. Tyto bakterie tvoří základ potravního řetězce a poskytují živiny pro další organismy, včetně unikátní jeskynní populace živorodky mexické. Kromě vysoké koncentrace sulfanu se ryby musí vyrovnávat s nedostatkem kyslíku a ve většině prostoru i s naprostou tmou.

Jsou jedinečným příkladem evoluční adaptace. Tyto ryby se dostaly do jeskyně v dávné minulosti. Kdy to bylo, je téma v současnosti probíhajících výzkumů. Časem se přizpůsobily životu v toxickém prostředí, a to jak po fyziologické, tak i behaviorální stránce. Tyto jeskynní molly mají vyvinuté mechanismy pro detoxikaci sulfanu v těle. Přesný způsob není dosud zcela objasněn, ale předpokládá se, že se na něm podílejí speciální enzymy a úpravy metabolických procesů.



Vnitřní částečně osvětlená část Cueva del Azufre. (Foto: JU Ro, Alamy.com)

Propadlý strop jeskyně poskytuje jen minimum světla, přesto stačí k nárůstu jednoduchých fototrofních organismů, které jsou jedním z mála zdrojů potravy *P. mexicana*. (Foto: ESM, Alamy.com)

V naprosté tmě jeskyně byly potlačeny zrakové vjemy, takže jejich oči jsou menší než u jedinců stejného druhu žijících v povrchových vodách. Některé populace v nejzazších prostorách jeskyně jsou dokonce úplně slepé. Ze stejného důvodu ztratily černou pigmentaci.

Mají pomalejší a méně náročný metabolismus, což jim umožňuje šetřit energii v životu nepřátelském prostředí. Vzhledem k omezeným zdrojům potravy a vysokým energetickým nákladům na zvládání extrémních podmínek jsou zde žijící jedinci ve výrazně horší kondici než ti z povrchových stanovišť.

Od povrchových populací se liší také chováním (výše zmíněné behaviorální změny). Je u nich téměř úplně potlačena agresivita, která vyžaduje velké energetické výdaje, jsou méně aktivní a při hledání potravy a sociálních interakcích se více spoléhají na hmat a čich.

Přes všechna tato omezení výzkum ukázal, že hustota populace v Cueva del Azufre je neobvykle vysoká a dosahuje až 200 jedinců na metr čtvereční. Nejvyšší hustota jedinců je ve střední části jeskyně, kde je koncentrace sulfanu nižší díky propadlému stropu a kam také proniká tlumené světlo. Podobné místo je u výtoku z jeskyně.

Výhody života v těchto extrémních podmínkách

Jsou nevelké. Ryby v sirných vodách mají nižší výskyt parazitů než ryby na normálních stanovištích. To naznačuje, že extrémní podmínky mohou omezit přežití parazitů (ale, bohužel, i jejich hostitelů), což vede ke snížení rizika infekcí.

Toto extrémní stanoviště tedy může sloužit jako útočiště před parazitárními infekcemi. To je také pravděpodobný důvod, proč ryby jeskyni v minulosti kolonizovaly.

Predace

Možná si teď říkáte, proč ryby neopustí toto jednoznačně toxické a životu nepřátelské životní prostředí, když voda z jeskyně je propojena s vnější vodotečí. Má to dva důvody. Jedním z nich je přílišná adaptace na podmínky v jeskyni. Tu je teoreticky možno zvrátit postupným přivykáním na normální podmínky. Ale ryby by se musely delší dobu držet u ústí jeskyně, aby si postupně přivykaly na nižší koncentrace sulfanu.

A to je právě ten problém. U tohoto ústí čekají ve značném množství predátoři – dravé obří vodní ploštice *Belostoma* sp. To jsou skutečně mohutní predátoři. Ty zdejší dosahují velikosti až 8 cm, a jsou schopny ulovit i dospělé jedince. Experimentální výzkum zjistil, že dospělé samice ploštic při predaci dokonce preferují vzrostlé gravidní samice *P. mexicana*. Dále bylo zjištěno, že ataky na dospělce jsou výrazně úspěšnější než na mláďata. Tato úniková cesta je tedy problematická a ryby se raději drží v hlubších prostorách jeskyně. Ploštice se naštěstí nevydávají do temnějších zákoutí, většinou zůstávají na osluněných kamenech a loví jen na rozhraní světla a tmy.

Belostoma je mimochodem nesmírně zajímavý rod dravých ploštic žijících v amerických tropech a subtropech. Některé druhy dorůstají až 12 cm a mohou lovit nejen ryby, ale i obojživelníky a plazy.

Výtok sirnaté vody z jeskyně. Zde, na rozhraní světla a tmy, čekají dravé ploštice *Belostoma* sp. (Foto: ESM, Alamy.com)

Dravá ploštice rodu *Belostoma*. Toto není konkrétní druh lovící při ústí sirné jeskyně, ale vzhledem a velikostí (kolem 8 cm) je srovnatelný. Tento jedinec byl nafocen v argentinském Chaco húmedo.

Náboženské rituály

Jako by osud této populace nebyl už tak dost krušný, je jeskyně navíc posvátným místem zdejších obyvatel z kmene Zoque, kteří zde každoročně na jaře vykonávají náboženský obřad „La Pesca“. Jedná se, jak už sám název napovídá, o rybolov. V tomto případě rituální. Tyto drobné rybky považují domorodci za dar Bohů a jejich konzumace má zajistit štědrý déšť a tím i úrodu v následujícím roce.

Během rituálu používají domorodci rozdrcené kořeny barbasco (viz níže), které obsahují přírodní látku, která je pro ryby vysoce toxická. Omráčené ryby jsou následně z hladiny sesbírány.

Během staletí, po která se obřad každoročně opakoval, se ryby naučily toxin částečně tolerovat. Rezistenci navíc přenášejí na své potomky a umožňují jim tak přežít podmínky, které by pro předchozí generace ryb znamenaly jistou smrt.

Výzkumy naznačují, že odlov většího množství jedinců má na rybí populaci nečekaný dopad. Ačkoli dochází k úhynu ryb, snížená konkurence vede k nadkompenzaci a následnému nárůstu populace. Menší ryby mají větší šanci na přežití, což vede k posunu ve velikostní struktuře populace směrem k mladším jedincům.

Je ale potřeba si uvědomit, že „La Pesca“ má nepochybně silný selektivní vliv na populace, které jsou jí pravidelně vystaveny. Domorodci navíc mohou v budoucnu začít používat komerčně dostupné a účinnější rybí toxiny, které by mohly mít na ekosystém jeskyně katastrofální dopad.

Mimochodem – poslední pravidelný obřad se konal v roce 2007, kdy v rámci ochrany tohoto neobvyklého a křehkého biotopu přesvědčila mexická vláda domorodce, aby přenesli rituál mimo jeskyni a vraceli se do ní jen v některých letech. Navíc mohou provádět obřady jen do 50–60 metrů od vstupu do jeskyně.

Barbasco

Jako „barbasco“ je označován rostlinný jed, který se tradičně používá k lovu ryb. Je znám i jako „timbó“ či „icaco“.

Především je to ale obecný název pro systematicky nejednotnou skupinu tropických rostlin s podobnými chemickými vlastnostmi jejich kořenových hlíz (u některých druhů také stonků a listů nebo i plodů). Tato skupina byla pojmenována po žakvínii barbasko (*Jacquinia barbasco*), rozšířené v Amazonii, která je kupodivu jedním z nejméně známých a nejméně používaných druhů skupiny. Ve Střední a Jižní Americe používají domorodci k rybolovu jed i dalších „barbasco“ druhů – *Deguelia utilis, Tephrosia sinapou, Tephrosia toxicaria, Lonchocarpus urucu, Lonchocarpus nicou, Dioscorea mexicana* a *Dioscorea composita*. Poslední z uvedených roste v okolí jeskyně a právě jed z pasty z jejích kořenových hlíz používají domorodci k omráčení ryb a následnému rybolovu.

***Dioscorea composita* – rostlina a kořenové hlízy, z nichž se vyrábí pasta barbasco.** (Foto: Luis Lopez, Alamy.com)

Mechanismus jedu barbasco

Hlavními účinnými látkami jsou rotenoidy (rotenon a deguelin), což jsou přírodní insekticidy a ichtyotoxiny.

Části rostlin barbasco se rozdrtí a pro zvýšení účinku se smíchají s vápenným hydrátem. Rotenoidy se ve vodě uvolňují a rozpouští, resp. vytvářejí koloidní roztok. Ten působí na žábry ryb tak, že blokuje přenos elektronů v mitochondriích, tedy inhibuje mitochondriální respirační řetězec. To vede k nedostatku energie v buňkách a následnému selhání životně důležitých funkcí.

Tento proces vlastně znemožňuje rybám efektivně využívat kyslík, i když je ho ve vodě dostatek. Ryby pak trpí akutní hypoxií (nedostatkem kyslíku), vystupují k hladině, kde se snaží lapat po vzduchu, a jsou ochromeny, což umožňuje rybářům snadný odlov. Vlastně je jen seberou z hladiny. Rotenoidy jsou relativně selektivní, protože větší ryby jsou ovlivněny dříve než menší vodní živočichové, a naštěstí se ve vodě rychle rozkládají, což při rozumném použití omezuje jejich dlouhodobý dopad na vodní ekosystém.

Ani pro člověka není použití těchto jedů úplně neškodné. Při přímém kontaktu může způsobit podráždění kůže, očí, dýchacích cest a po dlouhodobé expozici vyvolává neurologické problémy. Některé studie dokonce zmiňují možnou souvislost se zvýšeným rizikem rozvinutí Parkinsonovy choroby.

Odchyt ryb s použitím rostlinných jedů je kontroverzní a z pohledu ochrany přírody neetický, protože tento způsob lovu může poškodit i jiné vodní organismy. Navíc, pokud se barbasco použije ve velkém množství nebo v uzavřených vodních systémech, může vést ke kompletní likvidaci živočichů na dané lokalitě.

Indiáni Zogue při sběru hlíz barbasco. (Foto: Vincent Amouroux, Alamy.com)

(Foto: Vincent Amouroux, Alamy.com)

Drcení hlíz. (Foto: Vincent Amouroux, Alamy.com)

Míchání pasty s vápencem. (Foto: Vincent Amouroux, Alamy.com)

Náboženský obřad „La Pesca“. (Foto: Vincent Amouroux, Alamy.com)

Jeskynní populace živorodky mexické

Vzhled

Samci dorůstají 7 cm, samice 8–9 cm. Barevně mezi nimi nebývají žádné významnější rozdíly. Tmavé znaky, jinak běžné u ostatních populací, úplně chybí. Obě pohlaví mají v dospělosti lehce načervenalou hřbetní a ocasní ploutev, mladí jedinci mají ploutve vždy čiré. U starých samců je probarvení ploutví výraznější než u samic. Při vhodném úhlu se u nich navíc objevuje modravý lesk těla s podélnými řadami nenápadných nažloutlých teček. Většinou jsou ale, stejně jako samice, nenápadně stříbřití. Samice jsou bez patrné skvrny březosti. Nevýrazná skvrna březosti je ostatně typická pro celou druhovou skupinu „sphenops“.

Chov

I když ryby pocházejí z výše uvedených chemicky velmi specifických vod, k jejich chovu postačí normální vodovodní voda. Než se tato populace dostala mezi akvaristy, prošla totiž dlouhým navykacím procesem v chovných laboratořích zoologického oddělení Oklahomské státní univerzity. Z toho důvodu byla jejich cena po příchodu do Evropy opravdu nezvykle vysoká.

Už když jsem si přebíral chovnou skupinu mladých jedinců, byl jsem upozorněn na jejich prostorové a potravní nároky. Obojího chtějí hodně. Chovná nádrž přes 100 litrů je základ. Vzhledem k jejich původu může být řídké osázení a jen slabé osvětlení. Díky výrazně potlačené agresivitě nejsou zapotřebí ani žádné úkryty.

Potravní nároky jsou na tak drobné ryby enormní. Vzhledem k tomu, že jejich trávení a metabolismus jsou přizpůsobeny nutričně extrémně chudé potravě, mají tendenci spořádat jí neuvěřitelné množství. Tyto ryby žerou stále a jsou proti dalším obyvatelům akvária při krmení tak agilní, že se toho na ostatní druhy moc nedostane, a ti proto trpí dlouhodobou podvýživou. Je tedy lépe chovat tyto molly samostatně.

Množství jimi přijímané potravy je tak velké, že jsem u nich zažil něco, co popisovala akvaristická literatura z první poloviny minulého století u *Poecilia sphenops* a čemu je jen těžké uvěřit. Při krmení živými patentkami se dokáží tak cpát, až jsou přijímané patentky protlačovány trávicím traktem tak rychle, že následně opouštějí tělo nejen nestráveny, ale živé! Neviděl-li bych, neuvěřím.

Ale obecně jsou velmi nenáročné a nepotřebují žádnou speciální potravu. Doporučuji co nejchudší krmivo s převažující rostlinnou složkou.

Odchov

Živorodka mexická je poměrně teplomilným druhem. Už při teplotách kolem 22 °C ztrácí svoji živost. V mých akváriích vypadají ryby nejvíc v pohodě v rozmezí teplot 24–26 °C. Při této teplotě je také nejvíc pokusů o oplození. Samci se snaží jen o stříbřitě zbarvené samice. Ty gravidní totiž mění barvu na medově nažloutlou a načervenalá hřbetní ploutev jim vybledne, takže už nejsou pro samce tak sexuálně atraktivní.

Samice jeskynní populace *Poecilia mexicana*. Protože momentálně není gravidní, je stříbřitě zbarvená s načervenalou hřbetní ploutví. (Ta zajímavá iridescence je výsledkem focení bleskem. Ve skutečnosti tak pěkné zdaleka nejsou.)

Gravidní samice mají nažloutle medovou barvu a ztrácejí červené znaky ve hřbetní ploutvi.

Samec jeskynní populace *Poecilia mexicana* s patrným modravým leskem.

K tomuto barevnému posunu dochází v prvních dvou týdnech po oplození. Změna není nijak výrazná a její rozpoznání vyžaduje trochu zkušenosti. Gravidní samice odlišuje i jejich chování – jsou totiž naprosto lhostejné k samcům. Protože nemám srovnání s jinými nebarevnými populacemi, nejsem si jist, zda tyto barevné změny a behaviorální vzorce jsou tomuto druhu vlastní, nebo se vyvinuly pouze u této jeskynní populace. Dostupná literatura mlčí.

Gravidita trvá 28 dní a vzrostlé samice (alespoň 7 cm) nemají žádnou odpočinkovou přestávku mezi vrhem a dalším oplozením. Mladé ji mívají 1–2 týdny. U těch největších samic bývá ve vrhu až 80 mladých velikosti 8 mm. To je ale spíše výjimka. Většinou jich bývá kolem 30. Naopak nejsou žádnou výjimkou nulové ztráty. Mláďata jsou velmi životaschopná a ihned po narození hledají potravu. V mnou chovaných skupinách se kanibalismus vůbec nevyskytuje.

Systematický apendix

Poecilia mexicana Staindachner, 1863 si prošla kolotočem paralelních popisů i přejmenovávání, ale původní Steindachnerův popis je stále uznáván jako platný. Tato systematická nejistota je celkem pochopitelná. Žije totiž na obrovském území (od severu Mexika až po Kolumbii) a osídlila nejrůznější biotypy. To vedlo k velké barevné, velikostní, ale zčásti i tvarové variabilitě jednotlivých populací, podobně jako třeba u *Poecilia sphenops*, se kterou je často zaměňována. Ovšem nejen s ní. Velmi podobné, snadno zaměnitelné a barevně proměnlivé jsou i druhy *Poecilia butleri, catemaconis, gillii, marcellinoi, maylandi, limantouri* a *vandepolli.*

Obtíže s určováním těchto druhů jsou takové, že je dokonce někteří ichtyologové raději řadí do komplexu **sphenops** – *Poecilia „sphenops“*, případně je označují jako *Poecilia* cf. *sphenops* (cf. = *confer*, podobný, srovnatelný, neumožňuje zařazení s jistotou). Všechny tyto druhy se navíc navzájem ochotně kříží, čímž systematikům přidělávají další vrásky, protože na lokalitách s překryvem druhů je řada jedinců prostě neurčitelná. Podobnost výše uvedených druhů se také odráží v anglickém názvosloví: všechno to jsou **molly.**

Dříve totiž patřily do rodu *Mollienesia* (Lesuer,1821), pojmenovaném na počest francouzského státníka z napoleonských dob Nicolas-Françoise Molliena (1758–1850). Po sérii systematických tahanic, kdy byl tento rod různě slučován nebo přesouván do jiných systematických jednotek a úrovní (dokonce i rušen), byl nakonec v roce 1983 Robertem Rush Millerem ustanoven jako podrod rodu *Poecilia*.

Ale obecný název **molly** je celkem často používán i u nás.

Živorodku mexickou, nebo chcete-li mexickou molly, dovezl do Evropy v roce 1907 drážďanský importér a chovatel akvarijních ryb Johann Thumm. Jako specialista na Střední a Jižní Ameriku dovezl pravděpodobně i živorodku ostrotlamou (*Poecilia sphenops*).

Závěr

Popisovaná jeskynní populace *Poecilia mexicana* je sice barevně naprosto fádní, ale na druhou stranu je nesmírně zajímavá svým chováním, snadným chovem i odchovem. A samozřejmě vzrušujícím příběhem. Když jsem se při psaní článku nad nimi opakovaně zamýšlel, uvědomil jsem si, že jsem zřejmě nikdy neměl snáze chovatelné ryby. Jejich původ je evidentně vybavil zcela mimořádnou tolerancí i k brutálně nevhodným podmínkám a zároveň neuvěřitelnou vitalitou a schopností přežít. Tyto ryby jistě neovládnou akvária běžných akvaristů, ale rozhodně mají své kouzlo.

Zdroje:

[1] Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. (eds) (2025): Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references. http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp - Poslední změna 14.3.2025.

[2] Gordon, M. S., & Rosen, D. E. (1962): Cavernicolus Form of the Poeciliid Fish *Poecilia sphenops* from Tabasco, Mexiko. Copeia, 1962(2), 360–368. https://doi.org/10.2307/1440903

[3] Joachim, B., Riesch, R., Jeffery, W. & Schlupp, I. (2013): Pigment cell retention in cavernicolous populations of *Poecilia mexicana* (Poeciliidae). Bulletin of Fish Biology. 1412. 61-73.

[4] Jourdan, J. et al. (2014): Microhabitat use, population densities, and size distributions of sulfur cave-dwelling *Poecilia mexicana*. PeerJ. 2. 10.7717/peerj.490.

[5] Meyer, M. K., Wischnath, L., Foerster, W. (1985): Lebendgebärende Zierfishe – Arten der Welt. Haltung, Pflege, Zucht. MERGUS. Verlag für Natur und Heimtierkunde, Baench 1985.

[6] Palacios, M., Arias-Rodriguez, L., Plath, M., Eifert, C., Lerp, H., et al. (2013): The Rediscovery of a Long Described Species Reveals Additional Complexity in Speciation Patterns of Poeciliid Fishes in Sulfide Springs. PLOS ONE 8(8): e71069. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071069

[7] Plath, M. & Riesch, R. & Culumber, Z. & Streit, B. & Tobler, M. (2011): Giant water bug (*Belostoma* sp.) predation on a cave fish (*Poecilia mexicana*): Effects of female body size and gestational state. Evolutionary ecology research. 13. 133-144.

[8] Steindachner, F. (1863): Beiträge zur Kenntniss der Sciaenoiden Brasiliens und der Cyprinodonten Mejicos. Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften v. 48 (1. Abth.): 162-185, Pls. 1-4.

[9] Tobler, M., DeWitt, T. J., Schlupp, I., García de León, F. J., Herrmann, R., Feulner, P. G., & Plath, M. (2008): Toxic hydrogen sulfide and dark caves: phenotypic and genetic divergence across two abiotic environmental gradients in *Poecilia mexicana*. Evolution, 62(10), 2643-2659.

[10] Tobler, M. & Culumber, Z. & Plath, M. & Winemiller, K. & Rosenthal, G. (2010): An indigenous religious ritual selects for resistance to a toxicant in a livebearing fish. Biology letters. 7. 229-32. 10.1098/rsbl.2010.0663.

Nová živorodka *Phalloceros mimbi*

Roman Slaboch

Už v roce 1898 dovezl do Evropy německý importér Paul Matte zajímavou a v tehdejších podmínkách i dobře množitelnou živorodku *Poecilia* (*Girardinus*) *caudomaculatus*. Ta začala svou cestu po akváriích sérií přejmenovávání a přesunů z rodu do rodu, až nakonec v roce 1907 [1] skončila v nově ustanoveném rodu *Phalloceros* (*Phalloceros caudimaculatus* – viz článek v *Akváriu* č. 28 „3x živorodka skvrnitá“). Následujících 101 let byl *Phalloceros* rodem monotypickým. V roce 2008 provedl Lucinda [2] velkou revizi, která dramaticky rozšířila tento rod o dalších 21 druhů.

Rod *Phalloceros* se pro vědce ukázal natolik zajímavým, že v dubnu 2023 vyšla kratší vědecká práce [3], ve které autoři popisují dva dosud zanedbávané znaky u některých populací druhu *Phalloceros harpagos* – kuželovitý výběžek před urogenitální papilou samic a výrazně vyvinuté háčky na gonopodiu samců – a vyslovují domněnku, že by se mohlo jednat o nový druh. Už v srpnu 2023 [4] vychází studie jiných autorů, kteří na základě dalších znaků považují výše zmíněný druh *P. harpagos* dokonce za rozsáhlý komplex druhů.

To zřejmě nedalo spát další skupině výzkumníků, kteří v dubnu 2025 [5] uveřejnili popis nového druhu *Phalloceros mimbi*.

Jen na okraj; je velmi zajímavé, že se jména autorů v posledních třech zmiňovaných publikacích neopakují. To je dost výjimečné, protože vědci ve svém výzkumu běžně navazují na svoje vlastní předchozí práce. Toto vypadá jako závod, který tým uveřejní studii dříve. Tomu také nahrává fakt, že popis byl zatím uveřejněn pouze v elektronické podobě, zatímco oficiální tištěná verze vyjde v Acta Zoológica Lilloana až 7. června 2025.

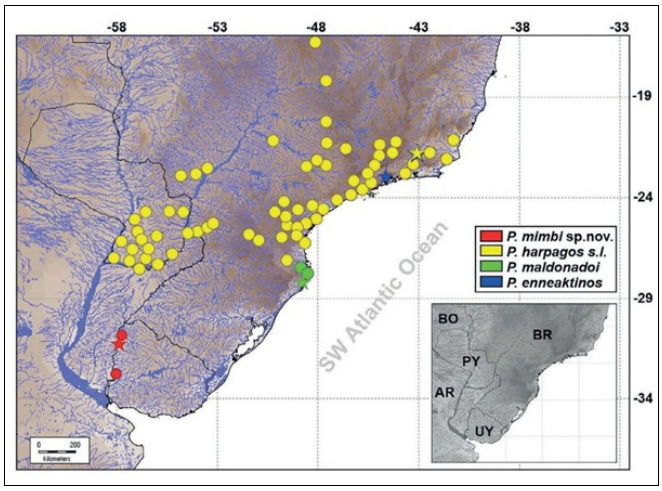
Druh byl definován podle typických znaků, jako je již zmíněný výběžek před urogenitální papilou samic (v článku je jeho tvar popisován jako symetrická „kožovitá kapuce“), nepřítomnost velkých papil na mandibule velkých samic, tvar háčků na konci gonopodia samců a výrazná skvrna ve středu těla u obou pohlaví.

P. mimbi žije v malých říčkách a zarostlých tůních záplavové oblasti středního a dolního toku Río Uruguay, a to na argentinské i uruguayské straně. Jedná se o poměrně drobný druh. Samci dorůstají 2,5 cm a samice 3,3 cm. Zbarvení je tmavší než u ostatních druhů rodu (z mého pohledu akvaristy je velmi atraktivní).

***Phalloceros mimbi* – variabilita jedinců ze všech tří známých lokalit.** (Zdroj: [5])

Typový samec před a po konzervaci. (Zdroj: [5])

Typová samice před a po konzervaci. (Zdroj: [5])



Mapka rozšíření (hvězdička je typová lokalita druhu).
(Zdroj: [5])

Typová lokalita druhu *Phalloceros mimbi*. Lagunka pod přehradou vodní elektrárny Salto Grande, Uruguay.
(Zdroj: [5])

Z mapky rozšíření je dobře patrné, že *P. mimbi* byl nalezen dosud jen na třech lokalitách a nežije ve společnosti dalších druhů rodu *Phalloceros*, takže nehrozí hybridizace. Ta ale pravděpodobně nehrozí ani u dalších druhů, protože podle tvaru gonopodia i postavení urogenitálních papil samic jsou si druhy rodu anatomicky dost vzdálené, a jsou tedy sexuálně silně nekompatibilní [3].

Druhové jméno *mimbi* pochází z jazyka guaraní a znamená lesklý, což je narážka na světle modrý a fialový lesk na bocích těla jedinců tohoto druhu. A protože český název rodu je říčanka, můžeme ji nazývat říčankou lesklou.

Rod *Phalloceros* žije na rozsáhlém území Argentiny, Brazílie, Paraguaye a Uruguaye (přes 200 000 km²) a má jen mírnou mezidruhovou, vnitrodruhovou a mezipopulační anatomickou a barevnou variabilitu. To je také důvodem, proč až nyní, při podrobnějším vědeckém pohledu na odlišení druhů, dochází k boomu popisů. Je také velmi pravděpodobné, že většina stávajících druhů už byla v opakovaných importech do Evropy dovezena pod jménem *P. caudimaculatus*, aniž by byly ryby korektně určeny.

Podle jedné ze studií [4] to vypadá, že nás čeká popis ještě minimálně 9 dalších druhů.

Zdroje:

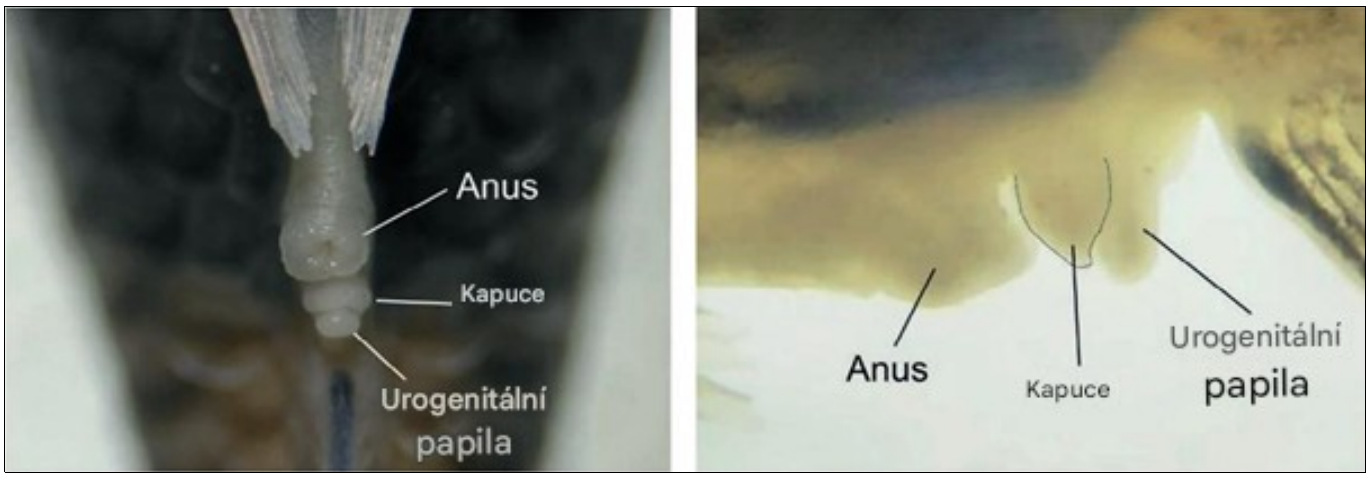
[1] Eigenmann, C. H. (1907): The poeciliid fishes of Rio Grande do Sul and the La Plata Basin. Proceedings of the United States National Museum v. 32 (no. 1532): 425-433.

[2] Lucinda, P.H.F. (2008): Systematics and biogeography of the genus *Phalloceros* Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae), with the description of twenty-one new species. Neotropical Ichthyology, 6 (2): 113-158.

[3] Souto-Santos, I., Lucinda, P. & Buckup, P. (2023): Bilateral genital asymmetry in livebearer fishes of the genus *Phalloceros* Eigenmann, 1907, with description of a new species from coastal drainages of southern Brazil (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Journal of Fish Biology. 103. 10.1111/jfb.15410.

[4] Oliveira, I., Diamante, N., Fabrin, T., Frota, A., Graça, W., Oliveira, A., Prioli, S. & Prioli, A. (2023): Hidden diversity and evolutionary diversification in *Phalloceros harpagos* Lucinda (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Ecology of Freshwater Fish. Early View. 1-10. 10.1111/eff.12741.

[5] Serra, W., Scarabino, F., Gobel, N. & Laufer, G. (2025): A new species of the *Phalloceros harpagos* species complex (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) from the middle and lower Uruguay River floodplains. Acta Zoológica Lilloana. 309-326. 10.30550/j.azl/2096.



(Upraveno ze zdroje: [5])

Pogostemon helferi var. *red*

Pavlína Pevná

Jedná se o narůžovělou variantu pačule *Pogostemon helferi* původem z jihovýchodní Asie. Byť tak díky růžicovitému tvaru listů a kořenovému systému nepůsobí, patří mezi stonkové rostliny, které se dají množit zasazením postranních výhonků. Její nezvyklé, tuhé, kadeřavé listy poutají pozornost na první pohled.

Tempo růstu je spíše pomalejší. Pačule udržuje nízký, kompaktní trs díky spodním postranním výhonkům, které jsou delší, rostou do stran a vytváří samostatné kořínky, prorůstající do substrátu. Hodí se tak zejména do popředí akvária. Tato rostlina je náročnější na světlo, CO_2 a dostatek makroživin.

V mé nádrži bez výživného substrátu jsem nové narůžovělé lístky pozorovala až za několik týdnů. Během nich rostlina pomalu obrůstala na spodních lístcích řasou, ale také vytvářela poměrně mohutný kořenový systém. Při snížení makroživin se zprvu lístky vybarvovaly více do růžova, ale posléze se zkracovaly, rozpadaly a rostlina celkově chřadla. Na některých listech se objevily ohraničené bílé plošky jako u panašování, dokonce jsem zaznamenala i celé bílé výhonky. Po přidání makroživin se růst obnovil a některé růžice dosahovaly i 10–12 cm v průměru, listy byly štíhlé a velmi dlouhé, nové výhonky jen lehce narůžovělé, spíše do stříbrna.

Díky své zajímavé barvě a tvaru listů, kompaktnímu růstu a možností umístění do popředí se *Pogostemon helferi* var. *red* stejně tak jako jeho původní zelená varianta řadí mezi nejoblíbenější rostliny na trhu.

Listy s bílými skvrnami.

Novinky z rybího světa

Lenka Šikulová

Na úvod novinek si opět po roce vypůjčím čísla z výroční zprávy SHOAL, která nabízí již počtvrté kompletní seznam druhů sladkovodních ryb, které byly nově popsány v průběhu uplynulého roku. Podle této zprávy bylo za rok 2024 vědecky popsáno celkem 260 nových rybích druhů, což je o 17 více než v roce předchozím. Prvenství má tentokrát Asie, odkud bylo popsáno 137 nových druhů, následuje Jižní Amerika s 84 druhy, Afrika s 28 druhy, Evropa a Severní Amerika – po 4 druzích – a poslední je Oceánie se 3 novými druhy (chybička se vloudí, já napočítala 4 a dočtete se o nich v závěru novinek).

Výroční zpráva je stejně jako tři předchozí volně ke stažení na webu [1] a kromě souhrnných informací a kompletního seznamu nově popsaných druhů v ní najdete čtivě zpracované podrobnější informace o několika vybraných druzích a rozhovory se zajímavými lidmi – ichtyology, kteří se na vědeckých popisech nových druhů ryb významně podílejí. Pokud ovládáte angličtinu, opravdu doporučuji. Je to pěkné čtení :-).

Enteromius niggie Scheepers et al., 2024

Čím jiným začít, než zlatou rybkou? Dostala jméno *Enteromius niggie* a popsána byla z řeky Steelpoort v říčním systému Limpopo v Jihoafrické republice.

***Enteromius niggie*, (a) samec v třecí sezóně (37,9 mm SL), (b) samec mimo třecí sezónu (holotyp, 41,1 mm SL).**
(Zdroj: [2])

Druh je dalším z řady důkazů toho, že diverzita ryb není ani zdaleka zdokumentována. Bližší studium sladkovodních ryb, o kterých se dříve myslelo, že jsou jen morfologicky variabilní, ukazuje na existenci divergentních linií s mnoha odlišnými druhy. V jižní Africe má řada druhů rodu *Enteromius* buď mimořádně velké nebo nespojité areály rozšíření, což by mělo být u sladkovodních ryb s omezenými možnostmi šíření mezi říčními systémy vzácné. Jedním z takových druhů je parmička Neefova (*Enteromius neefi*). Tento druh byl popsán Greenwoodem v roce 1962 [3] a dosud se myslelo, že jeho areál je nesouvislý, zahrnující jednak řeky v severovýchodní části Velkého srázu v Jihoafrické republice a Svazijsku, a jednak toky v povodí horní Zambezi v Zambii a jižní části povodí Konga v Demokratické republice Kongo. Pomocí molekulárních a morfologických metod byly zkoumány odlišnosti mezi dvěma populacemi parmiček, které obývají tyto dvě od sebe přibližně 1000 km vzdálené oblasti, a výsledkem je popis nového druhu *Enteromius niggie*. Faktem je, že druhy jsou si velmi podobné a na základě morfometrických a meristických znaků je není možné od sebe zcela bezpečně odlišit.

Zajímavý příběh se pojí s pojmenováním obou druhů parmiček a odráží se i v názvu publikace [2] s popisem nového druhu *E. niggie*, který je označen jako „the other cousin“ – druhý bratranec/sestřenice. Při popisu druhu *E. neefi* v roce 1962 použil Greenwood označení neef, což znamená bratranec, jako vtipné poděkování Grahamu Bell-Crossovi, který nasbíral materiál, podle kterého byl druh popsán, a který prý často Greenwooda nazýval afrikánsky oom, což znamená strýc. Pro popis nového druhu bylo nyní použito slovo nig, které znamená sestřenice a bude také připomínat historického spojení těchto dvou druhů do jediného. Mimochodem, se znalostí tohoto příběhu je jasné, že české pojmenování *E. neefi* parmička Neefova je opravdový nesmysl… ;-)

Danio dichromatus Britz & Kullander, 2024

Nový druh dania byl popsán [4] podle ryb odchycených v tocích v dolní části povodí řeky Tanintharyi poblíž měst Myeik a Palaw a v povodí řeky Dawei poblíž města Dawei v Myanmaru. Jméno odkazuje na dvě barvy, což je pro druh příznačné.

Jedná se o velmi atraktivní druh dania, který se vyznačuje výrazným sexuálním dimorfismem a dichromatismem, tedy pohlaví se podstatně liší zbarvením i dalšími znaky. Na facebookové stránce Fish in the News [5] (kterou doporučuji sledovat všem, koho nové druhy zajímají) jsem se dozvěděla, že tyto ryby byly poprvé importovány pro komerční účely v roce 2002 a v tomto případě se naopak myslelo, že se jedná o dva různé druhy, které byly označeny obchodními názvy *Danio* (nebo *Brachydanio*) sp. 'Yellow Hikari' a 'Blue Hikari'.

Následně bylo za pomoci DNA analýz zjištěno, že 'Yellow Hikari' byli samci a 'Blue Hikari' samice jediného tehdy nepopsaného druhu.

***Danio dichromatus*, dva samci tzv. danií 'Yellow Hikari'.**
(Zdroj: Fish in the news [5], Foto: Jui-Pin Paui Wu)

Macropodus minnanensis Chen & Chiu, 2024

V Asii se ještě zdržíme, protože stojí za to alespoň krátce představit nový druh rájovce *Macropodus minnanensis*, který je popsán v práci Chen & Chiu (2024) [6] z jižní části provincie Fujian na jihovýchodě Číny. Pojmenován byl podle typové lokality, kterou je oblast v mandarínštině nazývaná Min-nan. Druh je možné od ostatních zástupců rodu bezpečně odlišit na základě kombinace morfometrických a meristických znaků a také podle specifického zbarvení, ve kterém jsou nápadné černé okraje dermálních váčků, do kterých jsou zasazeny šupiny, šedavé oči a velká temně černá, okrouhlá skvrna na skřelích.

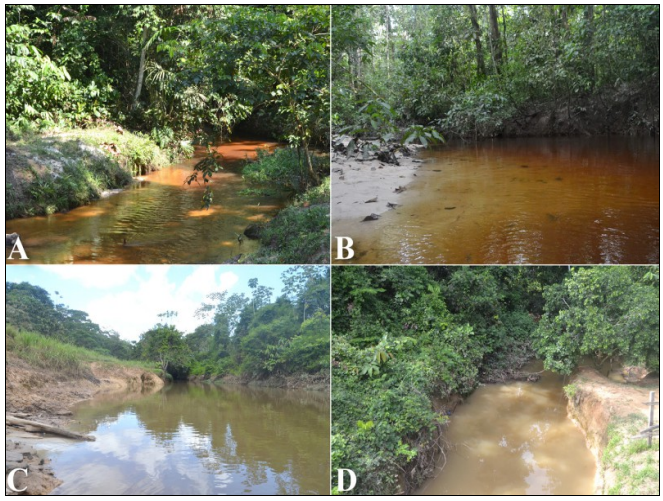
***Macropodus minnanensis*, holotyp, samice, 34,7 mm SL.**
(Zdroj: [6])

Corydoras iiap Tencatt et al., 2024

Zajímavý nový pancéřníček *Corydoras iiap* byl popsán [7] z povodí řek Itaya a Nanay v jihoamerickém Peru. Rybky dosahují standardní délky do 6 cm, základní barva těla je světlá, v přední části trupu a na hlavě přechází do žluta, atraktivní je tmavý pásek přes oko a také zelenožluté iridiscentní zbarvení těla. Druh byl již před svým vědeckým popisem delší dobu znám akvaristům pod obchodním názvem *Corydoras* sp. „sicri Luminoso“, případně kódovým označením *Corydoras* sp. C53.

***Corydoras iiap*, jedinec v akváriu.**
(Zdroj: [7], Foto: Haakon Haagensen)

Pancéřníčci *C. iiap* byli nalezeni pouze v menších potocích, které mají v závislosti na srážkách silně rozkolísaný průtok. Obývají toky s černou či kalnou vodou a písčitým substrátem. Článek uvádí hodnoty základních fyzikálně-chemických parametrů vody, které byly naměřeny na více lokalitách s výskytem druhu: teplota se pohybovala mezi 24,5 °C a 27,0 °C, pH 5,4–5,5, rozpuštěný kyslík 3,8–5,4 mg/l, vodivost 17,0–28,0 µS/cm. Na většině lokalit se *C. iiap* vyskytoval společně s *C. ambiacus* a *C. sychri,* kterému je velmi podobný.



Lokality s výskytem druhu *C. iiap* v regionu Loreto v Peru, A. je typová lokalita Quebrada Paujil. (Zdroj: [7])

Hoplisoma osvaldoi Alonso et al., 2024

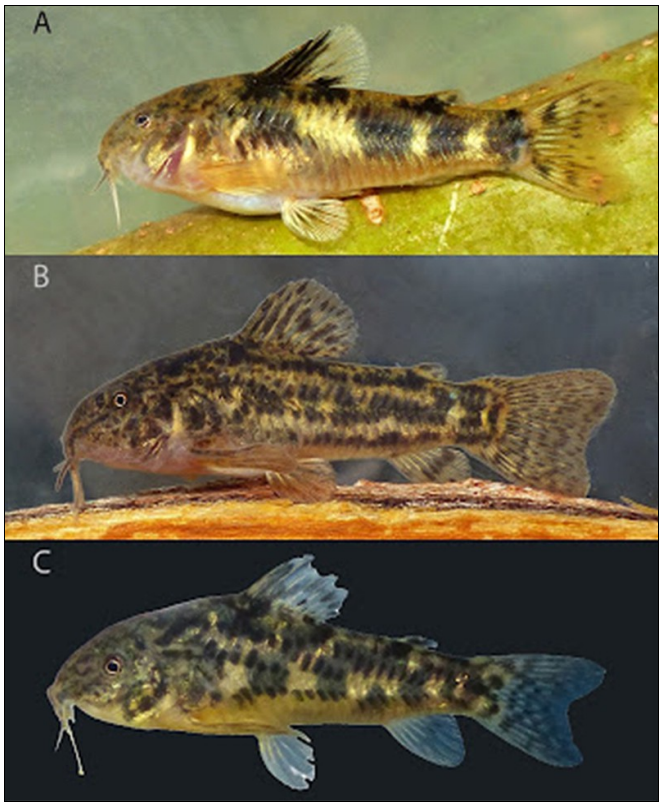
Další pancéřníček byl nově popsán z horní části povodí řeky Bermejo v povodí La Plata v Argentině a v tomto případě se jedná o nový druh rodu *Hoplisoma*. Zařazen byl do skupiny blízce příbuzných druhů (kladu) *Hoplisoma paleatum*. Od ostatních zástupců rodu se liší zbarvením, které je nicméně podobné jako u *H. micracanthum*, se kterým sdílí i společné lokality výskytu.

(Nejen) z práce Alonso et al. (2024) [8] je zřejmé, že početnou podčeleď Corydoradinae čeká ještě mnoho změn. Publikace prezentuje výsledky provedených analýz, ve kterých bylo použito 153 druhů pancéřníčků a sledováno 5 genů

a 83 morfologických znaků. Při zahrnutí výše zmíněného nového druhu, který nebyl ve dříve provedených analýzách použit, se pak ukázalo, že rod *Hoplisoma* zřejmě není monofyletický (jen pro zopakování: nemá jednoho společného předka), a byl proto ustanoven a popsán nový rod *Urkumayu*, do kterého byly přeřazeny tři blízce příbuzné druhy pancéřníčků, které jsou endemity severozápadní andské části povodí La Plata v Argentině a byly dosud řazené do rodu *Hoplisoma*.

Nový rod *Urkumayu* nyní obsahuje druhy *U. gladysae* (tento je typovým druhem rodu) *U. micracanthus* a *U. petracinii*. Název rodu je složeninou kečuánských slov urku, což znamená hora, a mayu, což znamená řeka. Odkazuje na typický biotop druhů řazených do tohoto rodu.

***Hoplisoma osvaldoi* (vlevo) a *Urkumayu micracanthus* (vpravo), živí jedinci bezprostředně po odchycení z potoka Anta Muerta.** (Zdroj: [8])



Zástupci rodu *Urkumayu*. (A) *U. micracanthus* (30,3 mm SL), (B) *U. gladysae* (30,1 mm), (C) *U. petracinii* (26,9 mm). (Zdroj: [8])

Oryzias moramoensis Utama et al., 2024

Nový druh medaky *Oryzias moramoensis* byl popsán v práci Utama et al. (2024) [9] z oblasti vodopádů Moramo na jihovýchodě ostrova Sulawesi. Druh byl zařazen do skupiny *O. woworae*, která zahrnuje druhy vázané svým výskytem na jihovýchodní část Sulawesi a typické modravým odleskem těla, který je patrný u samců. Od ostatních druhů skupiny se však *O. moramoensis* geneticky výrazně liší.

***Oryzias moramoensis*, samec.** (Zdroj: [9], Foto: Yamahira Kazunori)

Vodopády Moramo, typová lokalita *O. moramoensis*. (Zdroj: [9])

Pseudomugil halophilus Hammer et al., 2024

Nový druh duhounka byl popsán v práci Hammer et al. (2024) [10] z brakických vod podél pobřeží východního Queenslandu a s odkazem na preferované prostředí s vysokým obsahem solí byl pojmenován *Pseudomugil halophilus*. Jedná se o drobnou rybku s žlutavým, částečně průsvitným tělem, která se vzhledově nejvíce podobá druhu *P. signifer*, který však dorůstá podstatně větší velikosti (standardní délka ryb je až kolem 5,5 cm, zatímco u *P. halophilus* nepřesahuje 3 cm). *P. signifer* obývá také podobné biotopy ve stejné oblasti (resp. jeho areál rozšíření je větší, kromě východní Austrálie zahrnuje i některé ostrovy Torresova průlivu), ale zastihnout ho můžeme i v čistě sladkých vodách daleko ve vnitrozemí. Naproti tomu nově popsaný druh *P. halophilus* se zdá být úzce vázán na biotopy v ústích menších řek, potoků a kanálů, které jsou výrazně ovlivňované mořským přílivem. Vyhledává otevřené biotopy s mangrovovými porosty.

***Pseudomugil halophilus*, rybky v akváriu. Nahoře menší samec (cca 23 mm SL), dole se samicí podobné velikosti.**
(Zdroj: [10])

Auckland Creek, Gladstone, příklad biotopu *P. halophilus*.
(Zdroj: [10])

Nové druhy rodu *Kiunga*

Hned tři nové druhy rodu Kiunga jsou popsány v práci Allen et al. (2024) [11], která prezentuje výsledky kompletní revize tohoto rodu patřícího také do čeledi Pseudomugilidae, duhounkovití. Nově popsanými druhy jsou *Kiunga auromarginata, K. filamentosa* a *K. leucozona*, a společně s dříve popsanými *K. ballochi* a *K. bleheri* tedy rod nyní zahrnuje pět platných druhů. Je rozšířen pouze v tocích horní části povodí řeky Fly na ostrově Papua Nová Guinea, na území o rozloze přibližně 3,200 km2. Areály jednotlivých druhů jsou pak extrémně malé, zahrnující pouze několik málo potoků, výskyt *K. auromarginata* byl potvrzen pouze z typové lokality, potoka Taki.

Typickým biotopem jsou mělké, pomalu tekoucí potoky v rovinatém nebo mírně zvlněném terénu v nadmořské výšce 40–100 m, tekoucí nenarušeným deštným pralesem.

***Kiunga ballochi*, typový druh rodu *Kiunga* popsaný v roce 1983. Živý jedinec, standardní délka cca 24 mm.**
(Zdroj: [11])

[1] hhttps://shoalconservation.org/new-species-2024/
[2] Scheepers, M., Bragança, P.H.N. & Chakona, A. (2024): Naming the other cousin: A new goldie barb (Cyprinidae: Smiliogastrininae) from the northeast escarpment in South Africa, with proposed taxonomic rearrangement of the goldie barb group in southern Africa. Journal of Fish Biology, 105 (4): 1137-1150.
[3] Greenwood, P. H. (1962): A new species of *Barbus* (Pisces, Cyprinidae) from the upper Zambezi River, Rhodesia. Reviews of the Zoology and Botany of Africa, 65, 211–216.
[4] Britz, R. & Kullander, S.O. (2024): *Danio dichromatus*, a new species of sexually dimorphic and dichromatic danio from the Malay Peninsula in Myanmar (Teleostei: Cyprinidae: Danioninae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, 1196: [1-17].
[5] https://www.facebook.com/FishInTheNews
[6] Chen, I-S. & Chiu, Y.-W. (2024): A new species of *Macropodus* (Teleotsei: Osphronemidae) from Fujian Province, southern China. Zootaxa, 5550 (1): 328-332.
[7] Tencatt, L.F.C., Ruiz-Tafur, M. & Chuctaya, J. (2024): A new masked *Corydoras* (Siluriformes: Callichthyidae) from the Itaya and Nanay river basins, Peruvian Amazon. Neotropical Ichthyology, 22 (2): e240016.
[8] Alonso, F., Terán, G.E., Aguilera, G., Montes, M.M., Alanís, W.S.S., Calviño, P., Vera-Alcaraz, H.S., Cardoso, Y, Koerber, S. & Mirande, J.M. (2024): Integrative phylogeny of Corydoradinae (Siluriformes: Callichthyidae) with an emphasis on Northwestern La Plata species, including descriptions of a new genus and species. Zoologischer Anzeiger, 314 [2025]: 10-23.
[9] Utama, I.V., Mokodongan, D.F., Lawelle, S.A., Masengi, K.W.A. & Yamahira, K. (2024): A new ricefish, *Oryzias moramoensis* (Adrianichthyidae), described from a mountain waterfall in Southeast Sulawesi, Indonesia. Ichthyological Research, Published: 01 July 2024.
[10] Hammer, M.P., Allen, G.R., Adams, M. & Unmack, P.J. (2024): The Mangrove Blue-eye, a new species of *Pseudomugil* (Pisces: Pseudomugilidae) from eastern Queensland, Australia. Fishes of Sahul, 38 (2): 2158-2171.
[11] Allen, G.R., Hammer, M.P., Unmack, P.J. & Storey, A.W. (2024): A remarkable radiation of five species in the genus *Kiunga* (Teleostei: Pseudomugilidae) from the Fly River system, Papua New Guinea with descriptions of three new species. Fishes of Sahul, 38 (2): 2137-2157.

Mláďata *Telmatochromis vittatus*. Dospělé ryby chováme společně s malými šnekáči *Neolamprologus similis*, kde obsazují opravdu velké ulity v koutě. Malí šnekáči je od své rozlehlé kolonie v přední části nádrže srdnatě odhánějí.

Okénko do Zoo Ostrava

Markéta Rejlková

Příležitostné novinky z akvaristického dění v naší zahradě. Občas se tam staneme svědky něčeho pozoruhodného, o co by byla škoda se nepodělit. Někdy je to chovatelský úspěch, jindy zase neúspěch a velmi často výzva. Na článek to není, ale do Okénka to vystavím, ať se můžeme společně učit, trápit i radovat.

Uplynulé měsíce se nesly ve znamení rekonstrukcí nebo nutných oprav hned několika expozic, takže spousta nádrží (i práce) byla vyčleněna pro ryby odstěhované do dočasných domovů v zázemí zoo. Zbrzdilo nás to v některých chovatelských aktivitách, ale i tak se toho děje pořád hodně. Tentokrát se v Okénku podíváme výhradně do zázemí.

Z berlínské zoo jsme získali tři nové druhy labyrintek: *Parosphromenus anjunganensis*, *Betta livida* a *Betta rutilans*. Labyrintky nám celkem jdou a baví nás, navíc jde o ohrožené druhy, v akváriích málo zastoupené. Nemáme pro ně místo v expozici, ale právě z důvodu jejich ohrožení je chceme chovat alespoň v zázemí. Dnes už zoologické zahrady ani zdaleka neslouží jen zábavě, kromě vzdělávání veřejnosti a podpory ochranářských projektů přímo v místě výskytu ohrožených zvířat (tzv. *in situ*) se podílíme na vzniku a udržení záložních populací v lidské péči (ochrana *ex situ*). Možná se divíte, proč takovou všeobecně známou věc píšu, ale pro mnoho lidí jsou zoo bohužel stále na úrovni cirkusu…

Obě nové bojovnice jsou si velmi podobné, *B. rutilans* je „jednodušeji“ červená. Chováme je v černé vodě v nádržích se spoustou úkrytů. To samé se vlastně dá říci i o rájovčíkovi *P. anjunganensis*; narozdíl od *P. linkei*, kterého už několik let úspěšně odchováváme, je tento druh také typicky černovodní a tyto podmínky vyžaduje i v akváriu.

Všechny ryby k nám přišly mladé, ale *B. rutilans* se už začaly vytírat a od rájovčíků máme i mláďata. Odchov mnoha desítek mláďat nás potěšil i u cichlidek *Telmatochromis vittatus*, které čekají na stěhování do úplně nové tanganické nádrže. Fotograficky se nyní vrátím i k druhu *Ptychochromis insolitus*, ikonické madagaskarské cichlidě, jejímuž příběhu jsme se na stránkách *Akvária* věnovali víckrát (v č. 30 a 60). Tyto ryby strašně pomalu rostou, u nás první odchovaná generace po 3,5 roce začíná konečně vypadat „hotově“.

Závěr tohoto Okénka pak bude patři nožovkám běločelým (*Apteronotus albifrons*), hodonínskému hurikánu a ostravskému přirozenému prvoodchovu! A bonusově žabkám.

Betta livida.

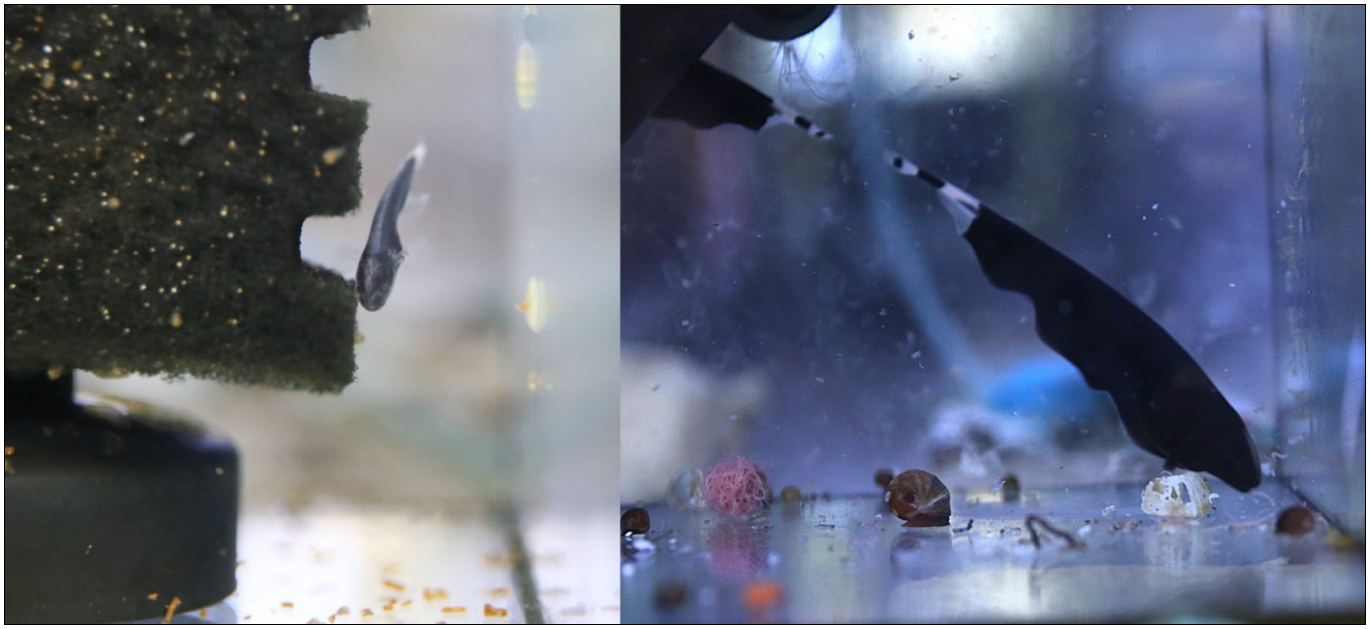
Betta rutilans.

Parosphromenus anjunganensis. **Toto opravdu není zrovna názorný snímek nového druhu; berte to jako ukázku, v jakém typu nádrže se rájovčíci cítí dobře. Ve skutečnosti je voda opravdu hodně černá.**

***Ptychochromis insolitus*, dospělý samec.**

***Ptychochromis insolitus*, samice strážící zbytek jiker. Tyhle cichlidy nepatří mezi nejbdělejší hlídače, což také znamená, že po výtěru nepomlátily ostatní ryby a ani je nevyhnaly z širšího okolí jiker. Navzdory velikosti (samice aktuálně asi 12 cm, samec skoro 20 cm) jsou to kliďasové.**

Tohle je snímek z roku 2021, kdy se do naší expozice Malá Amazonie nastěhovalo pět nožovek *Apteronotus albifrons*. Přivezli jsme si je ze Zoo Hodonín, kde v červnu toho roku řádilo tornádo a poškodilo budovou akvária natolik, že musela být později zbourána. Nový domov všem obyvatelům početných sladkovodních a mořských nádrží tenkrát poskytli kolegové z několika zoologických zahrad. Nožovky dlouhé 20–30 cm se u nás nastěhovaly do 5000l akvária s dostatkem úkrytů, kde se k nim připojila ještě jedna menší ryba stejného druhu, kterou jsme získali darem od soukromého chovatele. V roce 2024 byla zahájena rozsáhlá rekonstrukce střechy Malé Amazonie, takže všechny nožovky se dočasně přestěhovaly do zázemí…



V březnu 2025 našel kolega při čištění externího filtru dvě malé rybičky. Ještě nebyly vybarvené, odhadla jsem jejich věk na 5–7 dní po vykulení. Byly necelý centimetr velké a urputně se skrývaly ve tmě. Pokud datum líhnutí stanovíme na 5. března a na konci dubna měří obě rybky asi 6 cm a jsou dokonalou zmenšeninou rodičů, potom s klidem prohlásím, že rychleji rostoucí rybu jsem ještě neviděla. To je prostě něco úžasného, když vám nožovky rostou před očima. Oba tyto snímky od sebe dělí 6 týdnů (pořízeny byly 16. března, kdy už rybky měly tmavé zbarvení a světlý ocásek i pásek na hlavě, a 30. dubna). Přirozený odchov (bez hormonální stimulace) je u tohoto druhu velmi vzácný. Může to být tím, že málokdo poskytne dostatečně velkou nádrž a úkryty a vyzbrojí se trpělivostí? Navíc je nutné mít štěstí, abyste mláďata našli a nikdo je předtím nesežral. O odchovu v domácích podmínkách mimochodem napsala moc hezký článek už v *Akváriu* č. 25 Dana Dvořáková.

Obojživelníkům se na stránkách *Akvária* věnujeme zcela výjimečně, ale např. ryze vodní druhy žab jsou pro akvárium jako stvořené a běžně se s nimi setkáme v obchodech i na burzách. Je tedy na čase tuto absenci napravit. Z plzeňské zoo jsme už před nějakou dobou získali vzácně chovaný druh drápateček: *Pseudhymenochirus merlini*. Výhledově by u nás měly nahradit mnohem známější příbuzné, *Hymenochirus boettgeri*. S těmi máme dlouholeté zkušenosti a jejich odchov je snadný. *P. merlini* pro nás zatím zůstává výzvou.

Na snímcích jsou pro srovnání oba druhy: v horní řadě *Hymenochirus boettgeri*, pod ním *Pseudhymenochirus merlini*. Ponechávám nyní úplně stranou, že *H. boettgeri* je taxonomickým oříškem, zatím se tohoto jména držme…

Minerální složení

akvarijní vody

Martin Langer

Od té doby, kdy jsem si pořídil reverzní osmózu (doplněnou o deionizační jednotku – mixbed), jsem si s minerálním složením vody bohatě vyhrál. Jako mnozí jiní jsem si prošel obdobím, kdy jsem věřil, že relativně malé změny v množství a poměru jednotlivých složek povedou ke zřetelným rozdílům v růstu a zdraví rostlin. Ale čím více experimentů jsem provedl, tím méně jsem o tom přesvědčený.

Vůbec nezpochybňuji vědecké poznatky z učených knih. Jsou pro nás užitečným vodítkem. Jenže v praxi často obdržíme výsledky, které nejsou ve shodě s teorií. Lámal jsem si hlavu, proč tomu tak je. Je zřejmé, že do věci vstupují nějaké proměnné, které nemáme pod kontrolou. Domnívám se, že tím faktorem je mikrobiální komunita (všechny mikroskopické organismy v akváriu včetně řas).

Mikrobi jsou skutečnými vládci každého akvária. Jsou dominantními hybateli veškeré látkové přeměny a výměny. Přitom různých mikrobů je spousta a zřejmě se usazují a množí v každém akváriu v trochu jiném pořadí a s odlišnou dynamikou. A zde se hodí připomenout, že živiny, jak ten termín obvykle chápeme, jsou pouhým doplňkem toho, co živé organismy potřebují mnohem naléhavěji a v daleko větším množství – vody, kyslíku, a v případě rostlin také oxidu uhličitého. Mikrobi určují právě obsah kyslíku a oxidu uhličitého, a tedy dokáží ovlivnit životní podmínky v akváriu mnohem výrazněji než lépe či hůře namíchané minerální složení vody. Kromě toho, mikrobi podstatně ovlivňují dostupnost mnohých živin pro rostliny.

Tento poněkud pesimistický úvod pokládám za nutný k tomu, aby akvaristé od detailního ladění minerálního složení vody neočekávali příliš mnoho. Vliv jiných faktorů je silnější. Znovu a znovu vídávám v různých komunitách obrázky hynoucích rostlin provázené diskusemi, který prvek tam chybí nebo přebývá. Mnohdy to není žádná živina, nýbrž kyslík, a takový stav úpravou hnojení nespravíme. Rostliny ani ryby nemají rády nadměrné organické znečištění, které vede k přemnožení heterotrofních (= organickými látkami se živících) mikrobů, a tedy zvýšené spotřebě kyslíku. V takových případech pomáhají výměny vody za čerstvou, zlepšení proudění vody (zvyšuje obsah a zlepšuje distribuci kyslíku) a snížení krmení (ryb či jiných živočichů). Naopak filtrace bilanci neovlivní, pomůže leda jako nástroj pohybu vody. Levné čerpadlo jako „honič vody“ udělá stejnou službu.

Máme-li uvedené na paměti a uspokojivě zvládnuté, pak teprve můžeme očekávat výsledky od hledání optimálního minerálního složení akvarijní vody, aby se ryby a rostliny cítily v našem akváriu jako doma.

Základy

Pokročilí akvaristé prominou, ale mezi čtenáři *Akvária* jsou i začátečníci, a jim především jsou určeny následující odstavce.

Čistá voda (H_2O) bez rozpuštěných látek v přírodě neexistuje. I v poměrně čisté dešťové vodě jsou rozpuštěné přinejmenším plyny obsažené v ovzduší (nejvíce oxid uhličitý CO_2 a kyslík O_2, ale i dusík N_2, oxid siřičitý SO_2, amoniak NH_3, a další). Ve vodě odpařující se z povrchových vod (nejvíce z moří) je kupodivu obsaženo i docela dost minerálních látek. Různým epifytům (bromélií, orchidejím, kapradinám a dalším) tohle množství živin ve srážkové vodě docela postačuje k životu. V domovině mnoha tropických ryb a rostlin je např. draslík obsažený v dešťové vodě významným až dominantním zdrojem této živiny.

Prvky, které pokládáme za živiny, jsou pro živé organismy buď absolutně nezbytné – *esenciální*, to je užší pojetí – anebo alespoň prokazatelně prospěšné. Obvykle se za živiny nepokládají uhlík (C), vodík (H) a kyslík (O), přestože jsou to právě tyto prvky, které všechny organismy potřebují ve zdaleka největším množství. Je to proto, že v pěstitelské praxi je nedodáváme hnojením.

Akvarijní živočichové přijímají většinu živin s potravou, a to převážně v podobě *organických* sloučenin, to znamená látek, které předtím vytvořily rostliny nebo jiné živé organismy. Oproti tomu rostliny přijímají živiny ve formě *minerální* a následně z nich vytvářejí organické látky. Živiny pro rostliny tedy v zásadě nedodáváme s krmením, nýbrž v podobě minerálů rozpuštěných ve vodě.

Říkám „v zásadě“, protože ono je to trochu složitější. S krmivem dodáváme živiny v organické podobě, ale ony v původním stavu nezůstanou. Projdou trávicím traktem akvarijních živočichů, tito menší část spotřebují, větší část vyloučí. Zbytků se zmocní bakterie a další mikrobi a dochází k takzvané *dekompozici*, jejímž konečným produktem jsou opět minerální látky. To jsou živiny pro rostliny, a v některých případech takový zdroj může být významný. O tom se zmíním v souvislosti s jednotlivými živinami.

Rostliny nikdy nepřijímají živiny jako prvky, nýbrž ve formě rozpuštěných sloučenin. Nejčastěji jde o **soli**, které se při rozpouštění ve vodě rozdělují (*disociují*) na ionty, a to kationty a anionty. Kationtům chybí jeden nebo více elektronů, aniontům nějaké elektrony přebývají. Vypadá to jako zbytečná teorie, ale není to nic složitého a zbytečné to není. Nejlépe to pochopíme na příkladu:

Chceme do vody dodat draslík (K). Draslík jako prvek dodat nemůžeme, protože je velmi nestabilní a ve chvíli, kdy bychom kousek draslíku vložili do vody, došlo by k bouřlivé reakci s vodou, doslova k výbuchu. Musíme tedy draslík dodat ve formě nějaké sloučeniny. Draslík je kov a při disociaci vytváří kation K^+. Vytváří tedy soli s různými anionty. V praxi se nám nabízejí chlorid (Cl^-, sůl se jmenuje chlorid draselný, KCl), síran (SO_4^{2-}, sůl je K_2SO_4, síran draselný) a další. Při použití solí tedy hnojíme-mineralizujeme dvěma složkami současně, kationtem a aniontem.

Nejsou to vždy jen soli, které při mineralizaci používáme. Někdy jsou to **oxidy**, tedy sloučeniny nějakého prvku s kyslíkem a ničím jiným (např. K_2O, oxid draselný). Další možností jsou **hydroxidy**, což jsou sloučeniny kovů se skupinou -OH (např. KOH, hydroxid draselný). A konečně můžeme použít **kyseliny**, kde místo kationtu zaujímá vodík (např. H_2SO_4, kyselina sírová). Hydroxidy a kyseliny se nedoporučují začátečníkům, protože jsou nebezpečné, a i v akváriu mohou ublížit (náhlou a výraznou změnou hodnoty pH), pokud s nimi nakládáme neopatrně.

Kolik čeho?

prvek	zn.	látkové množství	hmotnost	přijímaná forma
dusík	N	1000	1000	NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-, $CO(NH_2)_2$
draslík	K	250	700	K^+
vápník	Ca	125	360	Ca^{2+}
hořčík	Mg	80	140	Mg^{2+}
fosfor	P	60	130	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}
síra	S	30	70	SO_4^{2-}
chlor	Cl	3	8	Cl^-
bor	B	2	1,5	H_3BO_3
železo	Fe	2	8	Fe^{2+}, Fe^{3+}
mangan	Mn	1	4	Mn^{2+}
zinek	Zn	0,3	1,4	Zn^{2+}
měď	Cu	0,1	0,45	Cu^{2+}
molybden	Mo	0,001	0,007	MoO_4^{2-}
nikl	Ni	0,001	0,004	Ni^{2+}

Tabulka 1. (Zpracováno podle [1])

Tato tabulka ukazuje všechny esenciální živiny a v jakém *vzájemném poměru* je rostliny přijímají. Máme tak například představu, že na jeden přijatý atom draslíku rostliny přijmou čtyři atomy dusíku. Anebo, pokud dáváte přednost hmotnostním jednotkám, pak na 1 gram dusíku (pozor: nikoli dusičnanů, NO_3^-, nebo amonia, NH_4^+) rostliny současně spotřebují 0,7 gramu draslíku.

Rostlinám ani akvarijním živočichům bychom neprospěli, pokud bychom akvarijní vodu mineralizovali podle shora uvedené tabulky. Ta nám pouze říká, kolik rostliny *přijímají*, přesněji kolik potřebují ke zdravému růstu. Jejich potřeby ovšem nejsou úměrné tomu, v jakém množství se jednotlivé prvky v přírodě *vyskytují*.

O tom si uděláme představu z následujícího přehledu:

prvek	zn.	rostliny [mg/kg]	voda [mg/kg]	poměr
uhlík	C	65 000	12	5 400
křemík	Si	13 000	6,5	2 000
dusík	N	7 000	0,23	30 000
vápník	Ca	4 000	15	270
draslík	K	3 000	2,3	1 300
fosfor	P	800	0,01	80 000
hořčík	Mg	700	4	175
síra	S	600	4	150
chlor	Cl	600	8	75
sodík	Na	400	6	67
železo	Fe	200	0,7	290
bor	B	10	0,1	100
mangan	Mn	7	0,015	470
zinek	Zn	3	0,01	300
měď	Cu	1	0,01	100

Tabulka 2. (Zpracováno podle [2])

Tabulka 2 je zpracována na základě velkého počtu empirických měření a ukazuje jakýsi celosvětový statistický průměr. Čísla v ní uvedená tedy můžeme pokládat za normální, přirozená. K obsahu živin v rostlinách (jde výlučně o vodní rostliny) poznamenávám, že se jedná o živou váhu, tedy živé rostliny, jejichž pletiva jsou z valné části vyplněna plyny (zhruba 70 % objemu) a vodou.

Dále si povšimněme, že průměrná rostlina neobsahuje živiny přesně v tom poměru, jaký udává Tabulka 1. Je to proto, že Tabulka 1 udává u každé živiny *minimum* nutné ke zdravému růstu. Realita je obvykle poněkud odlišná. Rozdíly mají své důvody, o kterých se zmíním u jednotlivých prvků.

K obsahu uhlíku ve vodě uvedu, že z převážné míry jde o (hydrogen)uhličitany, dále o uhlík vázaný v organických látkách (živých i neživých), a teprve v poslední řadě ve formě oxidu uhličitého (CO_2). Zdůrazňuji to proto, abych nesváděl k mýlce, že v přírodních vodách je průměrně 12 mg/l uhlíku ve formě CO_2 (což odpovídá 44 mg/l CO_2).

Velmi užitečný je pro nás poslední sloupec tabulky („poměr“). Ten je podílem obsahu prvku v živé rostlině vůči obsahu prvku v okolní vodě. Vidíme, že rostliny akumulují všechny živiny v koncentracích podstatně vyšších, než jaké jsou v jejich okolí. Ale ne ve stejné míře! Rostliny se musejí velmi starat, aby získaly potřebné množství fosforu a dusíku. Za nimi následují uhlík, křemík a draslík. Ostatní prvky jsou obvykle přítomné v dostatečném množství a jejich získání pro rostliny nepředstavuje problém.

Z toho vyplývají důležité poznatky. Rostliny jsou zvyklé na relativní nedostatek fosforu a dusíku a mají vyvinuté způsoby, často velmi důmyslné, jak se k těmto živinám dostat. Naopak, je-li těchto prvků nadbytek, vystavuje to rostliny nezvyklé situaci s potenciálně negativními následky.

Nedostatek ostatních prvků naopak zaskočí rostliny nepřipravené. Rostliny například potřebují více fosforu než síry, ale je-li síra přítomná v koncentraci podobně nízké, jaká je běžná u fosforu, rychle se projeví problémy. Rostliny jsou dobře připravené na nedostatek fosforu, ale na nedostatek síry nejsou „naučené“ – z přírody ho neznají a pokud se někde ojediněle vyskytne, většina rostlin tam nedokáže přežít.

Liší se rostliny v nárocích na obsah živin v prostředí? Určitě ano, ale je třeba chápat, co za tím vězí. Fyziologické fungování vyšších rostlin se řídí z valné části univerzálně platnými pravidly, a tudíž jejich požadavky na množství přijímaných živin jsou přibližně stejné. Významnou výjimkou je vápník, který některé jednoděložné rostliny (tzv. komelinidy, commelinids) přijímají ve výrazně nižším množství než ostatní jednoděložné a dvouděložné.

Rozdíly tedy nespočívají v nárocích na příjem, nýbrž v *adaptaci* k panujícím podmínkám. Např. všechny vodní a bahenní rostliny mají tu zvláštnost, že tolerují trvale anoxické (bez kyslíku) prostředí v kořenech, což má mj. značný vliv na dostupnost mnohých živin (fosfor, mikroprvky). Některé mají konkurenční výhodu ve vodách se zvýšeným obsahem dusíku, jiné naopak vyžadují nebo tolerují prostředí extrémně chudé na živiny. A pak jsou specialisté kolonizující biotopy s neobvyklým nedostatkem některých jinak běžných prvků (např. výše zmíněné síry), s neobvyklým poměrem ve skladbě kationtů (např. východoafrické a jihoafrické sodné půdy – hodně sodíku, málo vápníku), nebo s mimořádně vysokým obsahem toxických mikroprvků (měď, kobalt atd.).

V přírodě během času na každém biotopu převládnou druhy, které mají v daných podmínkách konkurenční výhodu oproti ostatním. V pěstitelských podmínkách, kde konkurenční faktor eliminují lidské zásahy, ovšem většina rostlin dokáže růst za podmínek, které můžeme pokládat za normální. Vezměme si například takové smrky a duby, které se v přírodě sotva kdy setkají, ale v botanické zahradě mohou růst vedle sebe. Podobně můžeme společně pěstovat akvarijní rostliny, pokud se vyvarujeme podmínek, které v přírodě nejsou obvyklé a které snesou jen některé z nich.

Mějme na paměti především následující:

- Minerální živiny dodáváme do akvarijní vody nikoli v množství, v jakém je rostliny přijímají, nýbrž v množství, jaké je v přírodě normální.
- Nemusíme se příliš úzkostlivě držet čísel, jak jsou v Tabulce 2; ta jsou koneckonců pouze průměrem z mnoha odlišných biotopů. Ale vyplatí se jich přibližně, zhruba přidržet, a to zejména jejich *vzájemného poměru*. Nevystavujme rostliny něčemu, co je v přírodě zvláštností.
- Limitním prvkem zpravidla není uhlík, nýbrž fosfor (dle Wetzela [2] asi v 75 procentech případů), dále dusík, ojediněle pak další prvky.
- Fosforu a dusíku je v přírodních vodách vždy velmi málo. Je-li tomu jinak, jde výlučně o následek lidské činnosti, a tedy nepřirozený stav.
- Dvojmocné kationty (Mg^{2+}, Ca^{2+}) normálně jasně převládají nad jednomocnými (Na^{+}, K^{+}). Obvykle je nejvíce vápníku, nejméně draslíku.
- Z aniontů dáváme přednost síranům a chloridům. Uhličitany použijeme pouze tehdy, máme-li k tomu důvody. Křemičitany nejsou esenciální. Ostatní anionty (mj. dusičnany!) jsou v přírodních vodách zastoupeny jen nepatrně.

Salinita (celková mineralizace) přírodních vod se odvíjí od množství srážek. A tak v rovníkových a boreálních pásmech je často salinita velmi nízká; vody je tam mnoho a za tisíce let už stačila rozpustit a odplavit všechny dobře rozpustné horniny. Výjimky ovšem existují. Například na Srí Lance a v Zadní Indii je mnoho vápencových lokalit a salinita různých toků i na malém území může být hodně odlišná.

Naopak nejvyšší bývá salinita v oblastech s nízkými srážkami v subtropech a suchých oblastech tropů. Je však patrné, že *poměr* obsažených živin zůstává víceméně stálý, ať je salinita nízká či vysoká. Výjimkou jsou bezodtoké biotopy, tedy opět aridní oblasti, a např. sodné oblasti východní Afriky.

Se salinitou souvisí i obsah velmi důležitých (hydrogen)uhličitanů. Ten totiž skoro výlučně určuje *hodnotu pH* vody. Hodnota pH má pro rostliny (i další živé organismy) zásadní význam, a tak zatímco mnohé minerály můžeme dávkovat poměrně volně, obsah (hydrogen)uhličitanů je kritický.

Zahradníci a farmáři rozlišují rostliny *vápnomilné* (preferují či tolerují zásadité půdy) a *vápnostřežné* (vyžadují kyselé půdy). Je to trochu zavádějící, protože rozhodující není obsah vápníku, nýbrž uhličitanů. Ve vodě, kde jsou všechny uhličitany relativně dobře rozpustné, to vidíme jasně – vápník (např. ve formě $CaCl_2$, chlorid vápenatý) hodnotu pH nezvyšuje, kdežto uhličitany ano (nejen uhličitan vápenatý, $CaCO_3$, ale i sodný, draselný, hořečnatý atd.).

Proč je hodnota pH tak důležitá? Existují vědecké práce ukazující, že uhličitany někdy rostlinám škodí samy o sobě, ale hlavní efekt spočívá ve vlivu hodnoty pH na dostupnost některých prvků. A to v první řadě železa. Získání železa je pro rostliny se zvyšujícím se pH obtížnější a vyžaduje rafinované techniky. Některé rostliny to umějí, jiné nikoli. Anebo přesněji, umějí to lépe nebo hůře. Železo ale patří mezi esenciální prvky a žádná rostlina bez železa nepřežije.

Pro nás akvaristy je podstatné, že část našich rostlin pochází z velmi vlhkých rovníkových a tropických oblastí. Přirozeně, vždyť jsou to *vodní* rostliny. A jak jsme uvedli o kousek výše, v takových oblastech bývá voda s nízkou salinitou, tedy i nízkým obsahem (hydrogen)uhličitanů, a tedy kyselá. Máme tedy v akváriích důležitou skupinu rostlin, která jiné než kyselé vody nezná, a tedy neumí získávat železo (a snad i některé další živiny) v zásadité vodě. Zhruba se dá říct, že tato skupina představuje tzv. „náročné“ rostliny. V běžné české vodovodní vodě obvykle nerostou.

Akvaristé to stále častěji řeší sycením vody oxidem uhličitým (snižuje hodnotu pH). Já tento způsob nepoužívám, protože se mi nelíbí, jak se taková akvária vzdalují od všeho, co je přírodní, přirozené. Účinek zvýšeného obsahu CO_2 je dalekosáhlý a mnohostranný, a důrazně upozorňuji, že mnohé z toho, co zde popisuji, funguje v hi-tech akváriích určitě jinak.

Co nám teče z kohoutku?

ukazatel	zn.	medián ČR	medián ČR
vodivost	[µS/cm]	442	
hodnota pH	[pH]	7,61	
		mg/l	µmol/l
sodík	Na	12,2	531
draslík	K	*4,5*	*115*
hořčík	Mg	9,595	395
vápník	Ca	68,2	1702
organický uhlík	C	1,9	158
huminové látky		2,0	
minerální uhlík	HCO_3^-	*120*	*1970*
křemičitany	SiO_3^{2-}	*16*	*210*
amonium	NH_4^+	0,05	2,8
dusičnany	NO_3^-	11,6	187
dusitany	NO_2^-	0,01	
fosforečnany	PO_4^{3-}	0,125	1,3
sírany	SO_4^{2-}	75,7	788
chloridy	Cl^-	24,0	677
bor	B	0,05	4,6
železo	Fe	0,05	0,9
mangan	Mn	0,015	0,27
zinek	Zn	*0,07*	*1,07*
měď	Cu	0,005	0,08
nikl	Ni	0,002	0,03

Tabulka 3. (Zdroje dat: [3],[4])

Jaké jsou charakteristické znaky takové „průměrné“ české vodovodní vody? Tak předně, salinita je vysoká a voda je dost tvrdá. To by mnohým rostlinám ani tak nevadilo (u ryb je to často jiné), ale co určitě vadí většině druhů, to je vysoký obsah uhličitanů a hodnota pH vyšší než 7. Dále si povšimněme nepřirozeně vysokého obsahu dusíku (dusičnanů) a fosforu. Dusičnany prakticky nejsou jedovaté, v tom ohledu není důvod ke znepokojení, ale mají i jiné, méně nápadné účinky, o nichž se ještě zmíním.

Přejděme k mikroprvkům. Všeobecně je jich dost, až nadbytek (a to platí i pro české měkké vody). Výjimkami jsou železo a mangan, které se v úpravnách vod cíleně odstraňují. Se železem tedy budeme mít starost skoro vždy. Pak je tu otázka zinku. Tento prvek je ve všech tuzemských vodách obsažený v míře pro člověka neškodné, takže se jeho obsah v pitné vodě nesnižuje, ba ani nesleduje. Jenže pro vodní organismy je zinek jedovatý už v mnohem nižších koncentracích, od desetin mg/l. Možná řeknete, že o otravě zinkem v akváriích jste v životě neslyšeli. Na to namítnu, že pokud k nějakým došlo, sotva byl zinek odhalen jako viník. Ještě více toxické jsou měď a nikl. Projevy otravy jsou nespecifické a bez detailní analýzy vody její příčinu určitě nezjistíme.

Poměrně značný bývá obsah boru. Rostliny i ryby tento prvek snášejí docela dobře, pro bakterie je ale velmi jedovatý. Obsah boru ve vodě tedy určitě má nějaký vliv na stav mikrobiální komunity v akváriu. Netvrdím, že by bakterie přímo vyvraždil, ale ovlivňuje míru reprodukce, a to – ve spojení s dalšími faktory – může vést k problematickým situacím.

Obecně k mikroprvkům tolik: Až na železo (a možná mangan) je jich ve většině pitných vod dostatečné množství až nadbytek. Další dodáme s krmením ryb, jako nečistoty běžných laboratorních chemikálií, důležitým zdrojem je i pyl atd. Doporučuji proto neželeznými mikroprvky nehnojit, dokud nezjistíme potíže, které s nedostatkem některého mikroprvku určitě souvisejí. Přitom z vlastní praxe vím, že co vypadá jako projev nedostatku některého z neželezných mikroprvků, je často způsobeno něčím jiným. A i u neželezných kovů platí, že hodnota pH ovlivňuje jejich dostupnost mnohem více než jejich množství jako takové.

Pochopitelně, používáte-li vodu z reverzní osmózy, situace je poněkud jiná. Ale i v takovém případě není nutno hnojit přinejmenším niklem a molybdenem.

Používání směsí mikroprvků je stejně tak běžné jako nerozumné. Zatímco nedostatek železa je normální a je třeba je stále doplňovat, nedostatek ostatních mikroprvků je vzácný a hrozí spíše jejich nadbytek spojený s toxickými účinky.

Redoxní kaskáda

O redoxní kaskádě jsem psal podrobněji v článku uveřejněném v *Akváriu č. 42*. Vřele doporučuji si ho znovu přečíst, pokud nemáte problematiku takříkajíc v malíčku.

Princip redoxní kaskády spočívá v tom, že mikrobi respirují látky v tom pořadí, jak je taková respirace energeticky výhodná. Nejlepší je kyslík (O_2), potom dusičnany (NO_3^-), dále čtyřmocný mangan (Mn^{4+}), trojmocné železo (Fe^{3+}) a sírany (SO_4^{2-}). Poslední je methanogeneze, ale tu protentokrát pomiňme. Jak se vzrůstající hloubkou sedimentu ubývá kyslíku, bakterie přecházejí na respiraci dusičnanů; když o něco hlouběji dojdou dusičnany, je řada na manganu a železu, a nakonec jsou redukovány sírany. Každý z těch stupňů redoxní kaskády má nezastupitelný význam pro látkovou přeměnu. Různé prvky jsou redukovány nebo oxidovány a následkem toho vstupují do dalších reakcí. Výsledkem je kompletní koloběh prvků mezi stádii, kdy jsou nerozpustné, a tedy nedostupné, a rozpuštěné.

V přírodních vodách je málo dusičnanů a pásmo jejich respirace je tenké. Naopak železa je zpravidla spousta, a to převážně v nerozpustné podobě. Přítomnost železa a jeho redukce jsou velmi důležité, a to z následujících důvodů:

- Pouze redukované železo je zdrojem tzv. dostupného, rozpuštěného železa, které mohou rostliny přijímat.
- Redukcí železa dochází k rozpuštění fosforečnanu železitého ($FePO_4$), hlavní „pasti“ na fosfor v přírodě i akváriích.
- V tomto pásmu dochází i k rozpouštění fosforečnanů ve vazbě s dalšími kovy (Ca, Mn, Zn, Cu, Ni aj.).
- Další důležitou funkcí tohoto pásma je neutralizace sulfanu (H_2S) vznikajícího o patro hlouběji, v oblasti redukce-respirace síranů (SO_4^{2-}). Vzniká černý sulfid železa (FeS, Fe_2S_3), velmi špatně rozpustný a neškodný. (Pravda, cenou za tuhle ochranu před toxickým sulfanem je to, že železo vázané v sulfidech je pro rostliny prakticky ztracené.)

Naše akvária se liší od tohoto přirozeného stavu vysokým obsahem dusičnanů a fosforečnanů, a to ve spojení s nízkým obsahem železa v substrátu. Znamená to, že oblast redukce dusičnanů je mohutná, k redukci železa dochází ve větší hloubce a v nedostatečné míře, a železo chybí jako bariéra proti pronikání sulfanu do vyšších pater substrátu – až teprve v kontaktu s kyslíkem je sulfan oxidován, ovšem kořeny rostlin jsou převážně níže, v anoxické oblasti. Omezené je i rozpouštění fosforečných solí s přechodnými kovy, takže fosfor i dané mikroprvky zůstávají v nedostupné podobě.

Jaké jsou následky této abnormality? Ten nejhorší – nadměrnou tvorbu a uvolňování sulfanu – akvaristé zpravidla zvládají dobře. Nemají akvária přerybněná, nepřekrmují a dbají o dobrý obsah kyslíku ve vodním sloupci. Pronikne-li ale sulfan ke kořenům rostlin, tyto špatně koření a tzv. odehnívají odspoda, a tento projev už nacházíme v akváriích častěji. (Často bývá akvaristy spojován spíše s výskytem amoniaku, ale je to zřejmě omyl, přinejmenším v kyselé vodě.)

Zato další následky jsou tak běžné, že ani nejsou považovány za nenormální. A to zejména při spojení čistého křemičitého písku v substrátu s mohutnými filtry. Nadbytek fosforečnanů ve vodním sloupci způsobuje jejich rychlou reakci s přechodnými kovy. Částečky takto vzniklých nerozpustných fosforečnanů se hromadí ve filtrech, kde se nikdy nedočkají redukce, tedy rozpuštění. V substrátu to není o mnoho lepší, protože mikrobi respirují dusičnany a o respiraci železa mají zájem pramalý. Akvaristé reagují dalším zvýšením obsahu fosforečnanů a zejména kovových mikroprvků; nezřídka používají cheláty, které tvorbu nerozpustných sloučenin zpomalují.

Za normálních okolností se nemusí stát nic horšího, než že to stojí peníze. Ale pokud se v akváriu nějak změní situace, například sníží obsah kyslíku, vázané fosforečnany a mikroprvky se mohou uvolnit a způsobit kalamitu (např. invazi řas) či přímo otravu. Ta opět zůstane velmi pravděpodobně neodhalena, protože pokles obsahu kyslíku je sám o sobě zřejmou katastrofou a sotva koho napadne, že k úhynu našich rybek přispěla například uvolněná měď.

Připouštím, že shora uvedené je do jisté míry spekulací. Pokud vím, nikdo se těmito otázkami odborně nezabýval. V přírodě ani ve znečištěných vodách nenacházíme např. taková kvanta dusíku, jaká jsou běžná v akváriích, takže ekologové takové podmínky nezkoumají. A kromě všeobecně rozšířeného nadměrného hnojení mikroprvky nemáme důkazy, že deformovaný redoxní systém skutečně našim akváriím škodí. Snad se dočkáme vysvětlení, a hlavně empirických výzkumů fundovanějších, než si my amatéři můžeme dovolit.

Z vlastní praxe mohu pouze konstatovat, že je-li obsah dusíku a fosforu nízký a voda kyselá (s minimem uhličitanů, které také tvoří nerozpustné sloučeniny s kovovými mikroprvky), nepotřebujeme cheláty a neželezné mikroprvky je možno dávkovat proklatě nízko.

V akváriích se sycením CO_2 může být voda kyselá i při značném obsahu (hydrogen)uhličitanů, a tehdy mohou kovové mikroprvky vytvářet špatně rozpustné uhličitany ($FeCO_3$, $MnCO_3$ aj.) a dále tak zhoršovat dostupnost mikroprvků. I když sám CO_2 nepřidávám, tento negativní vliv uhličitanů jsem bezpečně ověřil, a hodnota pH přitom vůbec nemusela překročit 6,0! Nejspíš i proto hi-tech akvária velmi často trpí nedostatkem (čili nedostupností) mikroprvků.

Dusík

Rostliny přijímají dusík v množství větším než všechny ostatní esenciální prvky dohromady. Dusík je tedy jakýmsi tahounem růstu. Je-li přítomen v přírodním, tedy nízkém množství, rostliny zpravidla rostou normálně. Příjem ostatních prvků bez problémů přizpůsobí příjmu dusíku.

V akváriích ale bývá dusíku (a fosforu) často nadbytek. Dochází k tomu, že rostliny přijmou spoustu dusíku a „chtějí“ rychle růst, ale příjem dalších prvků může váznout. Tento fakt je podle mého soudu příčinou, proč v akváriích s nadbytkem dusíku rostliny dosti často trpí růstovými poruchami z relativního nedostatku různých prvků.

Opět hovořím z vlastní zkušenosti, že pokud je obsah dusíku poměrně nízký – i když vyšší než v přírodě, řekněme okolo 1 mg/l NO_3^- – k růstovým poruchám dochází vzácně.

Právě v souvislosti s dusíkem si můžeme položit otázku, zda si přejeme rychlý, nebo pomalý růst rostlin. Osobně se spokojuji s pomalejším růstem. Nemám žádné potěšení ze stavu, kdy musím každý týden množství zeleně v akváriu redukovat a všelijak upravovat. Pomalý růst mi vadí pouze v případech, kdy mám s nějakou rostlinou problémy, takže mi rychleji umírá, než přirůstá. Zvýšené dávky dusíku ale v takových případech stejně málokdy pomohou. Podle mé zkušenosti dusík v dávce nad 32 µmol/l (= 2 mg/l NO_3^-) už ke zrychlenému růstu nevede; tam už se zřejmě stává limitním světlo a/nebo CO_2. Chceme-li tedy mít krásné rostliny, máme na výběr dvě strategie: buď urychlit růst sycením CO_2, anebo zpomalit umírání celkovým zlepšováním podmínek. Druhou cestu pokládám za náročnější a zábavnější.

Rostliny přijímají dusík jako kation (NH_4^+, amonium) nebo anion (NO_3^-, dusičnan). Agronomická a botanická literatura je bohatá na práce popisující výhody a nevýhody příjmu dusíku v té či oné podobě i preference různých druhů pro jednu či druhou. Trochu jsem to zkoumal a domnívám

se, že se tím nemusíme moc zabývat. Několik málo druhů (*Mayaca*, *Blyxa*) snad preferuje amonium, ale většina z těch, které jsem zkoušel, rostla stejně dobře tak i tak. Pravděpodobné je, že v akváriích jsou vždy přítomny obě formy, i když výrazná převaha dusičnanů je dosti obvyklá v případech, kdy je na ně bohatá již vstupní voda.

V akváriích bez ryb hnojím amoniem. V akváriích s rybí osádkou koloběh také začíná amoniem, které vylučují ryby. To pak prochází nitrifikací, kdy bakterie přeměňují amonium na dusičnan. Nitrifikace současně vodu okyseluje, což je vesměs vítané.

Amonium se zdržuje převážně v substrátu, kdežto dusičnany na površích neadsorbují a unikají z místa nitrifikace do vodního sloupce. Při výměnách vody za čistou tedy jejich koncentraci snižujeme. Dalším zdrojem ztrát dusíku je denitrifikace, kdy jsou dusičnany redukovány až na plynný dusík, pro vodní organismy neužitečný a unikající do ovzduší. Existuje ještě proces zvaný disimilační redukce dusičnanů na amonium (DRNA), také provozovaný bakteriemi a také běžný v přírodě a zřejmě i v akváriích. Lze tedy říct, že ať děláme, co děláme, v akváriu jsou vždy přítomné obě formy dusíku.

Jsem si jistý, že v mnoha případech dusík dodaný s krmivem pro ryby rostlinám docela stačí.

Fosfor

Nedostatek fosforu je plíživý zabiják. U akvarijních rostlin jsem nikdy nepozoroval příznak nedostatku fosforu popisovaný v agronomické literatuře – nápadně sytě zelené zbarvení listů. Spíše bych doporučil si všímat jiných příznaků kritického nedostatku fosforu v akváriu: zmizí veškeré řasy a voda je nápadně čirá (protože se výrazně sníží množství planktonních řas a bakterií). Teprve později a znenáhla si všimneme, že rostliny nerostou a pomalu hynou.

Fosfor je v přírodě vždy ve velkém nedostatku. Kdekoli se nějaký vyskytne, rychle se jej zmocní přítomné organismy. Bakterie a řasy dokáží akumulovat fosfor v množství mnohonásobně přesahujícím jejich potřebu, v menší míře to umějí i vyšší rostliny. Je to zřejmá adaptace na životní podmínky v přírodě, kde fosfor občas úplně chybí.

Chemie a biochemie fosforu je mimořádně komplikovaná. Vzácný fosfor rychle prochází přeměnami z minerálních sloučenin do organických a zpět. Z velké většiny se tak děje v substrátu. Tam se střídá oxidační prostředí s redukčním a sídlí tam většina mikrobů pomáhajících koloběh fosforu udržovat v chodu. Horší je, když fosforečnany nasaje kanystrový filtr; tam bývá prostředí převážně oxidační a nerozpustné fosforečnany se tam mohou hromadit v podobě hnědého prášku.

Tak jako v případě dusíku, krmivo ryb obsahuje významné množství fosforu. Protože však bilance fosforu v akváriu je ovlivněna mnoha proměnnými, není snadné říct, zda to k výživě rostlin postačuje. Koncentrace fosforečnanů ve vodním sloupci je často pod hranicí měřitelnosti, ale to ještě zdaleka nemusí znamenat, že v akváriu je fosforu nedostatek. Výrazná většina je vždy v substrátu.

Skutečný nedostatek fosforu je v akváriích výjimkou. Na rozdíl od dusíku, jehož obsah v akváriu může klesat denitrifikací, fosfor zůstává převážně vázaný v substrátu a nemá jinou cestu úniku ze systému než s prostřihem rostlin a eventuální depozicí ve filtru. S výměnami vody odstraníme jen relativně nevýznamné množství fosforu vázaného v planktonních bakteriích a řasách. V dlouhodobě zavedených akváriích občas hnojení fosforem vynechám, třeba i několik týdnů, bez negativních následků. Někdy ustoupí řasy.

V akváriích bez ryb dávkuji fosfor a dusík v poměru 1 : 16 (v látkovém množství). Typicky při výměnách vody s novou vodou dodávám 1 µmol/l (0,1 mg/l) fosforečnanů a 16 µmol/l (0,29 mg/l) amonia (což odpovídá 1 mg/l dusičnanů).

Ze svých pozorování nemohu potvrdit, že nadbytek fosforu a/nebo dusíku (včetně amonia) rostlinám viditelně škodí. Ani růst řas se nezdá být úměrný množství živin. Řasám zřejmě stačí i velmi nízký obsah živin. Teprve kritický nedostatek fosforu vede k jejich zmizení (ale je třeba pamatovat na to, že např. stélky ruduch zůstávají nerozložené i řadu týdnů po jejich smrti).

Vápník

Vápník přijímají v největším množství dvouděložné rostliny. V jejich starších listech se vápník může hromadit v nadbytečném množství bez újmy na zdraví rostlin. Proto je při analýzách často zjištěn obsah vápníku v rostlinách o hodně vyšší, než odpovídá jejich fyziologickým potřebám.

Vápník je důležitou součástí buněčných stěn, a je tam snadno nahrazován jinými kationty. Z toho důvodu je důležité, aby vápník byl ve vodě neustále v relativním nadbytku vůči ostatním kovovým kationtům, a také vůči vodíkovému kationtu (H^+). Potřeba relativního nadbytku vápníku tedy narůstá s kyselostí vody (tj. koncentrací H^+).

V praxi může být chybou nadměrné hnojení dusičnanem draselným (KNO_3), zejména v měkké vodě (= málo Ca). I když rostliny potřebují značné množství draslíku, nikdy by ho nemělo být ve vodě více než vápníku.

Hořčík

Hořčík je klíčovým prvkem chlorofylu, a tedy fotosyntetického aparátu všech rostlin. Protože může nahrazovat vápník ve vazbách, kde má vápník zůstat, není dobré, když je hořčík v převaze nad vápníkem. Poměr Mg : Ca by měl být nejlépe někde mezi 1 : 2 až 1 : 4 (v látkovém množství).

Nadbytek hořčíku může omezovat příjem manganu.

Draslík

Mezi esenciálními živinami stojí draslík na druhém místě za dusíkem, pokud jde o množství, které rostliny potřebují. Poměr N : K bývá v rostlinách okolo 4 : 1 (v látkovém množství). Za normálních okolností, kdy je dusík (s fosforem) limitní živinou, by draslíku nemělo být ve vodě méně, než odpovídá uvedenému poměru; tím by se stal limitním draslík, a to není normální stav. Může ho však být více, i výrazně více. Držíme se tedy poměru (látkového) N : P : K = 16 : 1 : 4 či více.

V kontrastu k fosforu a amonnému dusíku, draslík se téměř nezdržuje v nerozpustných sloučeninách a nemá tendenci adsorbovat na jiných látkách v substrátu. V substrátu

se tedy nehromadí a s každou výměnou např. 50 % vody vyměníme i téměř 50 % draslíku. S tím souvisí i předpoklad, že nemůžeme spoléhat na dodávky draslíku s krmením ryb.

Důležitý je poměr draslíku s ostatními kovovými kationty. Normálním stavem je, že draslíku je v roztoku nejméně. Rostliny jsou tomu přizpůsobené a umějí draslík přijímat přednostně před ostatními. Naopak je-li draslíku příliš, příjem hořčíku a vápníku může váznout. Mám dobře vyzkoušené poměry (látkové) K : Mg : Ca od 1 : 2 : 4 po zhruba 1 : 5 : 10.

Akvaristé obvykle draslíkem přehnojují a říkají si tím o růstové poruchy. Naopak nedostatek draslíku nastává podle mého soudu v akváriích dost zřídka. Rostliny si jej dokáží najít i při nízkých koncentracích a zřejmě s ním umějí dobře hospodařit. Mají specializované receptory (transportéry) pro draslík a nadbytek vápníku či hořčíku by jejich účinnost neměl ovlivňovat. Často popisované dírky v listech skoro nikdy nejsou projevem nedostatku draslíku.

Sodík

Existuje skupina rostlin, pro které je sodík esenciální živinou, ale tato potřeba je nízká, spíš na úrovni mikroprvků. Jinak má sodík dva významy. Jednak v některých funkcích může u rostlin zastupovat draslík. Různé druhy rostlin tuhle náhradu přijímají více či méně ochotně. A dále sodík vstupuje do celkové bilance kovových (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}) a nekovových (H^+, NH_4^+) kationtů.

Z uvedených rostliny přijímají přednostně amonium. Je to logické – dusík potřebují nejvíce a v prostředí je ho zpravidla nejméně. Přijímají-li rostliny dusík převážně v amonné formě, klesá příjem ostatních kationtů, zejména draslíku. Naopak nadbytek draslíku příjem amonia neomezuje a příjem dusičnanů stimuluje.

Na druhém místě za amoniem v pořadí priorit je draslík. Sodík je chemicky podobný draslíku a v přírodě je ho zpravidla více než draslíku. Vodním rostlinám to v rozumné míře nevadí, umějí bez velké námahy vyměňovat sodík za draslík podle potřeby. Ale může se stát, že sodík společně s draslíkem omezí příjem hořčíku a zejména vápníku. Proto bychom měli sledovat i celkový poměr jednomocných (Na^+ a K^+) kationtů ku dvojmocným (Mg^{2+}, Ca^{2+}). Druhých by mělo být více, v poměru k prvním asi 2 : 1 nebo i vyšším.

Léčíme-li nějakou chorobu kuchyňskou solí (NaCl), dodáme do vody enormní množství sodíku. Rostliny vždy reagují negativně. Ihned po skončení léčby je tedy nutné výměnami vody tuto nerovnováhu odstranit. Sodík příliš neadsorbuje v substrátu, takže výměny vody k jeho odstranění jsou účinné.

Sodík je možné při mineralizaci úplně vynechat. Udělal jsem to mnohokrát a nepozoroval jsem negativní vliv na rostliny. Věda ale zná druhy, kterým přítomnost sodíku prokazatelně prospívá. Je možné, že takové druhy jsou i mezi akvarijními rostlinami (*Ammannia*?). Pravděpodobně i akvarijní živočichové a mikrobi sodík v prostředí víceméně očekávají a někteří snad i vyžadují. A tak je asi rozumné nějaký ten sodík v akvarijní vodě mít.

Sírany a chloridy

Minerály se ve vodě vyskytují převážně ve formě rozpuštěných solí a existuje (přibližná) rovnováha v zastoupení kationtů a aniontů. Dosud jsme hovořili hlavně o kationtech (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}) a nyní je řada na aniontech, které při mineralizaci s kationty párujeme. Nejpřirozenější volbou – vedle uhličitanů – jsou sírany (SO_4^{2-}) a chloridy (Cl^-).

Někdy se diskutuje, který z těchto aniontů je pro akvárium vhodnější. Tak např. Diana Walstad ve své knize varuje před sírany, protože existuje nebezpečí jejich redukce na sulfan. To je hloupost. Sírany vždy v akváriu musejí být a jejich redukce *v hloubi substrátu* je normální. Co není normální, to je proniknutí sulfanu vzhůru až do vodního sloupce. Už jsem popisoval, jak tomu čelit – především dobrým okysličením vody a nepřekrmováním. Paní Walstad ovšem provozuje a doporučuje pravý opak, a tak se nelze divit, má-li se sulfanem problémy.

Naopak, v jedné diskusi mě zhurta napadl jiný uživatel, že akvaristé s velkým A vždy dávají síranům přednost, protože chloridy zvyšují osmotický tlak (což vadí zejména při množení některých ryb). I to je hloupost. Osmotický tlak zvyšují sírany, chloridy, i další ionty stejně, úměrně jejich *látkovému množství*.

Sírany a chloridy jsou v přírodě prakticky všudypřítomné, a to v množství víceméně úměrném celkové salinitě vody. Ve sladkých vodách bývá přibližně stejně (v látkovém množství) jedněch i druhých. Různé organismy dávají přednost různé úrovni salinity, ale v literatuře jsem nenalezl a v praxi nepozoroval žádné pro nás relevantní známky, že sírany jsou lepší než chloridy či naopak. Možná na tom záleží v případě některých vzácných ryb-specialistů. V mořské a brakické vodě rozhodně převažují chloridy.

Příliš nízké koncentrace síranů mohou vést k nedostatku síry u rostlin. Chloridy jsou zase dobrou ochranou ryb proti otravě dusitany. Máme tedy dobré důvody mít ve vodě obojí.

K přibližně stejnému zastoupení síranů a chloridů v praxi pohodlně dospějeme tak, že vápník dávkujeme jako chlorid ($CaCl_2$), protože síran vápenatý je špatně rozpustný, a hořčík, sodík, draslík, ev. amonium dodáme jako sírany.

Křemičitany

Křemík není pro vyšší rostliny esenciálním prvkem. Je však ve formě různých křemičitanů (SiO_3^{2-}) a hydratovaného křemene ($SiO_2 \cdot nH_2O$) obsažený skoro v každé přírodní i vodovodní vodě a rostliny jej přijímají ve značném množství. Křemík nemá v rostlinách fyziologickou funkci, ale rostliny jím rády impregnují svá strukturální pletiva. Hlavní význam spočívá ve zlepšené ochraně rostlin proti spásání a různým chorobám a parazitům. Křemík má zřejmě větší význam pro nižší rostliny a jednoděložné než pro dvouděložné rostliny.

Podle Pittera rozpuštěné křemičitany pomáhají udržet vyšší koncentraci dostupného železa ve vodě.

Experimentoval jsem s hnojením křemičitany a prokazatelné výsledky jsem nezaznamenal. Snad jen stolístky

(*Myriophyllum*) vypadaly robustněji, ale bez záruky, může jít o shodu okolností. Eventuální zvýšenou odolnost proti chorobám zřejmě nemůžeme rozpoznat, aniž bychom provedli technicky náročné experimenty.

Nezjistil jsem ani, že by zvýšený obsah křemičitanů vyvolal růst rozsivek. Výskyt rozsivek v čerstvě založených akváriích a jejich pozdější zmizení zřejmě příliš nesouvisí s dostatkem či nedostatkem křemičitanů ve vodě, nýbrž se slabou schopností rozsivek konkurovat jiným řasám a mikrobům, které se rozmnoží s určitým zpožděním.

Uhličitany

Při mineralizaci vody platí, že čím více uhličitanů (CO_3^{2-}) a hydrogenuhličitanů (HCO_3^-), tím vyšší výsledná hodnota pH. Ve většině případů chceme mít vodu kyselou (hodnota pH < 7) a uhličitany nedávkujeme. Stává se ale, že při kontrole hodnoty pH zjistíme, že voda je nadmíru kyselá, zhruba pod pH = 5,0. Viníkem je zpravidla nitrifikace, která vodu okyseluje. Tehdy to řeším tak, že při výměně vody namísto (části) chloridu vápenatého ($CaCl_2$) dávkuji stejné látkové množství uhličitanu vápenatého ($CaCO_3$). Funguje to dobře, hodnota pH se mírně zvýší, ale někdy se po takové akci na rostlinách projeví nedostatek železa (jak jsem popsal výše).

Uhličitan vápenatý je špatně rozpustný a není možné připravit zásobní roztok. Ale to nevadí, protože je možno připravit zásobní *suspenzi* – prachové částečky uhličitanu nejsou ve vodě rozpuštěné, ale rozptýlené. Vypadá to jako mléko. Částečky se časem usazují, a tak před aplikací lahvičkou řádně zaštěrchám a suspenzi dávkuji pipetou jako ostatní chemikálie. V akváriu uhličitan vápenatý vytvoří bílou mlhu, zcela neškodnou, která se během pár hodin bezezbytku rozpustí.

Akvaristé někdy varují, že voda bez uhličitanů je nestabilní, ve smyslu hodnoty pH. Není to tak zlé, ale hlavně platí, že pokud ryby vyžadují vodu kyselou, hodnoty pH mezi 4,5 až 6,5 snášejí bez újmy. Totéž platí o rostlinách. Uvědomme si, že i v přírodě v takových měkkých a kyselých vodách hodnota pH často kolísá v tomto rozmezí během dne i vlivem počasí.

Některé ryby (např. východoafrické cichlidy, mnohé živorodky aj.) ovšem zásaditou vodu vyžadují. Pak musíme výběr rostlin omezit na druhy, které takové prostředí snášejí. Je jich docela dost, jsou to vesměs tzv. „odolné“ rostliny.

Existují akvarijní rostliny, které zásaditou vodu potřebují, anebo v ní alespoň rostou lépe? I když jsem nakloněný tomu věřit, zatím jsem v praxi takový druh nenalezl. Připouštím, že s pěstováním některých druhů nejsem úspěšný, ale zvýšení hodnoty pH nad neutrální mez moje problémy nikdy nevyřešilo. Příčina neúspěchu je tedy v něčem jiném.

Zato jsem v řadě případů ověřil, že rostliny všeobecně pokládané za milovníky zásaditých (a tvrdých) vod rostou velmi dobře i ve vodě měkké a výrazně kyselé (pH ≈ 5). Kromě toho zřejmě existují druhy, které v silněji kyselé vodě (pH < 6) rostou o poznání lépe než ve vodě jen mírně kyselé.

Železo

Podle Wetzela vodní rostliny přijímají železo v množství asi o řád vyšším než rostliny terestrické. Příčinu ani fyziologický význam tohoto jevu jsem v literatuře nenašel. Faktem je, že pravidelné hnojení železem je v akváriích takřka neměnnou nezbytností.

Moje experimenty ukazují, že dostupnost železa klesá nejen s vyšší hodnotou pH, ale i s celkovou salinitou vody, tzn. ve vodě kyselé, bez uhličitanů, ale bohatěji mineralizované (zhruba od 5 °dGH). O příčinách nebudu spekulovat, nápadů je mnoho, důkazy žádné.

Nedostatku železa můžeme významně, i když ne vždy úplně předejít tím, že při zakládání akvária do spodní vrstvy substrátu přidáme práškový oxid železitý (Fe_2O_3). Poslouží i železné hřebíky (pozor na ty pozinkované či jinak vylepšené). Výše jsem popsal, proč je bohatá přítomnost železa v substrátu přínosná. A není na tom nic nepřirozeného; železo je prvek v přírodě běžný a na většině biotopů je ho spousta.

Železo může být pro ryby a rostliny škodlivé, ale jen za určitých nepříznivých okolností. Ty mají společný prvek – nedostatek kyslíku ve vodním sloupci.

Pro běžné hnojení železem se mi osvědčuje obyčejný chlorid železitý ($FeCl_3$). Umělé cheláty nepoužívám, není to přirozené ani nutné. Přijímám za dané, že mnohé rostliny v zásadité vodě prostě nepřežijí a nesnažím se to změnit umělými prostředky. Současně situaci nezhoršuji filtrací ani vysokým obsahem dusičnanů a fosforečnanů.

Poslední dobou jsem si oblíbil *Bacopa salzmannii* ‘Purple’ jako rostlinu výborně signalizující nedostatek železa. Krásné fialové zbarvení listů u tohoto druhu příliš nezávisí na osvětlení, nýbrž především na dostatku dostupného železa.

Ostatní mikroprvky

Nedostatek dostupného železa je běžná věc, ale nijak nesouvisí s dostatkem či nedostatkem ostatních mikroprvků. Proto znovu upozorňuji, že používat směsi mikroprvků – a tedy dávkovat je všechny, kdykoli je třeba dodat železo – je nerozumné.

Zaznamenal jsem vzácně projevy nedostatku manganu, ale prokazatelný nedostatek ostatních mikroprvků jsem neviděl nikdy. V krmivech pro ryby je jich spousta. Rostou-li řasy, je to bezpečnou známkou, že mikroprvků je dost ve vodním sloupci, tím spíše pak v substrátu, kde se většinou hromadí.

Niklem a molybdenem nehnojím nikdy.

Prameny:

[1] Marschner P. et al. (2012): Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition. Academic Press.

[2] Wetzel, R. (2001): Limnology. Lake and River Ecosystems. 3rd edition. Academic Press.

[3] Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2022. Státní zdravotní ústav, Praha, 2023.

[4] Pitter, P. (2015): Hydrochemie, 5. vydání. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.

Anaerobní metanolový denitrátor

– princip a praktické zkušenosti s použitím v mořských akváriích

Mikuláš Velenský a Miroslav Buršík

Úvod

V tomto článku bych se chtěl podělit o zkušenost s řešením problému postupné akumulace dusičnanů v akváriu. Mořský svět na pražském Výstavišti, který je „místem činu“, vznikl v roce 2002. Propojení velké části akvárií na centrální filtraci proběhlo o pár let později. Jedná se tedy o starý systém, kde za dobu jeho fungování nastoupala koncentrace dusičnanů až k „neměřitelným“ hodnotám.

Tento problém bylo třeba vyřešit. Ale jak se efektivně zbavit dusičnanů ve 20 000 l mořské vody, ideálně s co nejnižšími náklady?

Takových akvarijních systémů pravděpodobně v České republice moc není. Nicméně věřím, že zkušenosti a principy zde popsané mohou být přínosné pro většinu akvaristů, a to jak pro ty s mořskými nádržemi, tak i sladkovodními.

Akumulace živin v akváriu

Každé krmení ryb či jiných obyvatel akvária obsahuje bílkoviny neboli proteiny. Ty jsou základním stavebním kamenem života, a tak jsou zcela nezbytné. Bílkoviny jsou tvořené aminokyselinami, které jsou z definice sloučeniny obsahující aminovou skupinu (NH_2). Pokud organismus potřebuje z potravy syntetizovat bílkoviny např. pro svůj růst, využije je beze zbytku. Nicméně pokud potřebuje jen energii, dusík nevyužije a musí ho vyloučit. Tím nevyhnutelně přidáváme dusík do akvária při každém krmení.

Podobné je to i s fosforem, který je obsažen v těch nejdůležitějších sloučeninách – DNA, RNA nebo ATP.

Pokud bychom uvažovali uzavřený systém bez způsobu exportu těchto prvků, koncentrace dusíku a fosforu bude s krmením neustále postupně narůstat.

Koloběh dusíku

Koloběh dusíku je jedním z nejdůležitějších dějů, které v akváriu probíhají. Je to základ fungování uzavřeného ekosystému, který se snažíme vytvářet.

Ryby vylučují dusík v podobě toxického amoniaku. Ten se musí co nejrychleji přeměnit na jinou formu, která tak toxická není. To nám zajišťují nitrifikační bakterie, které přeměňují oxidací amoniak na dusitany a posléze na dusičnany. Při tomto procesu vzniká energie, kterou mohou využívat pro svůj metabolismus. Protože využívají oxidaci, musí tento proces probíhat v prostředí s dostatečnou koncentrací rozpuštěného kyslíku. Proto musí být ve filtru stále dostatečný průtok vody, abychom zajistili tzv. aerobní prostředí a bakterie si mohly spokojeně oxidovat.

Noční můra každého akvaristy je tzv. anaerobní zvrat – když se průtok zastaví nebo z jiného důvodu dojde k poklesu kyslíku, vytvoří se anaerobní prostředí a dusičnany se začnou přeměňovat zpět na amoniak. Pak může dojít k otravě a vymření akvária.

Dusitany a hlavně dusičnany jsou výrazně méně toxické než amoniak. Nicméně dlouhodobá zvýšená koncentrace dusičnanů může mít mnoho negativních dopadů na naše chovance.

Sladkovodní vs. mořská akvaristika

Zde se docela zásadně liší přístup k dusičnanům mezi sladkovodním a mořským akváriem. Následující dva odstavce ilustrují tento rozdíl, ale jedná se o velmi stručný nástin a zjednodušující pohled.

Sladkovodní – hlavní způsob omezování dusičnanů jsou výměny vody. Za bezpečnou se udává koncentrace mezi 50–100 mg/l. V případě zvířat žijících ve velmi čistém prostředí, např. rychle tekoucí říčky, se doporučuje výměna až 50 % vody za týden (ale pozor – v pitné vodě může být až 50 mg/l dusičnanů).

Mořská – nejčastěji doporučovaná koncentrace dusičnanů je maximálně 10 mg/l. Významné výměny vody nejsou žádoucí (do 10 % objemu). Proto je nutné buď výrazně limitovat množství krmení, nebo nějakým způsobem snižovat koncentraci dusičnanů.

Export dusičnanů

Jaké jsou možnosti, pokud chceme aktivně snižovat množství dusičnanů? Ve sladké vodě jsou to hlavně již zmíněné výměny vody a potom rostliny. Ty využívají dusík rozpuštěný ve vodě ke svému růstu.

I v mořském akváriu nám nejvíce pomáhá výměna vody. Sice na objem nemůže být tak výrazná, ale díky využití vody z reverzní osmózy neobsahuje vstupní voda žádný dusík. Autotrofních organismů máme na výběr více – obdobně jako rostliny ve sladké vodě fungují v mořských akváriích korály a různé druhy řas nebo rostlin.

Mnoho akvaristů zařazuje do systému tzv. refugium – oddělení filtru určené k pěstování makrofyt, např. zelených řas z rodu *Chaetomorpha* nebo *Caulerpa*. Další možnost, jak využít řasy, je „Algae turf scrubber" – v tomto filtru kape voda přes osvětlenou mřížku, kde narůstá mikro řasa v podobě „koberce". Pravidelným odstraňováním biomasy řas dochází k odstraňování dusíku ze systému.

Pravděpodobně nejoblíbenější metodou je přidávání přípravků, které snižují obsah živin ve vodě. Jedná se např. o „NO3 : PO4 – X" od Red Sea nebo Tropic Marin „ElimiNP". Na podobném principu pracuje i reaktor na biopelety. Jaký je to princip?

Denitrifikace

Nitrifikace je oxidace dusíkatých sloučenin za asistence bakterií z amoniaku přes dusitany na dusičnany. Reakce vypadají takto:

1. nitritace: $NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2^- + 3H^+ + 2e^-$
2. nitratace: $NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^-$

Denitrifikace je opačný proces – redukce dusičnanů až na molekulární dusík. Ten potom z vody vyprchá do atmosféry (kde je dusík nejčastější prvek). Zjednodušená reakce denitrifikace, kde A je substrát, který bakterie za pomoci NO_3^- redukuje:

$$A_{red} + NO_3^- \rightarrow A_{ox} + N_2 + \text{energie}$$

Oxidace probíhá v prostředí s vysokou koncentrací kyslíku, redukce tam, kde je kyslíku nedostatek.

Denitrifikace je velmi dobře popsaný proces, který se masivně využívá v čistírnách odpadních vod. Neprobíhá samovolně – je energeticky nevýhodná, takže redukující bakterie potřebují substrát. Základním způsobem, jakým živé organismy získávají energii, je přeměna složitějších uhlíkatých látek na jednodušší. To souhrnně nazýváme katabolismus. V našem těle je nejčastějším procesem přeměna glukózy až na oxid uhličitý. Pamatujete si ze školy rovnici $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O \rightarrow 6\ CO_2 + 12\ H_2O$?

Důležité pro nás je, že se jedná také o oxidaci, při té totiž vždy vzniká více energie. Bez kyslíku to jde taky – zapojí se tzv. anaerobní metabolismus, který občas též probíhá i v našich tkáních. Pokud naše svaly spálí výše uvedenou reakcí všechen kyslík, začnou přeměňovat glukózu na kyselinu mléčnou. Tato reakce není tolik výhodná, proto v anaerobním metabolismu nedokážeme fungovat příliš dlouho.

Co to má společného s denitrifikačními bakteriemi? I ony přeměňují složitější uhlovodíky na jednodušší a získávají tak energii. A i pro ně je výhodnější využít oxidace a získat z každé molekuly více energie. Jenomže pokud není kyslík obsažen ve vodě, pokud tyto bakterie žijí v anaerobním (nebo anoxickém) prostředí, jsou schopné využít kyslík z dusičnanů, které tak přemění na dusitany a ty na molekulární dusík.

Vrátím se tedy k fungování kouzelných vodiček – není to nic jiného než zdroj uhlíkatých látek, které využívají bakterie dvěma způsoby. V prostředí s dostatečnou koncentrací kyslíku jako zdroj snadné energie, což jim umožní rozmnožování a k růstu nových buněk využijí i nějaký ten dusík z vody (vytváří biomasu, která je odstraněná ve filtraci nebo odpěňovači). V prostředí bez dostatečné koncentrace kyslíku (např. v substrátu nebo uvnitř živých kamenů) pak hraje prim právě denitrifikace.

Denitrifikace v praxi

Nyní bych rád přistoupil k druhé části článku – případové studii využití denitrifikace v praxi.

Popis systému a výchozí stav

Systém, kterému se budeme věnovat, má celkový objem přibližně 20 000 l mořské vody. Je to 13 akvárií svedených do jednoho „sumpu", kde probíhá filtrace a úprava vody. Akvária jsou výstavní nádrže zaměřené hlavně na ryby – žijí v nich např. murény, perutýni, žralůčci nebo chobotnice. Biologická zátěž je tak značná. Zároveň se v této zátěži nedařilo korálům a za cca. 15 let fungování nastoupala koncentrace dusičnanů až k hodnotám mezi 150–200 mg/l. Ruční kolorimetrické testy jsou v těchto koncentracích vysoce nepřesné, takže jsme využívali laboratoř Tritonu a jeho produkt N-DOC – stanovení přesné koncentrace dusíku a rozpuštěných uhlíkatých látek. Bohužel je tak možné stanovit jen celkový dusík rozpuštěný ve vodě a nikoliv jeho formu.

Dávkování uhlíku

První pokus o snížení koncentrace NO_3^- byl přidáváním uhlíkatého substrátu přímo do vody, tak jako je tomu v případě již zmiňovaných komerčních produktů. Výhod je mnoho – není zapotřebí žádné další zařízení; bakterie, které začnou růst, mohou využívat filtrátoři ke své obživě; a spekuluje se i o tom, že jsou korály schopní přímo využívat organický uhlík z vody. Za zdroj uhlíku je nejlépe využít etanol, metanol nebo acetát. Metanol je jedovatý a není vhodné ho přidávat přímo do akvária. Etanol je zatížený vysokou spotřební daní, takže nejvýhodnější je využití kyseliny octové – octa. Je vhodné lít kyselinu do akvária, kde se snažíme udržovat zásadité pH min. 8,0? Kyselina octová je tak rychle využitá bakteriemi a přeměněná, že to s hodnotou pH vůbec nepohne.

Tato metoda fungovala poměrně účinně. Po 2 měsících postupného zvyšování dávek octa se denní dávka ustálila na 1,5 l 10% kyseliny octové. Za měsíc se snížila koncentrace rozpuštěného dusíku o cca. 20 %.

Jenomže produkovaná bakteriální biomasa byla absolutně nezvládnutelná – na všech površích v akváriích byli provazce a chuchvalce bakteriálního „slizu“. Jeden den po úklidu a odsátí byl nárůst zpět. V domácím akváriu bych to vydržel – zatnul zuby, často odkaloval a za 5 měsíců by byl problém dusičnanů vyřešený. Ale estetický dopad na naší expozici byl takový, že jsme nemohli touto metodou dále pokračovat.

Denitrátor

Volba tedy padla na vytvoření bioreaktoru, kde bude denitrifikace a růst bakterií probíhat v kontrolovaném prostředí a bez viditelného dopadu na estetickou kvalitu akvárií.

Takové reaktory jsou běžnou součástí čistíren odpadních vod, ale v akvaristice se využívají jen velmi zřídka. Akvaristé jsou od samých začátků s prvním akváriem naučení, že anaerobní podmínky jsou zlé a mohou způsobit velký problém. Proto si myslím, že je pro většinu chovatelů neintuitivní cíleně vytvořit filtr s anaerobním prostředím.

Jako uhlíkatý substrát pro krmení bakterií je zde nejvýhodnější použít metanol – jsou s ním nejlepší zkušenosti, navíc je poměrně levný i v laboratorní kvalitě.

Anaerobní procesy jsou méně efektivní než aerobní, probíhají tedy vždy pomaleji. To znamená, že v reaktoru musí být akvarijní voda dostatečně dlouho, aby bakterie stihly využít veškerý metanol ke kompletní denitrifikaci. Pomalý průtok je i nezbytný pro vytvoření anaerobních podmínek – nitrifikační bakterie musí využít v povrchové vrstvě reaktoru všechen kyslík.

Jaká jsou rizika takového zařízení?

1) Nedokonalé odstranění metanolu – pokud voda proudí příliš rychle, tak nestihnou bakterie využít všechen metanol. Podobně pokud koncentrace dusičnanů a dusitanů klesne na nulu, reakce se zastaví. Navíc mohou bakterie začít využívat jiné látky, např. sloučeniny síry, a může tak vznikat toxický sulfan.

2) Nekompletní denitrifikace – do vody se pak mohou dostat nežádoucí meziprodukty, hlavně dusitany.

3) Technická závada – pokud dojde k poruše, nesmí se obsah reaktoru (s nezreagovaným metanolem a nebezpečnými sloučeninami dusíku) dostat zpět do systému.

4) Ucpání bakteriální biomasou – pokud by se reaktor ucpal, hrozí nastoupání koncentrace metanolu a vymření bakteriální populace, která se pomalu obnovuje.

Takže, jaké byly designové požadavky na tento reaktor?

- Kontaktní doba (čas, po který je voda v reaktoru a může probíhat reakce): 4–6 hodin.
- Pokud možno co nejlepší rozdělení průtoku vody skrz celý reaktor.
- Dobré promíchání metanolu a vstupní vody.

Minimalizace rizik:

- Co největší průměr trubek a fitinek v samotném reaktoru – aby se minimalizovalo riziko ucpání bakteriální biomasou.
- Voda ze systému do reaktoru i z reaktoru zpět do systému proudí pouze přepadem, který je umístěný nad hladinou vody. Nehrozí tak odčerpání obsahu reaktoru sifonovým efektem zpět do systému při poruše.
- Hlídání průchodnosti reaktoru – pokud se začne ucpávat biomasou, je nutné okamžité vyčištění.
- Předřazení reaktoru před další filtraci, hlavně odpěňovač.

Technické provedení

Jako reakční nádobu jsme využili polypropylenový válec ze starého odpěňovače o průměru 47 cm, výšce 150 cm a objemu 260 l. Reaktorem voda stoupá a přepadem se dostává zpět do akvária. Přívodní trubka má průměr cca 10 cm a je ode dna reaktoru vyvedena vzhůru až nad hladinu. Tam je volně zakončená a padá do ní voda z čerpadla. To tlačí vodu ze systému průtokem cca 50 l/h (hlídáno průtokoměrem). Retenční doba v reaktoru je tedy přibližně 5 hodin.

Na rozdílu hladin mezi reaktorem a přívodní trubkou je vidět průchodnost filtru. Na dně reaktoru je umístěn difuzor – deska s několika otvory v celém obsahu, která usměrňuje a rozděluje proud vody skrz celý průřez válce.

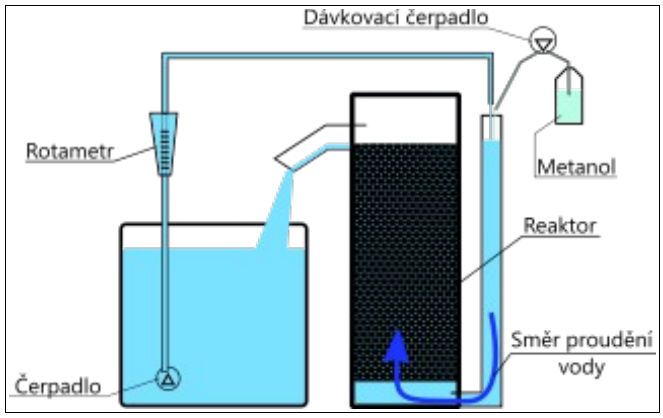


Schéma denitrátoru.

Difuzor.

Vnitřek reaktoru.

Celkový pohled na reaktor.

Jako biologické médium pro osídlení bakteriemi jsme zvolili plastové filtrační kuličky „bioballs“. Ačkoliv mají menší funkční plochu než jiná média, jejich výhodou pro toto použití jsou poměrně velké mezery, takže se hůře ucpávají. Pokud je nárůst biomasy značný, dají se snadno vyprat.

Metanol je dávkovaný do přívodní vody dávkovacím peristaltickým čerpadlem. Dávkujeme 50% zředěný metanol s osmotickou vodou jedenkrát za dvě hodiny (12x za den).

Měření

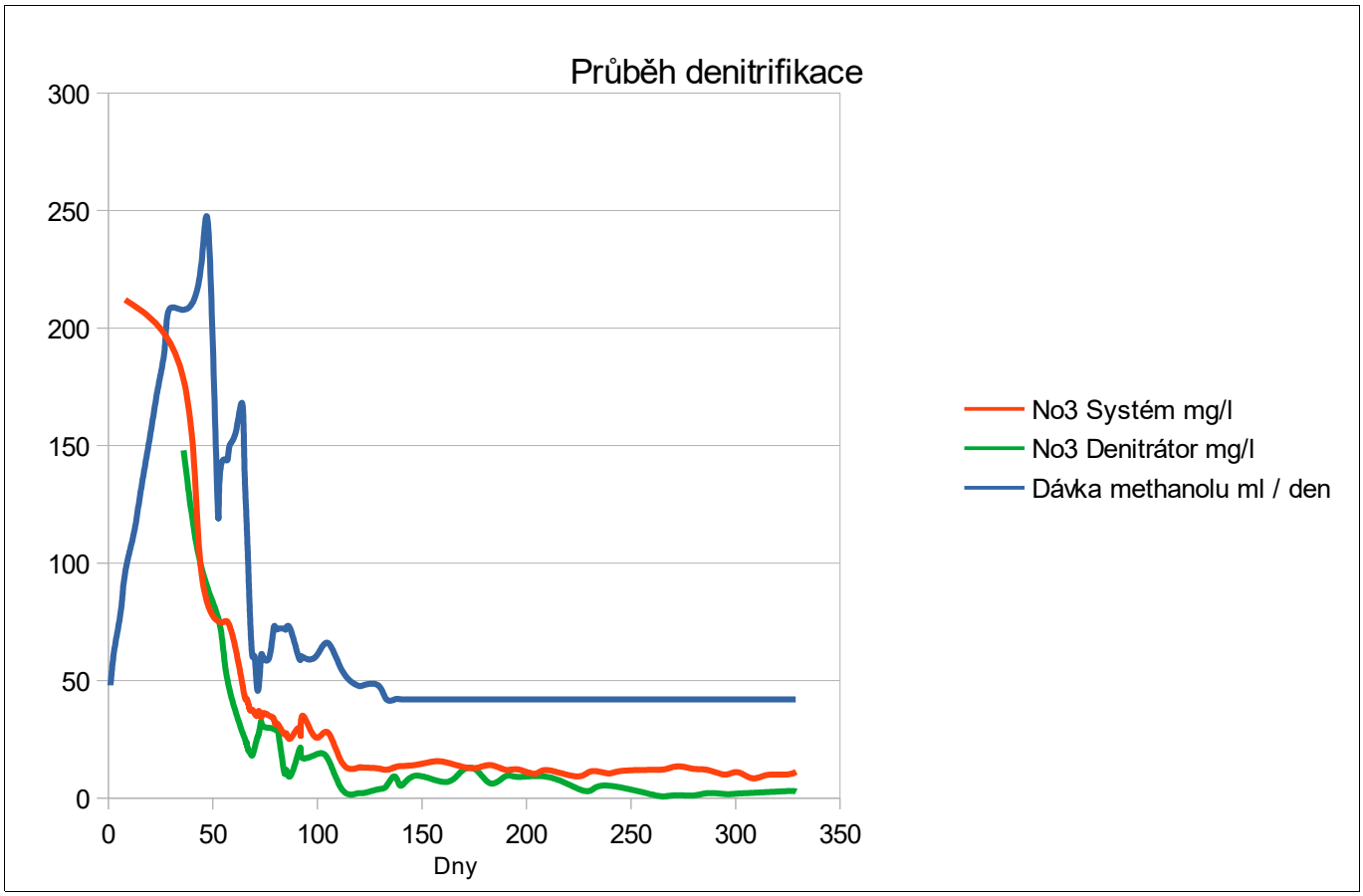
Měření dusičnanů ve vstupní a výstupní vodě je pro úspěch denitrifikátoru kritické. Dusičnany se měří poměrně těžko, ruční kolorimetrické testy nemají dostatečnou přesnost a jejich interpretace není snadná. Vysoké hodnoty, které byly v systému původně, jsme tedy přesně změřili jen laboratorním testem N-DOC od firmy Triton. Ale protože je nutné vzorek vody odeslat do Německa, trvá přibližně týden, než přijdou výsledky. Proto jsme v průběhu zabíhání pořídili ruční elektronický kolorimetr Hanna Checker Nitrates LR. S ním jsme schopní dosáhnout konzistentních výsledků s přesností na desetinu mg/l.

Záběh

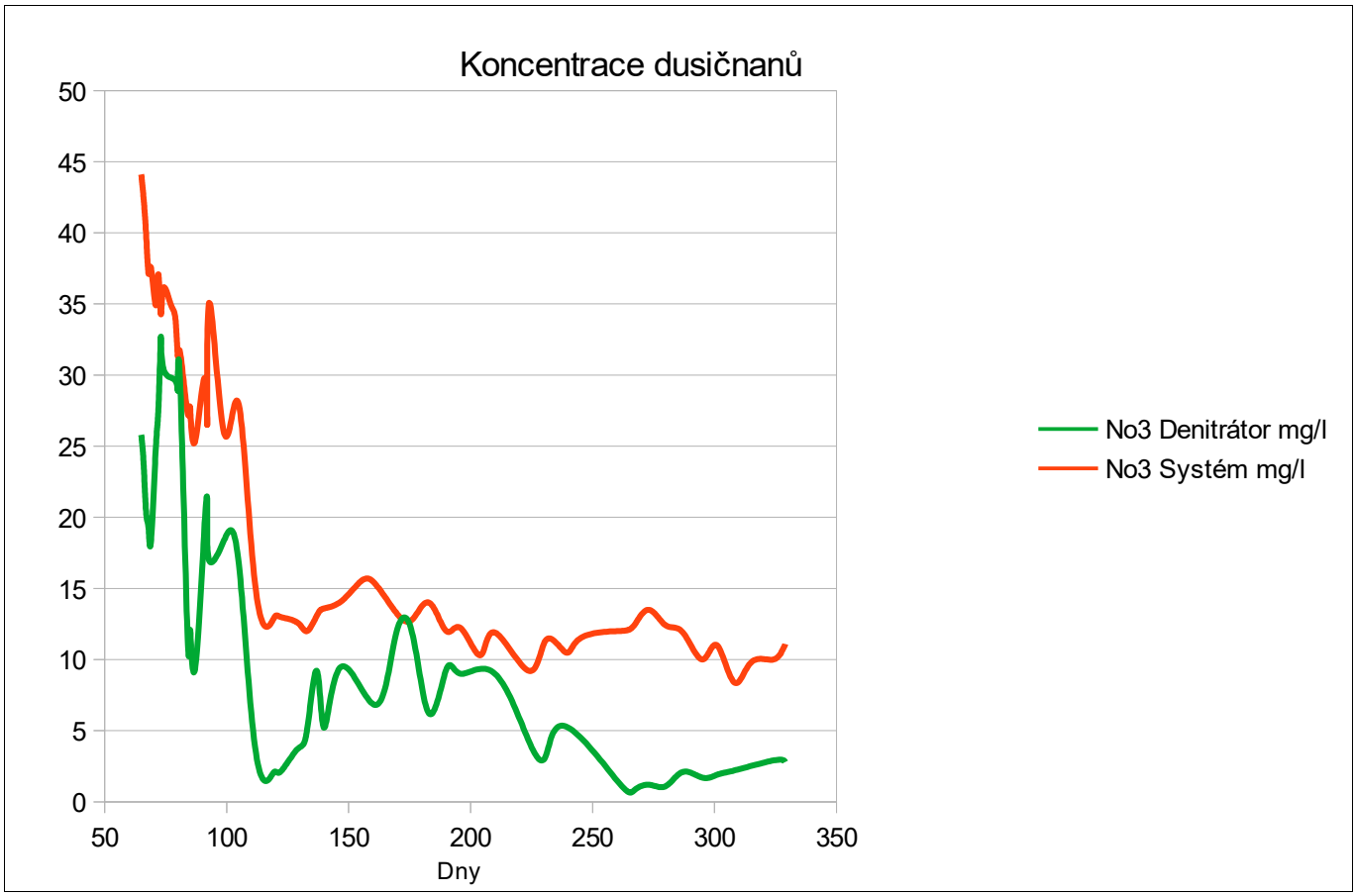
Zabíhání anaerobního filtru trvá dlouho – anaerobní metabolismus je pomalejší a bakterie se pomaleji množí. Naplánovali jsme období dvou měsíců s postupným zvyšováním dávky metanolu. V tomto období jsme měřili každý den koncentraci dusičnanů v systému a ve výstupu z reaktoru a dávku metanolu upravovali dle výsledků. Maximální efektivity dosáhl reaktor po 105 dnech, kdy je vidět prudký propad koncentrace dusičnanů.

Výsledky

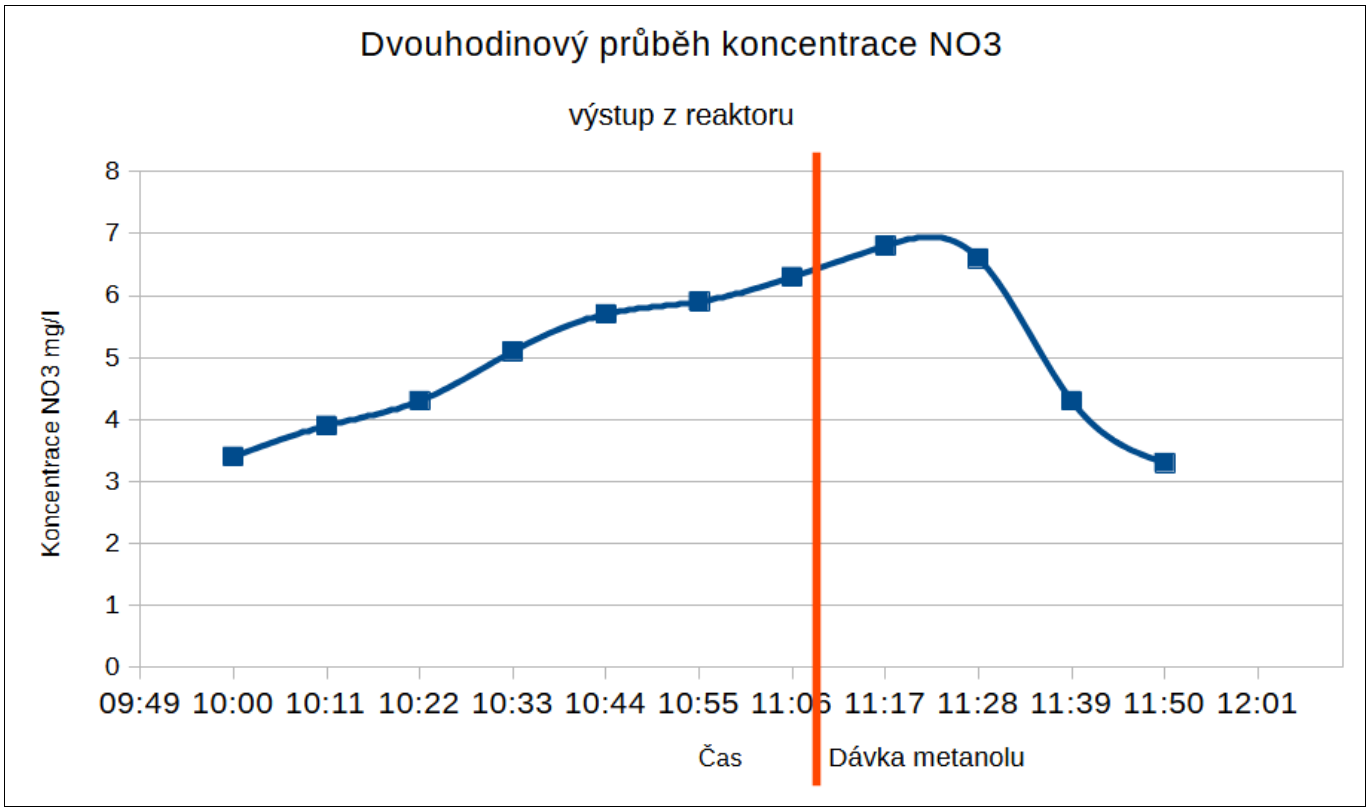
Výsledky jsou pro mě vpravdě ohromující. Za tři měsíce jsme vyřešili problém, o kterém jsem si myslel, že se potáhne roky. Na cílovou hranici kolem 10 mg/l jsme se dostali po 119 dnech (12,8 mg/l). K redukci dusičnanů na tuto hranici spotřeboval denitrátor cca 14 l metanolu, což je v nákladech neuvěřitelně nízkých 745,- Kč.



Grafické znázornění průběhu denitrifikace.



Detail koncentrace dusičnanů v systému a na výstupu z denitrátoru. Jen měření Hanna Checkerem (proto začíná až po 50. dni).



Dvouhodinový průběh koncentrace dusičnanů na výstupu z reaktoru.

Překvapilo mě, jak citlivě reagoval výstup z denitrátoru na jakoukoliv manipulaci s dávkou metanolu. Zdánlivě po malé redukci dávky pro zpomalení reakce se tato takřka zastavila.

Z grafu na předchozí straně je patrné, že koncentrace dusičnanů na výstupu z denitrátoru kolísá mnohem výrazněji než koncentrace v systému. To mě přivedlo na myšlenku provést dodatečná měření – nejprve jsme měřili denní průběh po hodině a zjistili jsme kolísání takřka 100 % mezi měřeními. Je jasné, že reakce je silně vázána na dávku metanolu, která probíhá jedenkrát za dvě hodiny. Proto jsme změřili jedno dvouhodinové okno po 11 minutách – výsledek vidíte na grafu výše. Nejnižší koncentrace dusičnanů na výstupu je cca 40–50 minut po nadávkování metanolu, to vidíme prudký propad, poté se reakce lineárně zpomaluje až do další dávky.

Bylo by výhodné použít menší dávku častěji? Důležité je, že se pohybujeme v bezpečných mezích – dusičnany nikdy neklesnou na nulu ani nevystoupají na stejnou hodnotu, jako má vstupní voda. Dávkovací čerpadlo má určitou přesnost a při poloviční dávce každou hodinu by tato dávka byla natolik nízká, že nepřesnost už by byla značná.

Další příjemné překvapení plyne z běžného provozu reaktoru – za posledních 200 dnů, kdy jsme naposledy upravili dávkování, se drží koncentrace dusičnanů v systému v rozmezí 9,2–15,5 mg/l bez jakýchkoliv zásahů do chodu denitrifikačního filtru.

Za první rok provozu navíc zatím nebylo zapotřebí filtr nijak čistit. Je vidět, že uvnitř reaktoru probíhá pravá denitrifikace, tzn. že dusičnany jsou redukovány metabolismem bakterií a nikoliv nárůstem biomasy.

Zajímavý vedlejší produkt denitrifikace byl pozorovaný prudký nárůst alkality. Ta vystoupala až ke hranici bezpečného rozpětí, za které pokládám 8–12 °dKH (konkrétně nejvyšší naměřená hodnota byla 11,8 °dKH). Z toho důvodu jsme měli připravenou kyselinu chlorovodíkovou, kterou se dá alkalita v mořském akváriu rychle snížit. Nakonec její použití nebylo nutné. Při nitrifikační reakci (oxidaci amoniaku) se alkalita snižuje, při denitrifikaci se stejné množství alkality uvolní zpět. Náš případ byl extrémní – za pár měsíců jsme odstranili akumulaci za více než 10 let. Mořské akvárium, hlavně je-li osázené korály, alkalitu potřebuje a spotřebovává – je tedy třeba pravidelně doplňovat.

A praktické výsledky – dopad na život v akváriích? Hlavním cílem bylo umožnění chovu měkkých i tvrdých korálů. Pokusně jsme osázeli první nádrž a je vidět růst jak jednodušších druhů rodu *Capnella* nebo *Sarcophyton*, tak i tvrdých korálů jako *Montipora confusa* nebo *Montipora foliosa*. I kondice a vybarvení ryb se pocitově zlepšila a některé druhy se začaly v nádržích třít (*Abudefduf vaigiensis*, *Dascyllus melanurus*).

Závěr

Anaerobní denitrifikační filtr je velmi efektivní zařízení pro snižování koncentrace dusičnanů. Při dodržení bezpečnostních zásad je jeho použití zcela bezpečné a nenáročné na obsluhu. Samozřejmě hraje velkou roli škála – čím větší je systém a denitrifikační komora, tím snažší je vyladit procesy, které v ní probíhají, a minimalizovat případná rizika.

Spokojení koráli (*Montipora confusa*, *Tubipora musica*, *Sarcophyton* sp., *Capnella* sp. atd.).

Korálům a dalším obyvatelům akvárií se daří.

***Xiphophorus evelynae*, fotografie pořízená na lokalitě Texcapa. Svislé tenké proužky na bocích samců, což je typický znak tohoto druhu, jsou jen nepatrně vidět, ale jsou tam.**

Jak žije v přírodě *Xiphophorus evelynae*

Markéta Rejlková

Zatímco pět nádherných lokalit mečovky *X. montezumae* jsem v minulém čísle *Akvária* ukazovala z důvodu, aby si chovatelé mohli představit různorodost prostředí a zarámovat si celý druh či populaci do konkrétního místa, v případě platy *X. evelynae* jsou moje důvody prozaičtější. Tahle plata neobývá malebnou řeku, kde bych mohla šnorchlovat a sbírat poznatky. Naopak, pozorovat tenhle druh v přirozeném prostředí se mi zatím nepoštěstilo. Tady ale považuju za důležité podělit se o konkrétní čísla. Zažité a zcela nesprávné klišé, že živorodkám vyhovuje tvrdá voda, případně že platy pocházejí z pobřežní nížiny a vodu bychom jim měli přisolit, *X. evelynae* vyvrací. Je to horská ryba a potřebuje odpovídající podmínky i v akváriu.

Tento druh nepatří mezi nejznámější xify, ale chová se i u nás. Velmi se podobá druhu *X. variatus*, ostatně Rosen v roce 1960 „evelýnu“ popsal jako poddruh *X. variatus evelynae*. Kromě mírně odlišné morfologie a typických svislých proužků na bocích dospělých samců je rozhodující i původ ryb. *X. evelynae* se vyskytuje pouze v horní části povodí Río Tecolutla, v nadmořské výšce nad 1200 m nad vysokými vodopády.

Pokud jde o konkrétní lokalitu, můžeme se setkat s populacemi označenými jako Río Necaxa, Río Tecolutla, příp. Río Tecolutla (Necaxa) a také Río Texcapa. Některé platy byly dokonce naloveny v přehradní nádrži Vaso Necaxa a v dalších menších tocích v okolí. Abychom si to zjednodušili – Río Tecolutla je hlavní tok, přímo v něm evelýny nežijí. Horní část nad vodopády a přehradou Necaxa se nazývá nejčastěji Río Necaxa, ale dále se větví do řady menších přítoků. Jedna z horních větvi nad přehradou je známá jako Río Texcapa, nebo také Río Totolapa... Už jste dokonale zmatení? Veškeré evelýny chované v akváriích pocházejí z nádrže Necaxa nebo jejích přítoků. Žijí tam v mnoha menších tocích. Na mapě si můžete najít město Huauchinango, to je centrem oblasti plné říček a vodopádů. Tady je *X. evelynae* doma.

Slíbila jsem čísla, tady jsou – z Río Texcapa v lednu 2010 a v březnu 2012: **teplota vody 15,7/16,2 °C** (tepl. vzduchu 22,1/22,9 °C), **pH 7,78/8,6, vodivost 103/140 µS/cm.**

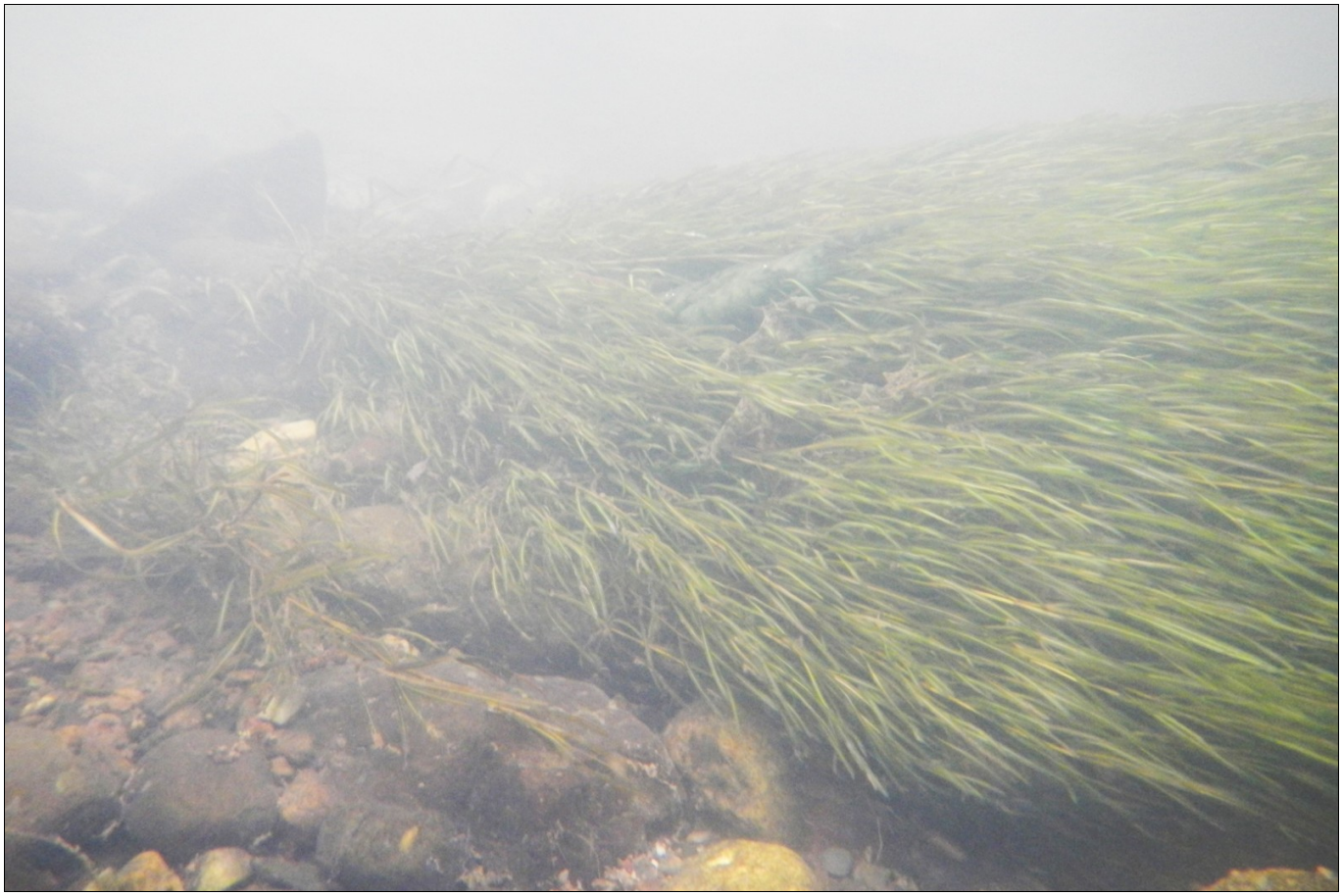
Krátce řečeno: čistá, prokysličená voda jsou pro *X. evelynae* důležité. V pohodě snese 15 °C, naopak 26 °C v létě je už maximum a nemělo by trvat moc dlouho. Vodu rozhýbejte!

Río Texcapa. Mělká, rychle proudící řeka s kamenitým dnem a mírně zakalenou vodou.

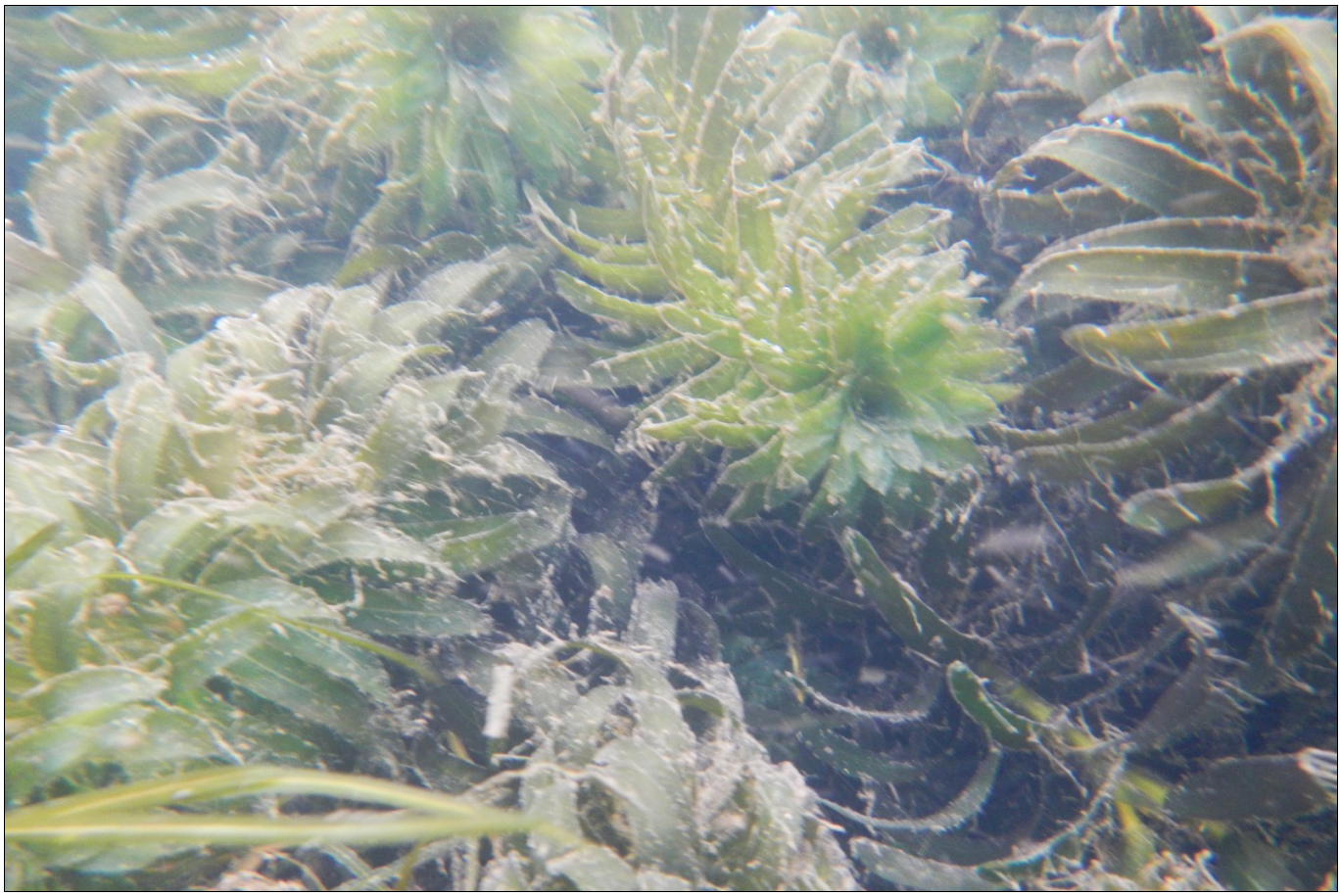
Místy na břehu roste pupečník (*Hydrocotyle* sp.) a v klidnějších malých zátočinách se v něm může zdržovat potěr.

***Eichhornia crassipes* zapletená do další vegetace, takže ji neodnese proud. I tohle je úkryt plný ryb a bezobratlých.**

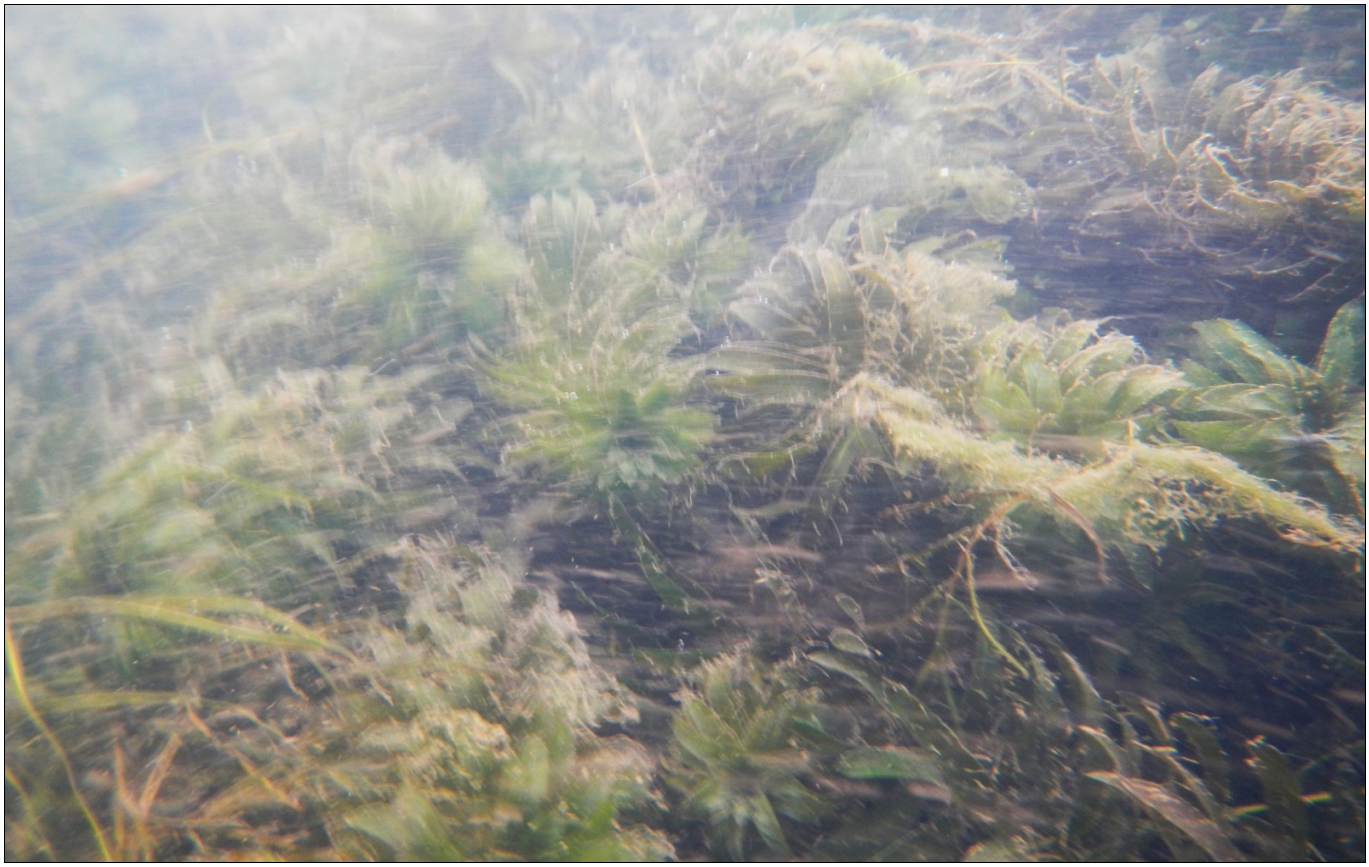
V mělké vodě jsou vidět ponořené rostliny, splývající v proudu.



V řece rostlo mnoho rostlin, některé i nepůvodní. Také minimálně dva druhy rdestů (*Potamogeton* sp.).



***Elodea densa*. Místy vytvářela téměř neproniknutelné houštiny sahající až k hladině, kde kvetla.**



Tenhle snímek zařazuji jako důkaz toho, že voda proudí opravdu rychle. Asi chápete, proč tu není možné platy pozorovat.

Rak. Jelikož v Mexiku žijí desítky druhů raků a vůbec se v nich nevyznám, ani jsem se nepokoušela o přesnou identifikaci. *Cambarellus montezumae*, který se vzácně chová, vypadá podobně a žije i v této oblasti, ale to není úplně dostačující. Každopádně raků (téměř jistě patřících do stejného druhu) jsme tady viděli mnoho.

Dravé ploštice rodu *Belostoma* (viz také článek o molly v tomto čísle) jsou na téhle lokalitě velmi hojné. Možná byste u ploštic nečekali péči o potomstvo, ale mnoho pozorovaných jedinců mělo záda polepená vajíčky. To jsou samci a snůšku s sebou nosí až do vylíhnutí. Pozorný čtenář najde v síti i další hmyz a pulce, v řece to opravdu žije…

***Pseudoxiphophorus bimaculatus*, mladá ryba. Ty černé tečky nejsou normální pigmentace, ale následky napadení ryby motolicemi. V mnoha horských tocích v Mexiku je to běžný obrázek.**

***Xiphophorus evelynae*, další dospělý samec vyfotografovaný přímo na břehu řeky po odchycení. Tady jsou jemné svislé proužky dobře patrné, skvrna na ocasním násadci je naopak netypická. U tohoto druhu existují jedinci s různými typy skvrn na těle, recesivním znakem je absence malých teček (srovnejte tohoto jedince a úvodní fotografii). Narozdíl od *X. variatus* nemá evelýna skvrny v ocasní ploutvi typu půlměsíc, dvojtečka… a zbarvení ploutve, pokud je přítomné, nesahá až po okraj.**

Skalická Morávka (4):

Pstruh obecný potoční (*Salmo trutta fario*)

Marketa Rejlková

Střevle potoční, na které jsme se podívali v minulém díle miniseriálu o Skalické Morávce, jsou vysoce zajímavé leda tak pro milovníka drobných rybek – čili snad i pro akvaristy. Pro většinu jiných lidí jsou to čudly, jejichž existence jim zůstává skrytá. Že jsou v potocích a řekách pstruzi, to ale ví i ten největší laik. V tomto díle se tedy budeme věnovat rybám, které jsou nepřehlédnutelné a zdejší studené proudící vodě kralují.

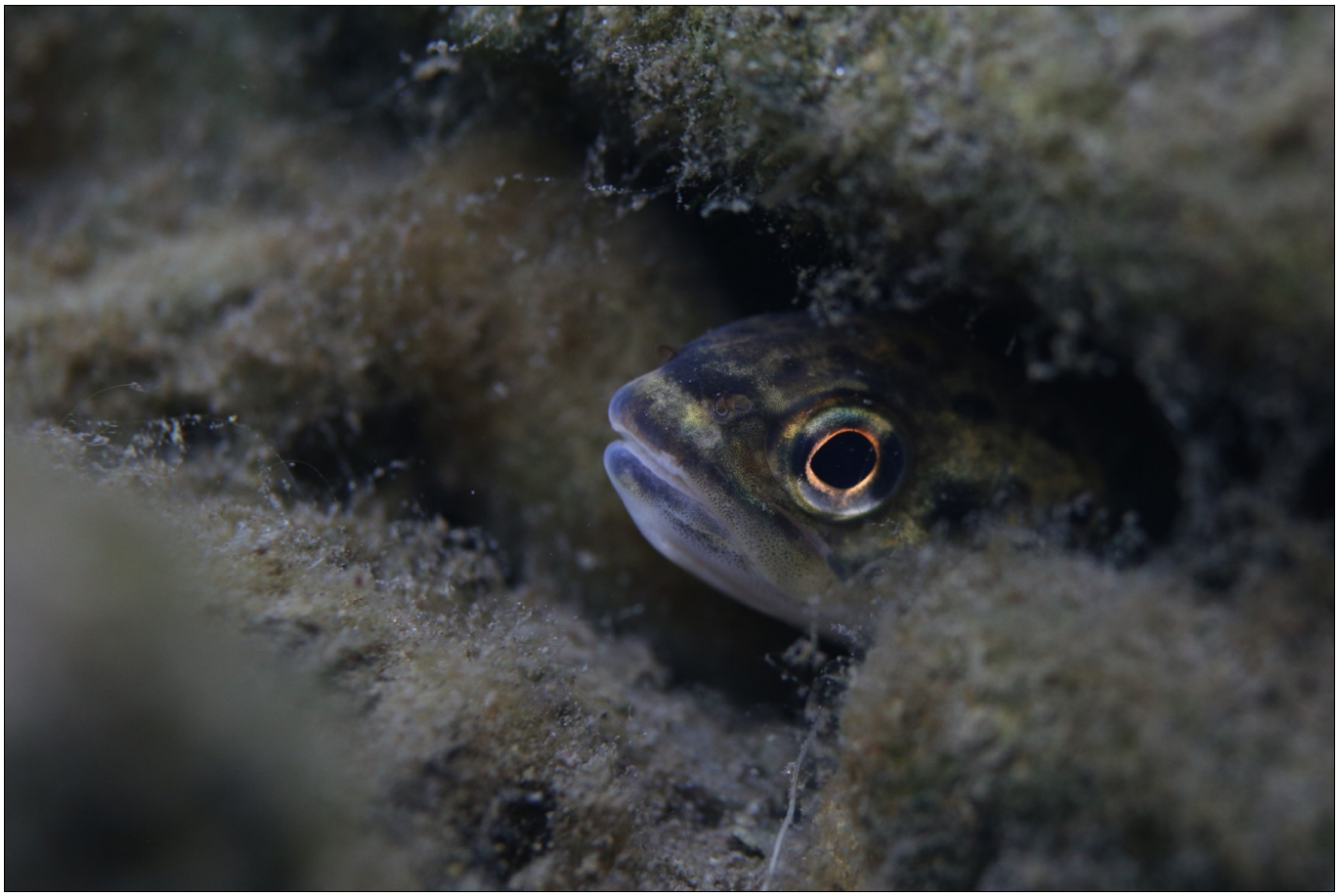
Pstruh obecný potoční (*Salmo trutta fario*) je dobře známou rybou. Pstruh obecný má velký areál rozšíření (dnes ho díky člověku najdeme na všech světadílech) a mnoho forem, nejznámější jsou tři: potoční, jezerní a mořská. U nás je zdaleka nejběžnější ta potoční, tedy „potočák“. V chladných čistých nádržích se ojediněle vyskytuje i jezerní forma a historicky se k nám dostávali po Labi pstruzi mořští, kteří podobně jako lososi táhnou kvůli výtěru do řek. Taxonomický dodatek: píšu o formách, také se dříve používalo pojmenování *Salmo trutta* f. *fario* (f. jako forma) nebo *S. t.* m. *fario* (m. jako morpha), ale nyní je to uznávaný poddruh.

Běžná velikost na malých tocích je okolo 30 cm, rekordní úlovky potočáků z našich větších úživných řek jsou až o půl metru delší! Pstruzi se třou od podzimu do zimy, samice přitom vytlouká hnízdo do štěrku.

S potočákem se setkáme v horských a podhorských oblastech, v řekách pstruhového a lipanového pásma. Potřebuje čistou, chladnou a prokysličenou vodu. Jelikož jde o oblíbenou rybu sportovních rybářů, vysazuje se. Přirozený odchov v tocích (a ani umělé vysazování) nestačí pokrýt poptávku. Umělý odchov jednak zajišťuje pstruhům bezpečné přežití pro budoucnost, druh jako takový nezmizí; na druhou stranu se v tocích šíří geneticky nepůvodní ryby, takže původní lokální populace mizí. Na mnoha místech planety také vysazení pstruzi způsobili vyhynutí původních druhů, ale to už by byl jiný příběh...

Pstruzi jsou dravci. Mladé rybky se živí hmyzem, a to jak vodními larvami, tak dospělci spadlými na hladinu. S rostoucí velikostí se stávají více rybožravými a také teritoriálními.

Jsou to ryby poměrně plaché, takže vyfotit je není snadné. Mladé rybky se zdržují ve stínu kamenů, větší v hlubokých prohlubních a pod vymletými břehy. Když se přiblížíte, bleskově vystřelí pryč. Pokud se vám ale podaří zkrotit rozklepanost způsobenou chladem a zatnete zuby, budete odměněni chvilkou blízkého setkání s hejnem velmi ostražitých pstruhů. Ti největší, které jsem potkala ve stinných průsakových ramenech, měřili cca 20 cm, což odpovídá stáří asi 4 roky. V proudících vodách se střevlemi byla i hejna menších pstruhů.



Jan Burzanovský: Rody rájovců podčeledi Macropodusinae

Roman Slaboch

9. dubna 2025 vyšla už pátá knížka Jana Burzanovského, tentokrát o rájovcích. Není určena široké veřejnosti. Autor ji vydal jako bibliofilii a informační pomůcku pro potřeby členů České labyrintkářské asociace (cituji z předsádky), takže její náklad je výrazně omezený.

Hned v úvodu je přiznání, že na rozdíl od již zpracovaných tematických knih o skalárách, bojovnicích a cichlidkách, které jsou autorovou srdcovkou a má s jejich chovem a odchovem bohaté zkušenosti, zde se pouští trochu na tenký led, protože tato skupina labyrintek byla přeci jenom na okraji jeho chovatelského zájmu. Ale protože je i přesto miluje, neodolal a zúročil svůj bohatý archiv k napsání této monografie.

Kniha je rozdělena na 10 tematických částí. Úvod (3 str.), Stručný přehled (3 str.), Taxonomický systém podčeledi Macropodusinae (3 str.), Rod *Macropodus* (48 str.), Rod *Malpuluta* (10 str.), Rod *Parosphromenus* (139 str.), Rod *Pseudosphromenus* (14 str.), Rejstřík všech jmen podčeledi Macropodusinae (1 str.), Zkratky institucí v popisech (6 str.), Použité materiály (3 str.).

U každého druhu je pak uveden **Vědecký popis**, **Typové vzorky**, **Diagnóza** (somatotyp), **Popis**, **Pohlavní dimorfismus**, **Rozmnožování**, **Ekologie**, **Výskyt**, **Etymologie**, **Mapa rozšíření** a **Poznámky.** V těch je u každého druhu něco zajímavého – historie objevů, odchytů, popisů, importů, chovů, osobní vzpomínky známých vědců, ale i úplně neznámých objevitelů. Délka těchto poznámek je od jediné věty po několik stran. Informace shromážděné v poznámkách jsou skutečně zajímavé, neobvyklé, často nečekané a opravdu mne bavily.

Autor už svoje předchozí knihy nechal tisknout na barevně tónovaný papír. Mám to rád, protože čtení na bílém lesklém papíře není, především v noci, moc příjemné. V tomto případě zvolil několik různých odstínů zeleného až modravého pozadí, které slouží k odlišení jednotlivých oddílů knihy. Dobrý nápad.

Obrazová dokumentace druhů a lokalit je vybrána dokonale. Fotografie jsou ostré, barevně věrné, v dokonalém řezu. Prakticky na každé stránce jsem si říkal „tak tohle bych chtěl mít doma“, nebo „snad se tam ještě stihnu podívat“, v každém případě se ale honí hlavou „mám kritický nedostatek akvárií“.

V podkapitole **Parosphronemus sp „???“ – speciální dodatek** (27 str.) je velmi dobře znát, jak hluboko autor pronikl při studiu materiálů do problematiky nekompletních či nevěrohodných popisů a vědeckých studií a někdy až zmatených interpretací.

I když je publikace koncipována jako atlas a má striktně encyklopedický formát, je příjemně čtivá. Jasně, není to Jo Nesbø, ale já mám encyklopedie rád. Na každé další stránce totiž objevím něco nového.

Správná recenze by měla knihu také trochu znevážit odhalením chyb. Tady jsou některé z nich:

- V pasážích „**Ekologie**“ je občas uvedeno sousloví **hustý substrát**, což je anglický ekologický termín, který se překládá jako hustě zarostlé dno, nebo hustá vegetace u dna. Ostatně termín **substrát** je v knize uváděn i obecně, ve významu dno. Tady si myslím, že snaha o odbornost textu zašla dále, než musela.
- Na několika místech jsem narazil na termín **drenážní systém**, což evokuje představu odvodňovacího kanálu, ale nahlédnutím do dvou originálních zdrojů jsem si

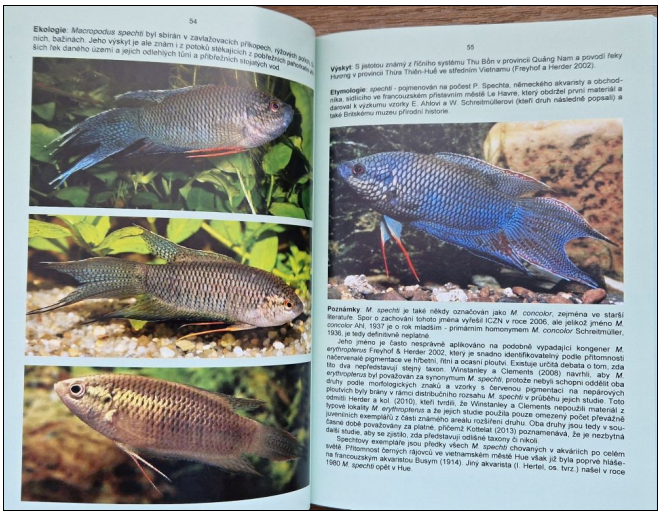
ověřil, že se jedná o očekávané zavlažovací strouhy. I v tomto případě by český termín pomohl k lepší srozumitelnosti.

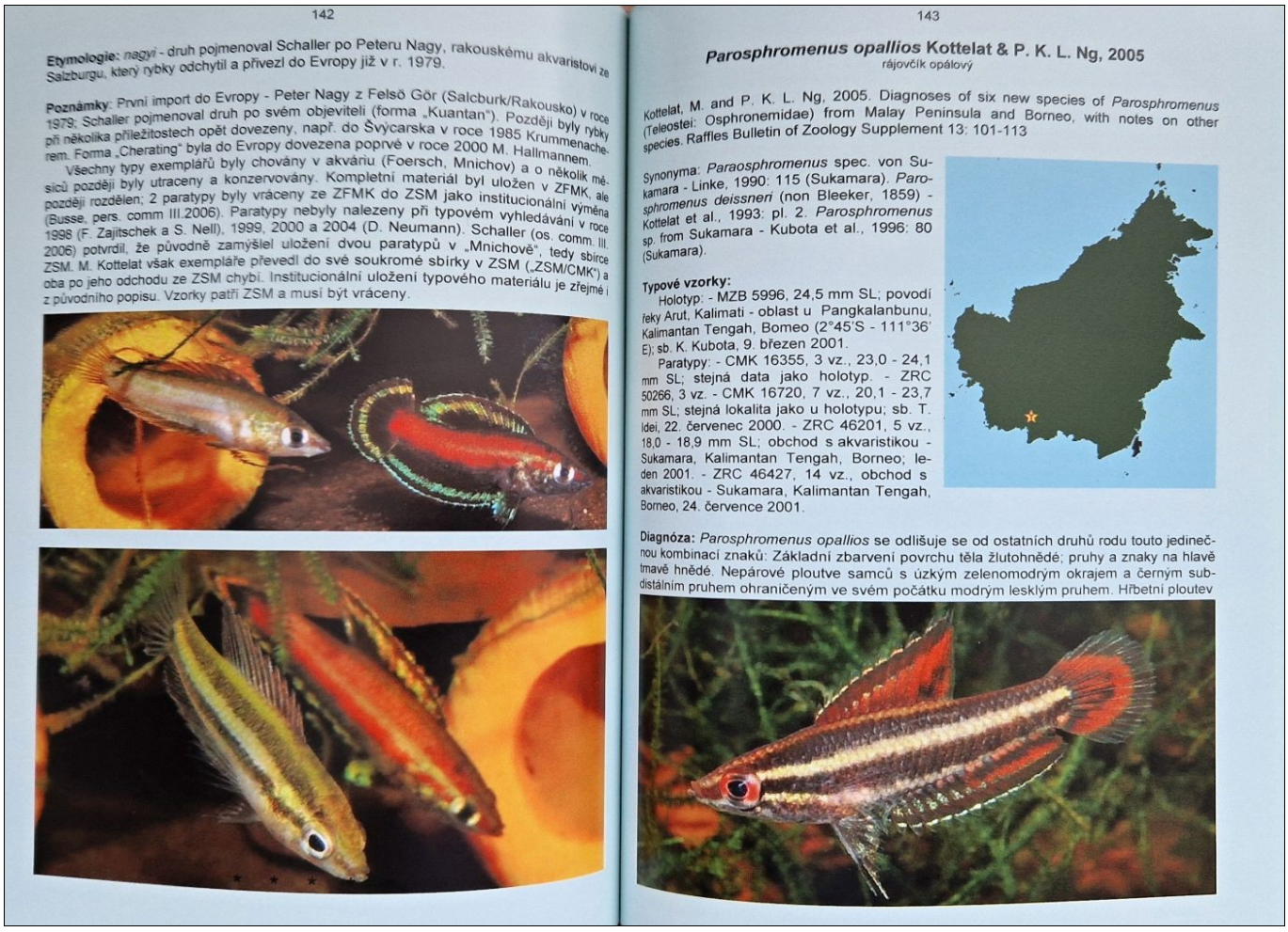
- U popisu somatotypu mne trochu rozptyluje nejen nepříliš vhodný termín **Diagnóza**, ale i to, že občas je uváděn také bez diakritiky – Diagnoza.
- V této publikaci, podobně jako v té předchozí (recenze v *Akváriu* č. 63) autorovi výjimečně trochu utekla typografická úprava. Občas jsou na konci řádku jednopísmenná slova a pomlčky, někde spadly jednotky na další řádek, zaregistroval jsem i kurzívu na několika místech, kde neměla co dělat. Číslování stran je i tam, kde nemá být (např. na předsádce nebo koncových vakátech).

I když na mne finální úprava knihy působí poněkud uspěchaně (uznávám, že jsem někdy až nezdravě pedantský a chyby najdu skoro v každé knize), o obsahu se to rozhodně říct nedá. Ten je vyladěn a na textu je zřejmé, s jakou pečlivostí byly informace vybírány a tříděny.

A stejně jako u předešlé autorovy knihy o divokých bojovnicích i zde musím napsat, že pokud chci mít dokonalý a rychlý přehled o skupině rájovců, je dobré mít tuto monografii v knihovně.

Publikace:	Rody rájovců podčeledi Macropodusinae
Autor:	Jan Burzanovský
Vydavatel:	Jan Burzanovský – vlastním nákladem
Rok vydání:	2025
Rozměr:	14,8 x 21,0 cm
Rozsah:	242 stran
Cena:	500 Kč





22. Akvakongres
ve Žďáru nad Sázavou

TEXT: *Jiří Libus* FOTO: *Luděk Zicháček*

Začátkem dubna se nevířila voda jen v akváriích – vířila i v inspiracích, přednáškách a vzpomínkách na 22. Akvakongresu ve Žďáru nad Sázavou, který proběhl 12. dubna 2025. Tato akce již přes dvě desítky let přitahuje akvaristy z České republiky, Slovenska a dokonce i dalších států.

Ačkoli se podstatná část návštěvníků těší zejména na odpolední blok s přednáškami, celý program začal tradičně dopoledne sněmem Unie akvaristů ČR – AKVA CZ.

Gupky

Přibližně ve chvíli, kdy se Žďár začal oteplovat sluncem, sálem hotelu Hajčman pulzovala zvědavost. První přednáška patřila Ing. Stanislavu Brunclíkovi a jeho světu gupek. Světu, který je zvenčí pestrobarevný a hravý, ale uvnitř přesně organizovaný jako vojenská přehlídka.

Standův přístup ke gupkám je až chirurgicky precizní. Linie musí být čistá, nádrže sterilní, samci musí být dokonalí.

Zatímco publikum sledovalo detailní snímky samců s různým zbarvením a mnoha tvary ocasních ploutví, přednášející nabízel i střípky kritického pohledu. Asijské varianty s anglickými názvy jako např. „Violet Leopard“ komentoval tak, že posluchač nevěděl, jestli se pousmát, či plakat. „Crown Tail gupky nebo Short Body variety vypadají, jako by prošly nemocí,“ poznamenal například při ukázce netradičních gupek.

A přesto – i ti, kteří s gupkami nezačínali, cítili ke konci přednášky motivaci a snad i chuť dát těmto barevným živorodkám nový prostor.

Korýši

Druhou přednášku jsem měl já, hovořil jsem o fascinujícím světě korýšů. Během přednášky jsem poslal po stolech sáčky s blešivci a moinou jako zástupci menších korýšů, v prezentaci pak byl velekrab s rozpětím končetin kolem 3 m. Přednášku jsem zaměřil na méně známé detaily a velkou variabilitu této taxonomické kategorie.

Tombola, ze které nikdo neodchází s prázdnou

Tradiční tombola opět nezklamala. Od sáčků s rostlinami, přes krmení až po výbavu – smích, jásot a dětské výrazy v dospělých tvářích. Ti, kteří nevyhráli přímo, odcházeli minimálně s výbornou náladou, kterou tombola akci vždy dokáže dodat.

Společenský večer – sdílení zkušeností

Večer pokračoval přátelským posezením s hudbou, českou kuchyní a rozhovory, které by vydaly na dalších několik přednášek. Ti, kdo si pořídili vstupenku, se sešli u dobrého rautu a pití. Bylo krásné sledovat, jak otevřenost chovatelů tvoří jednodenní akvaristickou komunitu.

Nedělní tečka u Zdeňka Dočekala

Zakončení víkendu nemohlo být stylovější. Návštěva u Zdeňka Dočekala, jehož pěstírna je pověstná precizností a čistotou, nabídla inspiraci a také příjemnou rozlučku. Švýcarská výprava akvaristických kolegů se před polednem vydala na cestu přes 900 km – a přesto by prý rádi přijeli zas.

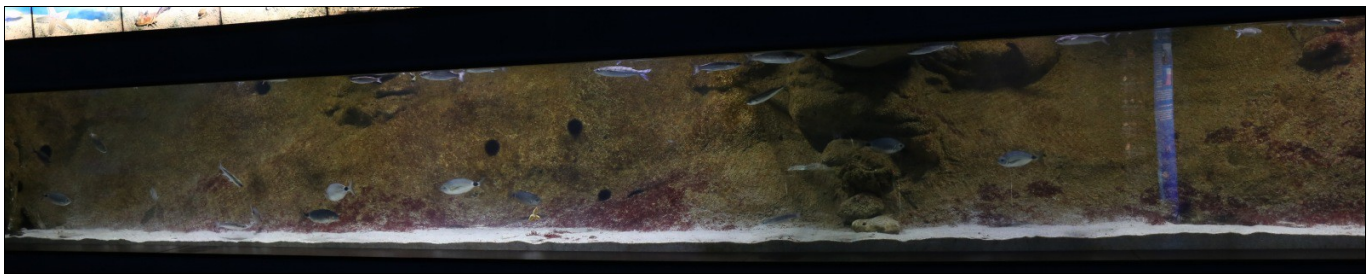
Závěrem? 22. Akvakongres nebyl jen o přednáškách. Byl o návratech, překvapeních, společenství a chuti objevovat. A i když možná ne všichni odjeli s cenou z tomboly, každý si odvezl něco cennějšího – inspiraci, přátelství a radost z akvaristiky.

L'Aquàrium Barcelona (2): Středomoří

Markéta Rejlková

V minulém čísle jsem už předeslala, že část barcelonské expozice věnovaná Středozemnímu moři je hodně rozsáhlá. Není to ani tak dané prostým počtem nádrží, jako spíš jejich objemem (viz tunel) a zpestřením v podobě laboratoře, kde jsou prezentovány různé odchovy. Akvaristovo srdce se právě zde tetelí blahem :-).

Zatímco u expozic představujících obyvatele tropických moří očekáváme pestrost barev, a tady nás Barcelona trochu zklame, mediterán poskytuje jednodušší podívanou naprosto podle očekávání. Kromě „kvanta stříbřitých ryb“ si tu ale v klidu vychutnáme murény, žralůčky, chobotnice, korýše a další bezobratlé. Pojďme na to!



Jednoduchá nádrž pro cípaly poskytuje spoustu místa na plavání.

Cípal zlatý (*Chelon auratus*).

Oblada (*Oblada melanura*) je běžnou rybou východního Atlantiku. Před několika lety se tento druh stal mediálně zajímavý, jelikož začal okusovat koupající se turisty na španělských plážích, zřejmě v důsledku příliš vysokých teplot moře.

Jazyk obecný (*Solea solea*).

Obří nádrž s mořany a žralůčky.

Tato nádrž byla vidět z návštěvnické chodby, zároveň sousedila s promítacím sálem. Tady bylo možné v klidu posedět a shlédnout dokument o historii akvária.

Naučná část s malými akvárii.

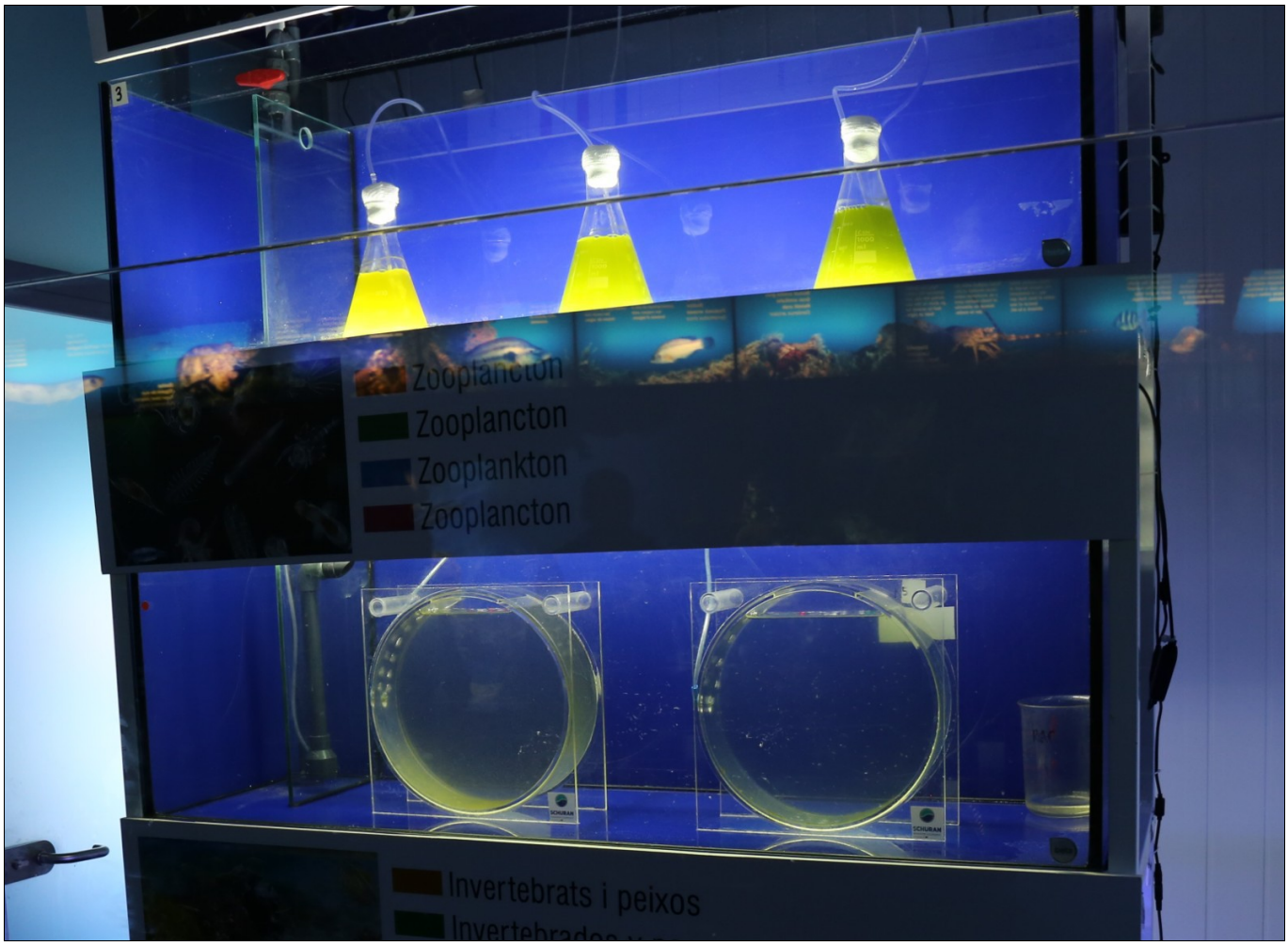
Hvězdice pětiúhlá (*Peltaster placenta*) je typická svým polštářkovitým vzhledem a pěti krátkými cípy.

Maličký tříploutvovec *Tripterygion delaisi*.

Kreveta *Palaemon serratus* je aktivní hlavně v noci, ale v expozici byla i ve dne k nepřehlédnutí.

Tomuhle říkám „sbírka všeho možného“.

Laboratoř. Pro mě nejzajímavější část celé expozice – a jak můžete vidět, nebyla jsem zdaleka jediná, koho bublající nádoby a „barevná voda“ zaujala. V kuželech nahoře byla opravdu obarvená voda, jinde ale probublával skutečný plankton. Ten sloužil ke krmení larev různých druhů živočichů (viz dále). Podobné miniexpozice, které nám dávají možnost nahlédnout do zákulisí a ukážou něco z práce spojené s odchovy a provozem akvária, jsou velmi atraktivní.



Fytoplankton, zooplankton a larvy ryb a bezobratlých. Vše je předvedeno jen prakticky, chybí tu nějaké vysvětlení, na co se vlastně díváme a čím je to pozoruhodné. Zajímavé je to ovšem i samo o sobě :-).

Životní cyklus krevet *Palaemonetes varians* tady v Barceloně zkoumají už několik let.

***Leptomysis* sp. Maličtí tvorové, ale zaujali mě asi ze všeho nejvíc.**

Kreveta *Lysmata seticaudata* a pod ní hadice černá (*Ophiocomina nigra*).

Listorožec *Scyllarus pygmaeus* je příbuzný langustám. Měřil sotva tři centimetry a o moc více ani nedorůstá.

Hvězdice *Echinaster sepositus* může mít rozpětí ramen až 30 cm.

Vajíčka dvou druhů žralůčků: máčky skvrnité (*Scyliorhinus canicula*) a máčky velkoskvrné (*S. stellaris*).

Koníci *Hippocampus guttulatus*.

V odchovných nádržích byla směska různých mladých rybek, většinou v malém počtu – zato ve spoustě (dospělé) artemie :-).

Nádrž zobrazující deltu řeky Ebro. Nádherná, s velkou prostorovou hloubkou. Dominují v ní vyzy, ale skvělá byla i skupina úhořů vykukujících z úkrytu u dna.

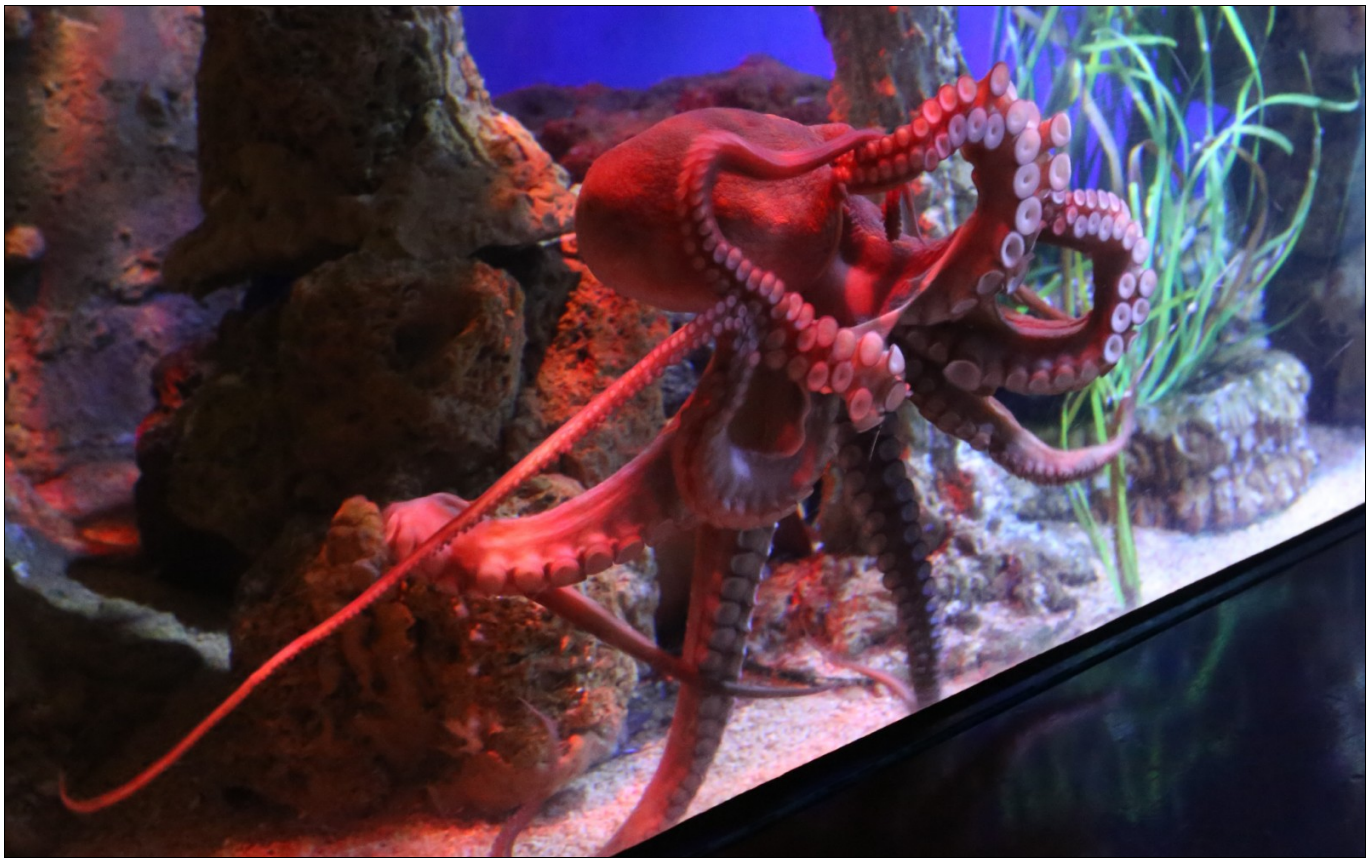
Tráva *Posidonia oceanica* je endemitem Středozemního moře a na její porosty jsou vázaná celá společenství živočichů.

Tohle akvárium představuje mělké zóny s porostem řas. Z ryb jsou tu hojní kněžíci, parmice, očnatci, hlaváči a slizouni.

Tahle šestikubíková nádrž má teplotu okolo 15 °C a znázorňuje přechod od zarostlých mělčin ke korálům.

Korálový porost a v něm kanic červený (*Anthias anthias*), nezaměnitelná a velmi atraktivní ryba.

Parmovec *Apogon imberbis* tady hraje až druhé housle, nejnápadnější je korál *Paramuricea clavata*.

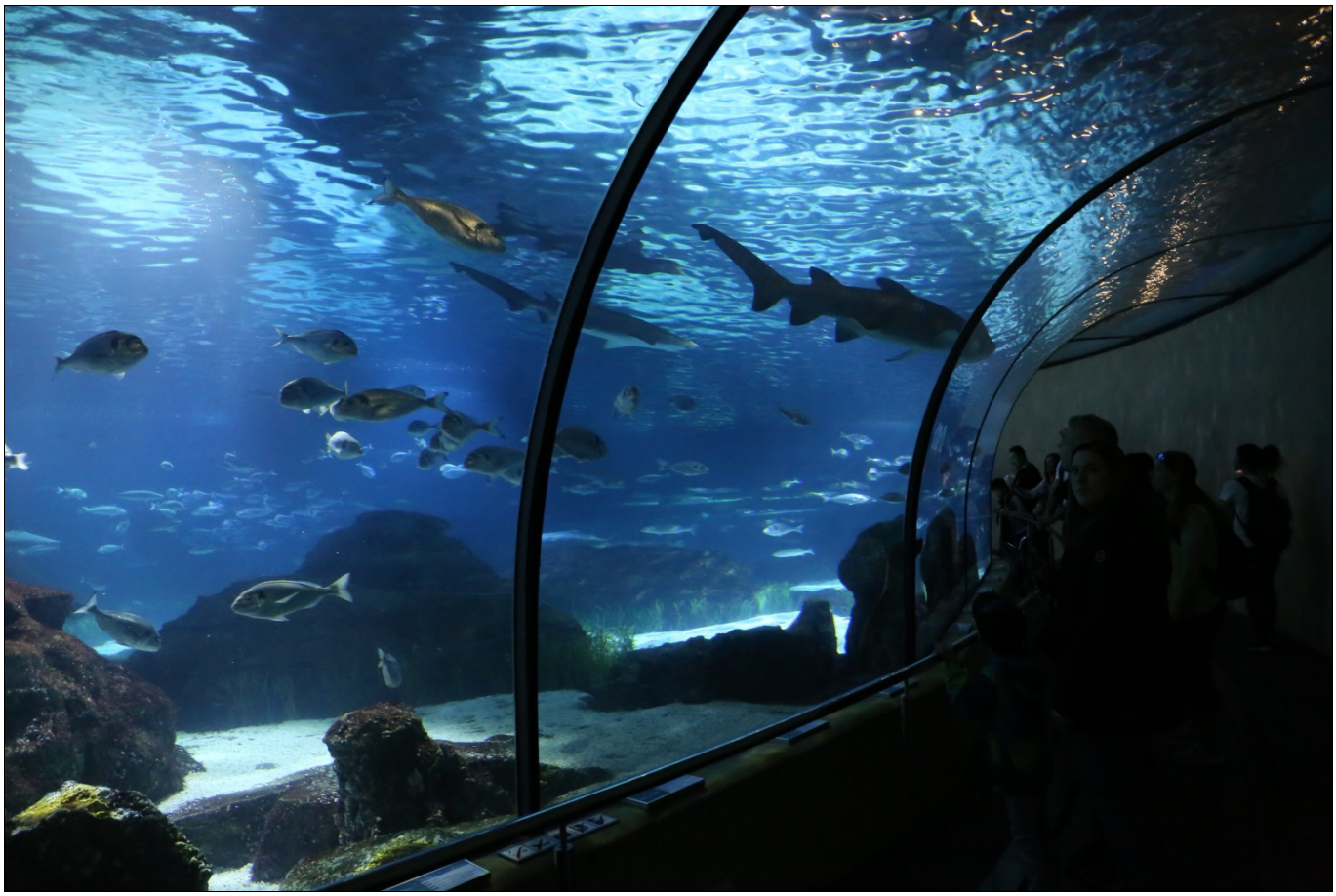


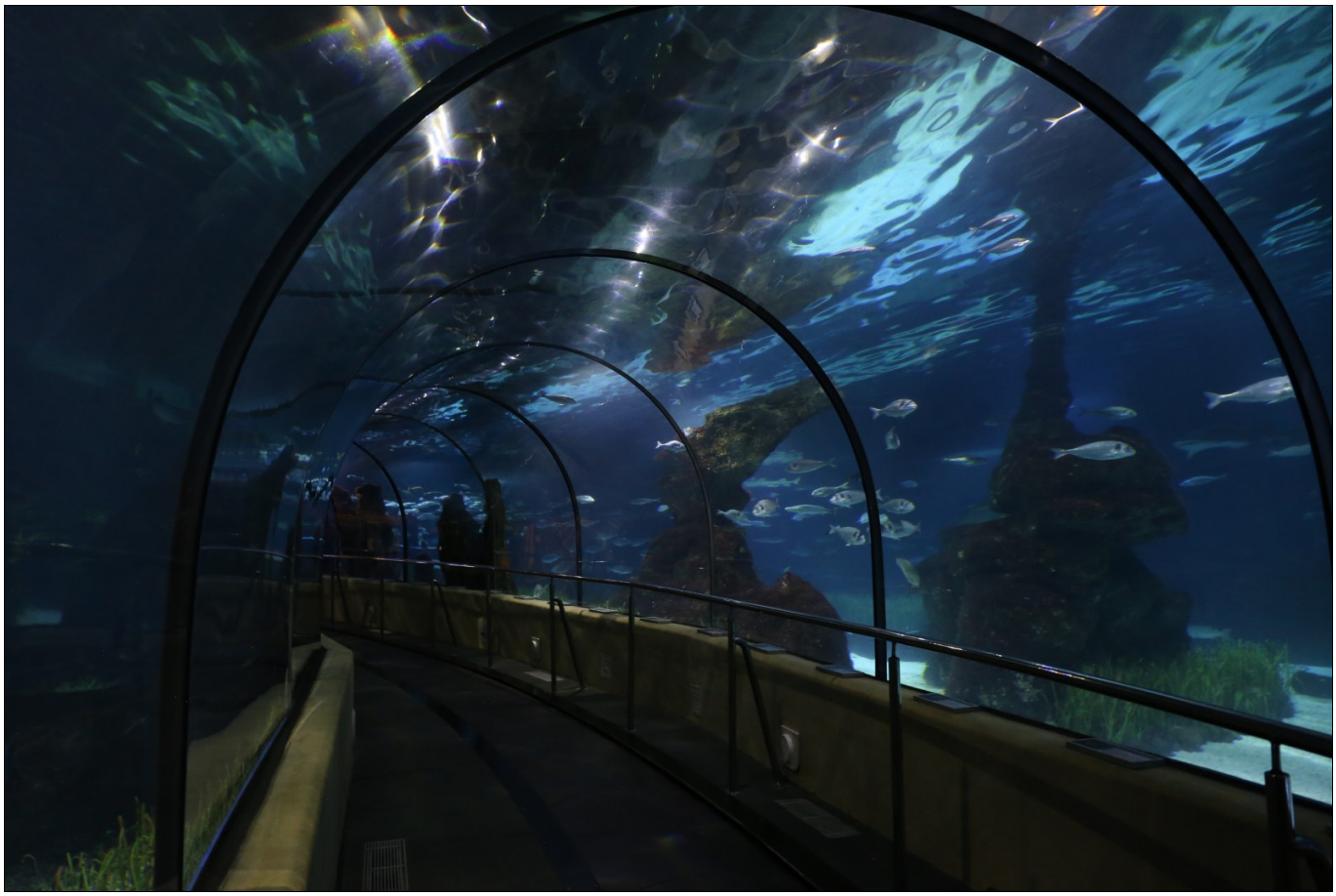
Chobotnici *Octopus vulgaris* není třeba představovat. Vyvolává pochopitelné nadšení, pokud své přísavky nalepí na sklo.

Skoro 40 000 l vody má nádrž pro pelagické ryby. Na snímku je kranas *Trachurus mediterraneus*.

Příbojová zóna a v ní očnatci, různí mořani a také sasanky.

Tohle už je pohled do největší nádrže s tunelem, tzv. Oceanária. Má objem 3,7 milionů litrů a obývají ho např. žraloci píseční a hnědí, různé murény, trnuchy a siby, kanicové, mořani, mořčáci… Moc pěkná podívaná z mnoha úhlů a pohledových oken. V tunelu můžete jen stát a podlaha s vámi pomalu ujíždí, nic vám ale nebrání z pohyblivého pásu vystoupit a kochat se déle. Tady se slovem prozatím z Barcelony rozloučím, závěrečnými snímky tohoto dílu můžete proklouzat vlastním tempem…





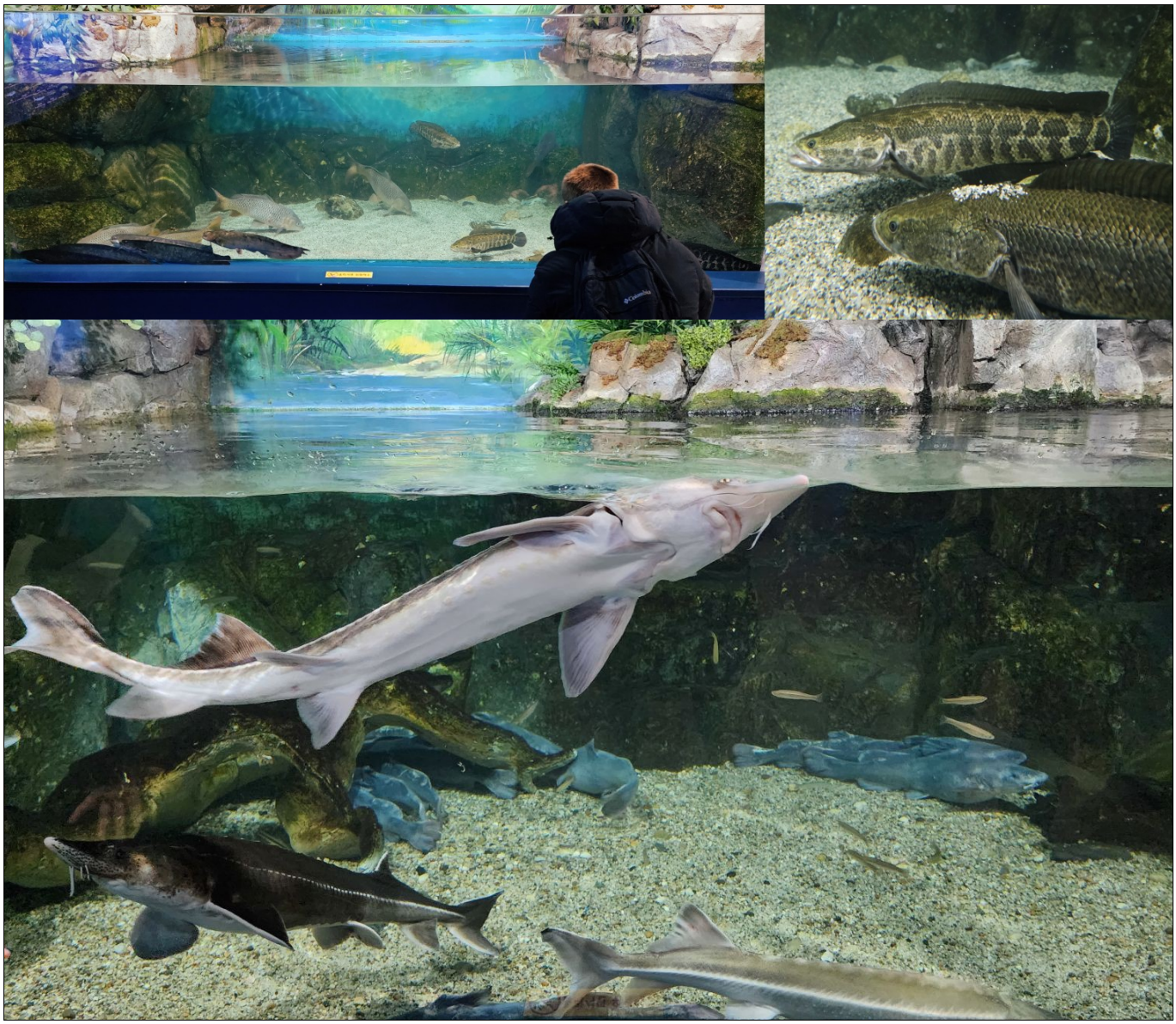
Korejská Akvária:

Gyeongpo Aquarium

Vojtěch Kubica

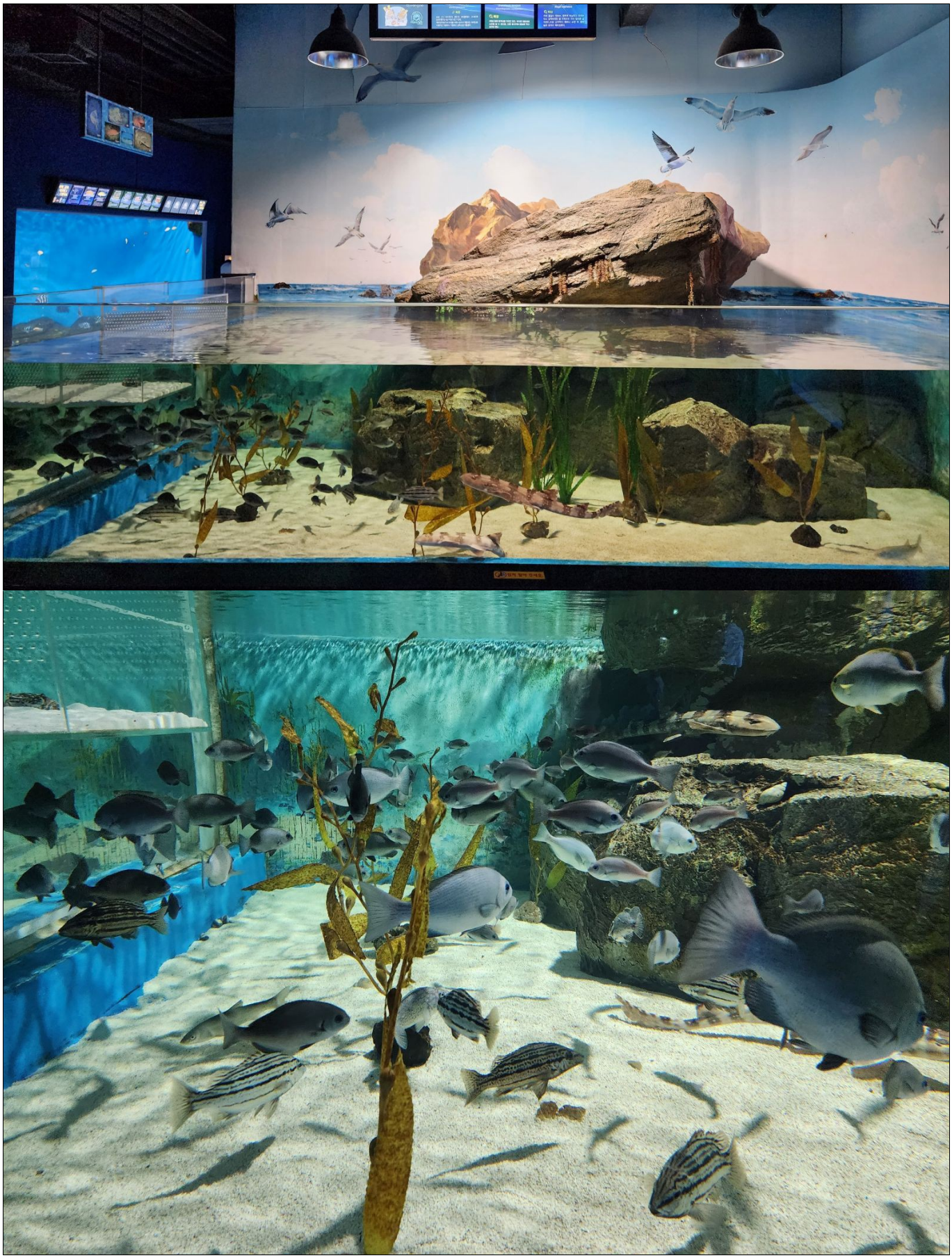
Jižní Korea se může pochlubit devatenácti veřejnými akvárii. V Soulu a jeho okolí se většinou nacházejí v podzemí nákupních center, jinde jde spíše o samostatné nebo vzájemně propojené budovy. Dnešní reportáž je něco jako předkrm – navštívíme Gyeongpo Aquarium na východním pobřeží u města Gangneung, poblíž druhého olympijského komplexu ze zimních her v roce 2018. Akvárium není velké, ale mé sympatie si získalo nejen vynikající kondicí svých exponátů, ale také povedenými informačními tabulemi. Slavnostně bylo otevřeno 31. 12. 2015 a rozkládá se na ploše 2 865 m². Expozice se rozprostírají ve dvou podlažích, v teplých měsících je navíc doplňuje venkovní část.

Akvárium má dva hlavní cíle – ochranu přírody a vzdělávání. Vzhledem k poloze je v centru pozornosti přilehlé jezero Gyeongpo o rozloze 126 hektarů, které propojuje sladkovodní systém s mořem. Tato vodní plocha je významným zimovištěm a hnízdištěm stěhovavých ptáků a je chráněna zákonem.



Po vstupu návštěvníka přivítají sladkovodní akvária představující typické ryby z jezera. V jednom z nich se kromě kapra a sumce amurského (*Silurus asotus*) nachází také nepůvodní hadohlavec skvrnitý (*Channa argus*). V dalším dominuje skupina kriticky ohrožených jeseterů čínských (*Acipenser sinensis*), které doplňují střevle ostrohlavé (*Rhynchocypris oxycephalus*) a lokálně vyhubení (nyní znovu vysazení) sumíčci dlouhorypí (*Tachysurus dumerili*).

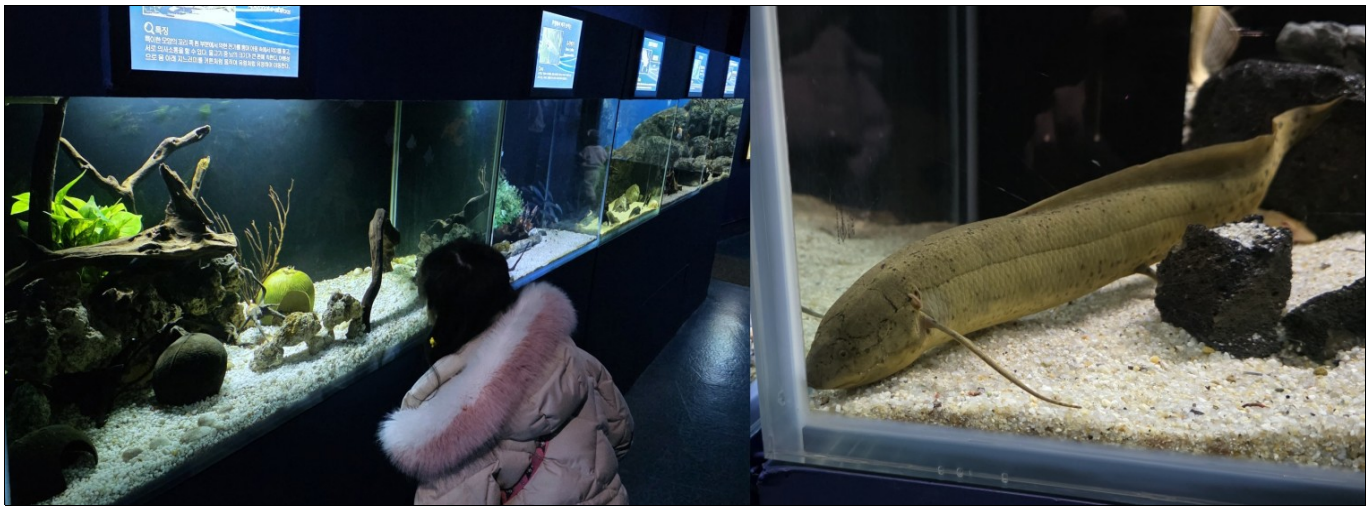
Menší nádrž s druhy běžnými v korejských jezerech a přítocích – tungie Herzova (*Pungtungia herzi*), tanakie kopinatá (*Tanakia lanceolata*), jelčík lesklý (*Coreoleuciscus splendidus*) a *Nipponocypris koreanus* – by na první pohled mohla klamat. Svým vzhledem totiž připomíná běžné tropické akvárium, což odpovídá i tomu, že se tyto druhy často objevují v nabídce místních akvaristických obchodů.



Pobřežní vody zde reprezentují hejna tloušťovek pobřežních (*Girella punctata)*, bručounů ostrorypých (*Rhynchopelates oxyrhynchus*) a cípalů hlavatých (*Mugil cephalus*). Doplňují je drobné druhy žralůčků.

Zajímavým kontrastem k biotopnímu pojetí bylo akvárium kombinující jezerní cichlidy z Afriky a Střední Ameriky.

Ve větších nádržích zaujaly piraně – nebylo jich mnoho, ale všechny přesahovaly délku 40 cm, což není běžné a zřejmě souvisí s chovem v zajetí. Informační tabule vyvracela rozšířené mýty o jejich „krvelačnosti“ a zároveň upozorňovala na jejich význam v jídelníčku obyvatel Amazonie. V jedné z nádrží pak sdíleli prostor albinotičtí pangasi spodnoocí s nožovci pestrými.

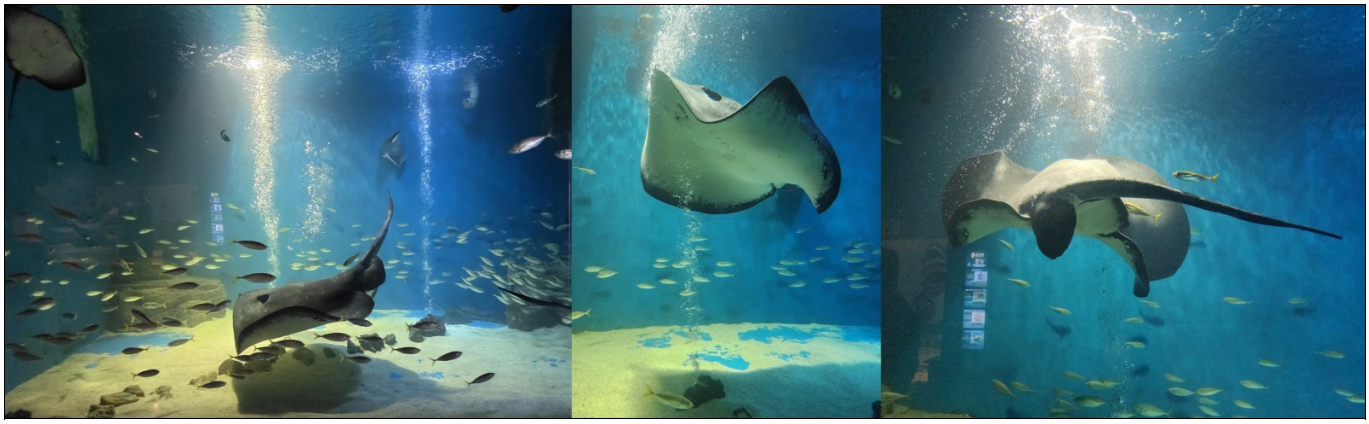


Středně velká sladkovodní akvária pak představovala spíše běžné druhy, jako jsou sumci sklovití, skaláry, axolotli – a na závěr moc zajímavý zástupce: bahník západoafrický (*Protopterus annectens*).

Úhoř mramorovaný (*Anguilla marmorata*), největší zástupce čeledi úhořovitých, se přirozeně vyskytuje v oblasti Indo-Pacifiku a okrajově zasahuje i k jihokorejskému pobřeží. Zaujala mě přehledná tabule s výčtem podlouhlých ryb žijících v korejských vodách – po krátké debatě s místními jsem si ověřil, že většinu z nich lze skutečně sehnat (a ochutnat) i na místních rybích trzích.

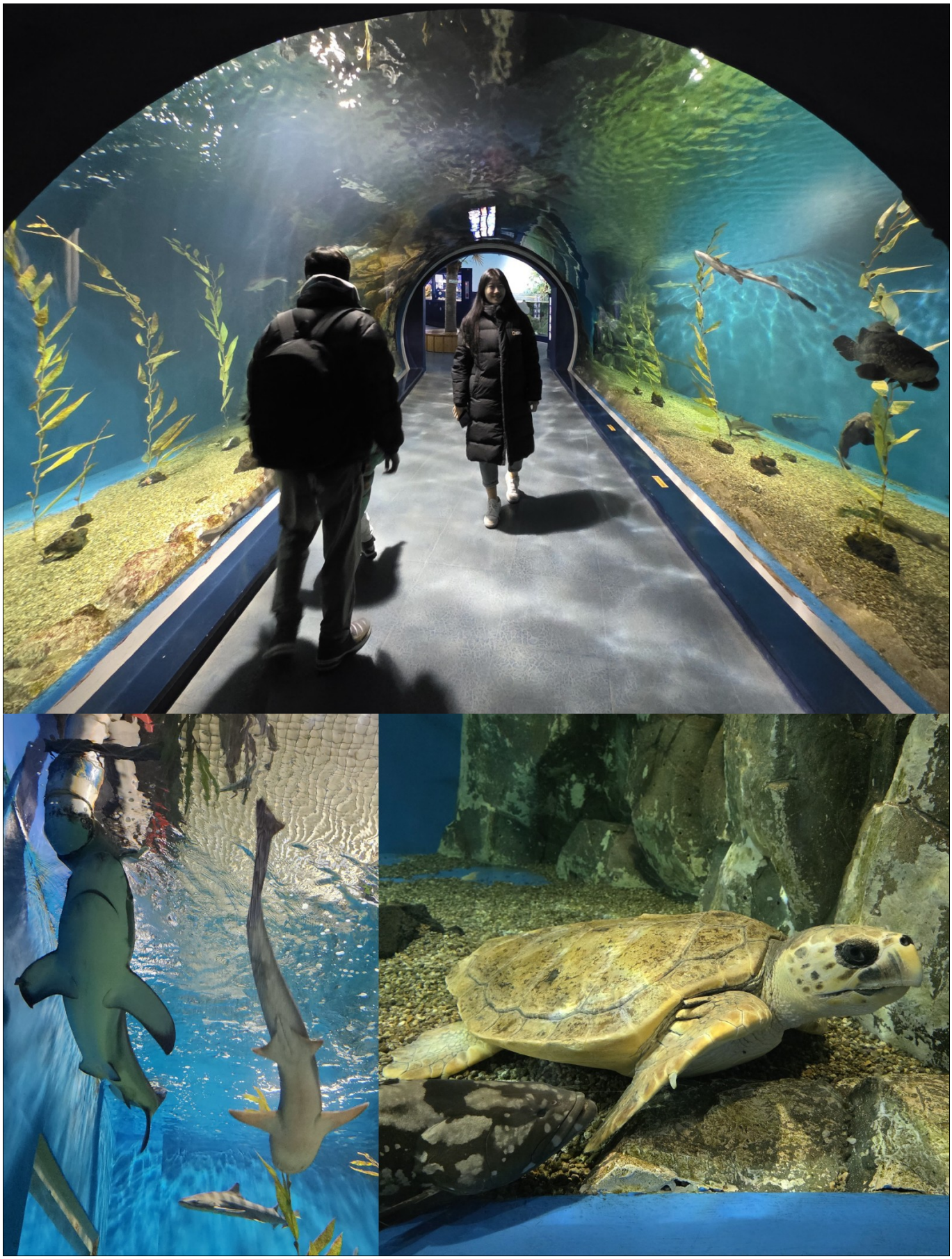
První patro končí třemi akvárii s poměrně střídmou obsádkou – jedná se o modelové biotopy, které lze v korejských vodách spatřit při potápění. Poslední z nich reprezentuje biotop v okolí souostroví Tokdo.

Přesun do druhého patra zpestřuje loďka symbolicky přepadená želvami poloostrovními (*Pseudemys peninsularis*) a schodiště samotné zdobí umělé manty.

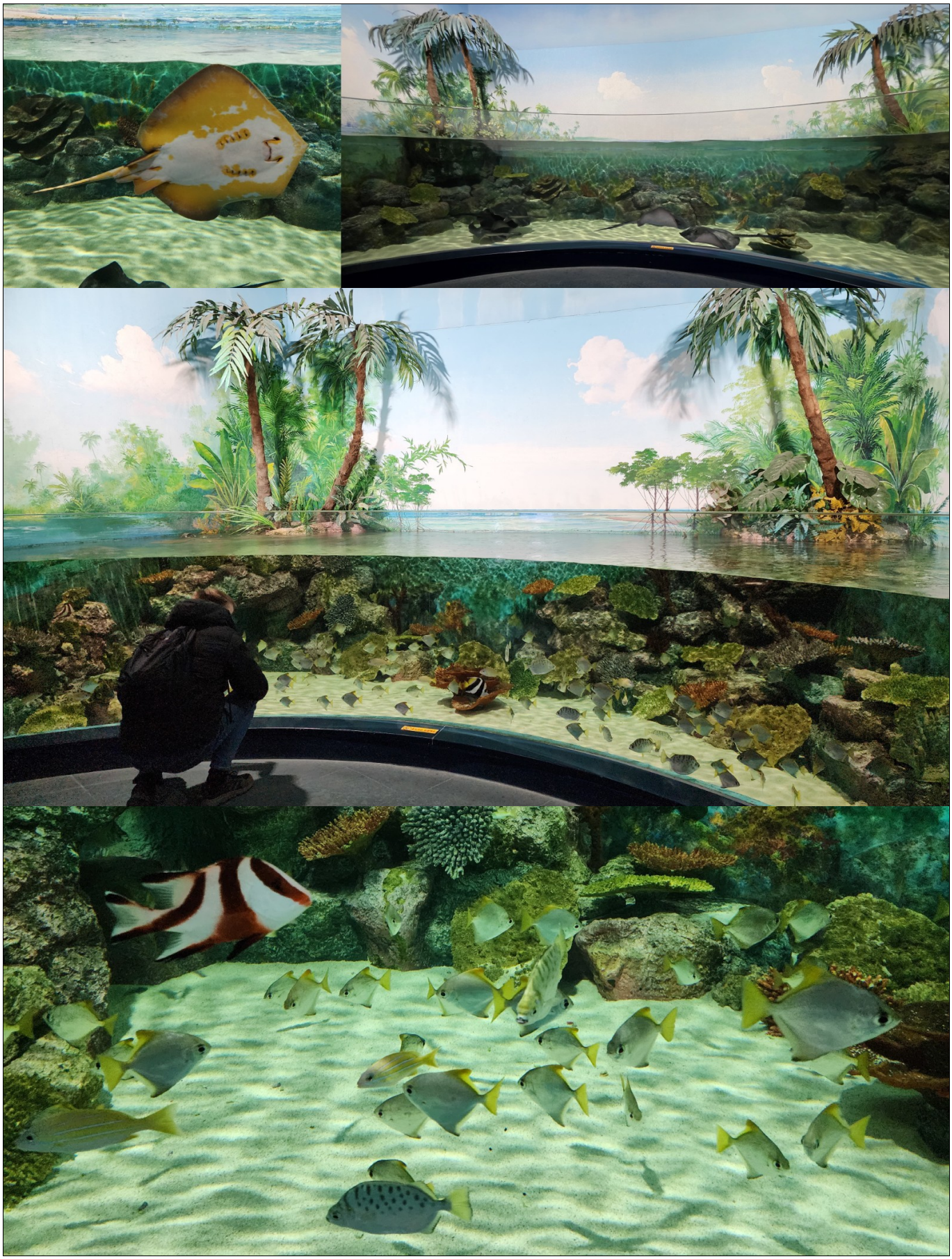


Ačkoliv se živé manty do prostor nevešly, jejich „zástupkyně“ – obrovská trnucha Matsubarova (*Dasyatis matsubarai*) v akváriu o objemu v řádu stovek tisíc litrů na fotografii – se pyšnila diskem o průměru téměř dvou metrů a s gustem využívala vzduchování jako bublinkovou masáž.

Nechyběly ani interaktivní nádrže s hvězdicemi a garami rudohnědými (*Garra rufa*) – stálice všech veřejných akvárií.

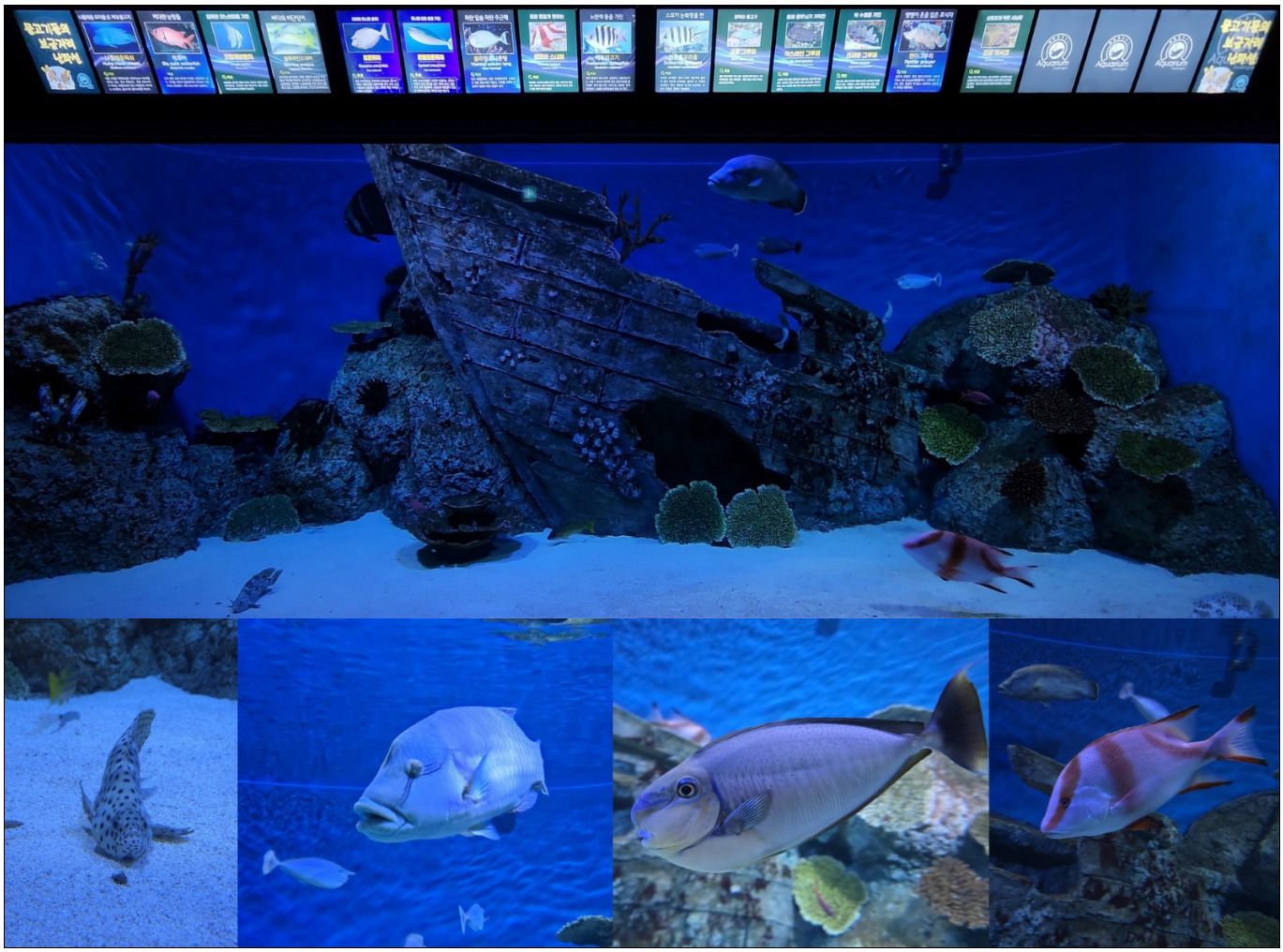


Místní mořský tunel sice patří k menším (měří zhruba 10 metrů), ale i tak v něm najdeme několik druhů žraloků, kaniců a jednu mořskou želvu.



Dvě protilehlé vyduté nádrže ovládala skupina trnuch a hejno okatců stříbřitých (*Monodactylus argenteus*). V nižším počtu je doplňovali další menší zástupci pobřežních druhů.

Ačkoliv akvárium na fotografii tematicky směřuje do tropických korálových útesů, díky oteplování oceánů se podobné biotopy začínají formovat i u jihokorejského ostrova Jeju.



Jedním z nejpůsobivějších prvků byla nádrž věnovaná oceánskému dnu s dominantou v podobě vraku dřevěné lodi. Intenzita přítmí byla zvolená perfektně – jakmile si oči zvykly, vznikl skutečně pohlcující dojem mořských hlubin. Na fotkách zleva kanic tečkovaný (*Cromileptes altivelis*), pyskoun obrovský (*Cheilinus undulatus*), bodlok Vlamingův (*Naso vlamingii*) a chňapal císařský (*Lutjanus sebae*).

Předposlední část patřila akváriím „domácích“ rozměrů. Byli zde k vidění perutýni pestří (*Pterois lunulata*), ježíci, úhořovci, klauni, parmovec příčnopruhý (*Sphaeramia nematoptera*) a fascinující muréna nosatá (*Rhinomuraena quaesita*).

Poslední expozici ovládli tučňáci Humboldtovi – návštěvníci je milují. O zábavu se staraly jak jejich hierarchické půtky, tak zvědavé okukování kolemjdoucích.

Před odchodem se ještě s návštěvníky loučí hejno hladových kaprů, kteří se v teplých měsících přesouvají do venkovní části akvária.

65. číslo *Akvária*

vyjde na podzim roku 2025

e-akvarium.cz

L'Aquàrium Barcelona

(Foto: Markéta Rejlková)