

Biologické invaze ve sladkovodním prostředí v Indonésii

Indonésie je největším ostrovním státem na světě. Rozkládá se na více než 17,5 tisíce ostrovech a ostrůvcích v jihovýchodní Asii, přičemž některé z nich nejsou obydlené člověkem a ty menší v důsledku seismické a vulkanické činnosti dokonce průběžně vznikají i zanikají. Region se tedy do značné míry dynamicky mění. K tomu se přidaly antropogenní zásahy, především odlesňování, znečištění, manipulace s vodním režimem, povrchová těžba a v neposlední řadě zavlékání mnohých nepůvodních druhů z rostlinné i živočišné říše, které zde nacházejí vhodné podmínky k životu a stávají se invazními. Nechybějí mezi nimi ani druhy akvarijní a akvakulturní, které jsou předmětem našeho zájmu. V rámci spolupráce mezi Českou zemědělskou univerzitou v Praze a IPB University v Bogoru byly v letech 2021 a 2023 založeny dvě pracovní skupiny – The Indonesian Crayfish Research Group (Indonéská výzkumná skupina pro raky) a The Indonesian Centre for Research on Bioinvasions (Indonéské centrum pro výzkum bioinvazí) – které se zaměřují na monitorování nepůvodních a invazních druhů a navrhuji opatření vedoucí k jejich regulaci.

Trend zavlékání nepůvodních druhů a též translokace endemitů jednotlivých ostrovů na jiné ostrovy v rámci Indonésie započal už v koloniální éře, kdy byl tento nyní

samostatný stát nizozemskou kolonií zvanou Holandská východní Indie, indonésky Hindia Belanda. Kolonii zřídila v 17. a 18. století nizozemská Východoindická spo-

lečnost, která vyvážela z dnešní Indonésie do Nizozemska různé komodity, především koření, cukrovou třtinu a kopru (sušené jádro kokosového ořechu, z něhož se vyrábí kokosový olej). V 19. století se kolonie po zániku Východoindické společnosti dostala pod přímou správu nizozemské vlády. Centrem exportu byla Batavia (dnešní Jakarta) a přístavy jako Cirebon a Surabaja na Jávě, zboží však bylo svázeno i ze Sumatry a dalších ostrovů. Opačným směrem, z Evropy do Holandské východní Indie, putovaly na lodích společnosti mnohé organismy, které se následně v tomto regionu jihovýchodní Asie uchytily. Příkladem lokální translokace – i když pojem lokální je v případě tak obrovské země poněkud nepřesným označením – se stalo založení botanické zahrady ve městě Bogor na Jávě v r. 1817 (obr. 1). Bogorská botanická zahrada je nejstarší svého druhu v jihovýchodní Asii a její přispění pro vědu a výzkum je bezesporu významné. Rozkládá se na ploše 87 hektarů a lze v ní vidět přibližně 14 tisíc exemplářů rostlin řady druhů. Mnohé z nich však patří mezi nepůvodní. Vzhledem k tomu, že zahrada je z větší části situována pod otevřeným nebem, unikají tyto rostliny velice snadno do okolí. A co je původní na Sumatře, Sulawesi nebo Bali, nebývá původní na Jávě.

Specifika sladkovodního prostředí

Pokud přesuneme pozornost na vodní prostředí, není bez zajímavosti, že Indonésie je jedním z hlavních producentů a vývozců sladkovodních živočichů určených pro

1 Bogorská botanická zahrada založená Casparem Georgem Carlem Reinwardtem v r. 1817 na indonéském ostrově Jáva místy připomíná prales.





chov v akváriích (Novák a kol. 2025). Kromě exportu má však velký význam i domácí trh (obr. 2). Ten je ale obtížné podrobně sledovat, a tak se při hodnocení celkové produkce můžeme spolehnout jen na odhady a poněkud děravou statistickou evidenci. Jedno je jisté, celkově se v Indonésii ocitne na trhu ohromné množství akvarijních ryb i bezobratlých (Yuliana a kol. 2021). Tito živočichové jsou zčásti odchytávání v přírodě, zčásti odchováni v akvakultuře.

Ačkoli by se zdálo, že Indonésie bude těžit především z velmi bohaté místní fauny a v přírodě se tedy loví druhy původní, není tomu tak vždy. Příčinné Javánci, Sundánci, Dajáci, Minangkabauy, Sasaky a příslušníci dalších z více než 300 místních etnik totiž napadlo, že využijí přírodních tropických klimatických podmínek a hydrologické situace a vybrané druhy akvarijních živočichů začnou chovat v četných jezerech, řekách, potocích, dokonce na rýžových polích. Využívají síťové klece, v některých případech však svůj záměr realizují čistě v přírodních podmínkách (obr. 3). Tito lidé s obchodním duchem často vypouštějí do vod ve svém okolí mláďata nepůvodních cichlid, sumců, živorodků a mnohých dalších ryb, stejně jako bezobratlých včetně raků pocházejících z různých koutů světa. Poté, co vyrostou, se je snaží odlovit a prodat. Aby byl tento postup výnosný, je nutné vypustit velké množství mladých jedinců. Na jednom místě a ve stejný čas se jich tak ocitne opravdu hodně, a to je nejlepší cesta k založení etablované populace nepůvodního druhu. Netřeba zdůrazňovat, že mnohé vypuštěné živočichy se odchytit nepodaří a mohou se začít množit a šířit do okolí. V tomto ohledu se situace zásadně liší od úniků a náhodných vypuštění akvarijních živočichů v Evropě nebo USA, kdy se do přírody dostane v jednu chvíli zpravidla nemnoho jedinců daného druhu. Příliš nepomáhá nedostatečná národní legislativa, přičemž chovy akvarijních živočichů souhrnně označované jako ikan hias jsou indonéskou vládou přímo podporovány a jejich zakládání na přírodních lokalitách víceméně není regulováno. A chovají se dokonce druhy, které jsou zakázané, např. africká jezerní cichlida mbuna pestrá (*Melanochromis auratus*, Patoka a kol. 2018). A aby toho nebylo málo, mnohé druhy

nacházejí využití nejen v akváriích, ale slouží i ke konzumaci, v případě raků také jako rybářské nástrahy, takže se šíří i tímto způsobem (Akmal a kol. 2024b).

Není tedy divu, že je Indonésie bohatá nejen na faunu původní, ale zároveň na nepůvodní a invazní. Mnohé druhy, které obyvatelé české kotliny považují za exotické a schopné přežít jen ve vytápěných akváriích, se v Indonésii vyskytují ve volné přírodě, prosperují a množí se. Na některých místech, jako je jezero Poso v provincii Střední Sulawesi, bylo napočítáno dokonce více invazních druhů ryb než těch původních (Herder a kol. 2022). Některé jsou rozšířené už na mnoha ostrovech a v mnoha povodích, mezi ně řadíme z ryb především jihoamerické krunýřovce rodu glyptoper (*Pterygoplichthys*), středoamerické kančičky rodu *Amphilophus*, *Vieja* a jejich křížence známé jako flowerhorn, z koryšů jde o raka červenoklepetého (*Cherax quadricarinatus*, obr. 4) původem z Austrálie a Nové Guineje, z měkkýšů akvatické plže ampuláry opět jihoamerického rodu *Pomacea* (obr. 5). Zmínění živočichové jsou příkladem druhů především z okrasné akvakultury. Oproti tomu kapři (*Cyprinus*), které vnímáme jako tradiční českou vánoční rybu, se do přírody v Indonésii dostali z akvakultury produkční. Na maso jsou chováni i afričtí tlamouni rodu *Oreochromis*, známí jako tilapie – stali se patrně nejrozšířenějším invazním druhem v této oblasti, v současnosti jsou etablováni na území více než 28 indonéských provincií z celkem 38.

Invazně se projevující ryby a bezobratlí působí negativně na původní biotu Indonésie v mnoha ohledech, přímo i nepřímo. Mezi přímé dopady patří především predace a kompetice o zdroje. Např. výše zmíněný flowerhorn doslova vyžirají sulaweská jezera (Herder a kol. 2012). V některých z nich již zcela zmizeli pelagické krevety a drobní plži rodu *Sulawesidrobia*, v problémech se ocitli mnozí krabi i ryby. Dramatický pokles početnosti divokých populací byl registrován i u populárních akvarijních živočichů, jako jsou krevetka *Caridina dennerli* a krab *Parathelphusa pantherina* (blíže viz Rejlková a Iqram 2024). Vzhledem k tomu, že jde často o endemity velmi malých území, kteří se v chovu nemnoží vůbec, nebo jen sporadicky, je možné, že řadu z nich v blízké budoucnosti v přírodě ztratíme a následně zmizí i z akvárií. Proto je velmi žádoucí organizovat záchranné chovy – v tomto ohledu je patrně celosvětově neaktivnějším subjektem Sulawesi Keepers (<https://sulawesikeepers.org>), nezisková organizace zaměřená právě na ohrožené druhy z ostrova Sulawesi. Není bez zajímavosti, že ji společně s Indonésany spoluzakládali a také nadále vedou čeští chovatelé a výzkumníci v čele s kurátorkou ryb, plazů, obojživelníků a bezobratlých ze zoo Ostrava Markétou Rejlkovou.

Mezi nepůvodní predátory s invazním potenciálem lze zařadit i jednu z největších sladkovodních kostnatých ryb na světě – arapaimu velkou (*Arapaima gigas*),



2 Akvaristika je v Indonésii populární volnočasovou aktivitou i ekonomicky významným odvětvím.

3 Síťové klece v zemním rybníčku na Jávě, kde se chovají středoamerické živorodky rodu *Xiphophorus* a jihoasijské čichavci rodu *Trichogaster*.

4 Rak červenoklepetý (*Cherax quadricarinatus*) je na indonéském ostrově Lombok invazním druhem.

5 Akvatičtí jihoameričtí plži ampulárky rodu *Pomacea* lepí hrozny růžových vajec na vegetaci a různé předměty nad vodní hladinou.

6 Čerčenem vylovení severoameričtí raci červení (*Procambarus clarkii*) jsou na této lokalitě na Jávě záměrně chováni v rybnících. Jsou přenašeči v Indonésii nepůvodního patogenu hnilečku račího (*Aphanomyces astaci*), který je původcem račího moru. Snímky J. Patoky

jejíž populace byla objevena na východě Jávy v řece Brantas. Tato třímetrová dravá ryba je ve svém původním areálu v Amazonii ohrožena vyhubením, a je proto minimálně diskutabilní, zda by se měla zmíněná nepůvodní populace eradikovat – jde tedy o ochranný paradox (Biodiversity conservation paradox). Na tomto příkladu lze doložit, jak je problematika biologických invazí komplikovaná a jednoduché řešení často neexistuje. A je třeba mít ještě na paměti, že eradikační zásah se mnohdy nepovede, je neefektivní nebo jsou významně zasaženy i necílové druhy včetně cenných původních endemitů.

V rámci konkurenčního zápasu o zdroje, jako jsou potrava, úkryt nebo vhodné místo pro reprodukci, dochází k vytlačování původních druhů invazními mimo jejich optimum. Tyto druhy jsou nuceny opustit nejlepší podmínky pro život a začínají strádat. Ještě zřetelněji než u živočichů to vidíme u rostlin. Jihoamerická tokozelka nadmutá (*Pontederia crassipes*, syn. *Eichhornia crassipes*, obr. na 3. straně obálky), zvaná též vodní hyacint, fialově kvete a řapíky jejích listů jsou zduřelé a vyplněné porézním pletivem zadržujícím vzduch, díky čemuž plave na hladině. Jako oblíbená okrasná rostlina byla zavlečena do mnoha tropických oblastí světa, kde se rychle zabydlela. Rozrůstá se opravdu rychle a přibližně za dva týdny dokáže zdvojnásobit svou biomasu. Snadno tak pokryje celou hladinu a kromě toho, že naruší výměnu plynů mezi vzduchem a vodou, odebírá rostlinám pod hladinou zásadní zdroj, tedy sluneční svit. Tokozelka je jednou z nejinvaznějších rostlin na světě a zcela dominuje na mnoha lokalitách, kam byla zavlečena nebo se nějakým způsobem sekundárně rozšířila (více i v Živě 2018, 5: 220–225). V Indonésii roste a bují v podstatě všude, od Sumatry až po Novou Guineu, v nížinách i horských tůňích, v oblastech urbánních i rurálních.

Patogeny a další rizika invazních druhů

Spolu s invazními druhy dochází i k zavlečení jejich patogenů. V r. 2017 byla u invazních severoamerických raků červených (*Procambarus clarkii*, obr. 6) chovaných v soustavě venkovních rybníků ve vesnici Pasir Angin (v českém překladu znamená



něco jako Váté Pískovice) na Západní Jávě poprvé v jihovýchodní Asii detekována oomyceta hnileček račí (*Aphanomyces astaci*), patogen způsobující račí mor (Putra a kol. 2018). Vůči této nemoci jsou vnímaví všichni raci, kteří nepocházejí ze Severní Ameriky (blíže také v Živě 2013, 1: 31–34) – ale nejen oni, jak se ukazuje, i někteří krabi a krevety. Ohroženi tak jsou nejen původní korýši včetně druhové početné skupiny novoguinejských raků rodu *Cherax*, ale potenciálně i akvakulturně chované druhy. Štěstí v neštěstí, dalo by se říci, jelikož jakmile hrozí ekonomická ztráta, kterou by propuknutí infekce račího moru v akvakultuře jistě přineslo, vzbudí to v Indonésii mnohem víc pozornosti, než když hrozí „jen“ úbytek divokých populací nějakého zdánlivě nevýznamného druhu. V současné době se proto tvoří protokol na monitoring a hlášení případného výskytu račího moru a jeho severoamerických hostitelů v rámci celé země. Raci červení jsou v Indonésii trochu překvapivě chováni pouze pro akvarijní trh, i když jinak jde o nejkonsumovanějšího raka na světě.

Ještě více pozornosti pak upoutá invazní druh, který může přímo ohrozit zdraví člověka. V již zmíněné řece Brantas byly kromě arapaimy nalezeny dva druhy jihoamerických sladkovodních trnuch rodu *Potamotrygon* – *P. motoro* a *P. jabuti*. Tito rejnoci jsou v mnoha zemích včetně České republiky populárními a drahými akvarijními živočichy. Vzhledem k tomu, že mají



na ocase jedový trn, dojde každoročně vinou neopatrné manipulace s dotýknými parybami k bodnutí několika akvaristů, kteří pak bojují s bolestivým otokem. Rybáři chytající trnuchy na udici v řece Brantas však o možném nebezpečí zřejmě nevěděli a došlo k bodnutí jednoho z nich do předloktí – po dvou dnech v nemocnici přirovnával bolest k bodnutí dýkou. Osud trnuch v řece Brantas zůstává neznámý, ve své domovině v Jižní Americe ale rychle ubývají. I toto je tedy ochranný paradox.

Pokud však není ohroženo jen lidské zdraví, ale invazní druh škodí i hospodářsky, hovoří se o škodách socioekonomických. Zmínění plži ampulárky rodu *Pomacea* žijí pod vodou, hrozny růžových vajec však lepí na předměty nad hladinou – na větve, listy, ale stejně tak třeba na zábradlí a plovoucí tokozelky. Ampulárky nejsou vůbec vybíravé a dokážou se přizpůsobit velice různorodým podmínkám. Obývají i rýžová pole, kde s nadšením a nevidanou chutí požírají semenáčky rýže. Tím přímo ohrožují indonéské zemědělství, pro něž je rýže nejdůležitější plodinou. Podobný dopad má zavlečení krabů *Parathelphusa convexa* na Západní Sumatru do okolí města Payakumbuh. Tito krabi likvidují rýži jako takovou, a navíc hloubí nory a způsobují tím netěsnost hrází rýžových polí. Druh je na Sumatře invazní, přitom je původní na Jávě. Jde tedy o příklad biologické invaze v rámci jednoho státu. Netěsnost hrází může hrabáním způsobovat i rak červenoklepetý, jenž je v rámci Indonésie původní jen na jihu Nové Guineje, avšak projevuje se invazně na mnoha dalších ostrovech včetně Jávy, Sumatry, Sulawesi a Lomboku, kde uniká do přírody z venkovní akvakultury. K rybám způsobujícím socioekonomické škody patří rovněž jihoameričtí krunýřovci, kteří mají tak ostré trny na hřbetní a prsních ploutvích, že prořezávají vrhací sítě.

Jak jsme psali úvodem, v rámci spolupráce mezi Českou zemědělskou univerzitou v Praze (reprezentovanou prvním autorem tohoto článku) a IPB University v Bogor (reprezentovanou prof. Yonvitnerem, Suryou Genthou Akmalem a prof. Ernanem Rustiadim) byly v letech 2021 a 2023 založeny dvě pracovní skupiny. V rámci jejich činnosti jsou monitorovány nepůvodní a invazní druhy a navrhována opatření vedoucí k jejich regulaci. Práce je to složitá a mnohdy až sisyfovská. S ohledem na bohatou indonéskou endemickou faunu a její ochranu je však naší povinností snažit se o kontrolu a eliminaci invazních druhů, takže hodláme vytrvat a aktivně se zapojovat i nadále.

Financováno z projektu CH-V2-38 Krása bez hranic – hrozba bez kontroly podpořeného Švýcarskem prostřednictvím Programu švýcarsko-české spolupráce.

Seznam použité literatury uvádíme na webové stránce Živy.