

Rytíř našich vod

Na stěně ve své kanceláři má vystavené krunýře velkých raků. Za jeho pracovní židli v akváriu rak. V knihovně knihy o racích a v laboratoři ve sklepě... můžete hádat. Desítky klepet, která pozoruje stále se stejným zaujetím, jako když před lety s anténou v ruce jezdil na místa, kde sledoval putování vysílačkou označených invazních raků, aby zmapoval šíření račího moru. Profesor Pavel Kozák má sen – spatřit v přírodě největšího sladkovodního raka – 4 až 6 kg vážícího veleraka tasmánského (*Astacopsis gouldi*).

text MAREK JANÁČ

Co je na racích tak fascinujícího, že se jim profesně věnujete už téměř dvacet let? — Podle mě jde o opravdu zajímavého živočicha, na kterém i po tak dlouhé době stále objevují nové věci. Případá mi jako rytíř našich vod, který mne neustále překvapuje. Že ale nejsem blázen nebo postižený, mi dokazuje to, že pokud někde vyprávím cokoli o jeho životních strategiích, tak to lidi zajímá.

O čem nejraději vyprávíte? — O únikových reakcích. Pokud rak vidí nebezpečí zepředu nebo se ho nějaký predátor zepředu dotkne, začne pohybovat všemi články zadečku a úniková reakce je velmi rychlá - směrem dozadu. Pokud ale to podráždění přijde zezadu nebo z horní části, aniž by rak zdroj podráždění viděl, podráždí se mu jenom několik nervových ganglií a jeho tělo se prudce vymrščí směrem vzhůru.

To se vám hodí při lovu raků. — Ano, využívám toho. Stačí mít sítku a vědět kde a jak raka mírně podráždit a úspěšnost odchytu mám hned mnohem větší.

Zajímavé je jistě i svlékání raků. Pro mne bylo fascinující vidět ve vaší laboratoři raka žrát svůj svléknutý krunýř. — To dělají proto, aby si vylepšili bilanci minerálních látek. Ty totiž budou potřebovat na nový krunýř. Zajímavý objev učinil jeden

můj kolega, který zcela náhodou objevil, že někteří raci si dokonce svůj svleček zahrabávají a schovávají si ho na horší časy. Je to jedno z etologických pozorování, které nikdo předtím nikde nepublikoval.

Tu vašeň pro raky jste v sobě měl už jako kluk? — Jako dítě jsem nepropásl žádnou příležitost být u výlovu rybníků a měl jsem štěstí, že jsem vyrůstal ve vesnici blízko Pacova, kde byli i raci. Přiznám se, že jsme si je kdysi s kamarády i uvařili, to už asi byli chránění, ale to jsme jako děti nevěděli. Tehdy by mne ale rozhodně nenapadlo, že se jednou raci stanou mojí obživou.

Co to bylo za druh si ještě vybavujete? — Naprosto přesně vím, že to byl rak říční.

Láska prochází žaludkem. — Vlastně ano. Dnes vidím, že aktivní ochrana raků nejlépe funguje v zemích, kde jsou předmětem komerčního zájmu. Firmy totiž mají samy zájem na tom, aby se daný živočich vyskytoval i ve volné přírodě v co nejhojnějším počtu, proto samy aktivně přispívají na jeho ochranu.

Druhý aspekt je veřejný: pokud si dovedu pod tím živočichem něco představit - v tomto případě třeba to, že skončí na talíři a je chutný - tak dostanu-li informaci, že je něčím ohrožen, možná si více uvědomím co ztratím. U nás plno lidí ani neví, že

v potocích nějací raci jsou; nevědí, proč jsou pro životní prostředí důležití. Když se pak stane, že rak z přírody začne mizet, nic to pro ně neznamena, je jim to jedno.

Potom se ale může stát, že komercializací ochrany se více rozšíří nepůvodní druhy raků, na úkor původních, ne? — To není tak úplně jisté. Lidé budou chtít račí druhy rozlišovat sami, protože mezi nimi je velký rozdíl v kvalitě masa. Pokud porovnáme našeho raka říčního, patří kvalitou masa bezesporu mezi nejkvalitnější druhy, čemuž odpovídá i cena, která několikanásobně převyšuje maso raka červeného (*Procambarus clarkii*) který je předmětem celosvětového obchodu a tvoří 80 až 90 procent všech na světě konzumovaných raků.

Samozřejmě pak jsou druhy opravdu kriticky ohrožené, které ohrožujeme svou činností, a posouváme je na pokraj vyhynutí. U nich je samozřejmě otázka komerce nemyslitelná, tam bych byl opatrný.

Máte nějakou představu o aktuální početnosti raků v našich vodách? — Když jsme na jedné lokalitě dělali průzkum populace, vyšlo nám, že se tam vyskytují statisíce raků. Šlo přitom o několikahektarovou nádrž, kde se nám do průzkumných vrší chytalo až 110 raků najednou. Na jiných lokalitách, s relativně velkou početností, přitom chytíme do jedné vrše v průměru jen 5 až 10 raků. Populace nejsou všude stejně vitální, přesto se v celé republice bavíme řádově o milionech jedinců.

Je ale nutno říci, že je to stále výrazně a hluboce pod stavem, který v českých vodách panoval ve druhé polovině 19. století. — Jednoznačně. Avšak už roku 1894 Alex Scribani ve své knize Rak a jeho chov popisuje pokles račí populace v důsledku zhoršování kvality toků zaváděním průmyslu a hnojením polí. Úplnou katastrofou pak byla epidemie račího moru, která k nám přišla někdy na přelomu 19. a 20. století. Byla velmi rychlá a raka říčního v podstatě zdecimovala. Zůstaly jen zbytkové populace někde na vrchních částech toků, čítající řádově jedince.

Když se raci v poválečném období trochu vzpamatovali, zasadilo jim v sedmdesátých letech 20. století další citelnou ránu masivní používání hnojiv a insekticidů. Po sametové revoluci se zdálo, že kvalita vody se zlepšuje s tím, jak se v zemědělství přestala hnojiva používat. Byl to však jen dočasný jev, vyvolaný tím, že zemědělci kvůli nedostatku peněz přestali intenzivně hospodařit. Pak to začalo nanovo.

Dnes už v mnoha lokalitách původní raci nejsou. Mnoho míst obsadily nepůvodní račí druhy, čímž jsou pro původní druhy raků v podstatě už nevyužitelná. Mnohde jde možná o nevratnou situaci.



Snímek Marek Janáč

Prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D. (*1971)

Absolvent zemědělské fakulty Jihočeské univerzity. Po absolvování povinné vojenské služby nastoupil do Výzkumného ústavu rybářského ve Vodňanech jako technik. Záhy se stal výzkumným pracovníkem, poté zástupcem vedoucího oddělení, zástupcem ředitele Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech. Roku 2009 pak stanul přímo v jeho vedení a zároveň se stal proděkanem pro vnější vztahy a zástupcem děkana na Fakultě rybářství a ochrany vod, která toho roku ve Vodňanech vznikla. Od stejného roku byl vedoucím laboratoře etologie ryb a raků. Funkce se vzdal, aby mohl veškerou energii věnovat fakultě, jejímž děkanem je od prosince 2017.

Jak by mohla komercializace ochrany původních druhů raků tento stav změnit?

— Jsem zpočátku minimálně pro částečné uvolnění s tím, že se v podstatě jedná o aktivní ochranu. Pokud bych uvolnil alespoň částečně chovy našich druhů raků, třeba pro záchranné účely v nějakém regionální farmě, která by se o udržení populace starala, pak ten chov musí být z něčeho živ. To znamená, že pak musí orgány ochrany přírody, tedy stát a my všichni, připlácet na chov raka a jeho následné vysazování do přírody. Toto řešení by podle mne bylo dlouhodobě neudržitelné, protože by takové chovy vysadily na vhodné lokality raky a dále už by nebyly potřebné. Kdybychom ale přirozený nadbytek samců, kteří pro

ochranářské aktivity nejsou tak významní, využili komerčně, chov by byl samoudržitelný a zároveň by mohl působit jako pojistka pro místní populace.

V podstatě návrat k hospodaření, které už na našem území kdysi bylo. — Ano, pokud jste měl rybářský lístek, mohl jste raky lovit. Existovala doba hájení, která zajišťovala klid během reprodukce, a taková lovná míra, že mohli být loveni v zásadě jen ti největší samci. Podle mě to zcela postačovalo k tomu, aby byly jednotlivé populace raků ochráněny. Dnes to takto funguje v mnoha státech Evropy, a není důvod, proč by to tak nemohlo fungovat i u nás.

Případá mi paradoxní, že rak, kterého znečištění životního prostředí vyhnalo z jeho původních lokalit, dnes ve vašich laboratořích čistotu pomáhá hlídat. — Podrobněji jsme začali studovat fyziologii srdečního tepu raka a zjistili, že ve chvíli, kdy se rak ve vodě setká s nějakou cizorodou látkou, projeví se to na jeho tepu, ale i na jeho chování. Vyplynulo z toho, že rak je jakási živá chemická laboratoř, která dokáže reagovat na jakoukoliv změnu v prostředí, když ve vodě zjistí stopovou přítomnost mnoha cizorodých látek. Uvědomili jsme si, že kdybychom toho dokázali využít, máme takřka ideální biosenzor kvality vody. Vyvinuli jsme proto speciální čidlo, po jehož nalepení na račí krunýř snímáme srdeční tep. V počítači jej vyhodnocujeme spolu se signálem kamery, která daného jedince v akváriu nepřetržitě sleduje. Analyzujeme dráhu račího pohybu po dně či čas neaktivity a pobytu v úkrytu. Snažíme se všechna data spojit a z reakcí raka „přečíst“ informaci o tom, že se do vody, ve které žije, dostaly cizorodé látky.

Jak raci reagují? — To je u každé látky trochu jiné. Pokud například do vody přidáme chloramin v koncentracích používaných pro dezinfekci pitné vody, v prvních několika sekundách se račí tep sníží, vzápětí prudce



Snímek Marek Janáč

stoupne a raci se téměř ve sto procentech případů začnou rychle pohybovat, jakoby se snažili z akvária utéci. Po podání jiných látek, zejména různých součástí léků, může naopak dojít ke zklidnění.

Jsou tam, předpokládám, i individuální rozdíly. — Ano, proto sledujeme vždy skupinu dvanácti jedinců, každého ve svém akváriu. Snažíme se tím smazat individualitu raka. Každý z nich je totiž osobnost a jeho přirozená „klidová hodnota“ je odlišná. Zatímco některý jedinec má normální srdeční rytmus 30 až 40 tepů za minutu, jiný až 60 tepů za minutu. Princip našeho systému je v tom, že u každého raka srovnáváme jeho reakční křivku a změnu v jeho srdečním tepu s tím, co je právě pro něj normální a co abnormální. S jistotou nadsázkou o každém rakovi sbíráme údaje o jeho běžných návycích podobně, jako Google sbírá obdobné informace o lidech, pohybujících se na internetu.

Teprve potom dokážeme abnormalitu u konkrétního jedince nějak odlišit a pozorovat, zda podobně v daném čase reagují také jiní raci nebo dokonce větší na z nich.

Budoucnost takových račích biosenzorů je tedy například v úpravách pitné vody? — Ano, nebo v čistíčkách odpadních vod. Část vody při úpravném procesu protéká tímto kontrolním uzlem s raky, jejichž

AUSTRALSKÝ rak ničivý (*Cherax destructor*), jehož přirozeně modré zbarvení zaniklo preparací. Sbíрка Pavla Kozáka.

reakce nám dává informaci o tom, co se s vodou děje.

Proč nevyužíváme elektronických čidel? — Těch využíváme také. Každé z nich stojí několik desítek tisíc korun a dokážou reagovat jen na určitý druh látky. Navíc se musejí čas od času znovu kalibrovat. Pokud bychom měli jen speciální čidla, budou reagovat stejně rychle, možná rychleji než raci, ale museli bychom jich mít mnoho. V zásadě na každou látku jedno, abychom byli vždy připraveni na vše, co se ve vodě může objevit. To by však nebylo ekonomické. Naproti tomu raci jsou jakési univerzální čidla, reagující na obrovské množství látek, které se ve vodě mohou objevit. Některé z nich jsou přitom velmi těžko detekovatelné, jako např. hormonálně aktivní látky, tzv. disruptory. Systém tak je kombinací elektronických čidel a raků připraven na neočekávané.

Jak ale chcete jednotlivé popluchy odlišit, abyste věděli, co rak ve vodě cítí? — Pracujeme na tom, abychom našli nové metody sledování, například vyhodnocování pohybu račích tykadél nebo čelistních končetin. Zajímá nás také, jestli se liší reakce na různé chemické látky a vyvíjíme metodu

takzvaného učení raků na určité impulsy. Zajímá nás, jestli lze raky naučit, aby na určité cizorodé látky v prostředí reagovali určitým typem reakce. Přírovnal bych to tedy k Pavlovovým reflexům u psů.

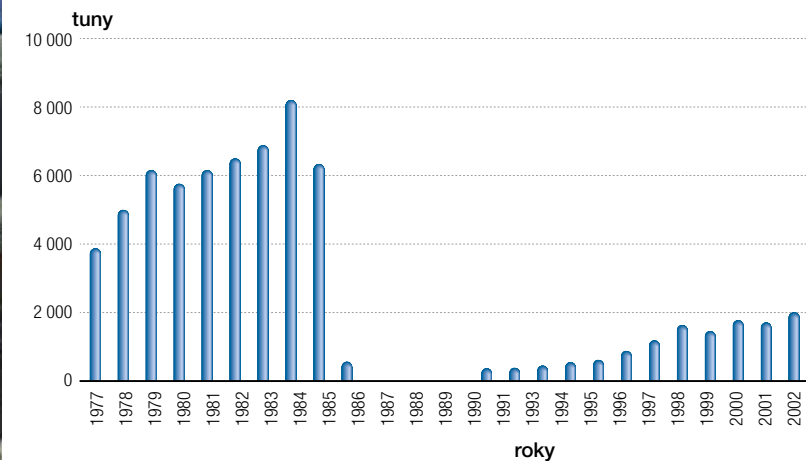
A jsou takového učení raci schopni? — Ukaže se, že ano. Spolupracujeme s americkým kolegou, který raky učí reagovat na drogy. Raci se učí chodit na místo, kde dostávají dávku různých drog a ve chvíli, kdy se ve vodě objeví stopové množství drogy, je to pro ně signál, aby se vydali na konkrétní místo. Chceme této schopnosti využít k tomu, aby nám raci byli schopni ukázat, že se ve vodě vyskytuje určitá látka ve stopovém množství.

Některé látky ale mohou račí chování výrazně změnit. Například drogy, nebo hormony. — Dnes zkoumáme, zda raci, kteří by byli nasazeni kupř. v čistíčkách odpadních vod, kde byli vystaveni těmto látkám, mají odlišnou reakci například na predátory, vůči nimž mohou být méně ostražití. To, že jedinec tímto způsobem zahyne, může být dáno tím, že jej lze snáze ulovit, že má pomalejší únikovou reakci.

Důležité je že v současné době zkoumáte jen jednotlivé látky, ale v přírodě jich



Snímek archiv Pavla Kozáka



SNÍMEK: Výzkum v Turecku v roce 2017.

GRAF: Těžba raků v Turecku před a po vlně račích moru, který oblast postihl ve druhé polovině osmdesátých let 20. století.

Graf podle Muzaffera Mustafy Harlioglu, 2005

současné působí celý koktejl, včetně jejich metabolitů. — To je pravda. Důsledek je přitom pro životní prostředí značný. Už jsme v přírodě zaznamenali jak samce, kteří mají pohlavní buňky samic, tak naopak samice s pohlavními buňkami samců. Máme tedy důkaz o existenci hermafroditů minimálně u dvou druhů raků. A nacházíme je po celé republice, např. u raka pruhovaného z Labe. Lidé, kteří pijí vodu, která prošla úpravou, jež tyto látky neodstranila, jsou vystaveni podobným koktejlům.

Může tedy váš račí biosenzor být i jakýmsi včasným varováním před zhoršením kvality vody? — Ano, k tomuto cíli bychom jednou rádi dospěli. Myslíme si, že ten systém může být univerzální a zahrnovat kupř. i ochranu před terorismem, tedy záměrným znečištěním vody v nádržích, vodárnách, úpravárnách pitné vody a podobně.

K takovému účelu už se používají ryby. — Ano. Ryba také může změnit své chování, ale většinou se na nějakou cizorodou látku usuzuje až z toho, že uhynie. Významnou výhodou včasného varování založeného na račích vidím právě v citlivosti a rychlosti. U raka už v systému počítáme s reakcí na jeho neklid. Systémy založené na rybách chceme ale také využívat.

Pokud vím, máte tento systém v současnosti nainstalovaný v úpravně vody pivovaru v Protivíně. S jakými výsledky? — Musím říci, že se systém osvědčil. Raci už několikrát vyvolali oprávněný poplach, když se po technologické chybě desinfikoval systém a ve vodě ještě přetrvávaly látky, které se neodbouraly. Raci významně pomohli odhalit i místo, kde v systému k chybě došlo, což by klasickými metodami bylo dražší nebo trvalo déle.

Jak rychle ten systém je schopen reagovat? — Odezva je relativně rychlá. Při testech u nás v laboratorních podmínkách jsme reakci raků na látku, kterou jsme kápli do vody, zaznamenali první poplach už za desítky sekund.

Na jakých vylepšeních teď pracujete? — Vymysleli jsme a zkonstruovali zcela nové bezdrátové čidlo račích tepů a systém vyvíjíme směrem k co nejširší škále aplikací. Současně se poohlížíme po možnosti systém zmenšit a zkoušíme měřit srdeční tep račích embryí. Slibujeme si od toho vyšší přesnost, neboť čím menší je živočich, tím je odezva na znečištění prostředí kratší.

V takovém případě patrně zmizí i individuální rozdíly. — Jistě a rovněž můžeme použít více jedinců, čímž dále zpřesníme výsledky. Navíc jsme začali jako model používat raka mramorovaného, což nám díky jeho partenogenetickému způsobu rozmnožování umožňuje využít genetické uniformity jedinců. Čistě teoreticky by to mělo znamenat, že reakce na látku by měla být ovlivněná už jen vnějšími podněty ne individualitou raků. Platí to ale opravdu jen teoreticky, protože i u těchto klonů se nám určitá individualita projevuje a je otázka, zda je to získanou zkušeností či ještě nějakými jinými faktory.

Budete teď na svůj výzkum mít dost času, když jste 10. prosince loňského roku převzal „veslo“ děkana Fakulty rybářství a ochrany vod ve Vodňanech? — To by mne také zajímalo (směje se). Každopádně jsem si předsevzal si čas udělat. Vzdal jsem se funkce ředitele výzkumného ústavu i funkce vedoucího laboratoře etologie ryb a raků právě proto, abych se alespoň částečně mohl věnovat práci v laboratoři, kde chci pokračovat v projektu využití raků jako biosenzorů. Současně si chci zachovat také část výuky, protože kontakt se studenty je pro mě velmi přínosný jako určitý způsob jak zůstat v realitě a dostávat zpětnou vazbu k tomu, co člověk dělá.

Hned v prvním roce vaší „vlády“ na fakultě budete muset vyřešit jeden základní problém – jak dál financovat výzkumné centrum, na které jste dosud čerpali dotaci. Vzhledem tomu že jste byli jedni z prvních, kdo své centrum vybudovali, tak teď budete také jedni z prvních, kteří

to přestřížení pupeční šňůry zažijí. — To bude sice těžké, ale doufám, že to pro nás nebude likvidační. Zcela jistě čekám určitý úbytek finančních prostředků. Chceme ale zajistit udržitelnost toho, co tu ve vědě děláme, prosadit se jako konkurenceschopné centrum výzkumu a získat další finanční prostředky. Ať už z grantových agentur, národních zdrojů, atp. Chceme se zaměřit i na přímé evropské projekty, dostat se na mapu velkých infrastruktur a tak si zajistit možnost čerpat další prostředky na náš výzkum. Nevidím to tragicky. V případě nějakého menšího poklesu finančních prostředků to vidím jako cestu k ozdravení instituce, která musí přijmout zvýšený důraz na kvalitu a vše nekvalitní odstránit.

Každopádně určení toho, co nebo kdo je a kdo není kvalitní – zejména když se to týká konkrétních lidí – je asi nejtěžší. — Souvisí to i s celkovým hodnocením vědy a výzkumu které vlastně v současné době není dopracováno. Máme jet podle nové metodiky hodnocení vědy a výzkumu, která prozatím prakticky nefunguje a stará již skončila.

Chceme se dostávat co nejvíce do desítky nej kvalitnějších časopisů, což se nám začíná dařit, a zároveň chceme, aby náš výzkum měl i praktickou stránku, tedy nějaké aplikační výsledky. Laboratoře, které dlouhodobě nejsou schopny získávat například granty a publikovat v dobrých časopisech budou stát před nutností buď nějaké redukce anebo změny směru, případně sloučení části laboratoře s nějakou jinou.

Máte něco přes 200 zaměstnanců, má si už teď začít část z nich hledat práci na rok 2019 jinde? — Pokud bychom výpadek nahradili jinými získanými granty, tak to bude dobré. Jako fakulta, potažmo výzkumné centrum jsme malí co do množství profinancovaných peněz, ale z hlediska výsledků jsme naprosto srovnatelní s těmi velkými centry excellence, která u nás vyrostla. Jsem si tedy jistý, že máme co dát a z tohoto důvodu se o naši budoucnost nebojím. ●