

ČSVH

ČESKÁ SPOLEČNOST VODOHOSPODÁŘSKÁ

VODOHOSPODÁŘSKÝ BULLETIN



2018

6. RACI A SUCHO – POROVNÁNÍ PŘEŽÍVÁNÍ A NOROVÁNÍ PŮVODNÍCH A NEPŮVODNÍCH DRUHŮ

Antonín Kouba

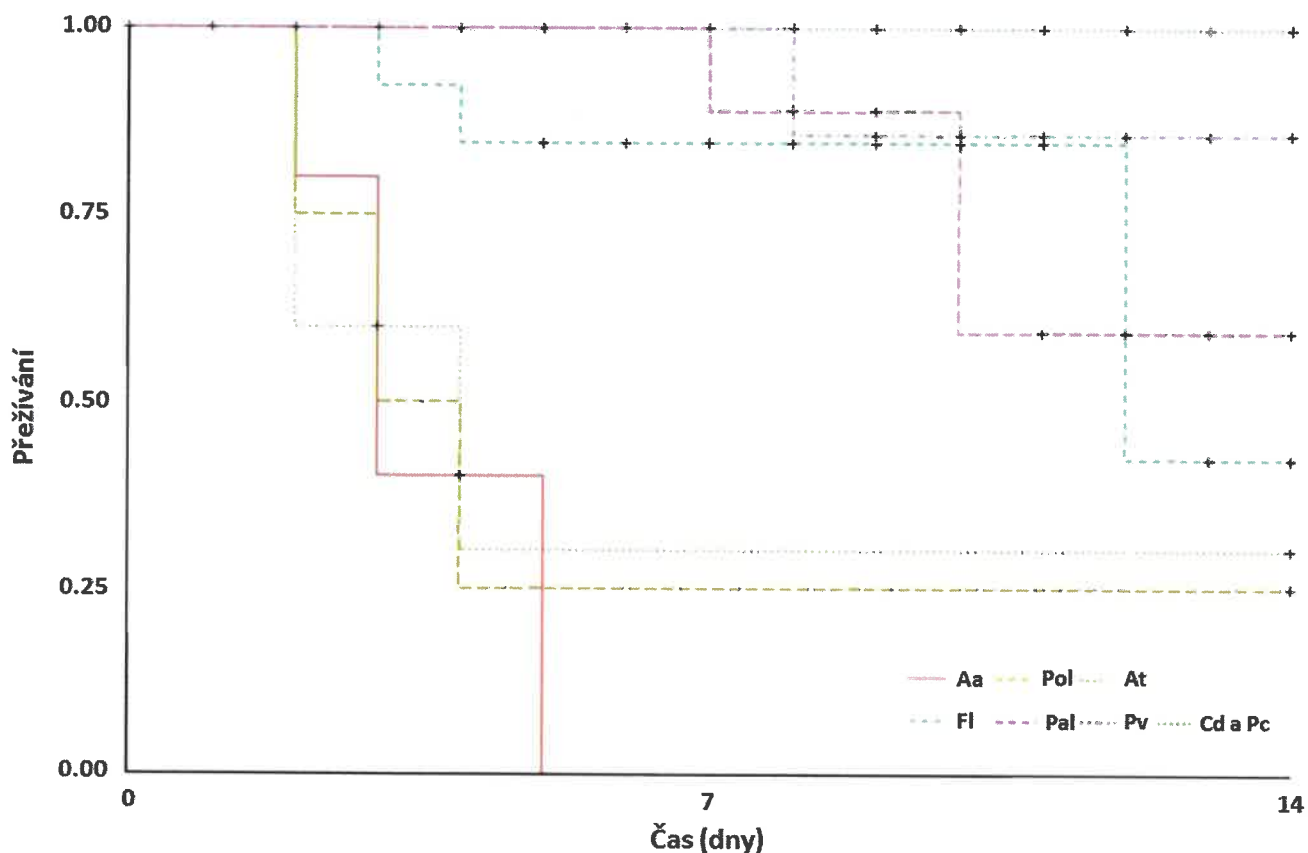
Sladkovodní ekosystémy představují méně než jedno procento zemského povrchu, přitom však poskytují životní prostředí pro přibližně desetinu všech známých druhů organismů a celou jednu třetinu obratlovců. Význam sladkovodních ekosystémů je jednoduše nedocenitelný, mj. proto, že jsou zcela zásadní pro fungování, ale i samotnou existenci lidské populace. Z důvodu rychle se měnících podmínek prostředí a zvyšujících se nároků na jejich využívání hovoříme již dnes o tzv. „sladkovodní krizi“ s tím, že výhled do budoucna není vůbec optimistický. To se samozřejmě týká i organismů, pro které jsou sladké vody domovem. Riziko vyhynutí je totiž u sladkovodních druhů vyšší, než v jiných typech mořských nebo suchozemských ekosystémů. Nejen z těchto důvodů by měla být jejich ochrana prioritou.

Raci jsou ve sladkovodních ekosystémech označováni za tzv. klíčové druhy či ekosystémové inženýry. Původní druhy raků jsou nezdídka považováni za bioindikátory kvalitní vody a v kontextu ochrany přírody nesou přídomek druhů vlajkových – jejich ochranou je přímo či nepřímo chráněno i prostředí, které obývají. Ve volných vodách České republiky se setkáváme se třemi druhy evropských raků. Jsou jimi u nás původní rak říční *Asta-*

cus astacus (Linnaeus, 1758) a rak kamenáč *Austropotamobius torrentium* (von Paula Schrank, 1803). Za zdomácnělý druh je považován i původem východoevropský rak bahenní *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). S cílem náhrady mizejících populací původních druhů raků či pro akvakulturní účely byly do Evropy mezi lety 1890 až 1970 bohužel vysazeny i tři druhy severoamerické, jež jsou dnes na kontinentu značně rozšířeny. Tyto prostřednictvím kompetice s druhy původními či nepřímo prostřednictvím šíření původce račího moru (oomycety *Aphanomyces astaci* Schikora) vedly k ještě většímu poškození vnímavých evropských raků. Těmito významnými invazivními druhy jsou rak pruhovaný *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817), rak signální *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) a v ČR prozatím ve volnosti nezaznamenaný rak červený *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Zmiňované druhy se vyznačují schopností negativně ovlivňovat nejen původní druhy raků, ale i celé nově osídlené ekosystémy. Především díky značnému příspěvků akvaristů v posledních dekádách se však v evropských vodách etabloval již celý tucet nepůvodních druhů raků. V současnosti je asi nejpalcivějším problémem mezi akvaristy častý rak mramorovaný



Obr. 1. Rak červený vysazený do pokusné nádoby a během norování. Nora tohoto druhu může být hotova již v řádu několika hodin.



Obr. 2. Analýza přežívání raků v pokusu. Legenda: Aa – rak říční *Astacus astacus*, Pol – rak bahenní *Pontastacus leptodactylus*, At – rak kamenáč *Austropotamobius torrentium*, Fl – rak pruhovaný *Faxonius limosus*, Pal – rak signální *Pacifastacus leniusculus*, Pv – rak mramorovaný *Procambarus virginalis*, Cd – rak ničivý *Cherax destructor*, Pc – rak červený *Procambarus clarkii*.

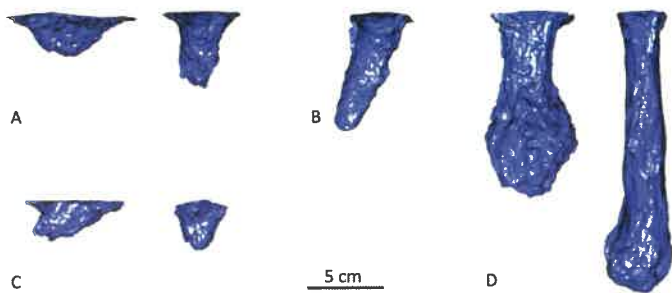
P. virginalis Lyko 2017 tvořící celosamičí populace rozmnožující se striktně partenogeneticky (samice vytváří své vlastní klony). Rozdíly v životních strategiích jsou jedním z nejvýznamnějších faktorů vedoucích k vymírání populací původních raků. Pro představu samice raka mramorovaného dospívají již ve věku 4 měsíců, v případě raka říčního a raka kamenáče ale obvykle až ve 4 letech.

Vedle popisovaného problému tzv. biologických invazí jsou však raci, stejně jako ostatní vodní organismy, vystavovány celému komplexu faktorů, včetně těch abiotických. S tím úzce souvisí i značná rozkolísanost srážek a potažmo i průtokových poměrů v povrchových vodách. I naše vysoce urbanizovaná společnost si poměrně silně všímá skutečností, jakými jsou například povodně (na našem území např. roky 1997 či 2002). Naše velká města typicky leží na břehu jedné či soutoku více řek a případné povodňové stavy jsou většinové populaci zřejmé. Přinejmenším donedávna však nebyl společnosti zjevný druhý extrém, a to výstyt period dlouhodobého sucha daný kombinací vysokých teplot a nedostatku srážek (roky 2015 a 2018). Stabilně teplé počasí bez srážek bývá lidmi obecně dlouhou dobu pozitivně kvitováno. Podstatně vyšší míru vnímavosti k tomu, že se jedná též o reálný problém, vykazují lidé velkou měrou závislí na přírodě – zemědělci, lesníci a vodohospodáři. Výskyt period dlouhodobého sucha je nicméně pro naši společnost reálným problémem, což ještě více platí pro organismy ve vodním prostředí přímo žijící. Vzácné nejsou téměř každoročně se opakující scénáře umírajících raků ve vysychajících vodotečích. Díky své velikosti a významu jsou raci společně s rybami jen částí dotčených skupin organismů, ostatní zůstávají víceméně bez povšimnutí. Výskyt období extrémního sucha je tedy pro vodní biotu přirozeně zcela klíčový. Organismy vyvinuly celou řadu více či méně úspěšných adaptací umožňujících přežití takových podmí-

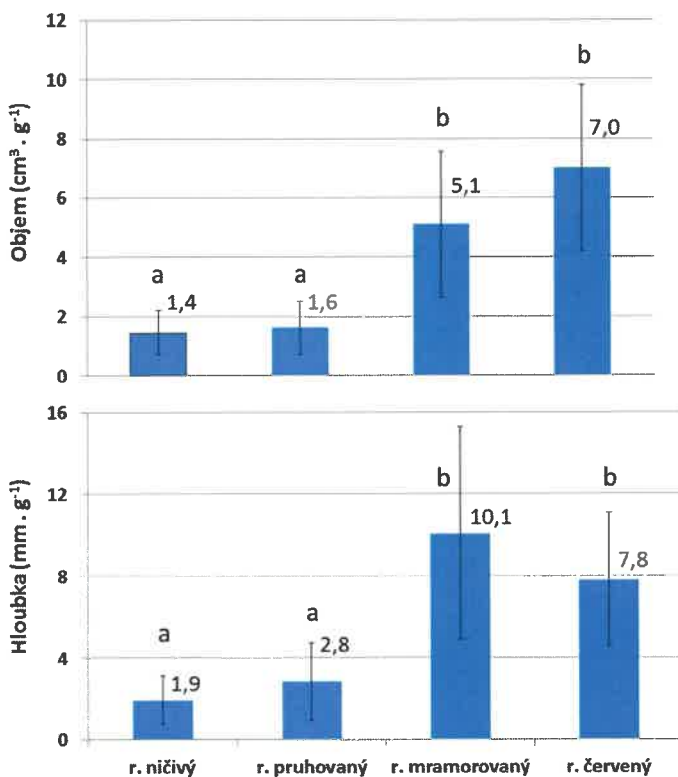
nek. V případě evropských druhů raků je například známo využívání nor a kořenových systémů v březích, budování úkrytů pod kameny či kládami. Téměř vždy se však jedná o poměrně mělké nory, jež nejsou pro dlouhodobé přežívání na suchem postižené lokality dostatečné. Naopak řada především severoamerických druhů raků je schopná budovat vertikální nory (v některých případech dosahující až hladiny podzemní vody), v nichž období dlouhodobého sucha přežívají a nežídka se i rozmnožují.

Přímé porovnání schopností evropských původních a nepůvodních druhů raků odolávat podmínkám sucha a budovat si vertikální nory nebylo dříve nikdy provedeno. Z toho důvodu jsme se rozhodli zhodnotit přežívání a norování výše jmenovaných původních a nepůvodních druhů raků (včetně australského raka ničivého *Cherax destructor* Clark, 1936) v podmínkách simulovaného sucha. Raci byly po dobu jednoho týdne individuálně umístěny do nádob se substrátem vhodným pro norování (vlhká směs jílu a písku; obrázek; Obr. 1). Denně bylo zaznamenáváno jejich přežití a přeživší jedinci byli přesazeni do vodního prostředí po dobu dalšího týdne pro dokumentaci přežívání po simulovaném období sucha. Případné nory byly vylity sádrou. Byla změřena hloubka získaných odlítků a tyto byly 3D skenovány pro určení jejich objemu. Metodické detaily jsou dostupné v publikaci Kouba et al. (2016).

Přežívání raků bylo v průběhu experimentu velmi rozdílné (Obr. 2). Na konci týdenní periody simulovaného sucha bylo pozorováno 100% přežití v případě raka červeného, raka ničivého a raka mramorovaného. V případě posledně jmenovaného byly zaznamenány určité ztráty po navrácení jedinců do vodního prostředí (konečné přežívání 86 %). Poměrně vysoké přežití bylo po vystavení suchu dokumentováno u raka pruhovaného a raka signálního (85, resp. 89 %), doprovázené dodatečnou



Obr. 3. Příklady nor vybudovaných rakem ničivým (A), rakem mramorovaným (B), rakem pruhovaným (C) a rakem červeným (D). 3D modely samců (jsou-li přítomni) se nacházejí na levé straně příslušného druhu.



Obr. 4. Relativní objem a hloubka nor norujících raků v pokusu. Data jsou prezentována jako průměr ± směrodatná odchylka. Hodnoty s lišícími se písmeny jsou statisticky průkazné ($p < 0,05$).

mortalitou po návratu do vodního prostředí (konečné přežívání 42, resp. 59 %). Přežívání původních druhů raků bylo výrazně nižší a dosahovalo přibližně jedné čtvrtiny v případě raka bahenního a raka kamenáče. Všichni jedinci raka říčního uhynuli v průběhu prvních pěti dní simulovaného sucha.

V případě evropských druhů raků a raka signálního nebyly pozorovány snahy o aktivní norování. Úroveň norování se

mezi zbývajících druhy lišila (Obr. 3). Relativní objem a hloubka nor vybudovaných rakem červeným a rakem mramorovaným byly větší, v porovnání s rakem ničivým a rakem pruhovaným (Obr. 4). Rak červený byl jediný, který vstup do nory uzavíral bahnitou zátkou (1 z 12 samců a 7 z 12 samic), což nepochybně zvyšuje šanci jeho přežití v případě sucha.

Získané poznatky jasně poukazují na rozdílnou schopnost raků odolávat absenci vody, stejně jako na úroveň aktivní obrany proti němu – schopnost norování. V našem případě se bohužel jako nejlépe adaptované jeví obávané invazivní druhy – raka mramorovaného a raka červeného. Další sázejí na rozdílnou kombinaci odolávání vysychání (rak signální), ideálně v kombinaci s určitou mírou norování (rak ničivý a rak pruhovaný). V tomto pohledu si bohužel nejhůře vedou evropské druhy raků. Periody dlouhodobého sucha tak mohou být dalším, prozatím přehlíženým, faktorem, který stojí za mizením původních druhů. Lze totiž rovněž usuzovat, že schopnost norovat bude přispívat i k úspěšnému přezimování exotických druhů raků, navzdory skutečnosti, že tyto jsou nezdůvodněně považovány za teplomilné. Přinejmenším v našich stojatých vodách lze díky zimní stratifikaci očekávat, že i tyto budou na našem území úspěšně přečkávat zimu (Veselý a kol., 2015). Na příkladu raků můžeme usuzovat, že podobné adaptace budou zásadní i pro další skupiny sladkovodních organismů, jako jsou larvy vodního hmyzu, mlži a mimo naše území i některé druhy ryb a krabů.

PODĚKOVÁNÍ

Tento výzkum byl umožněn díky podpoře Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky – projekty CENAKVA (CZ.1.05/2.1.00/01.0024) a CENAKVA II (LO1205 v rámci programu NPU I).

LITERATURA

- Kouba, A., Tíkal, J., Císař, P., Veselý, L., Fořt, M., Příborský, J., Patoka, J., Buřič, M., 2016. The significance of droughts for hyporheic dwellers: evidence from freshwater crayfish. *Scientific Reports* 6: 26569.
- Veselý, L., Buřič, M., Kouba, A., 2015. Hardy exotics species in temperate zone: Can „warm water“ crayfish invaders establish regardless of low temperatures? *Scientific Reports* 5: 16340.

Ing. Antonín Kouba, Ph.D.
 Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
 FROV – Fakulta rybářství a ochrany vod
 Jihočeské výzkumné centrum akvakultury
 a biodiverzity hydrocenóz
 Zátíší 728/II, 389 25 Vodňany
 akouba@frov.jcu.cz