

## Když se korýši opalují

Na podzim 1894 popsal švýcarský přírodovědec Theodor Stingelin dvě neobvyklé hrotnatky rodu *Daphnia*, které odchytil v srpnu téhož roku jeho učitel prof. Friedrich Zschokke vysoko v Alpách. Jednu z nich, pocházející ze dvou mělkých tůní ležících v nadmořské výšce přes 2 600 m nad Velkým Svatobernardským průsmykem, pojmenoval na počest nálezce *D. zschokkei*. Mezi důležitými znaky, kterými se od jiných místních zástupců rodu tato perloočka odlišovala, byla i téměř neprůhledná, temně hnědě zbarvená schránka. O více než století později jsme se pokusili dohledat místo, kde původně žila, abychom získali nové vzorky a s pomocí genetických analýz zhodnotili, jestli jde o vzácný horský endemit, nebo jen neobvyklou formu některé jiné běžné hrotnatky.

Zhruba dvoustránkový původní popis druhu nebyl z nejpodrobnějších a mnohé lokality, kde přírodovědci v minulosti zkoumali vodní bezobratlé, již dávno vzaly za své. Proto jsme byli plni očekávání, když jsme zaparkovali auto nedaleko slavného hospice sv. Bernarda, odkud pocházejí bernardýni, a vyrazili úzkou stezkou směrem k místu, kde letecké snímky naznačovaly zhruba o 130 m výše přítomnost mělkých jezírek. Už první pohled skrz průzračnou hladinu naznačil, že jsme u cíle – ve vodě poskakovaly viditelné tmavé tečky a planktonní síť obsahovala hnědočernou masu těl drobných korýšů hned po prvním zátahu. *Daphnia zschokkei* v Alpách zjevně přežila 20. století bez úhony. Následné analýzy DNA však jednoznačně prokázaly, že tato tmavá horská

perloočka není dlouhodobě oddělenou evoluční linií, která by si zasloužila vlastní taxonomický status – nijak zvlášť se nevymykala jiným nížinným nebo horským hrotnatkám druhu *D. longispina*, s nímž jsme ji posléze synonymizovali. České jméno tohoto druhu, hrotnatka průhledná, se ale na opálenou alpskou populaci příliš nehodí.

Neobvykle „snědě“ pigmentované zástupce *D. longispina*, byť o poznání světlejší a průsvitnější, než byli ti od bernardýnů, jsem opakovaně ulovil v brzkém jaru také ve španělském národním parku Doñana (obr. 1 a 2). Žily spolu s velmi pestrým společenstvem dalších bezobratlých v rozsáhlých dočasných tůních naplněných zimními dešti, tu a tam rozmístěných v nízké vegetaci mezi písečnými dunami.



I mnohé jiné, vzájemně nepříbuzné druhy rodu se vyznačují výraznou melanizací – v některých případech podle ní dostaly i své latinské jméno. Ve středoasijských velehorách od Ťan-šanu přes Pamír po Himálaj žije ve vysokohorských jezerech (obr. 3) *D. fusca* (tedy temná či hnědá), z tůní mezi dunami při tichomořském pobřeží Oregonu (zřejmě ekologicky nepodobných těm v Doňaně) byla popsána hrotnatka *D. melanica*, a z čistých jezer Skandinávie zase *D. umbra* – v překladu stinná (obr. 4 a 5).

Pigmentované hrotnatky není těžké najít v arktických jezírkách daleko za polárním kruhem a byly zdokumentovány z mnohých jezer v Alpách i Pyrenejích. Podobně jako v případě úvodem zmiňované *D. zschokkei* je spíše pravidlem než výjimkou, že „opálené“ populace jsou evolučně blízce příbuzné populacím zcela nepigmentovaným. Na rozdíl od hrotnatek od sv. Bernarda však mnohé obyvatelky







**1 a 2** Dočasné vodní plochy mezi písečnými dunami na západě národního parku Doñana v Andalusii (obr. 1) hostí v zimě a brzkém jaru mírně pigmentované hrotnatky *Daphnia longispina* (snímek živého jedince na obr. 2), a kromě nich mnoho jiných druhů bezobratlých a obojživelníků.

**3** Záliv jezera Petrova u stejnojmenného ledovce v centrálním Ťan-šanu v nadmořské výšce 3 800 m je domovem populace intenzivně pigmentovaných hrotnatek *D. fusca*. Foto M. Šobr

**4 a 5** Hrotnatka *D. umbra* je poměrně vzácným arктоalpínským druhem perloočky. Nejvíce jejich populací známe ze Skandinávie, jedinci na snímcích pocházejí ze severního Finska a z Norska, ale nalezeny byly i v arktických vodách Sibiře a Kanady a také v horském jezeře ve Střední Asii. Míra pigmentace se liší nejen mezi populacemi, ale také sezonně, v závislosti na intenzitě ultrafialového záření pod hladinou. Samice s ochrannou strukturou pro trvalá vajíčka (dormantní embrya) zvanou efipium (obr. 4) a partenogeneticky se množící samice bez efipia (obr. 5). Foto A. Petrussek (obr. 1, 2 a 4) a A. Hobæk (5)

evropských horských jezer v posledních desetiletích nenávratně zmizely. Stačilo k tomu málo – vysazení ryb do míst, kde se dříve nevyskytovaly.

Všechny hrotnatky rodu *Daphnia* jsou schopny syntetizovat melanin. Je součástí jejich výrazného složeného oka (podle kterého dostaly perloočky jméno) a ukládá se také do efipia (obr. 4 a 6–7). Tato charakteristická odolná struktura vzniká z části krunyře a kryje tzv. trvalá vajíčka – ve skutečnosti dormantní embrya se zasta-



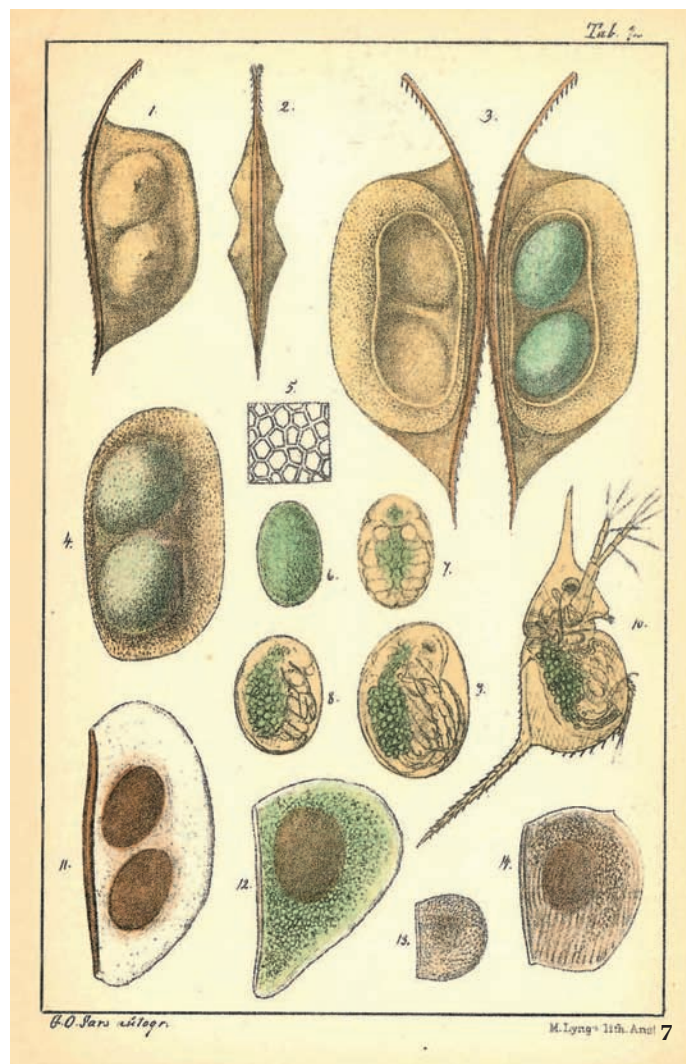
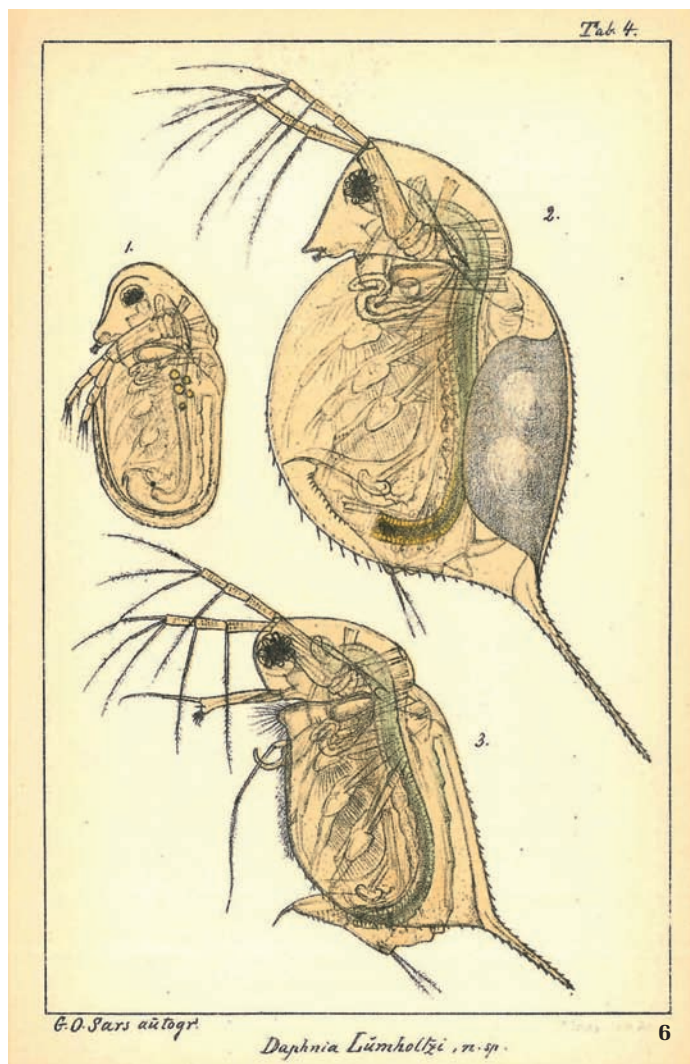
veným vývojem, která dokážou setrvat v životaschopná v nepříznivém prostředí až desítky let. Jen za velmi specifických okolností ale má smysl ukládat melanin do krunyře i během zbytku životního cyklu. Významným selekčním tlakem pod-

porujícím pigmentaci je vysoká intenzita ultrafialového (UV) záření, jež proniká pod vodní hladinu. Pokud je voda hodně průhledná a neobsahuje rozpuštěné organické látky, které by krátkovlnné záření pohltily, je třeba vyvinout strategii, jak se proti jeho negativním účinkům chránit.

Produkce pigmentů je jednou z efektivních možností, není tedy divu, že „opálené“ perloočky najdeme nejčastěji v ultračistých horských jezerech, tůňích nedaleko od mořského pobřeží nebo v průhledných jezírkách v Arktidě. Právě na těchto místech potřebujeme i my důkladnou ochranu před UV zářením a používáme opalovací krémy s těmi nejvyššími ochrannými faktory. I když dermatologové přehnaně vystavení pokožky slunci vřele nedoporučují a poškození dědičné informace v pigmentových buňkách může vést až k nejagresivnější formě rakoviny kůže, melanomu, není pro člověka opalování zdaleka tak nebezpečné jako pro hrotnatky v jezerech. Ochranná melanizace je totiž navíc dokonale zviditelná pro případné vizuálně se orientující predátory (ve vodách obývaných těmito koryši jde zejména o ryby, blíže viz také článek na str. CVII–CX tohoto čísla).

Melanizovaná hrotnatka je pro planktonožravou rybu téměř dokonale sousto, viditelná na sto honů. Tmavé populace perlooček se tedy vyvinuly výhradně na místech, kde se ryby přirozeně nevyskytují. Na rozdíl od planktonu s odolnými stadii, která se po dalším dešti vylhnou, nepřezijí ryby v dočasných tůňích vyschnutí (až na výjimky, jako jsou afričtí halančiči). Dlouhá období mrazivé polární zimy omezují výskyt ryb v malých a mělkých arktických vodách a do vysokohorských jezer se zase nedokázaly přirozeně rozšířit přes vodopády a peřeje.





Krásná horských jezer ale láká pozornost a bohužel se zdá být součástí lidské přirozenosti, že jezero bez ryb vnímáme jako nekompletní – něco mu zjevně chybí a připadá nám, že je na nás tuto „chybu přírody“ napravit. Ať už kvůli možnému budoucímu rybářskému využití, nebo jen pro „zpestření“ přírody došlo k vysazení ryb (nejčastěji pstruhů) do mnoha izolovaných horských jezer v Evropě i na jiných kontinentech. Ani v současnosti není vzácné, že se ve špatně dostupných horských oblastech Evropy nebo USA pro zarýchňování dokonce používají helikoptéry. S příchodem rybářů v jezerech často skončily i nevyužitá nástražní rybky (např. střevle) a důsledkem byla dramatická změna složení ekosystémů, v nichž se dlouhodobě vyvíjely unikátní populace bezobratlých bez přítomnosti ryb. Pigmentované hrotnatky jsou na řadě obvykle jako první, ale pod silným predačním tlakem se ocitnou všichni dostatečně velcí či nápadní bezobratlí. Buchanky (Cyclopoida) a vznášivky (Calanoida), další běžní zástupci planktonních koryšů, spoléhají ve vodách s intenzivním UV zářením na jiné ochranné pigmenty než melanin (jejich „opálení“ jde dočervena v důsledku zvětšené koncentrace karotenoidů), ale i ty je dělají mnohem nápadnějšími.

Kde jsou ryby, koryšši se zkrátka opalovat nemohou. Evoluční tlaky proto vedou k jiným obranným strategiím. Běžné jsou např. diurnální migrace, při nichž zooplankton vyplouvá k hladině, kde bývá více

potravy, pouze v noci a ve dne se ukrývá ve velké hloubce, schovaný před sluncem i rybami (blíže v článku na str. CVII). Tak migrují průhlední koryšši i na lokalitách bez ryb, zato však s intenzivním UV zářením. Další možnou strategií je prioritní akumulace látek, které pomohou s ochranou před UV, ale výrazně nemění zbarvení – třeba některé antioxidanty nebo nejrůznější aminokyseliny podobné mykosporinu, nalézané v mikroorganismech od bakterií a sinic přes houby po různé fytoplanktonní řasy. Z potravy je mohou do svého těla nahromadit třeba i hrotnatky.

V dočasných tůňích jsou bezobratlí před rybami zdánlivě ve větším bezpečí – i pokud je tam někdo nasadí, do příští sezony budou pryč. Ani zjevná nevhodnost prostředí ale nebrání, aby to někdo znovu a znovu zkoušel – mnohé mělké tůně, vytvořené v naší krajině speciálně na podporu populací vzácných vodních rostlin a bezobratlých, rychle dostanou svůj příděl ryb (nejspíše od nějakého aktivního sportovního rybáře, byť občas nelze vyloučit ani přirozenou disperzi jiker např. za pomoci vodních ptáků).

V jižní Evropě je navíc běžnou praxí, že se i do malých dočasných vod pravidelně nasazují populace drobných ryb – např. původem severoamerické živorodky gambusie komáří (*Gambusia affinis*, jejíž vysazování ovšem od letoška již zakazuje legislativa EU) – které mají za úkol likvidovat larvy komárů. Po vyschnutí tůně ryby samy zahynou, ale úkol většinou poměrně efek-

**6 a 7** Kresby hrotnatky *D. lumholztzi* z původního popisu druhu od významného norského přírodovědce Georga Ossiana Sarse z r. 1885. Na obr. 6 je zachycena dospělá samice s epipiem, pocházející z prostředí bez ryb, samec a nenarozené embryo, v horní části obr. 7 jsou detaily epipia, jeho vnitřní struktury a embryonální vývoj. Výrazný hrot na hlavě juvenilního jedince, spolu s robustním ostnem na konci těla a hroty vybíhajícími i do stran hlavy, se v přítomnosti látek vylučovaných rybami (kairomonů) udržují i u dospělých jedinců a mohou tyto hrotnatky efektivně chránit před predací drobnými rybami (blíže na str. CVII). Ve spodní části tabule jsou zachycena epipia jiných rodů perlooček.

tivně splní. Kromě komárů však zlikvidují i vše ostatní, co se do nich vejde, a další rok se celý cyklus vysazení – vyžrání – vyschnutí opakuje. Ačkoli tento biologický boj bezesporu zlepšuje kvalitu života v okolí jarních tůň, pro jejich původní obyvatele je devastující. Opalující se koryšši zkrátka nemají na různých ustláno u moře ani v horách.

Použitá literatura uvedena na webové stránce Živy. K dalšímu čtení např. Živa 2015, 5: 266–267; 6: CXXXI–CXXXIII.