

Tajemní brouci „filtrátoři“

Roman Mlejnek, Roman Lohaj

Rozsáhlá krasová území jsou po stránce zoologické i na počátku třetího tisíciletí *terra incognita*. Vápencová krajina ukrývá nespočet jeskyní představujících extrémní životní prostředí se zcela zvláštními podmínkami, které se v průběhu dlouhých období neměnily. Umožnily tak zachování celé řady živočišných druhů, jež v povrchových ekosystémech nenajdeme.

Živočichové, především bezobratlí, kteří se adaptovali na temnostní prostředí skalních masivů, však nemusejí obývat pouze prostory přístupné pro člověka. V podzemním prostředí existuje vedle známých již registrovaných jeskyní daleko rozsáhlejší svět menších prostor – drobných dutin a úzkých puklin, které mohou zasahovat do hloubek, kde teplota vzduchu má již minimální výkyvy. V rozmanitých puklinách se často sbírá voda, která o desítky metrů hlouběji může proniknout do větších, pro člověka dostupných jeskyní. A právě stékající a rozstříkující se voda je charakteristická pro biotop podzemních vodopádů, kde žijí jedni z nejpodivnějších druhů jeskynních brouků.

Brouci podzemních biotopů

U jeskynních brouků nacházíme v podzemí převážně již zcela pozměněné taxony ve většině případů zcela nových rodů. Jednou ze základních morfologických adaptací brouků je ztráta pigmentu – již se nepotřebují chránit před škodlivým ultrafialovým zářením. Dalšími charakteristickými znaky jsou např. redukce či úplná ztráta nepotřebných očí nebo značné prodloužení končetin a tykadel. Ztráta zraku je kompenzována zejména rozvojem hmatu. V této souvislosti můžeme u jeskynních brouků pozorovat vyšší počet hmatových setů – chloupků vyrůstajících ze speciálních jamek, které se nachá-

Vznik podzemní fauny

Na tomto místě by možná nebylo na škodu ve stručnosti připomenout celý proces kolonizace podzemních prostor. Vznik nových druhů jeskynních živočichů můžeme všeobecně rozdělit do několika stadií.

Prvním z nich je počáteční obsazení podzemních biotopů. Klimatické změny prostředí, kterými byly např. oteplování a vysušování, nebo naopak ochlazování, nutí některé živočichy hledat si nejen náhradní životní prostředí, ale i náhradní zdroje potravy pro přežití. Vhodným prostředím se často stávají právě podzemní biotopy. Vedle rozličných typů jeskyní jsou velice často využívány i podzemní prostory při povrchu, nazývané také francouzským termínem *MSS milieu souterrain superficiel* nebo anglickým *superficial subterranean habitats*. Jde v podstatě o nejvyšší vrstvu krasu, která se může nacházet i v jiných horninách, nazývanou také epikarst, často ležící jen několik metrů pod povrchem země. Vrstva je tvořena různě velkými puklinami a prasklinami v masivu. Patří do ní i prostory mezi kameny nacházející se pod zemí, které nejsou vyplněny půdou nebo vodou. Často se stává, že drobné prostory zasahují v různých hloubkách do jeskyní a propastí. Všechny tyto prostory, pro člověka navzájem neviditelně propojené, mají proti venkovním podmínkám vyšší, případně nižší stabilní teplotu. A přitom mají vyšší nekolísave vlhkost.

Ve druhém stadiu je rozhodující úspěšnost přizpůsobení. Je skutečností, že úspěšnost u různých skupin živočichů se mění a všeobecně závisí na preadaptaci na podzemní způsob života. To znamená, že např. půdní fauna byla jednoznačně úspěšnější oproti fauně obývající stromy. Ve třetím stadiu dochází ke specializaci živočichů již adaptovaných na podzemní biotopy, a tím vznikají nové druhy. U nově vzniklých taxonů jeskynní fauny nemuselo vždy dojít k vyhynutí povrchových předků. Např. při vývoji jeskynních ryb v tropických oblastech vedle sebe žijí velice podobné taxony v jeskyních i mimo ně (CULVER & PIPAN 2009).



Legendární druh *Hadesia vasiceki* z jeskyně Vjetrenica ve vodním prostředí. Délka těla 7,5 mm

Foto Gejza Dunay

zejí na hlavě, štítu i na krovkách. Jamky jsou vyplněny hmatovými buňkami. Tyto specifické adaptace vznikly vlivem změn v životním prostředí a geneticky se přenášejí na další generace.

Jeskynní brouky známe z různých koutů světa. Nejprobádanější jsou však na evropském kontinentu, kde obývají především jižní části. Jsou to oblasti, které nebyly trvale zaledněné, protože se nacházely na okrajích pevninského ledovce. Velice bohatá podzemní fauna je především na Balkánském poloostrově, dále v Pyrenejích, v jižních a východních Alpách a v Apeninách. Z Evropy byl pro vědu popsán i první jeskynní brouk – *Leptodirus hochenwartii*, nacházející se v rozsáhlé slovinské jeskyni Postojnska jama, nalezený v roce 1831. Vědecký popis z roku 1832 vzbudil opravdovou senzaci, protože se do té doby všeobecně usuzovalo, že je nemožné, aby hmyz žil v jeskyních stabilně.

Od té doby známe z Evropy již několik stovek druhů a poddruhů jeskynních brouků. Patří do dvou hlavních skupin: čeledi střevlíkovitých (Carabidae) a podčeledi mrchožroutovitých (Silphinae). V menším počtu jsou zastoupeni v čeledi drabčíkovitých (Staphylinidae). Je dobré připomenout, že v evropských jeskyních zoologicky pracoval vedle slavného francouzského entomologa Renné Jeannela i významný český krasový badatel profesor Karel Absolon.

Fenomén vodního společenstva

Je známe, že všichni živočišné potřebují pro svůj život a další rozmnožování energii, která se musí zabezpečit přísunem potravy. Protože v podzemních prostorách chybí světlo, nemůže zde docházet k fotosyntéze. Jeskynní prostory se považují za energeticky velice chudé – oligotrofní. Přísun potravních zdrojů, resp. energie pro živočichy, musí být zabezpečený z venkovního prostředí – z autotrofních zdrojů. Jedním z významných zdrojů energie v jeskyních je guáno – exkrementy netopýřů. Dále to jsou nejrůznější organické zbytky rostlinného původu (např. větve stromů, listí, bylinná vegetace) nebo těla živočichů, které do jeskyní transportuje voda, případně vítr nebo gravitační propad. Významným zdrojem organického uhlíku je však i samotná voda pronikající z povrchu. Voda s sebou přináší vedle rozpuštěných organických sloučenin i mikroskopické zbytky rostlinného a živočišného původu.

Pronikání vody do jeskyní je vcelku běžným jevem. Fenomén vodního společenstva [stygobiontů, srov. stenohygrobiontů druhů podle REMYHO (1940), hygroptetrikolních podle SKETA (1994, 2004)] byl však zaznamenán až počátkem 20. století. Bylo tomu znovu v Evropě.

Jednalo se o rozsáhlou jeskyni Vjetrenica (jižní Hercegovina). Zde je celá řada



Exemplář *Radziella styx* z propasti Stará škola v pohoří Biokovo.
Délka těla 5 mm

Foto Pavel Krásenský

unikátních biotopů podzemních vodopádů, případně stékající vody vytvářející na stěnách tenký „vodní film“. Biotopy, sdružující pozoruhodná společenstva typických jeskynních živočichů (trogllobiontů), jsou v jeskyni plošně velice omezené. Lze mluvit o jakýchkoli oázách života, kde jeskynní fauna žije na úzkém rozhraní mezi terestrickým (suchozemským) a vodním prostředím. Právě na takovém biotopu byla nalezena opravdová legenda mezi živočichy – podivný obojživelný brouk *Hadesia vasiceki*. Není bez zajímavosti, že brouka v roce 1910 našel český amatérský entomolog, c. k. nadporučík Ludwig Vašíček. Již zpočátku bylo jasné, že brouk se ve svérázném prostředí nevyskytuje náhodou.

Hadesia žije ve Vjetrenici amfibickým (obojživelným) způsobem života. Tomuto prostředí je značně přizpůsobena. Svými dlouhými končetinami se silnými drápkami se přidržuje na stěnách, po kterých stéká voda. Tělo člunkovitého tvaru je adaptované k překonávání vodního proudu. Nejbižárnějším orgánem je ústní ústrojí. Svrchní pysk (labrum), makadla (palpy) a vnitřní části ústního ústrojí (lacinia a galea) jsou silně obrvené dlouhými, hustými chloupky. Specifické jsou i čelisti – vnitřní čelisti (maxily) jsou hřebenitě tvarované, vnější čelisti (mandibuly) mají člunkovitou prohlubeň, která slouží pro usměrňování přívodu vody k vnitřnímu ústnímu ústrojí. Organické zbytky, které jsou přítomné v proudící vodě, se zachytávají na obrvených částech. Dále jsou posouvány do vlastního trávicího systému. Právě proto se podobní brouci označují za tzv. filtrátory vody.

Brouci podzemních vodopádů

Do nedávné doby byla *Hadesia* jediným známým jeskynním broukem vázaným na ekosystémy podzemních vod. Teprve v roce 1983 chorvatští speleologové našli v hluboké propasti pohoří Biokovo dalšího „filtrátora vody“. Nový druh a nový rod byl pojmenován *Radziella styx*. O významu nálezu svědčí i fakt, že chorvatská pošta v roce 1997 vydala korespondenční lístek i poštovní známku s vyobrazením broučích rarity. V té době se již dalo předpokládat, že podobní trogllobiontní brouci by mohli žít i v jiných pohořích Dinárských hor, což potvrdily další nálezy. Do dnešních dnů poznáme vedle rodu *Hadesia* a *Radziella* ještě dalších šest rodů s úzkou vazbou na hygroptetrikolní prostředí, u kterých se také předpokládá jako zdroj potravy filtrování vody. Vše jsou brouci patřící do čeledi Leiodidae (podčeď Silphinae). Pět popsáných rodů (*Croatodirus*, *Velebitodromus*, *Nauticiella*, *Tartariella* a *Kircheria*) se vyskytuje v Dinaridech. Pouze jediný (*Cansiliella*) se nachází v italských Alpách. Vesměs se jedná o hluboké propasti, kde na určitých etážích je více či méně stabilní proudění vody. Je však možné, že přes zimní měsíce, kdy horské propasti mají ve většině případů minimum vody, jsou i tyto biotopy suché. Důkladnější sledování lokalit v průběhu celého roku bohužel chybí. Mnohdy je to způsobeno i náročností speleologických sestupů – např. druh *Velebitodromus smidai* se nachází v propastovitém systému Lukina jama – Trojama (hloubka 1 421 m), což je nejhlubší propast celého Balkánu.



Chorvatská pošta vydala s druhem *Radziella styx* poštovní známku.

Foto Roman Mlejnek

Zcela odlišnou a doposud ojedinělou lokalitou je již vzpomínaná jeskyně Vjetrenica. Jeskyně se nachází ve střední části výrazné, asi 60 km dlouhé krasové deprese nazvané Popovo polje. Nadmořská výška vchodu činí 268 m, což je pouhých 22 m nad tokem říčky Trebišnjice, která protéká poljem (RADOVANOVIĆ 1929). Celková délka převážně horizontální jeskyně je v současné době více než 8 km. V jeskyni, kterou před první světovou válkou zkoumal i profesor Absolon, panují velmi zajímavé hydrologické poměry. Přírodním rozdělením celého jeskynního systému je Veliko jezero (Velké jezero) začínající přibližně 1 200 m od vchodu. Jezero dlouhé asi 220 m je celoroční, s minimálním kolísáním hladiny. Mimo něj se v jeskyni vyskytují na více místech i aktivní vodní toky. Z hlediska zoologického je však nejpozoruhodnější množství vodopádových biotopů. Ty začínají přibližně 500 m od vchodu a pokračují až do nejvzdálenějších partií jeskyně. Mimořádně koncentrované jsou v prostoru nazvané Bjeli saljev (Bílý sál). V kontrastu s tím jsou následující úseky prakticky suché. V nejdělejších chodbách Vjetrenice (Ravanjski kanal) se však stékající voda znovu objevuje a napájí nejen menší potok, ale i hluboké tůňe. A právě zde byl v roce 2001 skutečně náhodný objev velkého významu (MORAVEC & MLEJNEK 2002).

Následující podrobné studium ukázalo, že se jedná o nový druh a dokonce o nový rod vysoce specializovaného troglobiontního brouka, dalšího „filtrátora vody“, který byl v roce 2002 popsán pod jménem *Nauticiella stygivaga*. Tento živoch žije na plošně velice omezeném biotopu společně s druhem *Hadesia vasickei*. Je zajímavé, že *Hadesia* v jeskyni Vjetrenica byla registrována zhruba na deseti izolovaných místech, zatímco *Nauticiella* byla doposud prokázána pouze na jediném stanovišti.

Nejnovější poznatky

Výzkum hygropetrickolních biotopů přinesl za poslední léta další vědecké poznatky. Italští biospeleologové PAOLETTI, BEGGIO a kol. (2011) objevili nový zdroj potravy, založený na konzumaci bakterií. Výzkum byl prováděn u jeskynního brouka *Cansiliella servadeii*, který se vyskytuje na vodních biotopech, a proto se přepokládalo, že se živi rovněž filtrováním vody. Druh byl popsán z alpské jeskyně Grotta della Foos, nacházející se v severovýchodní Itálii. Brouci byli pozorováni na vhodných biotopech v hloubce asi 450 metrů pod povrchem. Postupně se zjistilo, že tyto biotopy jsou nejen plošně velice omezené, ale především jsou značně izolované od povrchu. Vyvstala proto otázka, čím se brouci skutečně živi, když voda žádný organický materiál pravděpodobně neobsahuje. *Cansiliella* byly pozorovány ve vodě s hloubkou 1–20 mm. Voda proudí přes tzv. moonmilk – houbovitý až práškovitý mikrokrytalický vápenitý minerál, který svou konzistencí připomíná zubní pastu nebo marcipán (PAOLETTI a kol. 2011). Moonmilk často obsahuje mikrobiální biomasu a brouci jej využívají jako hlavní a velice pravděpodobně i jediný zdroj potravy. V jeskyni Grotta della Foos žijí převážně v návaznosti na moonmilk. Jak je to však v jiných jeskyních a propastech?

Biospeleologové mají před sebou ještě dlouhou cestu výzkumů. Především bude zajímavé zjistit, jaký organický materiál obsahuje voda na nejrůznějších vodních biotopech, kde se vyskytují „filtrátoři“. Je pravděpodobné, že voda v jeskyních, které nejsou příliš hluboko pod povrchem (např. jeskyně Vjetrenica), obsahuje větší množství rozpust-

ného i nerozpustného materiálu než voda v hlubokých propastech (např. v systému Lukina jama – Trojama). Další základní otázkou je, kde přežívají brouci v době vysychání některých míst. Rovněž zůstává záhadou, jak se druhy rozmnožují. Doposud se nikomu nepodařilo pozorovat vývojová stadia. Možná, že larvy a kukly jsou ukryty v puklinách, kam člověk nemá šanci se dostat.

Jeskynní brouci, kteří se označují za filtrátory vody, byli vždy obestřeni tajemstvím. Mnoho otázek přetrvává i více než sto let od senzačního objevu druhu *Hadesia vasickei*. Již dnes je však jasná skutečnost, že vlivem evoluce dochází ke vzniku neobyčejně zajímavých živočišných druhů. Ve věčné tmě jeskyní nás jistě čekají mnohá další překvapení.

R. Mlejnek pracuje na SJ ČR Blansko
R. Lohaj je amatérským biospeleologem

LITERATURA

CULVER D. C. & PIPAN T. (2009): The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats. Biology of Habitats. Oxford University Press, 254 pp.
– MORAVEC J. & MLEJNEK R. (2002): *Nauticiella stygivaga* gen. n. et sp. n., a new amphibiontic cavernicolous beetle from the Vjetrenica cave, Hercegovina (Coleoptera: Leiodidae: Cholevinae: Leptodirini). Acta Soc. Zool. Bohem. 66: 293–302.
– PAOLETTI M. G., BEGGIO M., DREON A. L., PAMIO A., GOMIERO T., BRILI M., DORIGO L., CONCHERI G., SQUARTINI A. & ENGEL A. S. (2011): A New foodweb based on microbes in calcitic caves: The *Cansiliella* (Beetles) case in Northern Italy. International Journal of Speleology 40 (1): 42–52.
– RADOVANOVIĆ S. M. (1929): Pečina Vjetrenica u Hercegovini. Morfološko-hidrografska studija. – Spomenik Srpske Kraljev. Akad. Nauka (Beograd) 67 (15): 1–113.
– REMY P. (1940): Sur le mode de vie des *Hadesia* dans la grotte Vjetrenica (Col. Bathysciinae). – Rev. Fr. Entomol. 7: 1–8.
– SKET B. (1994): “Yugoslavia” (Bosnia-Herzegovina, Croatia, Macedonia, Montenegro, Serbia, Slovenia). Pp. 825–834. In: Juberthie C. et Decu V. (eds): Encyclopaedia Biospeologica. Tome I. – C.N.R.S., Moulis & Academie Roumaine, Bucarest, 834 pp.
– Sket B. (2004): The cave hygropetric – a little known habitat and its inhabitants. Archiv für Hydrobiologie, 160 (3): 413–425.

SUMMARY

Mlejnek R. & Lohaj R.: Mysterious „Filtrating” Beetles

In 1910, Ludwig Vašiček, the Czech amateur entomologist and military officer in the Austrian-Hungarian army, found a funny beetle at the Vjetrenica Cave (southern Herzegovina). The insect was described as *Hadesia vasickei* a year later. Even more remarkable than discovering

a new animal taxon is the fact that the beetle permanently occurs in underground waterfall, or within water flowing down which creates a thin layer on cave's walls. The article describes the specific cave beetle group which is known as “water filtrators”. In total, it includes seven genera inhabiting the Dinaric Mts. as well as a genus occurring in the northeastern Italian Alps. The most recent knowledge has been aiming at more detailed analysis of dietary preferences in the individual species. In addition, special efforts have been made to identify up-to-date unknown developmental stages in the “water filtrating” beetles.