

## DOMICA A ARDOVSKÁ JASKYŇA – ŠTÚDIUM INTERAKCIÍ MEDZI FAUNOU A MIKROFLÓROU

*Dana Elhottová – Václav Křišťůfek – Alena Nováková – Lubomír Kováč  
– Andrej Mock – Peter Luptáčík*

V prípade Ardovskej jaskyne a Domice ide o mimoriadne zaujímavé biospeleologické lokality. Je to zrejme už z prác Guličku (1975) a Košela (1994), ktorí zhrnuli dovtedajšie nálezy fauny bezstavovcov týkajúcich sa oboch jaskýň.

Od roku 1997 prebieha systematický biospeleologický prieskum týchto lokalít v rámci projektov grantovej agentúry VEGA č. 2/4061/97, 1/9203/02 a 1/0441/03. Nové údaje k vodnej faune publikoval Hudec (1999, 2000), ktorý zistil v stojatej vode Styxu v Domici prítomnosť viacerých stygobiontných druhov Copepoda. Obzvlášť vysoká diverzita bola zaznamenaná u terestrickej fauny v Ardovskej jaskyni. V rámci prieskumu sa tu po prvýkrát na Slovensku našiel zástupca štúroviok (Palpigradida) – *Eukoeneria spelaea* (Peyerimhoff) (Kováč, 1999). Kováč

a kol. (2002) publikovali ďalšie údaje o rozšírení tohto druhu na Slovensku a jeho biológii. Zhromaždené boli ďalšie informácie o spoločenstvách chvostoskokov – Collembola (Kováč, 1998 a,b, 2000) a roztočov panciernikov – Oribatida (Luptáčík, v tlači). Novšie údaje sa týkajú aj koscov – Opilionida (Stašiov a kol., 2003), mnohonôžok – Diplopoda (Mock a kol., 2002), dvojkrídlovcov – Diptera (Košel, 2001) a chrobákov – Coleoptera (Šustek, 2001).

Počas prieskumu sme zistili značné rozdiely v diverzite spoločenstiev bezstavovcov medzi Ardovskou jaskyňou a Domicou, ale aj medzi rôznymi časťami tej istej jaskyne. Je zrejme, že mikroklimatické faktory (teplota a vlhkosť vzduchu), či antropogénny vplyv môžu iba čiastočne vysvetliť tieto rozdiely v rámci sledovaných

podzemných priestorov. Ideálnou možnosťou, ako vniesť svetlo do tejto problematiky, je štúdium jaskynnej mikroflóry, ktorá je potravovým zdrojom pre množstvo mikrofytofágnych zástupcov kavernikolnej fauny. Perspektíva štúdia jaskynnej mikroflóry a jej interakcií s prítomnou faunou sa otvorila po úvodných analýzách vzoriek odobratých v roku 2002 na uvedených dvoch subteránnych lokalitách, a to v rámci spolupráce zoológov Ústavu biologických a ekologických vied Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach s mikrobiológmi z Ústavu pôdnej biológie AV ČR v Českých Budějoviciach.

Jaskyne sú z pohľadu pôdneho biológa veľmi zaujímavým prostredím pre štúdium vzájomných potravných vzťahov medzi živočíchmi a mikroorganizmami. Ide o prostredie, v ktorom



Obr.1. Odber mikroskopických húb z guárovej kopy v Domici. Foto: L. Kováč  
Fig. 1. Collecting of microscopic fungi from guano heap (Domica Cave). Photo: L. Kováč



Obr. 2. Exkrementy netopierov na zábradlí sú porastené mikroskopickými hubami (Domicia). Foto: A. Nováková  
Fig. 2. Bat excrement on banister are covered by microfungi (Domica Cave). Photo: A. Nováková

je obmedzený prísun organického materiálu. Chýba tu hlavný zdroj rozkladajúcej sa organickej hmoty v pôde – rastlinný opad. Ten predstavuje jednu zo základných východiskových „surovín“ pre tvorbu pôdy, ale aj počiatok vzťahov v potravných sieťach pôdnych organizmov. Rastlinný opad je dôležitý nielen pre jeho kvantitatívny vklad organickej hmoty, ale aj preto, že obsahuje množstvo esenciálnych (nenahraditeľných) látok pre rast a vývoj živočíchov (Elhottová a kol., 2002). Ako tento fakt postihuje život v jaskyniach? Môžu samotné mikroorganizmy nahradiť v produkcii niektorých látok rastliny a stať sa v tomto smere pre jaskynné živočíchov nenahraditeľnými? Je prostredie jaskýň skutočne také chudobné na organický materiál, ako sa na prvý pohľad zdá? Od týchto otázok sa začal odvíjať náš ďalší zooloģicko-mikrobiologický výskum spomínaných jaskýň.

## VÝSLEDKY PREDBEŽNÉHO PRIESKUMU MIKROFLÓRY

V prvom rade sa uskutočnil chemický rozbor sedimentov obidvoch jaskýň. Ten preukázal

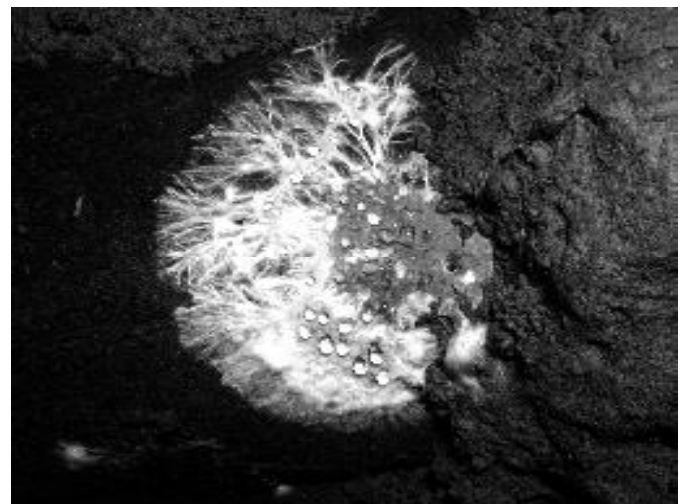
napríklad, že sediment v Domici obsahuje veľmi málo organickej hmoty (0,98 %) v porovnaní so sedimentom v Ardovskej jaskyni (2,35 %). Obidva sedimenty sú veľmi alkalické (pH 8,2 – 8,6). V tomto prostredí dominovali alkalotolerantné baktérie najmä z rodov *Bacillus*, *Brevibacillus* a *Paenibacillus*. Hlavným zdrojom organickej hmoty v oboch študovaných jaskyniach je netopierí trus – guáno. Tento materiál sa zdá byť kľúčovým substrátom pre viacero jaskynných saprotrofných organizmov. Čerstvé guáno, agresívny substrát s extrémne kyslou reakciou (pH 3,5), je postupne osídľované najmä mikromycétami, neskôr aj zástupcami bakteriálnych rodov *Actinomyces*, *Arcaobacterium*, *Nocardia*, pH hodnota sa zvyšuje na 4,6. Na okrajoch guánových hromád je viditeľné veľké množstvo exkrementov jedincov rovnakonôžky *Mesoniscus graniger* (Frivaldszky), ktoré sa miešajú s vápenatým podkladom. Tu je hodnota pH už 6,8 a objavujú sa baktérie z rodov *Pseudomonas*, *Streptomyces* a *Stenotrophomonas*.

Štúdium saprotrofných mikromycét sa zameralo na zistenie ich výskytu v ovzduší, v ílovom substráte jaskýň a ďalej v guáne, v exkrementoch kavernikolnej fauny, na rozkladajúcom sa dreve alebo inom organickom materiáli, ktorý

sa v jaskyniach vyskytuje. Už výsledky prvých sledovaní poukazujú na rozdiely v zastúpení saprotrofných mikromycét tak v ovzduší, ako aj v sledovaných substrátoch medzi Domicou a Ardovskou jaskyňou. Vzhľadom na to, že spóry húb sa dostávajú do jaskýň hlavne splachom z povrchu, na porovnanie sa skúmali aj vzorky pôdy odobraté nad jaskyňami. Výskyt mikromycét v ovzduší jaskýň značne ovplyvňuje aj sprístupnenie jaskýň pre verejnosť a frekvencia návštev v jaskyniach. Spóry prinášajú návštevníci do jaskýň na obuvi a odevu. Napriek tomu naše prvé výsledky prekvapivo poukazujú na omnoho vyššie zastúpenie mikromycét v ovzduší Ardovskej jaskyne, ktorá nie je pre verejnosť prístupná. Ílový substrát obidvoch jaskýň sa zdá byť z hľadiska výskytu mikromycét veľmi chudobný. Na jar v roku 2002 pomocou zriedovacej metódy izolácie neboli zistené žiadne mikromycéty ani pri opakovanej izolácii z niekoľkých odobratých vzoriek, a to zrejme pre pomerne vysoké hodnoty pH (mikroskopické huby preferujú nižšie hodnoty pH). Počas jesenného odberu sa z ílu Domicie izoloval iba jeden zástupca mikromycét – *Oidiodendron cerealis* (Thüm.) Barron. Niektoré druhy mikromycét však boli izolované z nájdených nárastov na povrchu ílu



Obr. 3. Makroskopická kolónia *Beauveria brongniartii* na kameni (Ardovská jaskyňa). Foto: P. Luptáčik  
Fig. 3. Macroscopic colony of *Beauveria brongniartii* growing on the stone (Ardovská Cave). Photo: P. Luptáčik



Obr. 4. Kolónia drevokaznej huby rastúcej na dreve (jaskyňa Domicia). Foto: P. Luptáčik  
Fig. 4. Colony of ligniperous fungi covering rotten wood (Domica Cave). Photo: P. Luptáčik

v obidvoch jaskyniach (druhy rodu *Penicillium* a *Aspergillus*).

Pomerne bohaté spektrum mikromycét sa zistilo v odobratých vzorkách guána (obr. 1), ktoré je vhodným zdrojom živín pre ich rast. Činnosťou mikromycét, ale aj baktérií je postupne pozmeňované na substrát vhodný pre život niektorých jaskynných živočíchov (rovnakoňžky, chvostoskoky, pancierniky a i.). Osídlenie exkrementov netopierov môžu pozorovať aj návštevníci jaskyne Domicia, a to nielen na kopách guána. Na zábradlí lemujúcom chodník si možno všimnúť jednotlivé exkrementy netopierov porastené kolóniami rodu *Mucor* – Zygomycetes, Mucorales (obr. 2). Zaujímavé druhy mikromycét boli izolované i z ostatných exkrementov – *Thielavia hyrcaniae* Nicot, *Pidoplitchkoviella terricola* Kirilenko z exkrementov *M. graniger* a dáždoviek a *P. cf. clavigerum* Dem. z exkrementov kuny z Domicie. Stabilné vlhkostné podmienky umožňujú bohatý rast niektorých mikromycét priamo v jaskyni – napríklad makro-

skopická kolónia *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch na kameni v Ardovskej jaskyni (obr. 3).

## LABORATÓRNE SLEDOVANIA

Získali sme prvé skúsenosti a výsledky zo štúdia spoločenstiev jaskynnej mikroflóry ako trofického zdroja pre vybraných zástupcov subteránnej fauny. Zistili sme, že izolované mikroorganizmy (baktérie, streptomycéty, mikroskopické huby) z jaskyne môžu slúžiť ako jediný zdroj potravy pre niektoré pôdne bezstavovce. Zatiaľ sme testovali potravovo-preferenčné a reprodukčné vzťahy mikroorganizmov a bezstavovcov iba v laboratórnych podmienkach na jednom zástupcovi nejaskynnej mrlice druhu *Enchytraeus crypticus*. Pre ďalšie štúdium je povzbudivé zistenie, že mrlice kŕmené určitými druhmi baktérií dospievajú rýchlejšie a produkujú vyšší počet vajíčok v kokóne v porovnaní s inými druhmi baktérií ako jediným zdrojom potravy.

## ZÁVER

Je zrejmé, že organizmy trvalo obývajúce jaskyne majú množstvo adaptácií na podmienky tohoto extrémneho prostredia, ktoré sa nepochybne týkajú aj trofických vzťahov na úrovni potravového reťazca. Napriek zaujímavosti problematiky abiotických podmienok a trofických interakcií v jaskyniach, najmä na úrovni edafónu (pôdne organizmy), je jej štúdium len veľmi vzácné. Zostáva množstvo nezodpovedaných otázok súvisiacich s vplyvom prostredia na druhovú rozmanitosť organizmov, s vplyvom mikroorganizmov na kavernikolné bezstavovce alebo týkajúcich sa ich úlohy v potravných interakciách.

Cieľom nášho ďalšieho prieskumu bude prieniesť podrobnejšie informácie o štruktúre spoločenstiev mikroorganizmov v Ardovskej jaskyni a Domici a ich vzťahoch k prítomnej hypogeickej faune.