

Fauna bezstavovcov v blízkosti vchodov jaskýň Šarkania a Galmuská diera (Volovské vrchy)

MILOŠ MELEGA^{1*}, ANDREA RENDOŠOVÁ², PETER LUPTÁČIK², TOMÁŠ ČEJKA³,
KATARÍNA KRAJČOVIČOVÁ⁴ & ANDREJ MOCK²

¹ Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, ² Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied, katedra zoológie, Šrobárova 2, 041 54 Košice, ³ Botanický ústav CBRB SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava, ⁴ Bratislavské regionálne ochranárske združenie – BROZ, Na Riviére 7/a, 841 04, Bratislava

Abstract. Invertebrate fauna at the cave entrances of the Šarkania diera and Galmuská diera (Volovské vrchy Mts.)

Caves have distinctly defined different environmental zones, from the surface to the inner parts. Cave entrances are a typical ecotone that inhabits epigeal and subterranean organisms. They are also often an important climatic refuge for organisms. We investigated the diversity of terrestrial invertebrates, focusing on the surface layer of the substrate, specifically in front of the entrances (portals) of the Šarkania diera and Galmuská diera caves. We found 53 species of invertebrates from 33 families and 11 taxonomic groups. A higher number of species were found at the site in front of the Galmuská diera Cave (46 spp.) compared to Šarkania diera. Gastropoda was the only taxonomic group detected to not belong to arthropods (Arthropoda). Collembola were the species-richest taxonomic group. The community was formed by epigeal species with trogloliths such as the isopod *Armadillidium versicolor*, the centipede *Cryptops parisi* and nine species of collembolans, among which is the Carpathian endemic *Hymenaphorura pseudosibirica*. The collembolan *Morulina verrucosa* can be considered a glacial relic.

Keywords: Western Carpathian plateau karst, Slovakia, cave entrances, terrestrial arthropods, biodiversity

Úvod

Galmus (okres Spišská Nová Ves) je súčasťou geomorfologickej oblasti Slovenské rudohorie, celku Volovské vrchy a podcelku Hnilecké vrchy (Mazúr & Lukniš 1978). Zoznam jaskýň Slovenskej republiky k 31. 12. 2017 uvádza z Galmusu 130 jaskýň s priemernou dĺžkou len asi 5 m (Bella et al. 2018).

V minulosti bola povrchová fauna bezstavovcov Galmusu skúmaná len málo. Ako prvý spomína z tohto územia Ložek (1960) malakofaunu Poráčskej doliny. Pozornosť potom priťahovala jaskyňa Homološova diera, ale najmä najdlhšia jaskyňa Galmusu a to Šarkania diera. Z tejto jaskyne publikoval fragmentárne údaje Košel (2000, 2001), následne Mlejnek & Ducháč (2001, 2003) a Kalúz & Fenda (2005). Neskôr uskutočnil výskum Poráčskej jaskyne Košel (2007), pričom sa sústredil na sledovanie parietálnej (stenovej), terestrickej a vodnej fauny. Z parietálnej fauny vstupnej časti jaskyne uvádza 20 druhov bezstavovcov, väčšinu z radu dvojkrídlavcov (Diptera). Jaskynnú faunu tu spomína aj neskôr (Košel 2009, 2012) a dopĺňajú ho aj ďalší odborníci: Hudec & Mock (2011), ako aj Rudy et al. (2021). Neskôr Košel (2009, 2012) sumarizuje poznatky o faune oboch spomínaných jaskýň v kontexte komplexnej charakteristiky subteránnej fauny Západných Karpát. Rozšírenie kôrovca *Niphargus tatrensis* na Slovensku analyzuje Hudec & Mock (2011), nájdeného aj v jaskyni Šarkania diera. Kavernikolnou rovnakonôžkou *Mesoniscus graniger*, nájdenou v oboch

vyššie spomenutých jaskyniach, sa neskôr zaoberá Rudy et al. (2021). Distribúciu fauny na environmentálnom gradiente štyroch jaskýň v Galmuse, a to od ich vchodov až po zadné časti, skúmal Melega et al. (2022). Autori súčasného príspevku prinášajú poznatky o diverzite terestrických bezstavovcov so zameraním sa na vrstvu pôdnej hrabanky (0 – 10 cm) spreď vchodov (portálov) dvoch jaskýň Galmusu. Cieľom štúdie bolo doplniť údaje o diverzite fauny bezstavovcov pozdĺž environmentálneho gradientu v smere povrch – jaskyňa. Predpokladali sme, že spoločenstvo bezstavovcov v blízkosti jaskynných vchodov bude mať druhovo pestré zastúpenie.

Jaskyne majú v rozpätí od povrchu po hlboké podzemie pomerne výrazne definované environmentálne odlišné zóny. Každá zo zón má iné životné podmienky a spoločenstvá organizmov (Howarth & Moldovan 2018). Jaskynné vchody sú prechodným prostredím, kde sa prelína vplyv podmienok na povrchu a vlastného podzemia, sú typickým ekotónom, so zastúpením povrchových aj podzemných organizmov (Prous et al. 2004, 2015). Cez jaskynné vchody sa dostáva do hypogeického prostredia značné množstvo trofických zdrojov, je tu intenzívna sezónna migrácia živočíchov a prebieha tu evolúcia druhov na ceste do podzemného refúgia. Okrem toho, jaskynné vchody poskytujú dôležité klimatické refúgia pre vzácne endemické a reliktné taxóny (napr. Kalúz 1993; Raschmanová et al. 2018).

* Korešpondenčný autor: M. Melega. Email: milos.melega@ssj.sk



Obrázok 1. Poloha skúmaných lokalít na mape Slovenska. Červená - vchod jaskyne Šarkania diera, modrá - vchod jaskyne Galmuská diera. Mapový podklad: <https://www.geoportal.sk/sk/služby/mapove-služby/wms/wms-zbgis.html>

Materiál a metódy

Preskúmané boli vchody dvoch jaskýň (Obrázok 1):

1. jaskynný vchod – Šarkania diera ($48^{\circ} 53,4'N 20^{\circ} 43,8'E$), 690 m n. m., SZ orientácia (3.5 m šírka \times 1.6 m výška), vápencové podložie, rendzina, lesná asociácia typu vápencové bučiny, na skalách dominuje porast lipy a javora. Vchod jaskyne sa nachádza pod skalným bralom v severne orientovanom strmom svahu planiny. Jaskyňa je turisticky prístupná a často navštevovaná. Okolie vchodu je upravené pre návštevníkov. Je bez výraznejšieho bylinného podrastu.

2. jaskynný vchod – Galmuská diera ($48^{\circ} 54,0'N 20^{\circ} 49,5'E$), 680 m n. m., JV orientácia (4.0 m šírka \times 2.0 m výška) vápencové podložie, rendzina, lesná asociácia typu vápencové bučiny a s náznakmi sutinového lesa (lipová javorina). Vchod je situovaný pod skalným útesom tesne nad dnom vlhkého údolia (tiesňavy) v severných svahoch planiny. Je tu sutinové prostredie s bohatým bylinným podrastom.

Materiál bol zbieraný 9. októbra 2015 metódou presevu vrchnej vrstvy pôdnej hrabanky. Sústredili sme sa na vrstvu pôdnej hrabanky v tesnej blízkosti jaskynných vchodov (2 m od vchodu). Sú to miesta, ktoré boli pôvodne situované v predných častiach jaskýň, ktoré neskôr zvetrali. Predpokladáme, že mikroklima skúmaných stanovišť je vo väčšej miere ovplyvňovaná zmenami v povrchovom prostredí, no nie je vylúčený aspoň čiastočný vplyv jaskynnej mikroklimy kvôli polohe, priestrannosti jaskynných vchodov so špecifickou morfológiou. Na predmetných lokalitách je bylinná etáž veľmi chudobná

a dominuje tu najmä prítomný bukový opad. Vzorky boli semikvantitatívne a pozostávali z presevu 16 plôšok 25×25 cm (1 m^2). Použité bolo presievadlo s hranami 25×25 cm, s okami o veľkosti 1 cm^2 . Pôdne vzorky boli extrahované pomocou vysokogradientného fotoeklektoru (modifikácia podľa Crossley & Blair 1991) a fixované v 75 % etylalkohole.

Následne boli identifikované pomocou stereoskopického mikroskopu Leica EZ4 a svetelného fázového mikroskopu Leica DM1000 ako dočasné (napr. štúriky) alebo fixované (napr. chvostokoky) preparáty s využitím identifikačných kľúčov zameraných na stredoeurópsku faunu. Zamerali sme sa na suchozemské článkonožce, ale zaznamenali sme aj ulitníky (Gastropoda). Z roztočov sme determinovali len prostigmátne roztoče čeľade Rhagidiidae a časť materiálu panciernikov (Oribatida). V dôsledku absencie špecialistov nebolo možné determinovať ani málonôžky (Pauropoda).

Výsledky a Diskusia

Na dvoch študovaných lokalitách sme odchytili 576 exemplárov (ex.) bezstavovcov. Zistili sme 53 druhov z 33 čeľadí patriacich do 11 vyšších taxónov (Tabuľka 1).

Vyšší počet druhov a početnosť jedincov sme zaznamenali pri jaskyni Galmuská diera (46 spp., 330 ex.) než pri jaskyni Šarkania diera (13 spp., 246 ex.). Hlbšie do vnútra jaskýň bol zaznamenaný celkovo vyšší počet druhov a tiež vyšší počet druhov s väzbou na jaskynné prostredie

Tabuľka 1. Druhové zastúpenie bezstavovcov v skúmaných lokalitách.

Taxón	Lokalita	
	V-ŠD	V-GD
GASTROPODA		
<i>Alinda biplicata</i> (Montagu, 1803)		++
<i>Clausilia dubia</i> Draparnaud, 1805		+
<i>Ena montana</i> (Draparnaud, 1801)		++
<i>Euconulus fulvus</i> (O. F. Müller, 1774)		+
<i>Faustina faustina</i> (Rossmässler, 1835)		+
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)		+
<i>Trochulus</i> sp. juv.		+
<i>Truncatellina cylindrica</i> (A. Férussac, 1807)		+
<i>Vallonia costata</i> (O. F. Müller, 1774)		+
<i>Vitrea</i> sp. juv.		+
ARACHNIDA		
Acari: Mesostigmata		
Gamasina	+++	++
Uropodina	+	+
Acari: Oribatida		
<i>Damaeus gracilipes</i> (Kulczyński, 1902)	++	
<i>Kunstitamaeus tecticola</i> (Michael, 1888)	+	
Damaeidae juv.	++	
Oribatida indet.	++++*	
Acari: Prostigmata		
<i>Coccorhagidia clavifrons</i> (G. Canestrini, 1886)	+	
<i>Poecilophysis pratensis</i> (C.L. Koch, 1835)		+++
<i>Shibaia tatriva</i> Zacharda, 1980	+	
Rhagidiidae indet.	+	
Prostigmata indet.	+++	
Araneae		
<i>Pholcomma gibbum</i> (Westring, 1851)		+
Opiliones		
<i>Nemastoma lugubre</i> (Müller, 1776)		++
<i>Trogulus nepaeformis</i> (Scopoli, 1763)	+	+
Pseudoscorpiones		
<i>Chthonius heterodactylus</i> Tömösváry, 1882		+++
<i>Chthonius</i> sp.		+
<i>Mundochthonius carpathicus</i> Rafalski, 1948	++	+
<i>Neobisium crassifemoratum</i> (Beier, 1928)		+++
<i>Neobisium fuscimanum</i> (C.L. Koch, 1843)	+	++
<i>Neobisium</i> sp.	++	
<i>Neobisium sylvaticum</i> (C.L. Koch, 1835)		+
CRUSTACEA		
Isopoda		
<i>Armadillidium versicolor</i> Verhoeff, 1901		++

v Šarkanej diere ako v Galmuskej diere (39 spp. vs. 35 spp.) (Melega et al. 2022). Spomedzi druhov s užším vzťahom k jaskyniam sa nám podarilo zaznamenať druhy s afinitou k jaskynnému prostrediu (troglafilné druhy), napr. stonožku *Cryptops parisi* a deväť druhov chvostoskokov: *Heteraphorura variotuberculata*, *Hymenaphorura pseudosibirica*, *Lepidocyrtus lignorum*, *Kalaphorura paradoxa*, *Pogonognathellus flavescens*, *Protaphorura armata*, *Pseudosinella horaki*, *Pygmarrhopalites pygmaeus* a *Tetrodontophora bielensis*, prípadne petrofilné druhy, obľubujúce steny a suť v jaskynných vchodoch a previsoch: rovnakonôžku *Armadillidium versicolor*. Potvrdili sme prítomnosť chvostoskoka *Morulina verrucosa*, ktorého je možné považovať za glaciálneho reliktu (Urbanovičová et al. 2010). Absencia troglobiontov či ďalších reliktných foriem môže súvisieť s nevhodnými mikroklimatickými podmienkami v čase odberov zoologického materiálu, alebo aj s rozdielnou metodikou – bez inštalácie pascí a ručným zberom materiálu – naproti skúmaným jaskynným vchodom (porov. Melega et al. 2022).

Jedinou skupinou, ktorá nepatrila medzi článkonožce, boli ulitníky (Gastropoda). Našli sme ich len v lokalite pri Galmuskej diere a reprezentovalo ich 10 terestrických druhov. Väčšina druhov patrí k lesným špecialistom (*Clausilia dubia* – Obrázok 2A, *Ena montana* a *Faustina faustina*), jeden druh (*Alinda biplicata*, Obrázok 2B) je lesný generalista. Zvyšné druhy patrili buď k druhom euryekným (*Punctum pygmaeum*, *Euconulus fulvus*), vlhkomilným (*Trochulus* sp.), xerofilným (*Truncatellina cylindrica*) alebo semisilvikolným (*Vallonia costata*, Obrázok 2C). K najpočetnejším druhom patrili *Alinda biplicata* a *Faustina faustina*. Päť z druhov, ktoré sme zaznamenali – (*Clausilia dubia*, *Ena montana*, *Euconulus fulvus*, *Truncatellina cylindrica* a *Vallonia costata*), zdokumentoval aj Ložek (1960) v blízkej Poráčskej doline. Ďalší, lesný sutinový druh *Oxychilus glaber* (Rossmässler, 1835), ktorý často preniká aj do jaskýň (Melega et al. 2022), sme pred vchodom nenašli, ale pravdepodobne sa tu vyskytuje.

Zaznamenali sme niekoľko skupín článkonožcov (Arthropoda). Medzi pavúkovcami (Arachnida) mali dominantné zastúpenie roztoče (Acari). Väčšina z nich bola frekventovaná v lokalite pri jaskyni Šarkania diera. Pancierniky boli z pohľadu odchytených jedincov najpočetnejšou faunistickou skupinou vôbec. Zastúpenie mali aj klieštikovce (Mesostigmata) a roztočníky (Prostigmata, Trombidiformes). Roztoč *Shibaia tatriva* (Rhagidiidae) bol doposiaľ nájdený na lokalitách vo Vysokých Tatrách a v Cerovej vrchovine (Zacharda 1980; Kalúz 2009, 2011, 2013), v poslednom období bol nájdený aj na ďalších lokalitách (Melega, nepublikované dáta). Zo vstupnej chodby Šarkanej diery uvádza Melega et al. (2022) odlišné druhové spoločenstvo, so zastúpením troglomorfného druhu *Poecilophysis wolmsdorfensis* (Willman, 1936) a troglafilného druhu *Poecilophysis wankeli* (Zacharda, 1978). Aj ostatné nami zistené skupiny pavúkovcov ako pavúky (Araneae), kosce (Opiliones)

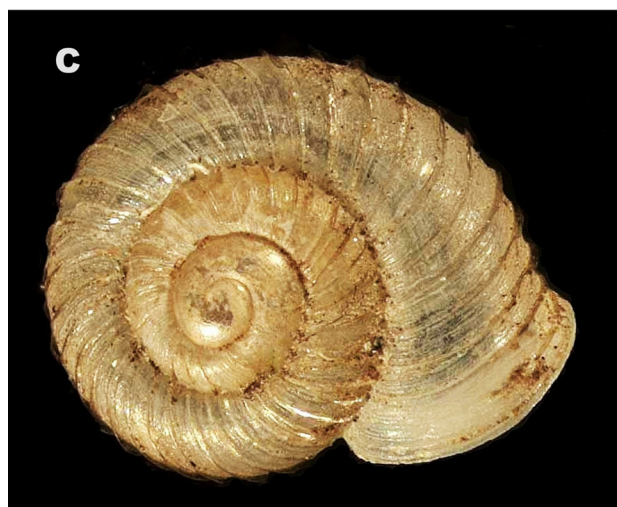
Tabuľka 1. Pokračovanie.

<i>Lepidoniscus minutus</i> (Koch, 1838)		++
<i>Ligidium hypnorum</i> (Cuvier, 1792)		+
<i>Trichoniscus carpaticus</i> Tabacaru, 1974	+	++
MYRIAPODA		
Diplopoda		
<i>Enantiulus nanus</i> (Latzel, 1884)	++	
<i>Glomeris tetrasticha</i> Brandt, 1883	++	
<i>Leptoiulus mariae</i> Gulička, 1952		++
<i>Leptoiulus trilobatus</i> (Verhoeff, 1894)		++
<i>Megaphylum projectum</i> (Verhoeff, 1894)		+
<i>Polydesmus complanatus</i> (Linnaeus, 1961)		++
<i>Polydesmus denticulatus</i> C. L. Koch, 1867		++
<i>Trachysphaera schmidtii</i> Heller, 1858		++
<i>Trachysphaera gibbula</i> (Latzel, 1884)		+
Chilopoda		
<i>Cryptops parisi</i> Brolemann, 1920	+	
<i>Lithobius burzenlandicus</i> (Verhoeff, 1931)		+++
<i>Lithobius erythrocephalus</i> C. L. Koch, 1847	+	++
<i>Lithobius mutabilis</i> C. L. Koch, 1862		+++
<i>Lithobius</i> cf. <i>muticus</i> C. L. Koch, 1847		+
<i>Lithobius</i> sp. (juv.)	+	++
<i>Strigamia acuminata</i> (Leach, 1815)		+
Paupoda		
HEXAPODA		
Collembola		
<i>Caprainea marginata</i> (Schoett, 1893)		+++
<i>Heteraphorura variotuberculata</i> (Stach, 1934)		++
<i>Hymenaphorura pseudosibirica</i> (Stach, 1954)		++
<i>Kalaphorura paradoxa</i> (Schäffer, 1900)		++
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)		+++
<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)		++
<i>Morulina verrucosa</i> (Börner, 1903)		+++
<i>Plutomurus</i> sp.		++
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)		++
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)		++
<i>Protaphorura subarmata</i> (Gisin, 1957)		++
<i>Pseudachorutes</i> sp.		++
<i>Pseudosinella horaki</i> Rusek, 1985		++
<i>Pygmarrhopalites pygmaeus</i> (Wankel, 1860)		++
<i>Tetrodontophora bielensis</i> (Waga, 1842)	++	+++
Spolu taxónov	21	55

67

V-ŠD – pred jaskyňou Šarkania diera, V-GD – pred jaskyňou Galmuská diera. Počet odchytených jedincov: 1 = +, 1 – 10 = ++, 11 – 50 = +++, 50 – 100 = +++++, viac ako 100 = +++++*

a štúriky (Pseudoscorpiones) boli reprezentované epigeickými druhmi. Afinita niektorých druhov štúrikov k biotopu jaskynných vchodov v krasovom území bola zistená už skôr (pozri napr. Krumpál & Kiefer 1981; Krumpál 2000; Christophoryová 2009; Jaszayová & Christophoryová 2019). Suchozemské kôrovce (Crustacea, Oniscidea) zastupovali štyri druhy z odlišných morfortypov a čeľadí. Z nich s bližším vzťahom ku krasovému prostrediu a podzemi je len petrikolný druh *Armadillidium versicolor*, preferujúci skalné steny a sute, obľubujúci jaskynné vchody (Rudy et al. 2021).



Obrázok 2. Ulitníky (Gastropoda) *Clausilia dubia* (A), *Alinda biplicata* (B) a *Vallonia costata* (C). Foto: T. Čejka

Viacnôžky (Myriapoda) boli zastúpené mnohonôžkami (Diplopoda), stonôžkami (Chilopoda) a málonôžkami (Pauropoda). Stonôžky boli zastúpené druhmi z čeladi Cryptopidae, Linotaenidae a najmä Lithobiidae. S bližším vzťahom k jaskyniam sme zaznamenali len troglofilný druh *Cryptops parisi* (Cryptopidae). Mnohonôžky boli o čosi viac diverzifikované, pričom ich tvorilo 9 druhov zo štyroch čeladi, najviac ich bolo z čelade Julidae. Početné lokálne subteránne populácie má tendenciu vytvárať druh *Polydesmus denticulatus*, ktorý sa vyskytoval v lokalite pri Galmuskej diere. Melega et al. (2022) ho spomínajú aj z hlbších častí tejto jaskyne. Málonôžky sa v jaskyniach objavujú vzácne, avšak prevažne len vo vchodových častiach s prítomným organickým materiálom (Kováč et al. 2014). Spomedzi šesťnôžok (Hexapoda) sme sa sústredili na dominantnú skupinu, chvostoskoky (Collembola). Zaznamenali sme 13 druhov. Chvostoskoky *Heteraphorura variotuberculata* a *Tetradontophora bielensis* sú chladnomilné druhy s montánnou distribúciou. Nedávno boli potvrdené aj vo vstupnej chodbe jaskyne Galmuská diera (Melega et al. 2022). Ďalšie chladnomilné druhy chvostoskokov, *Hymenaphorura pseudosibirica* a *Morulina verrucosa*, sú karpatskými endemitmi. Eudominantný výskyt mal druh *Lepidocyrtus lignorum*. S užším vzťahom k jaskyniam sme na lokalite pri Galmuskej diere našli troglofilné chvostoskoky *Protaphorura armata* a *Pygmarrhopalites pygmaeus*. Melega et al. (2022) spomínajú oba druhy aj vo vchode do jaskyne Šarkania diera a *Pygmarrhopalites pygmaeus* predstavoval najhojnejšie sa vyskytujúceho chvostoskoka v jaskyniach Galmusu vôbec.

Záver

Výskum prináša originálne výsledky prieskumu spoločenstiev suchozemských bezstavovcov spred vchodov dvoch jaskýň v dosiaľ zoologicky málo preskúmanom pohorí Galmus z roku 2015. Na študovaných lokalitách sme zistili prítomnosť spolu 53 druhov bezstavovcov z 33 čeladi a 11 taxonomických skupín.

Vyšší počet druhov a hustota zisteného spoločenstva organizmov bola pri Galmuskej diere (46 spp., 330 ex.) naproti lokalite pri Šarkanej diere (13 spp., 246 ex.) a môže byť podmienená vhodnou polohou a špecifickými lokálnymi podmienkami prostredia.

Jedinou zistenou faunistickou skupinou nepatriacou medzi článkonožce boli ulitníky. Z pomedzi taxonomických skupín dominovali pancierniky a chvostoskoky. Všetky faunistické skupiny boli diverzifikovanejšie v lokalite pri Galmuskej diere, okrem pavúkovcov. Druhovo najbohatšou taxonomickou skupinou boli chvostoskoky (13 spp.). Eudominantný výskyt sme zistili u štúrika *Chthonius heterodactylus* a chvostoskoka *Lepidocyrtus lignorum*.

V oboch spoločenstvách prevládali povrchové formy organizmov. Zastúpenie tu mali troglofilné druhy pričom v lokalite pri Galmuskej diere to bola rovnakonôžka *Armadillidium versicolor* a chvostoskoky *Heteraphorura variotuberculata*, *Hymenaphorura pseudosibirica*,

Lepidocyrtus lignorum, *Kalaphorura paradoxa*, *Pogonognathellus flavescens*, *Protaphorura armata*, *Pseudosinella horaki*, *Pygmarrhopalites pygmaeus*. Pri Šarkanej diere to bola len stonôžka *Cryptops parisi*. Chvostoskok *Tetradontophora bielensis* sa vyskytoval na oboch skúmaných lokalitách. Chvostoskoky *Hymenaphorura pseudosibirica* a *Morulina verrucosa* sú karpatskými endemitmi pričom druhý z nich môže byť považovaný za glaciálny relik.

PodĎakovanie

Za spoluprácu ďakujeme všetkým, ktorí sa podieľali na determinácii druhov: Karel Tajovský (Chilopoda), Jana Christophoryová (Pseudoscorpiones), Anna Šestáková (Araneae) a Slavomír Stašiov (Opiliones). Za pomoc ďakujeme aj Vladimírovi Čechovi (Prešovská univerzita v Prešove) a Laure Dušekovej (Správa slovenských jaskýň). Výskum v chránených oblastiach povolila vyhláška MŽP SR č. 7905/ 2013-2.3 (10. 12. 2013) a podporený bol grantom VEGA 1/0199/14, VEGA 2/0108/21 a APVV-17-0477.

Literatúra

- Crossley D, Blair JM. 1991. A high-efficiency, "low-technology" Tullgren-type extractor for soil microarthropods. *Agriculture Ecosystems & Environment* 34: 187–192.
- Howarth FG, Moldovan OT. 2018. Where Cave Animals Live. In: Moldovan OT, Kováč L, Halse S, eds. *Cave Ecology, Ecological Studies*. Cham, Switzerland: Springer Nature, 23–37.
- Hudec I, Mock A. 2011. Rozšírenie dvoch druhov rodu *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda) na Slovensku. *Slovenský kras* 49: 153–160.
- Christophoryová J. 2009. Štúriky – Pseudoscorpiones. In: Mašán P, Mihál I, eds. *Pavúkovce Cerovej vrchoviny (Arachnida: Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones, Acari)*. Banská Bystrica: Štátna ochrana prírody SR, Bratislava: Ústav zoológie SAV, Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 125–135.
- Jászayová A, Christophoryová J. 2019. Štúriky (Arachnida, Pseudoscorpiones) okolia Ardoskej jaskyne a Silickej ľadnice. *Biodiversity & Environment* 11(2): 64–71.
- Kalúz S. 1993. *Veigaia inexpectata* sp. n. (Acarina, Veigaiidae), a new gamasid mite from Slovak Republic. *Biologia* 48(5): 507–510.
- Kalúz S. 2009. Acari (Trombidiformes). In: Mašán P, Mihál I, eds. *Pavúkovce Cerovej vrchoviny (Arachnida: Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones, Acari)*. Banská Bystrica: Štátna ochrana prírody SR, Bratislava: Ústav zoológie SAV, Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 125–135.
- Kalúz S. 2011. Pôdne roztoče (Acari) na kalamitných plochách vo Vysokých Tatrách. Štúdie o Tatranskom národnom parku 10(43): 221–230.
- Kalúz S. 2013. Príspevok k poznaniu pôdnych roztočov (Acari) v Strážovských vrchoch. *Folia faunistica Slovaca* 18(3): 327–332.
- Kalúz S, Fenda P. 2005. *Mites (Acari: Mesostigmata) of the family Ascidae of Slovakia*. Bratislava: Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences.
- Kočický D, Ivanič B. 2011. Geomorfologické členenie Slovenska [Accessed 12 April 2024]. Tematické mapy [Internet]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Available from: <https://www.geology.sk/geoinfoportal/mapovy-portal/geologicke-mapy/tematicke-mapy/>
- Košel V. 2000. Regionalizácia jaskynnej a krasovej fauny Západných Karpát. In: Mock A, Kováč L, Fulín M, eds. *Fauna jaskýň – Cave fauna*. Košice: Východoslovenské múzeum, 67–84.
- Košel V. 2001. The Sciaridae (Diptera) from caves in Slovakia. *Acta Universitatis Carolinae – Biologica* 45: 73–78.

- Košel V. 2007. Biospeleologický výskum Poráčskej jaskyne (Šarkanania diera) v Hnileckých vrchoch. Správa z výskumu v druhom polroku 2007. In: Archív Správy slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, p. 10.
- Košel V. 2009. *Subteránna fauna Západných Karpát*. České Budějovice: Ústav půdní biologie, Biologické centrum Akademie věd České republiky.
- Košel V. 2012. *Subterranean fauna of the Western Carpathians*. Brno: Tribun.
- Kováč L, Elhottová D, Mock A, Nováková A, Krištúfek V, Chroňáková A, Lukešová A, Mulec J, Košel V, Papáč V, Luptáčik P, Uhrin M, Višňovská Z, Hudec I, Gáál L, Bella P. 2014. *The cave biota of Slovakia*. Banská Bystrica: Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky.
- Krumpál M. 2000. Štúriky (Pseudoscorpiones) jaskýň Čiernej hory (Slovensko). In: Mock A, Kováč L, Fulín M, eds. *Fauna jaskýň*. Košice: Východoslovenské múzeum, 95–98.
- Krumpál M, Kiefer M. 1981. Príspevok k poznaniu štúrikov čelade Chthoniidae v ČSSR (Pseudoscorpionidea). *Zprávy Československé společnosti entomologické při ČSAV* 17: 127–130.
- Ložek V. 1960. Měkkýši Poračského járu a doliny Vernárského potoka. *Časopis Národního muzea* 129(1): 102–103.
- Melega M, Parimuchová A, Luptáčik P, Jászay T, Košel V, Čech V, Šestáková A, Mock A. 2022. Fauna bezstavovcov jaskýň planiny Galmus (Volovské vrchy). *Slovenský kras* 60(1): 63–99.
- Mlejnek R, Ducháč V. 2001. *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) v Západných Karpatech. *Natura Carpatica* 42: 75–88.
- Mlejnek R, Ducháč V. 2003. Trogllobiontní a endogenní výskyt druhu *Mesoniscus graniger* (Crustacea: Isopoda: Oniscoidea) na území Západních Karpat. *Acta Musei Reginaehradensis* 29: 71–79.
- Prous X, Ferreira RL, Martins RP. 2004. Ecotone delimitation: Epigeic-hypogean transition in cave ecosystems. *Austral ecology* 29(4): 374–382.
- Prous X, Ferreira RL, Jacobi CM. 2015. The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave. *International Journal of Speleology* 44(2): 177–189.
- Raschmanová N, Miklisová D, Kováč L. 2018. A unique small-scale microclimatic gradient in a temperate karst harbours exceptionally high diversity of soil Collembola. *International Journal of Speleology* 47 (2) 247–262.
- Rudy J, Papáč V, Mlejnek R, Mock A. 2021. Terrestrial isopods (Oniscoidea) in Slovak caves: species diversity and distribution along regional and geographical gradients. *Acta Carpathica Occidentalis* 12: 12–42.
- Urbanovičová V, Kováč L, Miklisová D. 2010. Epigeic arthropod communities of spruce forest stands in the High Tatra Mts. (Slovakia) with special reference to Collembola – first year after windthrow. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 74: 141–152.
- Zacharda M. 1980. Soil mites of the family Rhagidiidae (Actinedida: Eupodoidea). Morphology, Systematics, Ecology. *Acta Universitatis Carolinae – Biologica* 1978: 489–785.