

- PLESNÍK, P. 2002. Priestorové usporiadanie potenciálnej prirodzenej vegetácie Slovenska. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava. 344 s.
- RAUŠER, J. 1974. K zoogeografii Karpát. Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov., 19: 129-146.
- ŠIMO, E. & ZAŤKO, M. 1980. Typy režimu odtoku, p. 65. In: MAZÚR, E. (Ed.), Atlas SSR, SAV, Slov. Úrad geod. a kartogr., Bratislava.
- ŽIAK, M. & KRNO, I. 2014. New and interesting records of Plecoptera (Insecta) from Slovakia and several autecology notes. *Illesia* 10(6): 52-59.

Posúdenie klasifikácie taxónov bentických bezstavovcov na princípe funkčných potravných gíld z hľadiska analýzy stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$

Assessment of the functional feeding guilds classification principle of benthic invertebrate taxa in the terms of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotopes analysis

Ilja KRNO¹, Igor KOKAVEC², Tomáš LÁNCZOS³ & Rastislav MILOVSKÝ⁴

¹ Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Ilkovičova 6, SK-842 15 Bratislava

² Ústav zoológie SAV, Dúbravská cesta 9, SK-845 06 Bratislava

³ Katedra geochémie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Ilkovičova 6, SK-842 15 Bratislava

⁴ Ústav vied o Zemi SAV, Ďumbierska 1, SK-974 01 Banská Bystrica

Abstract

Functional feeding guilds (FFG) affiliation of macroinvertebrate taxa are critically assessed in the terms of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotopes analysis. Based on our results, the trophic classification of few taxa (e.g. *Leuctra* sp., *Perla* sp., *Drusus* sp., *Philopotamus* sp.) do not match with their known FFG preferences with recorded increase of omnivory or predatory feeding habits.

Keywords: trophic levels, scrapers, shredders, collectors, predators, stable isotopes

Úvod

Princíp funkčných potravných, resp. trofických skupín (FFG) predstavuje jeden zo základných parametrov charakterizujúcich spoločenstvá makrozoobentosu v mnohých ekologických štúdiách už desaťročia (Cummins 2018). Kategorizácia taxónov na základe FFG je založená na morfológii a správaní každého taxónu, ako aj zložení ich tráviaceho traktu (Cummins 2016). Štruktúru obsahu čriev u taxónov makrozoobentosu je ťažké presne stanoviť, preto analýza obsahu čriev nie je dobrý prediktor priradenia určitej kategórie FFG. Exaktnejší prístup k odhadu trofickej úrovne taxónov makrozoobentosu predstavuje práve analýza stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$, ktoré sa pri podobných štúdiách využívajú najčastejšie (napr. McCutchan et al. 2002; Füreder et al. 2003). Pomer stabilných izotopov dusíka $\delta^{15}\text{N}$ sa využíva pri stanovení trofickej úrovne

konzumentov. Napríklad trofický posun $\delta^{15}\text{N}$ je vyšší u konzumentov živiacich sa potravou s vysokým podielom bielkovín (posun o + 3,3 ‰ vzhľadom na potravu), než u organizmov živiacich sa rastlinnou potravou (posun o + 2,2 ‰) (McCutchan et al. 2003). Pomer izotopov $\delta^{13}\text{C}$ sa oproti dusíku mení len málo v rámci trofického reťazca. Izotopy uhlíka sú však vo vodných ekosystémoch vhodné na rozlíšenie pôvodu potravy (napr. mediál vs. litorál; alochtónne vs. autochtónne zdroje) (France 1995; Füreder et al. 2003). V tejto štúdii sme sa zamerali na posúdenie zaradenia jednotlivých taxónov do FFG na základe rozptätí hodnôt stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$ analyzovaných z tkanív taxónov bentických bezstavovcov.

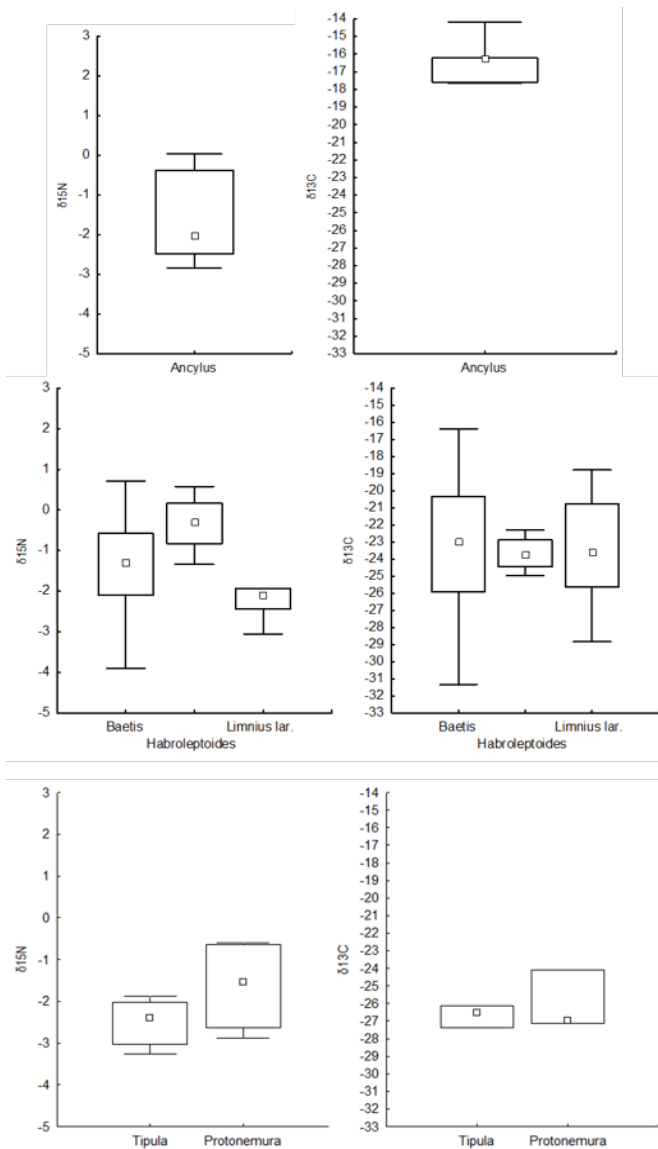
Materiál a metódy

V rámci tohto príspevku boli analyzované dáta z územia budovaného horninami kryštalinika odoberané v roku 2016 a 2017. Vzorky bentických bezstavovcov boli odoberané z 19 vodných tokov spadajúcich do povodia Váhu a Popradu, nachádzajúcich sa na území Vysokých Tatier a časti Nízkych Tatier. Bentické bezstavovce boli odoberané kvalitatívne pomocou štandardizovanej hydrobiologickej sieťky s rozmerom 25 x 25 cm (500 μm veľkosť oka), s cieľom zachytiť kompletné druhové spektrum makrozoobentosu. Jednotlivé taxóny boli na mieste determinované do čo najnižšej taxonomickej úrovne a fixované 96 % etanolom p.a. Problematické taxóny boli determinované za pomoci binokulárnej lupy v laboratóriu. V laboratóriu Ústavu vied o Zemi SAV boli vzorky homogenizované a rozložené v elementárnom analyzéri a spaľované v oxidačnom reaktore pri teplote 1000 °C, s priamym napojením na hmotnostný spektrometer a analyzované vo forme plynov CO_2 a N_2 .

Výsledky a diskusia

Typickým zoškrabávačom v našich vzorkách bol len jeden taxón – *Ancylus fluviatilis* (Gastropoda) (Obr. 1), ktorý dosahuje typicky vysoké hodnoty uhlíka nad -18 (Tab. 1). Ostatné predpokladané zoškrabávače, napr. Baetidae, Heptageniidae (Ephemeroptera), Glossosomatidae, Drusinae (Trichoptera), ako aj niektoré drviče, napr. Gammaridae (Amphipoda), Sericostomatidae (Trichoptera), však na základe analýz patria skôr medzi omnivory (Obr. 1, 2). Napokon, predácia u rodu *Gammarus* sp. bola zdokumentovaná viacerými autormi (napr. MacNeil et al. 1997). Prekvapujúce je zaradenie typického detritofága rodu *Leuctra* sp. medzi omnivory, pričom z celej tejto skupiny má najvyšší podiel $\delta^{15}\text{N}$.

Podobný prípad zaznamenali vo svojej štúdii aj Füreder et al. (2003), čo môže znamenať, že larvy rodu *Leuctra* môžu inklinovať smerom k predácii. Ostatné taxóny patriace medzi omnivory majú podobné hodnoty stabilných izotopov, napriek ich rozdielnemu spôsobu získavania potravy. Na základe výsledkov môžeme konštatovať, že v spoločenstve sa nachádza vyšší podiel omnivorov ako sa pôvodne predpokladalo. Ostatné taxóny spadajú do predpokladaných potravných gíld. Predátory, napr. ploskulice (*Crenobia alpina*) a dvokrdlovce čeľade Limoniidae a Athericidae (Obr. 2) majú vysoké hodnoty $\delta^{15}\text{N}$, zatiaľ čo dravé pošvatky a potočníky majú nižší podiel $\delta^{15}\text{N}$ aj $\delta^{13}\text{C}$, čo tiež môže znamenať prechod k omivorii u týchto taxónov. Detritofágy (*Protone-*



Obr. 1. Boxploty znázorňujúce rozptyl hodnôt stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$ pre zoškrabávače (hore), zberače (stred) a drviče (dole).

Tabuľka 1. Medián hodnôt izotopov $\delta^{15}\text{N}$ a $\delta^{13}\text{C}$ (N/C_med), ich teoretický odhad (N/C_exp) a rozptyl hodnôt v rozmedzí 25 – 75 percentilu pre jednotlivé potravné gildy makrozoobentosu.

	N_med	N_exp	25 – 75 per	C_med	C_exp	25 – 75 per
Zoškrabávače	-2,0	> -3,0	-0,5 – -2,5	-16,5	> -18,0	-16,0 – -18,0
Predátory	1,0	> -0,5	2,0 – -1,0	-23,0	> -25,0	-21,0 – -25,0
Omnivory	-0,5	> -2,0	0,5 – -2,5	-24,0	> -24,0	-21,0 – -27,0
Zberače	-1,5	> -2,0	0,0 – -2,0	-23,0	> -25,0	-20,0 – -25,0
Drviče	-2,1	> -3,0	-1,0 – -3,0	-26,5	> -27,0	-24,0 – -27,0

moura sp., *Tipula* sp.) zo skupín zberačov a drvičov vykazujú nižší podiel týchto izotopov a v rámci nich je ich podiel izotopov u drvičov najnižší (Obr. 1).

Rozdielne výsledky v rámci jedného taxónu pozorovali autori viacerých štúdií. Napríklad dve populácie *Glossosoma nigrior* (Trichoptera) v rôznych tokoch vykazovali rovnaké správanie pri prijímaní potravy a to pri zoškrabávaní perifytónu z povrchov skál. Avšak mali odlišne naplnené črevá v nezatienených (riasy) a zatienených tokoch (detrit) čo nápadne vidno aj pri našich výsledkoch u tejto čelade, najmä pri izotopoch dusíka (Obr. 2).

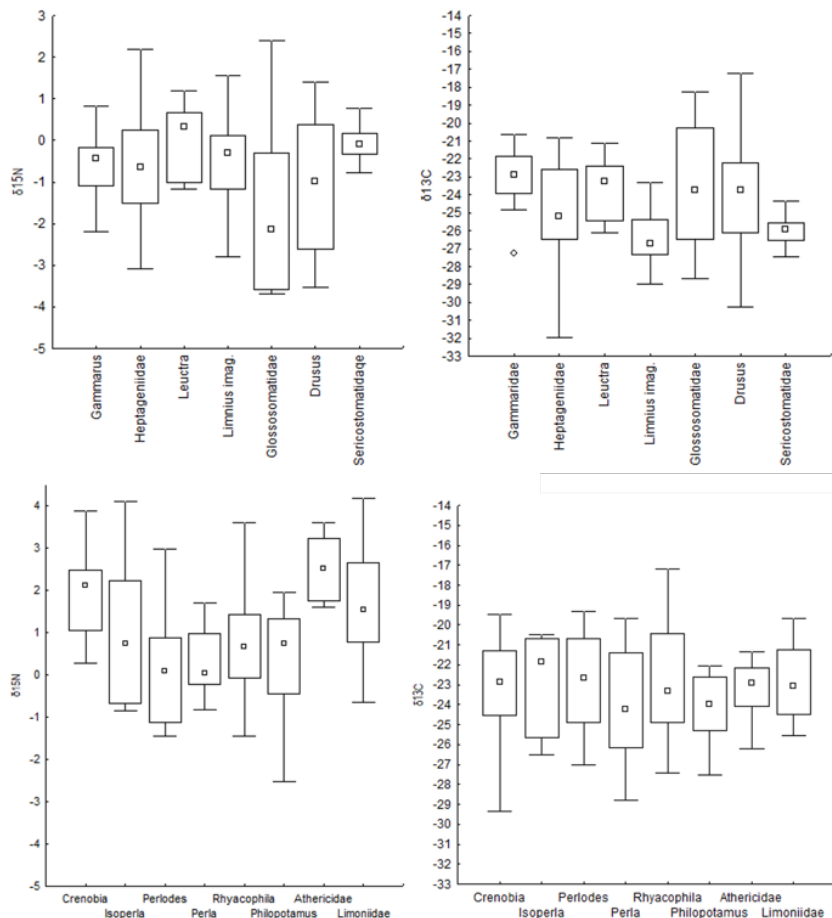
Dva základné energetické reťazce sa prekrížujú v tokoch. V jednom sa energia premení na biomasu siníc a rias prostredníctvom fotosyntézy. Na druhej strane je zdrojom energie detrit z pobrežnej vegetácie. Biomasa rias je tak prestúpená detritom a súvisiace organizmy, ako sú baktérie, prvoky a meiozoobentos môžu zvyšovať obsah dusíka v tele zoškrabávačov (Allan & Castillo 2009).

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou grantu VEGA 1/0119/16.

Literatúra

- ALLAN, J.D. & CASTILLO, M.M. 2009. Stream ecology. Structure and function of running waters. Second Edition. Springer, 436 pp.
- CUMMINS, K.W. 2016. Combining taxonomy and function in the study of stream macroinvertebrates. *Journal of Limnology* 75(s1): 235-241.
- CUMMINS, K.W. 2018. Functional analysis of stream macroinvertebrates. In: GÖKÇE, D. (Ed.), *Limnology – Some New Aspects of Inland Water Ecology*, pp. 277-209.
- FRANCE, R.L. 1995. Differentiation between littoral and pelagic food webs in lakes using carbon isotopes. *Limnology and Oceanography* 40: 1310-1313.
- FÜREDER, L., WELTER, C. & JACKSON, J.K. 2003. Dietary and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) analyses in alpine stream insects. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology* 88(3-4): 314-331.



Obr. 2. Boxploty znázorňujúce rozptyl hodnôt stabilných izotopov $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$ pre omnivory (hore) a predátory (dole).

- MACNEIL, C., DICK, J.T. & ELWOOD, R.W. 1997. The trophic ecology of freshwater *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda): problems and perspectives concerning the functional feeding group concept. *Biological Reviews* 72(3): 349-364.
- MCCUTCHAN, J.H.J. & LEWIS, W.M.J. 2002. Relative importance of carbon sources for macroinvertebrates in a Rocky Mountain stream. *Limnology and Oceanography* 47(3): 742-752.
- MCCUTCHAN Jr, J.H., LEWIS Jr, W.M., KENDALL, C. & MCGRATH, C.C. 2003. Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. *Oikos* 102(2): 378-390.