



Dunajská delta (© Jakub Cíbil, 2019)

OSOBNÉ SPRÁVY

Spomienka na môjho učiteľa Františka Hindáka

Dňa 6. septembra 2019 odišiel do algologickeho neba profesor RNDr. František Hindák, DrSc. Bol nepochybne najvýznamnejším slovenským algológom. Narodil sa 25. marca 1937 v Trnave. Jeho vedecký život je neodmysliteľne spojený so štúdiom mikroskopických vodných organizmov – cyanobaktérií/siníc a rias. Už ako študenta ho zaujali zelené riasy, evoluční predchodcovia dnešných vyšších rastlín. Tie sa stali aj predmetom jeho diplomovej práce, ktorú obhájil na Biologickej fakulte Univerzity Karlovej v Prahe roku 1959.

Svoju profesionálnu dráhu začal hneď po skončení vysokej školy v Laboratóriu rybárstva a hydrobiológie Pobočky ČSAPV v Bratislave. V roku



1962 nastúpil na internú ašpirantúru na Mikrobiologický ústav ČSAV v Třeboni. Vo svojej kandidátskej práci sa venoval primárnej produkcii zele-ných rias v produkčných kultúrach. Prácu obhájil v roku 1966 a získal vedeckú hodnosť kandidáta vied (CSc.) V roku 1968 sa vrátil na Slovensko. Ako vedecký pracovník nastúpil na Botanický ústav SAV v Bratislave a externe sa začal venovať aj výchove študentov. Titul doktora prírodných vied (RNDr.) získal roku 1970 na Prírodovedeckej fakulte UK v Prahe. Svoj algologický obzor si rozširoval aj na zahraničných pobytoch na Kube (1965, 1979–1980), vo Švajčiarsku (1991, 1992) a v USA (1994). V roku 1979 obhájil vedeckú hodnosť doktora biologických vied (DrSc.) v odbore botanika, a to komplexnou štúdiou

o vývinových cykloch, morfolologickej variabilite a taxonómii zelených rias. Postupne pribúdali ďalšie vedecké články a knižné publikácie. Profesor Hindák je autorom alebo spoluautorom viac ako 650 publikácií, z toho 152 je pôvodných vedeckých prác a 27 je knižných diel, z nich 4 knihy a 2 skriptá sú vysokoškolské učebnice (<http://libot.sav.sk/usr/Frantisek/docs/Bibliography.pdf>). Ako externý učiteľ pôsobil na Stavebnej fakulte STU v Bratislave a na Prírodovedeckej fakulte UK, kde sa v roku 1992 habilitoval na docenta. Na profesora ekológie sa inauguroval roku 2004 na Technickej Univerzite vo Zvolene. Zorganizoval 7 medzinárodných vedeckých sympózií o biológii a taxonómii zelených rias v kongresových centrách SAV v Smoleniciach a Starej Lesnej, okrem toho viedol mnohé celoslovenské algologické semináre a determinačné kurzy doma i v zahraničí. Stal sa hlavným redaktorom časopisu *Biologia (Bratislava)*, predsedom redakčnej rady časopisu *Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti (SBS)*, ako aj členom redakcií zahraničných algologických časopisov v Stuttgarte, v Toulouse a v Kyjeve. Bol predsedom SBS a jej čestným členom, podobne bol čestným členom Slovenskej limnologickej spoločnosti, Českej, Poľskej botanickej spoločnosti, Poľskej fykologickej spoločnosti, Maďarskej algologickej spoločnosti a riaditeľom neziskovej organizácie Spolok botanikov Jána Futáka. Bol emeritným členom Učenej spoločnosti SAV.

Profesor Hindák venoval veľa času a energie riadiacej a organizátorskej práci. V rokoch 1992 až 1998 bol členom Predsedníctva SAV a zástupca podpredsedu. Bol predsedom komisie SAV pre životné prostredie, predsedom komisie SAV pre posudzovanie vedeckej kvalifikácie pracovníkov,

predsedom vedeckého kolégia SAV pre biologicko-ekologické vedy, predsedom komisie pre obhajoby doktorských dizertačných prác z vedného odboru botanika a fyziológia rastlín, členom komisie SAV pre vednú politiku a prognózy, členom dislokačnej a akreditačnej komisie a členom edičnej rady.

František Hindák sa významne zaslúžil o poznanie mikroflóry cyanobaktérií a rias vodných biotopov najmä na území Slovenska a v okolitých krajinách. Napríklad z intravilánu mesta Bratislavy pochádza 13 nových druhov cyanobaktérií a 54 nových druhov rias pre vedu. Podľa slovenskej metropoly boli pomenované riasy *Posonia sestonica* (1982), *Koliella bratislaviensis* (1984), podľa Dunaja *Danubia ansa* (1980) a podľa historického rímskeho vojenského tábora Gerulata v Rusovciach *Catenocystis gerulata* (1987). V roku 2012 vedecký prínos profesora Hindáka pre Bratislavu, ako i jeho celoživotné dielo ocenilo aj mesto Bratislava udelením Ceny primátora.

Vytvoril pozoruhodné súborné vedecké dielo o siniciach a zelených riasach uznávané odborníkmi na celom svete. Za knihu o sladkovodných riasach v roku 1979 získal so spoluautorským kolektívom Cenu Slovenského literárneho fondu, ďalšie ceny SLF mu udelili v roku 1985 za Základy systému a evolúcie výtrusných rastlín a v roku 1995 za knihu o Tatranskom národnom parku. Za Fotografický atlas mikroskopických siníc vydaný v roku 2002 vo Vydavateľstve VEDA SAV získal Prémium SLF. Profesor Hindák bol ocenený aj viacerými domácimi a medzinárodnými vyznamenaniami. Medzi najvýznamnejšími sú Holubeho pamätná medaila SBS (1985), strieborná i zlatá plaketa SAV (1987, 1997), Medaila SAV za rozvoj vedy (2002) a Pamätná plaketa SAV (2003), Plaketa PF UK, strieborné medaily SPU v Nitre (1997) a VÚVH (2001), Pamätná plaketa Olomouckej univerzity (2013).

František Hindák bol mojím učiteľom od roku 1983. Naučil ma odberať vzorky fytoplanktónu, pracovať s mikroskopickou technikou, s odbornou literatúrou, určovať vzorky vôd, zoznámil ma s mnohými odborníkmi v oblasti algológie a hydrobiológie. Ferko ma naučil, že trpezlivosť, systematická práca, odhodlanie a poctivosť sú základnými piliermi práce. Neboli to vždy idylické chvíle, boli to aj spory a tvrdé diskusie. Všetko malo však svoj význam. Aj napriek tomu, že som sa odklonila od algológie, vždy som sa snažila aplikovať získané vedomosti vo vodohospodárskej praxi. Udržiavaním systému vzdelávania odborníkov vo vodnom hospodárstve som sa snažila, aby sa odborné vedomosti z oblasti algológie posúvali k odborníkom z vodohospodárskej oblasti, aby sa ich úroveň vedomostí rozširovala. S nástupom nových odborných disciplín sa aj do oblasti algológie dostáva napr. molekulárna biológia. No aj napriek tomu sa v hydrobiologických laboratóriách ešte stále používajú normované klasické metódy, v rámci ktorých je potrebné nepretržité vzdelávanie. Stratili sme človeka, ktorý spájal výskum s praxou, ktorý nás učil poznávať sinice a riasy.

Spomínam naňho s úctou, vďakou, pokorou a smútkom.

Jarmila MAKOVINSKÁ (VÚVH)

KRONIKA

Európsky determinačný kurz pakomárov – EWCIM – na UMB v Banskej Bystrici

V poradí tretí ročník medzinárodného workshopu „*EWCIM: European Workshop on Chironomidae Identification Methodology*“ sa konal v dňoch 21.–25. januára 2019 na Univerzite Mateja Bela v Banskej Bystrici. Workshop prebiehal na Katedre biológie a ekológie pod záštitou dekanky FPV doc. RNDr. Jarmily Kmeťovej, PhD. Cieľom kurzu bolo spracovanie a správna determinácia lariev pakomárov.

Kurzu sa celkovo zúčastnilo 8 študentov a hydrobiológov zo šiestich európskych krajín. Celý kurz prebiehal pod drobnohľadom špičkových špecialistov z oblasti limnológie zo Slovenska (Ladislav Hamerlík), Srbska (Djuradj Milošević), Chorvátska (Dubravka Čerba) a Česka (Vít Syrovátka). Celý týždeň bol rozdelený do teoretických a praktických blokov, pričom praktickej časti bola venovaná väčšia pozornosť. Každý deň bol zameraný na inú podčeleď pakomárov (Chironomidae), začínal stručným teoretickým prehľadom ekológie a základných morfológických znakov danej podčelade. Nasledovala praktická činnosť – montovanie lariev do dočasných i trvalých mikroskopických preparátov so zreteľom na ich správnu determináciu a prácu s determinačným kľúčom. Takto mali účastníci možnosť získať prehľad o najčastejšie sa vyskytujúcich zástupcoch daných podčeládí, ktoré sú taxonomicky mimoriadne bohaté a náročné na determináciu. Nezanedbateľnou súčasťou kurzu bol aj priestor pre problematiku taxónov, ktoré si účastníci na kurz sami priniesli a potrebovali pomoc pri ich správnej determinácii. Ako najväčšiu prednosť kurzu možno považovať práve praktickú činnosť každého účastníka, ktorý vlastnou aktivitou získava nové poznatky, nadobudne zručnosť v príprave mikroskopických preparátov a istotu v práci s determinačnými kľúčmi.

Počas celého týždňa sa účastníci navzájom lepšie spoznali a mnohokrát vznikli pevné priateľstvá i vzájomné spolupráce, ktoré pretrvávajú naďalej, aj po skončení kurzu.

Tímea CHAMUTIOVÁ (KBE FPV UMB)



Konferencia Ekologický manažment a revitalizácia vodných tokov

Riečne brehy opevnené lomovým kameňom, napriamené a vydláždené korytá potokov a riek. Jav na Slovensku takmer všadeprítomný. Regulácia koryt vodných tokov je v mnohých prípadoch nepochybne potrebná na ochranu ľudí a majetkov pred vodným živlom. Avšak zregulované vodné toky nachádzame nielen v intravilánoch našich dedín a miest, ale aj vo voľnej krajine, kde väčšinou ničomu nepomáhajú, ale mnohému škodia.

Zmena biotopov v dôsledku realizovaných hydromorfologických zmien je podľa stále aktuálneho Vodného plánu Slovenska najrozšírenejším antropogénnym dopadom v našich tokoch. 42,4 % vodných útvarov bolo identifikovaných ako útvary s výraznou morfológickou zmenou a bolo nájdených 1075 prekážok pozdĺžnej kontinuity vodných tokov. Obraz treba doplniť o 5851 km odvodňovacích kanálov a 430 tisíc hektárov odvodnených pozemkov (asi 9 % územia Slovenska). Z týchto čísel je zrejmé, že s reguláciou vodných tokov a odvodňovaním mokradí sme to v minulosti prehrali a bez ich revitalizácie a renaturácie nemáme šancu to napraviť. Navyiac, dosiahnuť ich dobrý stav sme sa zaviazali pri vstupe do Európskej únie prijatím Rámcovej smernice o vode. Neplnenie záväzkov môže trápiť kompetentných úradníkov. Hydrobiológa, ochranára, vodáka alebo rybára zarmucuje a hnevá pohľad na sprznenú rieku.

Čo sa s tým dá robiť? Odpovede sa snažila priniesť konferencia Ekologický manažment a revitalizácia vodných tokov, ktorá sa konala 13. júna 2019 v priestoroch Stavebnej fakulty STU v Bratislave. Konferencia nadviazala na rovnomený seminár z októbra 2017, organizovaný Katedrou ekológie PríF UK v Bratislave a Slovenskou limnologickou spoločnosťou v priestoroch VÚVH. Úlohy hlavného organizátora konferencie sa tentokrát ujal doc. Andrej Škrinár z Katedry vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty STU v Bratislave. Partnerom konferencie bola aj Slovenská limnologická spoločnosť. Konferencia sa opäť stretla s veľkým ohlasom, o čom svedčí asi 130 účastníkov, ktorí si prišli vypočuť prednášky 10 pozvaných prednášajúcich. Tí ukázali prečo potrebujeme vodné toky revitalizovať, aj príklady realizovaných projektov u nás aj v neďalekom zahraničí. Program konferencie nájdete na jej stránke: <http://emart.kvhk.sk/sk/program-konferencie>. Dôležité je, že veľkú časť účastníkov tvorili ľudia, ktorí majú správu našich vodných tokov na starosti, teda zamestnanci Slovenského vodohospodárskeho podniku. A hoci majú vodohospodári stále problém stotožniť sa s potrebou likvidovať prácu svojich predchodcov, nevyhnutnosť revitalizácií a renaturácií vodných tokov už uznávajú aj rôzne koncepčné a strategické dokumenty Ministerstva životného prostredia, napr. Envirostratégia 2030: https://www.minzp.sk/files/iep/03_vlastny_material_envirostrategia2030_def.pdf.

Aktuálne prebiehajú verejné konzultácie k pripravovanému Vodnému plánu Slovenska na roky 2021 až 2027. Viacerí sme na nich vystúpili a zdôraznili nevyhnutnosť zahrnúť do plánov manažmentu povodí revitalizácie a renaturácie vodných tokov. Reakciou bolo zriadenie pracovnej skupiny vedenej doc. Škrinárom, ktorá sa touto problematikou zaoberá. Zdá sa, že ľady sa začínajú hýbať a po rokoch stagnácie a pokračujúcej morfológickej

degradácie našich vodných tokov (výstavba MVE) sa dočkáme aspoň čiastočnej nápravy. My limnológovia by sme mali byť pri tom.

Tomáš DERKA (KE PrÍF UK)

Determinačný kurz pre hydrobiológov – Vybrané čeľade vodných dvojkrídlovcov (Diptera)

Písal sa rok 2019 a v kalendári svietil dátum 6. november. My vo VÚVH sme vedeli, že sa na dva dni otvoria brány našej budovy pre účastníkov hydrobiologického kurzu, ktorý bol tento rok venovaný vybraným čeľadím vodných dvojkrídlovcov (Diptera), a to pod vedením skúsených dipterológov – pani docentky Evy Bulánkovej z Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave a zahraničného lektora, pána doktora Jána Špačka z Povodí Labe. Ale nebola to jediná zahraničná návšteva. Ako býva každý rok zvykom, vždy sa veľmi tešíme na vysokú účasť našich kolegov, bratov Čechov. Aj tento rok k nám zavítali v hojnom počte, no okrem nich k nám tento rok po prvýkrát zavítali aj kolegovia z Rumunska, taktiež s nie malou účasťou. Tak sa stalo, že na tohtoročnom kurze nás zahraniční účastníci prevalcovali v pomere k domácim slovenským účastníkom 15:11, čomu sa nesmierne tešíme a sme radi, že náš kurz má pozitívny ohlas aj v zahraničí.

Dlho sme neotáľali a začali sme hneď zhurta základnou charakteristikou čeľadií vodných lariev dvojkrídlovcov. Keďže určovanie Dipter je veľmi náročné a táto skupina je veľmi početná, venovali sme sa len vybraným čeľadím, ktoré sa najčastejšie vyskytujú v našich tokoch. Nejedného účastníka kurzu zaujala hlavne čeľaď Tipulidae, ktorej zástupcovia svojim stigmálnym pólom pripomínajú krásne usmiate rozprávkové bytosti rozmanitého druhu, a práve preto sa dostali až na titulnú stranu nášho determinačného kľúča. Samotná publikácia spolu s ostatnými fotkami vyvolala veľký ohlas v radoch hydrobiológov a každý si pochvaloval jeho odbornú a obrazovú stránku, ale aj rozsiahlosť, za čo vďačíme hlavne našim lektorom a autorom zároveň.

Prvý deň sme, ako obvykle, ukončili odbornou diskusiou v komornom duchu – pri vínku, pivku alebo čaji. Druhý deň kurzu sa niesol v podobnom duchu, ako v predchádzajúcom dni: teoretickú časť (charakteristiku čeľadií) sme striedali s praktickou časťou (určovaním lariev). Účastníci kurzu ani tento rok nesklamali a priniesli si množstvo vlastného materiálu na preurčenie. Postupne tak unavili nielen seba, ale aj na-



šich lektorov, až napokon všetko s ich pomocou, a možnože aj s pomocou pána Rozkošného určili, a všetci sa mohli odobrať späť na vlastné pracoviská o niečo múdrejší, a snád' aj šťastnejší. My sme tak mohli v poradí už ôsmy determiničný kurz pre hydrobiológov úspešne uzavrieť.

Za organizátorov ďakujeme kvalitným lektorom a účastníkom kurzu, že prišli v takom hojnom počte, hlavne zo zahraničia, a trošku apelovať na našich slovenských kolegov, aby sa na budúci rok nenechali zahanbiť a prišli vo väčšom počte. Pevne veríme, že sa stretneme aj o rok. Čo myslíte, čomu sa budeme venovať? Žeby simulák? Uvidíme, všetko je zatiaľ vo hviezdach...

Zuzana VRÁBLOVÁ (VÚVH)

Jesenný algologický a limnologický seminár SBS a SLS

Jesenný seminár sa konal 4. decembra 2019, v deň sviatku svätej Barbory, patrónky baníkov, geológov, poľnohospodárov... a azda aj priaznivého zimného počasia na príchod zahraničných prednášajúcich. Tradične, na Botanickom ústave CBRB na Dúbravskej ceste 9 v Bratislave, odzneli odborné prednášky, a to českých kolegov z Katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (UPOL), ďalej botaničky z Katedry ekológie PrÍF UK a algologičky z ONR z Botanického ústavu CBRB v Bratislave.

Výsledky viacročnej medzinárodnej spolupráce (Brown, A.O., Romanis, C., Dvořák, P., Foss, A.J., Gibson, Q.A., Villanueva, Ch.D., Durden, W., Garvey, A.D., Hašler, P., Johansen, J., Neilan, B.A., Casamatta, D.A.) predniesol P. Dvořák (UPOL): *Nová cyanobaktéria izolovaná z pokožky delfína skákavého*. Úlohou tímu bolo zistiť, či vláknitá sinica obrastajúca telo delfínov nezapríčiňuje ich masový úhyn v estuároch Floridy. Analýzy na prítomnosť microcystínu a nodularínu vyšli negatívne. Životný cyklus nostokálnej sinice je neobyčajne komplikovaný a pri jej determinácii by prichádzali do úvahy viaceré rody. Na základe molekulárnych analýz autori priradili získaný kmeň k rodu *Komarekiella*. Cyanobaktéria izolovaná z netradičného substrátu dostala druhové meno *delphini-convector* a je v poradí druhým zástupcom tohto rodu.

Taxonomicky ladený bol aj *Příspěvek k poznání cyanobakterie rodu Brasilonema* od P. Hašlera (UPOL), ktorý za autorský kolektív (Villanueva, D.A., Garvey, A., Norwich, A.R., Casamatta, D.A., Hašler, P., Dvořák, P., Pouličková, A.) podrobne charakterizoval nostokálnu cyanobaktériu z rodu *Brasilonema* z čelade Scytonemataceae. Potvrdil, že charakter rastu, tvorba kolónií a molekulárna odlišnosť dostatočne podporujú existenciu tohoto samostatného rodu. Morfológická variabilita jednotlivých druhov sa však výrazne prekrýva, mikroskopicky sa nedajú spoľahlivo od seba oddeliť, a preto na ich determináciu sú potrebné molekulárne analýzy. Autori z materiálu zozbieraného z územia Floridy opísali dva nové druhy pre vedu: *B. geniculosus* a *B. variegatus*.

Do akej miery ovplyvnili populácie introdukovaných rýb – pstruha potočného a hlaváča pásoplutvého spoločenstvá rozsievok, perloočiek a pakoárov vo Vyšnom Račkovom plese v minulosti a ako je tomu dnes? Predbežné

výsledky výskumu predniesla L. Sochuliaková (PrIF UK): *Paleolimnologická rekonštrukcia zmien spoločenstiev rozsievok ako reakcia na introdukcii rýb do Vyšného Račkovho plesa: predbežné výsledky*, za autorský kolektív (Sochuliaková, L., Štillová, V., Hamerlík, L., Wojewódka, M., Bitušík, P.). Získané výsledky potvrdzujú zmeny spoločenstiev rozsievok v dávnej minulosti. Zástupcovia rodu *Fragilaria* s.l. dominujúce v spodných vrstvách boli nahradené rodom *Achnanthes* s.l., ktoré indikujú zvýšenie transparentnosti vodného stĺpca a zvýšenie dostupnosti bentických habitatov. Kompletizáciou dátového spracovania vzoriek budú autori schopní špecifikovať obdobia, kedy introdukované ryby ovplyvňovali biotu študovaného jazera.

V prírode existujú rôzne spôsoby spoložitia fototrofných mikroorganizmov a húb. Okrem „klasického“ symbiotického vzťahu fotobionta a mykobionta – lichenizovaných húb, môžu cyanobaktérie a riasy spolunažívať aj s inými hubami. A. Hindáková v prednáške: *Spoločenie cyanobaktérií a rias s hubami, nielen v symbióze s lišajníkmi* dokumentovala populácie siníc z rodu *Kamptonema* žijúce na vreckatej hube z čeľade Geoglossaceae. Vlákna cyanobaktérie boli charakteristické bizarným tvarom a štruktúrou fialových buniek, lasovitými zoskupeniami vlákien v subkultúrach, ako aj schopnosťou tvorby sieťovitých štruktúr nad plodnicou huby. Viaceré zbery materiálu z obdobných biotopov ukázali, že sieťovité zoskupenia pozostávajú nielen z vlákien cyanobaktérií z rodu *Kamptonema*, ale aj z rodov *Phormidium* a *Microcoleus*, v subdominancii s *Leptolyngbya*, *Pseudanabaena* ap.

Do diskusií k uvedeným prednáškam sa zapájali pracovníci z VÚVH, ÚZ SR, z PrIF UK, BÚ CBRB, ako aj bývalí pracovníci SAV a súkromné osoby. Seminár ukončili informácie o plánovaných konferenciách, medzinárodných sympóziách a seminároch, kurzoch doma i v zahraničí, plán podujatí v tomto roku a informácie o novej odbornej literatúre.

Alica HINDÁKOVÁ (CBRB SAV)

ODBORNÉ PRÍSPEVKY

Korbikula ázijská (*Corbicula fluminea*) na Slovensku – šírenie, biológia a vplyv na biotu

Tomáš ČEJKA

Botanický ústav CBRB SAV, Dúbravská cesta 9, SK-845 23 Bratislava;
e-mail: t.cejka@gmail.com

Na Slovensku sa v súčasnosti vyskytuje 82 druhov vodných mäkkýšov, z toho je 9 druhov (11 %) nepôvodných. Jedným z ekologicky najviac problematických druhov je invazívny lastúrnik korbikula ázijská (*Corbicula fluminea*).

Pôvodný areál a šírenie

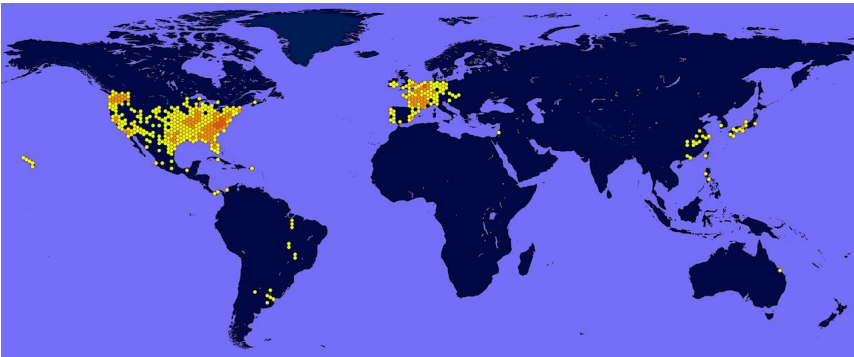
Korbikula ázijská pochádza z oblasti juhovýchodnej Číny, Kórey, juhovýchodného Ruska a povodia rieky Ussuri (Aguirre & Poss 1999). Po prvý raz bola mimo svojho areálu zistená v 20. rokoch 20. storočia v Spojených štátoch amerických v ústí rieky Columbia, na mieste dnes zaniknutej obce Knappton

v štáte Washington (Counts 1986). Dostala sa sem pravdepodobne prostredníctvom ázijských prístáhovalcov ako súčasť ich jedálnička, možný je aj prenos z akváriových kultúr. Z oblasti introdukcie sa ďalej šíri napr. prostredníctvom rybárov, ktorí ju používajú ako návnadu, iným spôsobom môže byť šírenie výsadbami prostredníctvom vodných vtákov. Pediveligerové larválne štádiá (veľké 0,2 mm), príp. juvenily sa dokážu prichytiť na ich nohy, prípadne priamo na perie a nechať sa tak pasívne transportovať desiatky až stovky kilometrov. Bežný je aj transport juvenilných štádií prichytených na trupoch lodí.

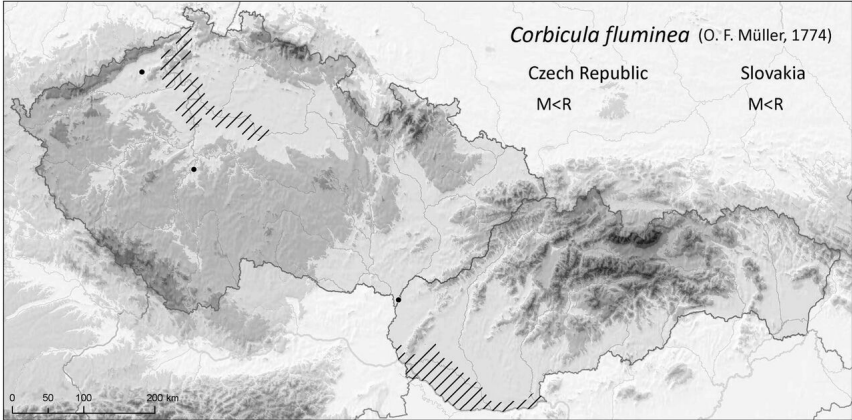
Zo Severnej Ameriky doputovala korbikula okolo roku 1980 do juhozápadnej Európy lodnou dopravou (pravdepodobne v balastnej vode), odkiaľ sa postupne šírila na severovýchod a východ (Mouthon 1981). Koncom 80. rokov sa objavila v Rýne, pričom do Dunaja sa dostala cez kanál Rýn-Mohan-Dunaj. V Českej republike bola po prvý raz zistená v r. 1999 (Beran 2000), kam prenikla cez Labe z Nemecka. Z okolitých krajín je doteraz známa aj z Rakúska (Fischer & Schultz 1999), Maďarska (Csányi 1999) a Poľska (Łabęcka et al. 2005). Na Slovensku bola po prvý raz zaznamenaná v Dunaji pri Kováčovej v auguste roku 1999 (Šteffek et al. 2002), teda rok po tom, čo sa objavila v Rakúsku a Maďarsku (cit. vyššie).

Korbikula sa v súčasnosti vyskytuje na Slovensku v podstate v celom prúde úseku Dunaja, najmä od rakúsko-slovenskej hranice po Čunovo a od Sapu po Štúrovo. Preniká aj do Malého Dunaja, dolných úsekov dunajských prítokov (Morava, Váh, Hron, Ipeľ), niekoľko lokalít je známych aj z oblasti siete odvodňovacích kanálov na Podunajskej nížine (Čejka 2019). Korbikula sa vďaka svojej biológii šíri veľmi rýchlo, pričom vytvára, najmä v Dunaji, masové populácie.

Okrem korbikuly ázijskej sa v Európe šíri ďalší zástupca tohto rodu, v súčasnosti označovaný ako *Corbicula fluminalis*, prípadne *Corbicula cf. fluminalis*. Jej taxonomické zaradenie je predmetom diskusií, druhový status je zatiaľ nejasný.



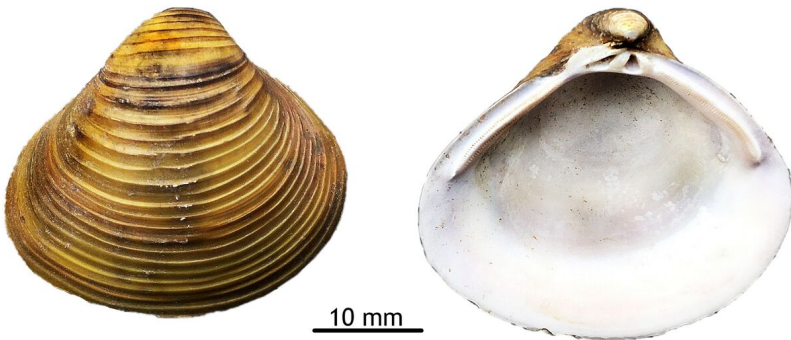
Obr. 1. Súčasný globálne rozšírenie korbikuly ázijskej (*Corbicula fluminea*). Zdroj: gbif.org (2019).



Obr. 2. Súčasnité rozšírenie korbikuly ázijskej (*Corbicula fluminea*) na území Českej a Slovenskej republiky (Horsák et al. 2019).

Opis

Schránka korbikuly ázijskej je v rámci slovenskej malakofauny natoľko špecifická, že by si ju nemal so schránkou iných druhov pomýliť ani laik. Vyznačuje sa najmä výrazným rebrovaním na povrchu lastúr a špecifickým ozubením zámku (Obr. 3 a 4), ktoré je charakteristické skôr pre morské druhy lastúrníkov. Lastúry majú trojuholníkový tvar, vzhľadom k veľkosti sú hrubostenné, a dorastajú do veľkosti 35 mm (Obr. 3). Farebne sú lastúry pomerne premenlivé, najčastejšie v rôznych svetlejších odtieňoch hnedej až hnedozelenej, zriedkavejšie sú lastúry sfarbené do tmavohneda až čierna.



Obr. 3. Vonkajšia a vnútorná strana ľavej lastúry (foto autor).



Obr. 4. Pravá a ľavá zámková časť lastúr (foto A. F. Sartori).

Biológia a ekológia

Korbikula ázijská je simultánny hermafrodit, ktorý je schopný samooplodnenia. Spermie sa uvoľnia do vody, pričom ich iný jedinec zachytí v žiabrovom aparáte, kde potom prebieha ďalší vývoj. Larvy sú neskôr vypudené vylučovacím sifónom do vodného stĺpca. Rozmnožovanie sa môže opakovať viac razy do roka, podmienkou je však teplota vody vyššia ako 15 °C (Rajagopal et al. 2000), pre uvoľnenie lariev musí mať voda viac ako 16 °C (Sousa et al. 2008). Maximálna populačná hustota *C. fluminea* sa môže pohybovať od 10 000 do 20 000 jedincov na meter štvorcový, pričom jediná mušľa môže uvoľňovať v priemere 400 juvenilov denne a až 70 000 ročne (PNNL 2003). Reprodukčný vrchol pripadá v strednej Európe na máj/jún a potom september. Jesenný reprodukčný vrchol je kratší ako prvý a percentuálny podiel rozmnožujúcich sa jedincov je v tomto období oveľa nižší. Frekvencia rozmnožovania pozitívne koreluje s obsahom chlorofylu vo vode (Rajagopal et al. 2000).

Stanovištné nároky

Korbikula ázijská je prúdofilný (reofilný) druh, preferuje však plytšie, pomalšie prúdacie úseky, silno prúdivým úsekom a väčším hĺbkam sa vyhýba. Uprednostňuje piesčité až štrkopiesčité substrát a prostredie s dostatkom kyslíka, v nižšej hustote sa vyskytuje aj na bahnitom substráte (Schmidlin & Baur 2007). Vyhľadáva oligotrofné až eutrofné toky, znáša teplotu vody od 2 do 34 °C. Vyhýba sa výrazne eutrofizovaným vodám (Aguirre & Poss 1999).

Plusy a mínusy výskytu korbikuly ázijskej na našom území

Plusy:

- Korbikula slúži ako potrava pre viaceré druhy živočíchov: raky, ryby (najmä pre oštiežotvaré), vtáky (najmä zúbkozobce, čajky a i.) a cicavce (ondatra, nutria).
- Jej schránky slúžia ako substrát a úkryt pre viaceré druhy živočíchov (bližšie pozri Crooks 2002; Gutiérrez et al. 2003).
- Ako výkonný filtrátor dokáže redukovať eutrofizačné procesy (Phelps 1994; McMahon 2002); vďaka filtrácii zvyšuje priehľadnosť vody, takže môže podporovať rozvoj submerzných makrofytov (Phelps 1994).

- Slúži ako bioindikátor v rámci ekotoxikologických štúdií (pozri napr. Cataldo et al. 2001).

Minusy:

- Korbikuly môžu byť pri vysokých populačných hustotách potravnými konkurentmi pre pôvodné lastúrniky a iné živočichy, ktoré sa živia filtráciou potravy zo sedimentu (Sousa et al. 2008).
- Korbikuly konkurujú priestorovo najmä veľkým lastúrnikom (čel. Unionidae), ktoré preferujú podobný substrát (Schmidlin & Baur 2007).
- Filtračnými mechanizmami korbikúl môžu byť zachytené spermie a juvenilné štádiá pôvodných lastúrnikov (Unionidae, Sphaeriidae) (Yeager et al. 1994; Hakenkamp & Palmer 1999).
- Korbikuly môžu byť významnými vektormi parazitov a patogénov.
- Populácie s extrémnymi populačnými hustotami vylučujú veľké množstvo dusíkatých látok, ktoré podporujú predovšetkým rast rias a makrofytov (Sousa et al. 2008).



Obr. 5. Náplavy schránok na pravom brehu zdrže vodného diela Gabčíkovo pri Bratislave. Medzi schránkami jednoznačne dominuje korbikula ázijská, miestami dosahovala hustota schránok $> 10\,000$ ind./m². Kodominantnými sprievodnými druhmi boli *Theodoxus fluviatilis*, *Potamopyrgus antipodarum* a *Lithoglyphus naticoides* (foto autor).

- Hromadné, najmä letné úhyny, spôsobujú uvoľnenie veľkého množstva toxických látok, čo môže mať katastrofálne následky na kvalitu vody.
- Schránky odumretých jedincov môžu meniť povrchovú štruktúru sedimentu z mäkkého priesochného na pevný substrát a tým vytvoríť podmienky pre nežiadúce druhy (napr. *Dreissena polymorpha*).
- Premnoženie korbikúl znižuje prietoky v kanalizačných prípojkách a odberných potrubíach v nízkoprietokových oblastiach. Pri veľkých počtoch sa môže upchať úzkorozchodné potrubie kondenzátorov, tepelných výmenníkov elektrární, potrubí vodných elektrární a zavlažovacích systémov (Sousa et al. 2008).

Literatúra

- AGUIRRE, W. & POSS, S.G. 1999. Non-indigenous species in the Gulf of Mexico Ecosystem: *Corbicula fluminea* (Müller, 1774). Gulf States Marine Fisheries Commission (GSMFC).
- BERAN, L. 2000. First record of *Corbicula fluminea* (Mollusca: Bivalvia) in the Czech Republic. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae 64: 1-2.
- CATALDO, D., BOLTOVSKOY, D., STRIPEIKIS, J. & POSE, M. 2001. Condition index and growth rates of field caged *Corbicula fluminea* (Bivalvia) as biomarkers of pollution gradients in the Paraná river delta (Argentina). Aquat. Ecosyst. Health Management 4: 187-201.
- COUNTS, C.L. 1986. The zoogeography and history of invasion of the United States by *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae). Am. Malacol. Bull. Special Edition 2: 7-39.
- CROOKS, J.A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. Oikos 97: 153-166.
- CSÁNYI, B. 1999. Spreading invaders along the Danubian highway: first record of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) and *C. fluminalis* (O.F. Müller, 1774) in Hungary (Mollusca, Bivalvia). Folia Historico Naturalia Musei Matraensis 23: 343-345.
- ČEJKA, T. 2019. Freshwater Molluscan fauna in Danubian drainage ditches in Slovakia: High species richness and conservation value. Acta Zoologica Bulgarica 71(2): 241-246.
- FISCHER, W. & SCHULTZ, P. 1999. Erstnachweis von *Corbicula* cf. *fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Mollusca: Bivalvia: Corbiculidae) aus Österreich, sowie ein Nachweis von lebenden *Microcolpia daudebartii acicularis* (Férussac, 1821) (Mollusca: Gastropoda: Malanopsidae) aus Bad Deutsch-Altenburg (NÖ Österreich). Club Conchylia Informationen 31: 23-26.
- GUTIÉRREZ, J.L., JONES, C.G., STRAYER, D.L. & IRIBARNE, O.O. 2003. Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. Oikos 101: 79-90.
- HAKENKAMP, C.C. & PALMER, M.A. 1999. Introduced bivalves in freshwater ecosystems: the impact of *Corbicula* on organic matter dynamics in a sandy stream. Oecologia 119: 445-451.
- HORSÁK, M., ČEJKA, T., JUŘIČKOVÁ, L., BERAN, L., HORÁČKOVÁ, J., HLAVÁČ, J.Č., DVOŘÁK, L., HÁJEK, O., DIVÍŠEK, J., MAŇAS, M. & LOŽEK, V. 2019. Check-list and distribution maps of the molluscs of the Czech and Slovak Republics. <http://mollusca.sav.sk/malacology/checklist.htm>, checklist updated at 8-October-2019, maps updated at 2-October-2019.

- ŁABĘCKA, A.M., DOMAGAŁA, J. & PILECKA-RAPACZ, M. 2005. First record of *Corbicula fluminalis* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Poland. *Folia Malacologica* 13(1): 25-27.
- MCMAHON, R.F. 2002. Evolutionary and physiological adaptations of aquatic invasive animals: r-selection versus resistance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1235-1244.
- MOUTHON, J. 1981. Sur la presence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria* 45: 109-116.
- PHELPS, H.L. 1994. The Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) invasion and system-level ecological change in the Potomac River Estuary near Washington, D.C. *Estuaries* 17: 614-621.
- PNNL (Pacific Northwest National Laboratory), 2003. The Asiatic Clam, *Corbicula fluminea*. Richland, Washington, PNNL Ecology Group.
- RAJAGOPAL, S., VELDE, G. & VAATE, A. 2000. Reproductive biology of the Asiatic clams *Corbicula fluminalis* and *Corbicula fluminea* in the river Rhine. *Archiv für Hydrobiologie* 149(30): 403-420.
- SCHMIDLIN, S. & BAUR, B. 2007. Distribution and substrate preference of the invasive clam *Corbicula fluminea* in the river Rhine in the region of Basel (Switzerland, Germany, France). *Aquatic Sciences* 69(1): 153-161.
- SOUSA, R., ANTUNES, C. & GUILHERMINO, L. 2008. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* 44(2): 85-94.
- ŠTEFFEK, J., ČEJKA, T. & NAGEL, K. 2002. The distribution of *Corbicula fluminea* in the Slovakian part of the river Danube. *Soosiana* 23(30): 72-73.
- TITTIZER, T. & TAXACHER, M. 1997. Ernsnachweis von *Corbicula fluminea/fluminalis* (O.F. Müller, 1774) (Corbiculidae, Mollusca) in der Donau. *Lauterbornia* 31: 103-107.
- YEAGER, M.M., CHERRY, D.S. & NEVES, R.J. 1994. Feeding and burrowing behaviours of juvenile rainbow mussels *Villoa iris* (Bivalvia: Unionidae). *J. N. Am. Benthol. Soc.* 13: 217-222.

Agapetus laniger – málo známy druh slovenskej fauny potočníkov?

Tomáš NAVARA¹, Igor KOKAVEC¹, Pavel CHVOJKA², Martin SEČANSKÝ³ & Jozef LUKÁŠ⁴

¹ Ústav zoológie, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, SK–845 06 Bratislava, e-mail: tomas.navara@savba.sk

² Národní muzeum, Entomologické oddělení, Cirkusová 1740, CZ–193 00 Praha

³ Slovenské národné múzeum – Prírodovedné múzeum, Vajanského nábr. 2, SK–810 06 Bratislava

⁴ Katedra ekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, SK–842 15 Bratislava

Ako je všeobecne známe, larvy potočníkov predstavujú významnú skupinu v rámci spoločenstiev bentických organizmov. Cieľom tohto príspevku je upriamiť pozornosť na konkrétny druh potočníka z čeľade Glossosomatidae, ktorým je *Agapetus laniger* (Pictet, 1834). Určujúcim znakom larvy sú svetlé škvrny, resp. pásy na frontoklypeu a po stranách hlavovej kapsuly (Waringer & Graf 2011) (Obr. 1). Imága sa determinujú podľa tvaru pohlavných prívěskov (Malicky 2004). Larva je typická tým, že si, podobne ako ostatné druhy tejto če-

Tabuľka 1. Jednotlivé záznamy výskytu druhu *A. laniger* na Slovensku.

Lokalita		Výška m n.m.	Súradnice (N, E)	Dátum	Zbieral	Počet j., metóda
Tok	Miesto					
Dunaj	Bratislava	136	48,128393 17,137405	9.6.1993	Petrus	7 i, UV
Dunaj	Bratislava	136	48,128393 17,137405	15.9.1993	Petrus	6 i, UV
Dunaj	Bodíky	116	47,917296 17,436135	29.7.1999	Chvojka	9 i, S
Dunaj	Bodíky-ram.	120	47,921624 17,442315	29.7.1999	Chvojka	2 i, UV
Váh	Hlohovec	140	48,444444 17,794444	23.7.2015	Navara	1 i, S
Váh	Sereď	128	48,287972 17,749119	30.7.2015	Navara	65 i, S
Váh	Sereď	128	48,287972 17,749119	19.5.2016	Navara, Kokavec	3 L, H
Váh	Horná Streda	167	48,659158 17,85945	24.7.2019	Lukáš	25 i, S
Váh	Piešťany (nad)	165	48,632569 17,84987	23.7.2019	Navara	9 i, UV
Váh	Piešťany (nad)	165	48,632569 17,84987	24.7.2019	Navara	82 L, H
Nitra*	Veľký vrch	295	48,645142 18,454234	20.6.2017	Sečanský	1 i, UV
Hron	Psiare	180	48,325691 18,550361	2.7.2019	Navara, Kokavec	65 i, S
Hron	Turá	149	48,154267 18,585447	6.6.2019	Navara, Kokavec	3 i, S
Hron	Turá	149	48,154267 18,585447	2.7.2019	Navara, Kokavec	2 i, S
Hron	Jur n. Hronom	142	48,128032 18,615337	2.7.2019	Navara, Kokavec	6 i, S

Legenda: * – rieka Nitra predstavuje v tomto prípade najbližší tok, ale jedinec mohol byť privábený na UV svetlo aj z iného toku; i – imágo, L – larva; UV – odchyt imág na svetlo; S – odchyt imág smýkadlom; H – hydrobiologický zber lariev; zhodné miesto = zber na tej istej lokalite.

ľade, resp. podčeľade Agapetinae, buduje schránky pancierovitého tvaru (ako u korytnačky) (Obr. 2 a 3), ktoré priliehajú k ponoreným kameňom (prácu o pohybe lariev severoamerického druhu tejto podčeľade publikovali Olden et al. 2004). Vyskytuje sa naprieč západnou, strednou a východnou Európou, pričom sa vyhýba severným a horským oblastiam. Najjužnejšie sa vyskytuje na Pyrenejskom a Apeninskom polostrove, Balkáne, a zaznamenaný bol aj v Malej Ázii (Neu et al. 2018). Je to reofilný druh preferujúci kolínny a nížinný stupeň, vyskytuje sa v hyporitráli a epipotamáli riek, pričom sa špecializuje na litálové

habitaty, kde sa larvy živia najmä zoškrabávaním nárastov (Graf et al. 2008). Preferovanými miestami výskytu sú litálové riečne plytčiny ako na Obr. 4.

Na rozdiel od príbuzných druhov ako *Agapetus fuscipes* Curtis, 1834 a *A. ochripes* Curtis, 1834, preferujúcich krenál až metaritrál, je údajov o tomto druhu zo Slovenska málo. V súpise druhov vodných bezstavovcov je *A. laniger* uvedený ako súčasť fauny povodia horného Váhu (Zaťovičová & Novikmec 2003) na základe nálezov z rieky Orava (Obr 1963; Krno 1995). K historickým záznamom patria nálezy z okolia Rajca (Mayer 1937) a Dunaja v Karlovej Vsi (Mayer 1938). Prítomnosť tohto druhu bola zistená v roku 1999 na Dunaji aj v blízkosti obce Bodíky (tento a ďalšie nálezy sú uvedené v Tabuľke 1). Ďalší výskyt na Dunaji v Bratislave (lokality Ovsíšte) bol zistený na základe revidovaného materiálu, odchyteneho na UV pascu v roku 1993. Imága zaznamenali aj Lukáš & Beracko (2010) v rámci výskumu potočnickov Jurského Šúru, kde však boli pravdepodobne privábené na UV svetlo z tokov širšieho okolia. V rámci monitorovania povrchových vôd Slovenska bol *A. laniger* nájdený aj v rieke Rimava (Mišíková Elexová et al. 2010). K recentným nálezom patrí aj nájdenie veľkej populácie vo Váhu pri Seredi a nález v Hlohovci (Navara 2017). Od tohto obdobia začalo nálezov pribúdať najmä na Váhu (Navara et al., in prep.), kde boli dodatočne zistené pomerne vysoké počty imág aj lariev na úseku medzi Piešťanmi a Hornou Stredou. Druhou veľkou riekou, kde bol v tomto roku druh zaznamenaný je Hron a to na úseku medzi Hronským Beňadikom a Turou. I napriek tomu, že bola fauna potočnickov tejto rieky dobre preskúmaná (Krno 2006; Čiliak et al. 2014), jedná sa o prvý záznam tohto druhu na Hrone.



Obr. 1. Záber na hlavovú kapsulu larvy, ktorá je hlavným determinačným znakom;
Obr. 2. Larva „ukrytá“ vo svojej schránke (ventrálny pohľad).

Ojedinelý nález z Veľkého vrchu (odchyt na svetlo) môže pochádzať z rieky Nitra alebo z iného toku v okolí.

Dobre zdokumentovaný je výskyt druhu *A. laniger* v maďarskej časti Malého Žitného ostrova, kde bol v Dunaji a jeho ramenách pred rokom 1996 málo početný, v nasledujúcich rokoch jeho početnosť narastala a dosiahla maximum v roku 2001, kedy patril k dominantným druhom. Na jednej lokalite v Mošonskom Dunaji bolo v roku 2001 pomocou svetelného lapača nazbieraných viac ako 66 tisíc jedincov, čo predstavovalo 91 % všetkých odchytených potočníkov (Uherkovich & Nógrádi 2003, 2004). Na základe dostupných údajov nie je možné jednoznačne určiť, že by sa druh začal šíriť, aj keď na Slovensku pribudli nálezy veľkých populácií. Ako organizmus preferujúci vyššie teploty vody (Graf et al. 2008) by mohol byť zvýhodnený klimatickými zmenami, na druhej strane, ako stenotopný a stenofágny druh, je *A. laniger* ohrozený antropogénnymi zásahmi (Usseglio-Polatera & Bournaud 1989). Z uvedených dôvodov navrhujeme venovať zvýšenú pozornosť tomuto druhu potočníka, čo umožňuje aj relatívne jednoduchá determinácia lariev. Vzhľadom na tieto poznatky je *A. laniger* druh s potenciálnym bioindikačným významom.



Obr. 3. Príklad schránok, ktoré sú síce jednotného typu, ale existuje medzi nimi určitá forma variability (dorzálny pohľad); Obr. 4: Plytčina v rieke Váh nad Piešťanmi, lokalita s početným nálezom lariev.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za finančnej pomoci grantov VEGA 1/0119/16, VEGA 2/0063/19 a čiastočne bol podporený MK ČR (DKRVO 2019-2023/5.I.a, 00023272).

Literatúra

- ČILIAK, M., NOVIKMEC, M. & SVITOK, M. 2014. Biological zonation of the last unbound big river in the West Carpathians: reference scheme based on caddisfly communities. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 415, 04.
- GRAF, W., MURPHY, J., DAHL, J., ZAMORA-MUÑOZ, C. & LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.J. 2008. Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 1 – Trichoptera. In: SCHMIDT-KLOIBER, A. & HERING, D. (eds), Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 388 pp.
- KRNO, I. 1995. Zmeny v štruktúre makrozoobentosu rieky Orava za obdobie 1950-1994. Rieka Orava a jej prírodné hodnoty. Zborn. refer. a prisp. zo semin., pp. 2-39.

- KRNO, I. 2006. Caddisflies (Trichoptera) and alderflies (Megaloptera) of the lower course of the Hron river. *Acta Fac Ecologiae* 14: 67-72.
- LUKÁŠ, J. & BERACKO, P. 2010. Potočníky (Trichoptera) PR Šúr (pp. 243-248). In: MAJZLAN, O. & VIDLIČKA, Ľ. (eds), *Príroda rezervácie Šúr*. Ústav zoológie SAV, Bratislava, 410 pp.
- MALICKY, H. 2004. *Atlas of European Trichoptera*, 2nd ed. Springer, Dordrecht, 359 pp.
- MAYER, K. 1937. Příspěvek k poznání chrostíků okolí Rajce. *Sborník Klubu přírodovědeckého v Brně za rok 1936*, 19: 33-38.
- MAYER, K. 1938. Entomologické poznámky I. *Věda přírodní*, 19: 182-183, 210.
- MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ, E., HAVIAR, M., LEŠŤÁKOVÁ, M., ŠČERBÁKOVÁ, S., BITUŠÍK, P., BULÁNKOVÁ, E., ČEJKA, T., ČIAMPOROVÁ-ZAŤOVIČOVÁ, Z., DERKA, T., HAMERLÍK, L., ILLÉŠOVÁ, D., KODADA, J., KOŠEL, V., KRNO, I., MLÁKA, M., NOVIKMEC, M. & ŠPORKA, F. 2010. Zoznam zistených taxónov na monitorovaných lokalitách vodných útvarov povrchových vôd Slovenska. Časť 1. Bentické bezstavovce. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* 18(1): 335 pp.
- NAVARA, T. 2017. Vplyv antropogénneho diskontinua na štruktúru taxocenóz potočnickov rieky Váh. Dizertačná práca, Univerzita Komenského, Bratislava, 167 pp.
- NEU, P.J., MALICKY, H., GRAF, W. & SCHMIDT-KLOIBER, A. 2018. Distribution atlas of European Trichoptera. *Die Tierwelt Deutschlands* 84. Teil. Harxheim: ConchBooks, 891 pp.
- OBR, S. 1963. Hydrobiologický výzkum zvířeny povodí Oravy s ohledem na čistotu vody a vliv nové údolní nádrže na zvířenu dna řeky. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brunensis, Biologia*: 1-146.
- OLDEN, J.D., HOFFMAN, A.L., MONROE, J.B. & POFF, N.L. 2004. Movement behaviour and dynamics of an aquatic insect in a stream benthic landscape. *Canadian Journal of Zoology* 82: 1135-1146.
- UHERKOVICH, Á. & NÓGRÁDI, S. 2003. The Trichoptera of the Szigetköz, upper Hungarian Danube Region (Northwest Hungary), II. Species composition and its changes in some water bodies. *Folia Historico Naturalia Musei Matrensis* 27: 237-258.
- UHERKOVICH, Á. & NÓGRÁDI, S. 2004. The Trichoptera of the Szigetköz, upper Hungarian Danube Region (Northwest Hungary), III. Species composition in Moson Danube, and its changes. *Folia Historico naturalia Musei Matraensis (Gyöngyös)* 28: 171-186.
- USSEGLIO-POLATERA, P. & BOURNAUND, M. 1989. Trichoptera and Ephemeroptera as indicators of environmental changes of the Rhone river at Lyons over the last twenty-five years. *Regulated Rivers: Research and Management* 4: 249-262.
- WARINGER, J. & GRAF, W. 2011. *Atlas of Central European Trichoptera Larvae*. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 pp.
- ZAŤOVIČOVÁ, Z. & NOVIKMEC, M. 2003. Trichoptera, pp. 160-175. In: ŠPORKA, F. (Ed.), *Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska. Súpis druhov a autekologické charakteristiky*. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 590 pp.

Hranice ekoregiónov vodných tokov v južnej časti Západných Karpát

Ecoregion boundaries of streams in southern area of the Western Carpathians

Ilja KRNO¹, Ferdinand ŠPORKA^{2†} & Igor KOKAVEC²

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

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

Abstract

Our main goal was to find a boundary between the Pannonian and Carpathian ecoregions on the basis of environmental conditions and stonefly communities in southern area of Western Carpathians. Regarding our results, both biotic and abiotic variables reflect the difference. Pannonian streams are represented by poorer stonefly diversity with reduced specific run-off and lower water temperature in a comparison with Carpathian streams.

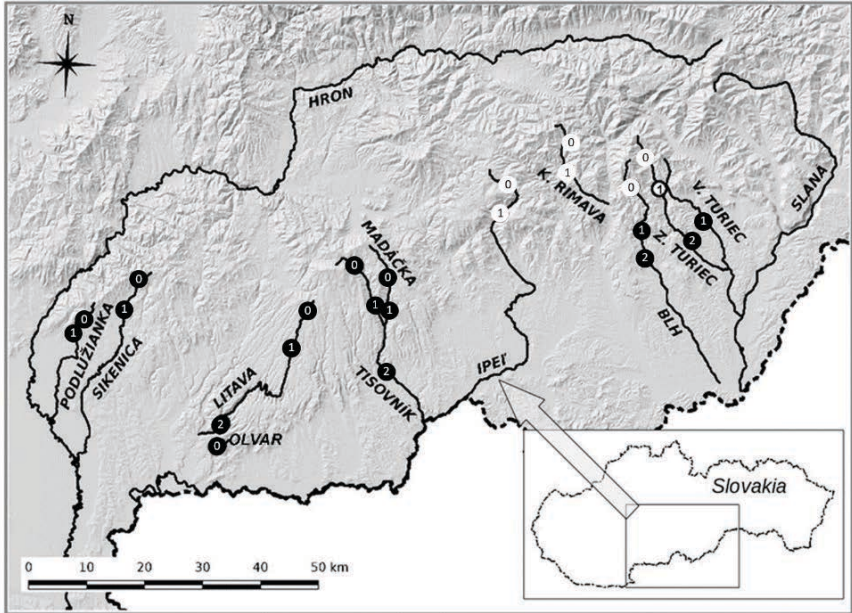
Keywords: Carpathian and Pannonian ecoregion, water temperature, stonefly community, distribution

Úvod

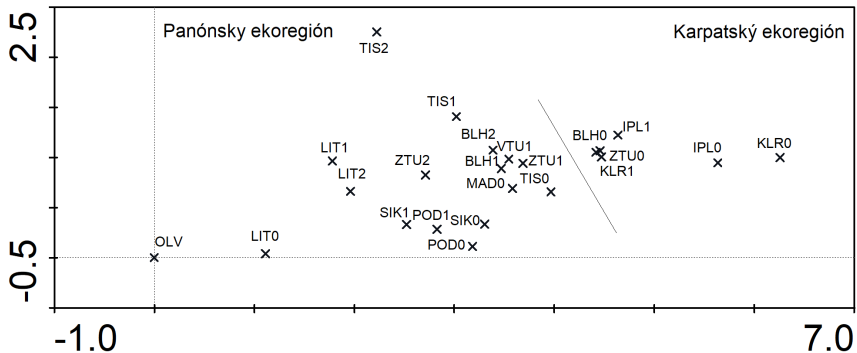
Veľmi významným faktorom ovplyvňujúcim biodiverzitu pošvatiek tečúcich vôd je teplotný a prietokový režim (Krno 1997; Graf et al. 2009). Vo vodných tokoch navyše vyvolávajú celý rad hydrologických, fyzikálno-chemických a biologických zmien (Allan & Castillo 2009). Krno (1997) zistil, že takmer tretina druhov pošvatiek vyskytujúcich sa na Slovensku je obmedzená na úseky tokov v podhorskom a horskom stupni. Pri analýze rozšírenia rôznych druhov pošvatiek sme zaznamenali vikariantný model príbuzných taxónov v regiónoch s rôznymi režimami prietoku (pozri Šimon & Zaťko 1980). Tento sa opiera tiež o zonálno-typologický prístup Raušera (1974), ktorý považuje vegetačné úrovne za základ distribúcie živočíchov na území Slovenska. Spolu s vegetačnými stupňami ovplyvňujú aj hranice ekoregiónov. Ekoregióny Slovenska v rámci Európy vymedzil v roku 1978 Illies v publikácii *Limnofauna Europea* na panónsky a karpatský ekoregión. Ich hranice vymedzil zhruba na úrovni južnej hranice bukových lesov. Tieto hrubo vyznačené hranice sme sa pokúsili presnejšie definovať, využívajúc prietokový (Krno 1997) a najmä teplotný režim sledovaných povodí a taxocenózy pošvatiek v južných prítokoch Hrona, Ipľa a Slanej v Západných Karpatoch.

Materiál a metódy

Výskum bol vykonaný na 24 lokalitách v povodí riek Hron, Ipeľ a Slaná (Obr. 1). Boli vybrané územia čiastkových povodí piatich sledovaných tokov (Podlužianka, Sikenica, Litava, Madačka a Tisovník) v pohoriach Štiavnické vrchy, Krupinská vrchovina, Javoria a v pohorí Slovenského Rudohoria (Krno et al., *in press*). Profily boli vybrané v hornom (0), strednom (1) a dolnom úseku neprehradených vodných tokov (2) v uzavretom údolí. Na väčšine študovaného úze-



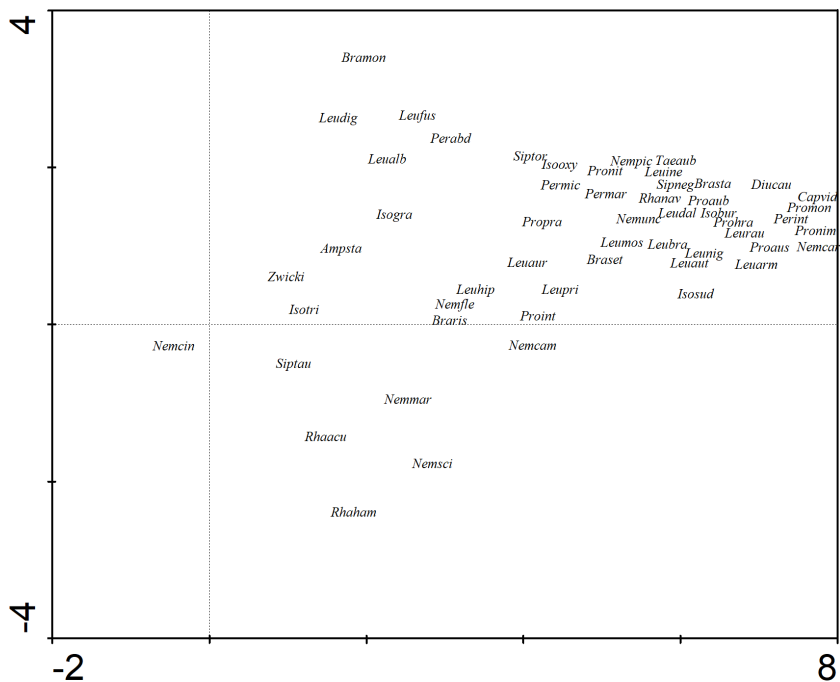
Obr. 1. Mapa skúmaných lokalít; na základe výsledkov sú bielou farbou vyznačené lokality karpatského ekoregiónu a čiernou farbou lokality panónskeho ekoregiónu.



Obr. 2. Ordinačný diagram DCA analýzy zobrazujúci distribúciu lokalít na základe fyzikálno-chemických parametrov; skratky tokov: LIT – Litava, TIS – Tisovník, BLH – Blh, MAD – Madačka, KLR – Klenovská Rimava, OLV – Olvár, SIK – Sikenica, ZTU – západný Turiec, POD – Podlužianka.

mia sa nachádzajú lesné porasty alebo málo poľnohospodársky obrábané plochy, osídlenie je pomerne riedke.

Odber vzoriek makrozoobentosu prebiehal v rokoch 2011 a 2012 v štyroch sezónach (skorý jarný, jarný, letný a jesenný odber) metodikou AQEM (AQEM Consortium 2002). V rámci terénnych prác prebiehalo i mapovanie hydrologických charakteristík tokov a kontinuálne meranie teplotného režimu



Obr. 3. Ordinačný diagram DCA analýzy zobrazujúci distribúciu druhov pošvatiek; skratky druhov: Ampsta – *Amphinemura standfussi*, Bramon – *Brachyptera monilicornis*, Braris – *B. risi*, Braset – *B. seticornis*, Brasta – *B. starmachi*, Capsch – *Capnia schilleri*, Capvid – *C. vidua*, Isobur – *Isoperla buresi*, Isogra – *I. grammatica*, Isooxy – *I. oxylepis*, Isotri – *I. tripartita*, Leualb – *Leuctra albida*, Leuarm – *L. armata*, Leuaur – *L. aurita*, Leuaut – *L. autumnalis*, Leubra – *L. braueri*, Leudal – *L. dalmonii*, Leudig – *L. digitata*, Leufus – *L. fusca*, Leuhip – *L. hippopus*, Leuine – *L. inermis*, Leumos – *L. moselyi*, Leunig – *L. nigra*, Leupri – *L. prima*, Leupse – *L. pseudosignifera*, Leurau – *L. rauscheri*, Nemcam – *Nemoura cambrica*, Nemcar – *N. carpathica*, Nemcin – *N. cinerea*, Nemfle – *N. flexuosa*, Nemmar – *N. marginata*, Nemsci – *N. sciurus*, Nemunc – *N. uncinata*, Nempic – *N. pictetii*, Perabd – *Perla abdominalis*, Permar – *P. marginata*, Perint – *Perlodes intricatus*, Permuc – *P. microcephalus*, Proaub – *Protonemura auberti*, Prohra – *P. hrabei*, Proint – *P. intricata*, Pronit – *P. nitida*, Propra – *P. praecox*, Rhaacu – *Rhabdiopteryx acuminata*, Rhamam – *R. hamulata*, Rhanav – *R. navicula*, Sipneg – *Siphonoperla neglecta*, Siptau – *S. taurica*, Siptor – *S. torrentium*, Taeaub – *Taeniopteryx auberti*, Zwicky – *Zwicznia* spp.

(celoročne v hodinových intervaloch za použitia teplomerov s data-loggermi Minilogs-8 TR). V skorom jarnom a jesennom období boli odobraté vzorky vody na analýzu fyzikálno-chemických parametrov a boli vykonané stanovenia hydro-chemických parametrov *in situ*. Pred vykonaním analýz boli údaje podľa potreby transformované (druhou odmocninou, alebo logaritmovaním). Analýza environmentálnych faktorov pre jednotlivé povodia bola uskutočnená za použitia DCA v programe Canoco 4.5.

Výsledky a diskusia

V skúmanom regióne sme zistili až 56 taxónov pošvatiek. Zo vzácnych pre tento región, resp. z nedávno objavených druhov, boli zistené *Taeniopteryx auberti*, *Brachyptea monilicornis*, *B. starmachi*, *Rhabdioperyx hamulata*, *R. acuminata*, *R. navicula*, *Nemoura sciurus*, *Leuctra dalmonii*, *Zwickyia bifrons*, *Z. acuta*, *Capnia vidua*, *Capnopsis schilleri* (Žiak & Krno 2014). Na základe analýzy fyzikálno-chemických parametrov úsekov vodných tokov môžeme rozlišovať dve rozdielne skupiny (Obr. 2).

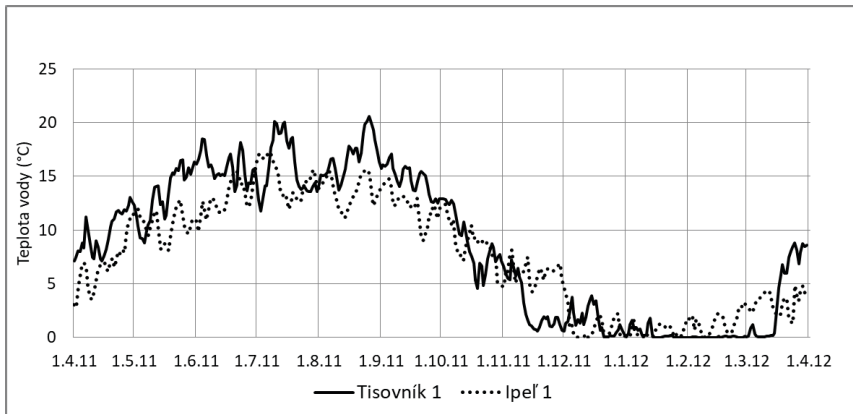
Tab. 1. Sezónne dennostupne na jednotlivých profiloch vodných tokov; skratky tokov sú uvedené pri Obr. 2.

Panónsky ekoregión								
	POD1	POD2	SIK1	LIT0	LIT1	LIT2	TIS0	TIS1
jar	638	719	720	488	698	782	433	700
leto	1466	1589	1514	1607	1510	1674	1453	1491
jeseň	789	1027	867	766	727	879	746	810
zima	65	99	171	77	22	70	166	58
Σ /rok	2957	3434	3272	2937	2957	3407	2811	3058
	TIS2	MAD0	MAD1	BLH1	BLH2	ZTU1	ZTU2	VTU1
jar	785	478	714	640	721	654	738	712
leto	1647	1497	1563	1451	1615	1492	1648	1602
jeseň	843	755	733	920	949	925	913	903
zima	52	112	29	112	102	98	56	123
Σ /rok	3328	2842	3038	3123	3388	3169	3354	3340
Karpatský ekoregión								
	IPL0	IPL1	KLR0	KLR1	BH0	ZTU0		
jar	386	526	463	557	554	419		
leto	1044	1268	1099	1215	1365	1331		
jeseň	668	825	731	864	779	732		
zima	100	84	122	156	105	85		
Σ /rok	2198	2703	2415	2792	2803	2566		

Prvá skupina patrí do karpatského ekoregiónu (Ipeľ, Klenovská Rimava, horný úsek potoka Blh a Východného Turca). Tieto toky pretekajú cez kryštalinikum veporika, majú nízke koncentrácie chemických látok (Krno et al., *in press*) a nízku sumu denných teplôt. Ich ročné dennostupne neprekračujú 2800 °C a letné 1400 °C (Tab. 1) a ich špecifický priemerný ročný prietok v horných úsekoch je viac ako 10 l.s⁻¹.km⁻² (Leškovič & Majerčáková 2002), ich pramenné oblasti ležia nad 1000 m n.m. a karpatský charakter si zachovávajú do výšky 300–400 m n.m.

Pre karpatský ekoregión sú charakteristické tieto druhy pošvatiek: *Taeniopteryx auberti*, *Brachyptera starmachi*, *Rhabdiopteryx navicula*, *Nemoura carpathica*, *N. uncinata*, *Protonemura auberti*, *P. hrabei*, *P. montana*, *P. nitida*, *Leuctra armata*, *L. autumnalis*, *L. braueri*, *L. dalmoni*, *L. inermis*, *L. rauscheri*, *Capnia vidua*, *Isoperla buresi*, *I. sudetica* a *Siphonoperla neglecta* (Obr. 3). Tieto toky majú celkovo výrazne vyššiu druhovú diverzitu.

Druhá skupina patrí do panónskeho ekoregiónu (Podlužianka, Sikenica, Litava, Tisovník, Madačka a stredný úsek Blhu a východného Turca), toky pretekajú cez neogénne vulkanity, s výnimkou povodia Turca. Sú bohatšie na chemické prvky s vyššími koncentraciami (Krno et al., *in press*), majú vyššiu sumu denných teplôt. Ich ročné dennostupne prekročujú 2800 °C a letné 1400 °C (Tab. 1) a ich špecifický priemerný ročný prietok je menej ako 10 l.s⁻¹.km⁻². Pramenné oblasti panónskych tokov ležia v nadmorskej výške 600–800 m n.m. Illies (1978) uvádza hranicu medzi oboma ekoregiónmi 500 m n.m., zhruba na severnej hranici dubovej zóny severne od Malých Karpát (Futák 1984; Plesník 2002). Toky panónskeho ekoregiónu majú vyššie teploty, viac dusičnanov, jemnejší substrát dna a nižší podiel zoškrabávačov (Krno et al., *in press*). Pre panónsky ekoregión sú charakteristické druhy: *Brachyptera risi*, *Rhabdiopteryx acuminata*, *R. hamulata*, *Nemoura cinerea*, *N. marginata*,



Obr. 4. Teplotný režim karpatských (Ipeľ) a panónskych potokov (Tisovník).

N. sciurus, *Leuctra digitata*, *Zwickyia* spp., *Isoperla tripartita* a *Siphonoperla taurica* (Obr. 3).

Výrazný rozdiel v teplotnom režime oboch ekoregiónov je reprezentovaný tokmi približne z tej istej nadmorskej výšky – Iplom (371 m n.m.) a Tisovníkom 1 (338 m n.m.) (Obr. 4). Uvedená diferenciácia taxocenóz karpatských a panónskych taxocenóz je dobre vyvinutá aj v ďalších pohoriach Západných Karpát, napr. Malé Karpaty (Krno 2003), Biele Karpaty (Krno & Horniak 2007), Tribeč a Považský Inovec (Krno 1989), Štiavnické vrchy a Krupinská vrchovina (Krno 1999) a Slovenský kras (Krno 1996).

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. Springer, Dordecht, Holansko, 436 pp.
- AQEM CONSORTIUM 2002. Manual for the application of the AQEM method. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. February 2002.
- FUTÁK, J. 1984. Fyto geografické členenie Slovenska. In: BERTO VÁ, L. (Ed.), Flóra Slovenska IV/1, Veda, Bratislava, 418-419 pp. + mapa (príloha).
- GRAF, W., LORENZ, A.W., TIerno DE FIGUEROA, J.M., LÜCKE, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.J., DAVIES, C. 2009. Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Volume 2 – Plecoptera. In: SCHMIDT-KLOIBER, A. & HERING, D. (eds), Pensoft Publishers (Sofia-Moscow), 262 pp.
- ILLIES, J. (Ed.) 1978. Limnofauna Europaea. A Checklist of the Animals Inhabiting European Inland Waters, with an Account of their Distribution and Ecology. 2nd Edition. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 552 pp.
- KRNO, I. 1989. Pošvatky (Plecoptera) povodia Žitavy. In: Ochrana prírody, Bratislava: Príroda, 10: 429-437.
- KRNO, I. 1996. Ecological factors influence on stoneflies distribution in various river basins of the Slovenský kras (Karst) mountain range biosphere reserve. Ekológia (Bratislava) 15(3): 261-281.
- KRNO, I. 1997. Zoogeographical studies Slovakian stoneflies (Plecoptera). Biologia 52(2): 221-225.
- KRNO, I. 1999. Pošvatky (Plecoptera) povodia Ipl'a a Hrona. Folia faunistica Slovaca 4: 33-40.
- KRNO, I. 2003. Stoneflies (Plecoptera) in the Gidra river basin (Malé Karpaty Mts., Slovakia). Acta Zoologica Universitatis Comenianae 45: 53-67.
- KRNO, I. & HORNIÁK, P. 2007. Pošvatky (Plecoptera) slovenskej časti Bielych Karpát. Acta Musealia, Muzeum Jihovýchodní Moravy 1,2: 19-24.
- KRNO, I., RÚFUSOVÁ, A., LÁNCZOS, T., BERACKO, P., ŠPORKA, F., ŠTEFKOVÁ, E. *in press*. The effect of environmental factors on stonefly (Plecoptera) taxocenoses and metrics. Environmental Monitoring and Assessment.
- LEŠKOVÁ, D. & MAJERČÁKOVÁ, O. 2002. Priemerný ročný špecifický odtok. 1: 2 000 000. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: MŕP SR, p. 102.

- 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.

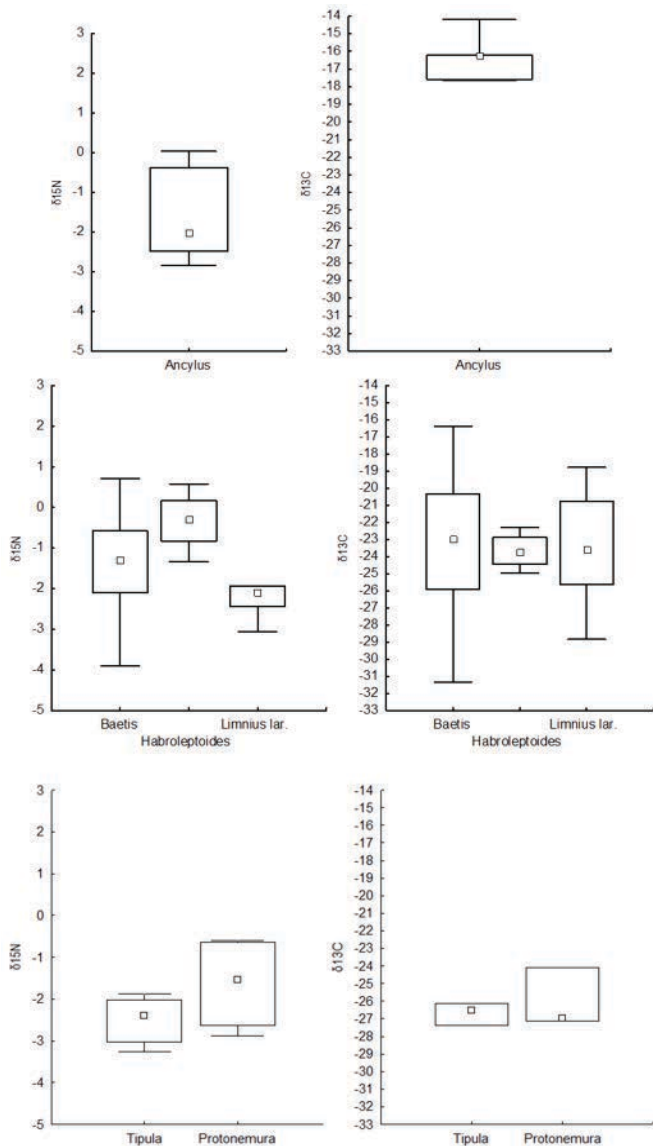
Materiál a metódy

V rámci tohto príspevku boli analyzované dáta z územia budovaného hornami 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 dvokrídlovce 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 gilyd 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).

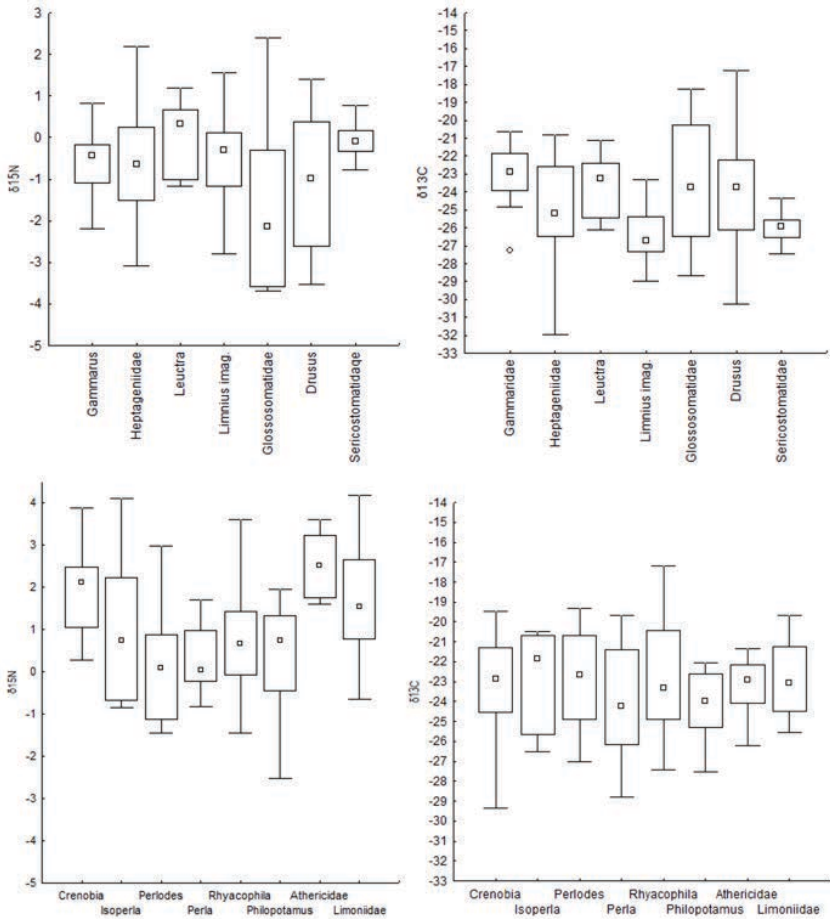
Dva základné energetické reťazce sa prekrížia v tokoch. V jednom sa energia premení na biomasu siníc a rias prostredníctvom fotosyntézy. Na druhej strane je zdrojom energie detrit z pobrežnej vegetácie. Biomasa rias je tak prestúpená detritom a súvisiace organizmy, ako sú baktérie, prvoky a meiozoobentos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

Podakovanie

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.

Ekologická exkurzia do Dunajskej delty

Na prelome mesiacov júl a august sa uskutočnila už tradičná exkurzia do Delty Dunaja, ktorú každoročne organizujeme na Katedre ekológie PríF UK v rámci predmetu *Biotopy Európy*.

V sobotu 20. júla vyrazila za dobrodružstvom a novými poznatkami pestrá 18 členná zostava, zložená zo študentov, ale aj ďalších nadšencov divokej prírody. Východiskovým bodom exkurzie bolo 100-tisícové rumunské mesto Tulcea, kam sme sa dopravili vlakom. Tulcea leží pri Tulčianskom ramene Dunaja, ktoré vzniká bifurkáciou hlavného toku pár kilometrov nad mestom. Priemerný prietok Dunaja tu je 6570 m^3 , čo je asi 3-násobok prietoku Dunaja v Bratislave. Severná vetva hlavného toku odvádza okolo 58 % prietoku. Nazýva sa Kilijské rameno a tvorí rumunsko-ukrajinskú hranicu. Na rumunskej strane leží iba zopár ospalých dedín, zato pre Ukrajinu tvorí významnú dopravnú tepnu s veľkým prístavom Izmail, kam môžu doplávať ajorské lode. Toto rameno sa na viacerých miestach rozvetvuje a vytvára niekoľko vnútrozemských delt. Bohužiaľ, niektoré padli za obeť komunistickým plánom na intenzívnejšie hospodárske využitie Dunajskej delty. Tulčianske rameno sa pod Tulceou rozdeľuje na Sulinské a Svätajurské rameno. Sulinské rameno odvádza asi 20 % prietoku a Svätajurské zvyšných 22 %. Prietok v Sulinskom ramene sa zvýšil po jeho úpravách za účelom zlepšenia splavnosti v 2. polovici 19. storočia, ktoré znamenali jeho napriamenie (dĺžka bola skrátaná z 92 na 64 km) a prehĺbenie. Pre ekológa je pohľad naň neradostný, keďže ide o rovný kanál s brehmi spevnenými lomovým kameňom, ktorý ostro kontrastuje so zvyškom delty. Tá si do veľkej miery zachovala svoj prirodzený charakter a dnes predstavuje asi najvýznamnejšiu mokraď Európy, chránenú ako Biosférická rezervácia UNESCO. V delte bolo napočítaných 479 jazier s celkovou rozlohou necelých 26 tisíc ha. Poprepájané sú sieťou kanálov a ramien v dĺžke asi 3500 km, z toho je polovica prírodných alebo prírode blízky a polovica sú človekom vytvorené. V tomto labyrinte sme plánovali prepádlovať asi 130 km.

Na druhý deň po príjazde sme nakúpili zásoby potravín, keďže prvé dni sme mali stráviť úplne mimo civilizácie. V poobedných hodinách sme po nafúknutí člnov a krátkej inštrukčnej konečne vyrazili dolu Tulčianskym ramenom, z ktorého sme ale už po chvíli odbočili do kludnejších bočných ramien a kanálov. V úvodnej fáze voda pomerne dobre tiekla, okolie bolo porastené mäkkým lužným lesom. Na viacerých miestach sme videli u nás tak vzácne ílovité brehy. Vznikajú sedimentáciou jemného ílu, ktorého sem Dunaj ročne priniesie asi 70 miliónov ton a eróznou činnosťou tečúcej vody. Poskytujú ideálne prostredie pre hniezdenie rybárikov, ale najmä boli husto prederavené chodbičkami vytvorenými tisíckami lariev podenky *Palingenia longicauda*. Tento druh kedysi obýval dolné úseky slovenských riek, dnes ho však môžeme nájsť iba v spodnom Bodrogu a na Tise. Verejnosti je známy fenomén kvitnutia Tisy v Maďarsku, ktorý je vytváraný rojáciami sa imágami tohto druhu. V júni ho je

možné pozorovať aj v Dunajskej delte, o čom sme sa pred niekoľkými rokmi presvedčili na vlastné oči.

Hneď od úvodu sme začali aj so spoznávaním tunajšej bohatej fauny. Okrem desiatok volaviek, beluší či kormoránov sme mali možnosť pozorovať aj korytnačku močiarnu, ktorá je v týchto končinách ešte pomerne bežným obyvateľom. Na konci prvého dňa sme zakotvili na brehu jedného z ramien a krátko po rozložení stanov nás zastihla búrka, hoci v delte hrozí skôr úpal ako dážď. No a keďže k letu v delte neodmysliteľne patria aj komáre, hneď počas prvej noci sme doslova na vlastnej koži pocítili, čo je to takzvaná hodina veľkého komára. Ďalšie dni uprostred delty sa niesli v znamení striedania úzkych kanálov a ramien s rozľahlými priesračnými jazerami porastenými kotvicou, leknami, leknícami a množstvom iných makrofýt. Lužné lesy postupne nahradzovali porasty trstiny a do našej pomyselnéj zbierky pribúdali nové zaujímavé pozorovania. Už v utorok sme mohli obdivovať prvý krdel pelikánov, ibisy či čapličku vlasatú. V stredu to zas boli u nás mimoriadne vzácne rybáre riečne či mladý orliak morský. Po ornitologickej stránke to bol určite najzaujímavejší deň, počas ktorého sme pozorovali aj suverénne najväčší krdel pelikánov. Stovky jedincov vytvárali na oblohe nad jedným z množstva jazier úžasné predstavenie a k niekoľkým jedincom sa nám nakoniec podarilo dostať na veľmi blízku vzdialenosť. Nemenej zriedkavé ale boli aj stretnutia s ľuďmi. Okrem viac či menej tradičných miestnych rybárov išlo najmä o turistov na motorových lodiach, pre ktorých sme boli v nafukovacích člnoch niečo ako atrakcia. Rozvoj turizmu v delte je už zrejme nezvratný trend a pocítili sme ho aj vo štvrtok po príchode do dedinky Mily 23. Táto donedávna zaostalá rybárska osada sa pomaly ale isto mení na turistický rezort s nevkusnými penziónmi a barmi.

Po sýtom rybacom obede a doplnení zásob potravín a tekutín sme opäť nasadli do člnov. Kanálom Heraclea sme vyrazili na severovýchod. Krajina okolo nás sa zmenila a mäkké luhy vystriedali nedozierne lány trstiny lemované porastami lekien, lekníc či u nás mimoriadne vzácnou rezavkou aloovitou. Pádlovanie cez nekonečné jazerá Matica a Merhei bolo vyčerpávajúce a preto sme sa tešili na oddych na ostrove Letea. Na ten sme dorazili v piatok podvečer. Dedina Letea bola jedným zo zlatých bodov celej exkurzie. Na rozdiel od Mily 23 sa v nej totiž až do dnešných dní zachoval skutočne nefalšovaný obraz tradičného života. Hneď pri brehu nás privítal obraz, ktorý je snom snáď každého moderného stredoeurópskeho ochranára – stádo volne sa pasúcich kráv a koní na rozľahlej stepi s množstvom mokradí a vodného vtáctva. Dych vyrážajúca bola aj samotná dedinka – bez spevnených ciest ale zato so zachovalou tradičnou architektúrou, všadeprítomnými bocianmi a príjemnými obyvateľmi posedávajúcimi na lavičkách pred chalupami.

V sobotu sme sa zobudili obkolesení kravami. Činy sme vymenili za koče ťahané koňmi, na ktorých sme sa zaviezli do neďalekého Létejského lesa, uprostred ktorého sa nachádzajú početné piesočné duny. Tie boli v čase našej návštevy obsypané červenými plodmi chvojnika dvojklasého. U nás by nám za ochutnanie tejto rastlinky, z ktorej bol izolovaný alkaloid efedrín, pravdepodobne hrozila masťná pokuta, tu však ide o pomerne bežný druh. Ďalšou zaujímavosťou tohto územia, pokrytého prevažne drevinami tvoriacimi tvrdý



Dunajská delta (© Jakub Cfbik)

lužný les, boli zdivené kone – mustangy. V poobedných hodinách sme opäť nasadli do člnov a cez malebný kanál Sulimanka sme sa preplavili do Kilijského ramena. Zakotvili sme napokon v dedine Periprava na rumunsko-ukrajinskej hranici. Stany sme na dve noci vymenili za postele v klimatizovaných chatkách v turistickom „komplexe“. No a samozrejme nemohla chýbať výdatná večera plná rýb. Tie nám už, mimochodom, pomaly ale isto začínali liezť skôr hore ako dole krkom.

Nedeľa bola výnimočným dňom, pretože sme si ju celú vychutnali s pevnou pôdou pod nohami. Ako prvé sme navštívili rozsiahle slanisko porastené slanorožcom, ktoré ležalo hneď na okraji dedinky. Chceli sme tiež navštíviť plytké rybníky, ktoré sú za bežných okolností ornitologickým rajom, lenže na naše sklamanie boli vyschnuté. Úplne nám ale postačovalo, že sme mohli pozorovať množstvo dudkov, kraklí či včelárikov, ktorých bolo v Periprave a jej okolí asi toľko ako u nás holubov. Naše ďalšie kroky viedli opäť do Létejského lesa, tentokrát však z opačnej strany na miesto, kde sa nachádzajú duny ešte rozsiahlejšie ako pri dedinke Letea. V pondelok ráno sme sa vrátili späť na vodu a popri východnej hranici Európskej únie sme sa preplavili dolu nekonečným Dunajom až k nášmu poslednému táborisku, ktoré sa nachádzalo na piesočnej dune neďaleko kláštora. To sme sa už nachádzali na území tzv. fluvioamarinnej delty, ktorá je jej najmladšou a najdynamickejšou časťou.

Dunajská delta je, rovnako ako iné delty, z geologického hľadiska veľmi mladý a dynamický ekosystém. Začala vznikať asi pred 12 tisíc rokmi po skončení poslednej doby ľadovej, kedy hladina Čierneho mora dosiahla zhruba dnešnú úroveň. Sedimenty prinášané Dunajom postupne zaplnili morský záliv a na mieste nášho táboriska sa pred 3500 rokmi vytvorila dlhá piesočnatá kosa, ktorá oddelila tzv. riečnu deltu od prímorskej fluvioamarinnej delty. Prísun sedimentov však pokračuje, preto delta v severnej časti každoročne narastá až o neuveriteľných 80 m. Výsledkom je, že dedina Chilia Veche, ktorá ležala iba 6 km od pobrežia sa za 340 rokov ocitla 45 km vo vnútrozemí. Sulinský maják postavený na začiatku 19. storočia na pobreží sa dnes nachádza asi 2 km od pláže. Aj počet ramien sa v historickej dobe menil, čo dokladajú záznamy antických autorov, ktorí spomínajú v rôznych obdobiach 5 až 7 ramien.

Nasledujúci deň sme sa, po noci sprevádzanej zavýjaním svoriek šakalov, kanálmi obklopenými trstinou preplavili až do Čierneho mora. Cez Musurský záliv sme prepádlovali do prímorského mestečka Sulina, v ktorom

sme si vychutnali okrem večere aj západ slnka na pláži pri Čiernom mori. Streda už bola zaslúženým oddychovým dňom pred dlhou cestou späť na Slovensko, ktorú sme začali vo štvrtok ráno niekoľkohodinovou plavbou loďou do Tulcei.

Čo dodať na záver? Asi len toľko, že pokiaľ chcete zažiť jednu z posledných európskych divočín na vlastnej koži, vyberte sa do delty Dunaja čím skôr. Ide o skutočne očarujúce miesto, ktoré by mal vidieť aspoň raz v živote každý zaniatený ekológ, ornitológ či obyčajný obdivovateľ nedotknutej prírody. Podobne ako iné menej prebádané kúty našej planéty sa však pod náporom turizmu nenávratne mení a pomaly ale isto stráca niečo zo svojho čara. A ako si ju najlepšie vychutnáte? Presne tak ako my – pri pádlovaní na člnoch, na ktorých sme sa pomaly a potichu plavili po dunajských ramenách a jazerách, pri zaspávaní v stanoch na ich brehoch za nekonečného bzukotu komárov a pri prebúdzaní sa pri východe slnka v obkolesení voľne sa pasúcich kráv, koní a pelikánov...

Tomáš DERKA & Jakub CÍBIK (KE PríF UK)

LIMNOLOGICKÉ PROJEKTY

Joint Danube Survey 4

Joint Danube Survey 4 (JDS4) je pokračovaním úspešnej trilógie Joint Danube Surveys – Spoločných Prieskumov Dunaja, účelom ktorých je získať cenné informácie o najdôležitejších parametroch súvisiacich so stavom vodného ekosystému v celom pozdĺžnom profile našej druhej najdlhšej rieky v Európe. Štvrté pokračovanie spoločného prieskumu sa uskutočnilo tento rok na vybraných odberových miestach v 13 krajinách, ktorými preteká Dunaj alebo jeho významné prítoky.

Cieľom prieskumu bolo nadviazať na predchádzajúce prieskumy a opäť získať údaje o stave vodných ekosystémov Dunaja. Projekt zároveň harmonizuje postupy monitorovania vodného prostredia v podunajských krajinách v súlade s Rámcovou smernicou o vode (RSV). Výsledky prieskumu by mali byť prínosom aj pre aktualizáciu Medzinárodného plánu manažmentu povodia Dunaja v roku 2021. Prieskum Dunaja a jeho prítokov na slovenskom území zabezpečoval Výskumný ústav vodného hospodárstva (VÚVH) v spolupráci s ďalšími inštitúciami (Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV – AquaBOL.SK; Environmental Institute, s.r.o.; Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave; AQ-Bios, s.r.o.).

Predchádzajúce prieskumy JDS boli realizované v rokoch 2001, 2007 a 2013. Prieskumné aktivity sa v rámci nich realizovali prostredníctvom expertných tímov plaviacich sa na výskumných lodiach pozdĺž takmer celého Dunaja z Nemecka až do jeho delty. V rámci JDS4 bol použitý nový prístup založený na monitorovaní jednotlivých úsekov Dunaja a jeho významných prítokov národnými expertmi z jednotlivých podunajských krajín. Koncept najnovšieho prieskumu Dunaja je jedinečný, či už z pohľadu medzinárodnej spolupráce, kedy jednotlivé krajiny mohli a aj preukázali schopnosť aktívne sa

zapojiť do odberov vzoriek a časti analýz, prostredníctvom prepojenia s ich národnými monitorovacími programami. Okrem národných tímov sa prieskumu zúčastnili aj osobitné monitorovacie tímy, ktoré sledovali špeciálne vybrané ukazovatele. Podporu pre národných hydrobiológov predstavovali aj externí experti pre vybrané skupiny makrozoobentosu (Oligochaeta, Chironomidae, Simuliidae, Mollusca a Hydrozoa) z odborne zameraných inštitúcií z Maďarska, Chorvátska, Srbska a Slovenska.

Program JDS4 zahŕňal odbery vzoriek vôd a sedimentov, prieskumy vodných spoločenstiev a hydromorfológie zameraných na sledovanie vybraných chemických, hydrobiologických, mikrobiologických, rádiochemických, hydrologických a morfológických ukazovateľov.

Okrem povrchových vôd sa zahrnuli do programu aj vybrané zdroje komunálnych odpadových vôd a vybrané zdroje pitných vôd. Medzi najzaujímavejšie inovatívne metódy aktuálneho prieskumu patria:

- necielený a cielený chemický skrining,
- digitálne zmrazenie chemických vzoriek,
- komplexný prieskum mikroplastov vo vode,
- analýza odpadových vôd z hľadiska antibioticky-rezistentných génov,
- porovnanie štandardných biologických metód s metódou výskumu vodnej fauny a flóry pomocou detekcie DNA, ktorá sa uvoľňuje z organizmov do vodného prostredia.

Digitálne zmrazenie vzoriek (NORMAN digital sample freezing platform) je platforma pre uchovanie informácií z kvapalinovej chromatografie – vysokorozlišovacej hmotnostnej spektrometrie, vyvinutej pre retrospektívny necielený skrining až 40 tisíc potenciálne znečisťujúcich látok vo vode.

Cielený skrining (wide-scope target screening) – okrem prioritných látok bol vo vzorkách vody, sedimentov a bioty sledovaný výskyt viac ako 2200 špecifických zlúčenín. Jednalo sa predovšetkým o látky pochádzajúce z rôznych zdrojov znečistenia, najmä z chemického a kozmetického priemyslu, z farmaceutík, z retardantov horenia a pod.

Biologické vzorky, konkrétne vzorky makrozoobentosu, fyto-bentosu a spoločenstvá makrofytov boli odoberané a sledované v prvom až treťom júlovom týždni. Viaceré krajiny, z dôvodu vysokých vodných stavov Dunaja



spôsobených topením snehu v alpskej oblasti, boli nútené posunúť logisticky náročné odbery o jeden týždeň. Slovenský biologický tím odoberal v priebehu dvoch dní vzorky makrozoobentosu a fytozobentosu na šiestich lokalitách, z toho dve lokality sa nachádzali na hlavnom toku Dunaja a v každom z prítokov Morava, Váh, Hron a Ipeľ bola jedna lokalita situovaná v blízkosti sútoku s Dunajom. Počas odberu bentických bezstavovcov sme postupovali podľa metodiky odberov pre JDS4, pričom sa použili modifikované techniky odberov: Multi-Habitat sampling a Kick & Sweep, prípadne cieleňý prieskum vodných mäkkýšov pre účely detekcie invázičných druhov, mikroplastov a akumulácie látok v biote. Národný biologický tím s podporou tímu AquaBOL.SK (CBRB SAV) sa podieľali aj na odberoch sedimentov určených pre výskum meiofauny a rádiochémie a tiež na odberoch eDNA vzoriek v spolupráci s európskym projektom DNAqua-Net (COST). V rámci fytozobentosu boli sledované bentické rozsievky ako reprezentatívna skupina celého spoločenstva.

JDS4 si vytýčilo dosiahnuť štyri hlavné ciele:

- získanie údajov o špeciálnych ukazovateľoch, ktoré nie sú bežne analyzované,
- zber všetkých údajov spôsobom, ktorý je ľahko porovnateľný v krajinách dunajského regiónu,
- zvýšenie povedomia o kvalite vody v Dunaji a o aktivitách na jej ochranu,
- odstránenie nedostatkov, resp. vyplnenie medzier v súvislosti s implementáciou RSV.

Na výsledky tohtoročného prieskumu si však budeme musieť ešte počkať. Do konca roka 2019 sa budú zhromažďovať výsledky a technická hodnotiaci správa by mala byť vyhotovená v roku 2020.

Miroslav OČADLÍK, Jarmila MAKOVINSKÁ, Emília MIŠÍKOVÁ ELEXOVÁ & Dana FIDLEROVÁ (VÚVH)

KONFERENCIE – KURZY – SEMINÁRE

KURZY VÚVH Bratislava

Kurz vzorkovania povrchových vôd:

Termín: marec 2020

Miesto konania: Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

Pripravovaný kurz bude zameraný na odber ukazovateľov v povrchových vodách vrátane prípravy programov vzorkovania a logistiky odberu.

Hydrobiologický kurz – Povrchové (vybrané skupiny rias a siníc) a pitné vody:

Termín: marec 2020

Miesto konania: Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

Pripravovaný kurz bude zameraný na vybrané skupiny rias, siníc a konzumentov vo vodách a mikroskopické analýzy v hydrobiológii.

Bližšie informácie o kurzoch budú uverejnené na stránke www.vuvh.sk v záložke odborné kurzy.



Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, v spolupráci so Slovenskou limnologickou spoločnosťou pri SAV a iniciatívou AquaBOL.SK, vás pozývajú na v poradí štvrtú medzinárodnú konferenciu zameranú na výskum vodných bezstavovcov (nielen) strednej Európy – **4th CESAMIR – Central European Symposium for Aquatic Macroinvertebrate Research**.

Konferencia sa uskutoční **5–10. júla 2020** v **Kongresovom centre SAV v Starej Lesnej** vo Vysokých Tatrách.

Deadline na “early bird” **registráciu účastníkov**, ako aj **zasielanie abstraktov** prezentácií a posterov je **1. marec 2020**, prihlásiť sa je ale možné aj po tomto termíne.

Všetky potrebné informácie o podujatí získate na [www stránke https://www.aquabol.sk/cesamir2020/](http://www.aquabol.sk/cesamir2020/), ako aj prostredníctvom sociálnych sietí (FB skupina “CESAMIR”; Twitter hashtag “#CESAMIR2020”); všetky vaše otázky zodpovieme prostredníctvom e-mailu cesamir2020@aquabol.sk.

Veríme, že toto ďalšie pokračovanie (po Maďarsku a Poľsku) série veľmi úspešných a obľúbených sympózií – po odbornej aj spoločenskej stránke, pritiahne aj množstvo našincov, či už z radov členov SLS, alebo študentov a mladých vedeckých pracovníkov, pre ktorých môže ísť o skvelú príležitosť zúčastniť sa dnes už renomovaného vedeckého podujatia, prezentovať výsledky svojej práce, či zapojiť sa do študentskej súťaže, ale hlavne načerpať inšpiráciu a nadviazať kontakty s množstvom odborníkov na vodné bezstavovce nielen z okolitých krajín.

Tešíme sa na stretnutie v Tatrách ☺

Organizačný tím CESAMIR2020

Limnologický spravodajca, roč. 13, č. 2/2019

MK SR EV 2499/08

ISSN 1337-2971, online: ISSN 2585-8475

© Slovenská limnologická spoločnosť pri SAV

Editor: RNDr. Zuzana Čiamporová-Zaťovičová, PhD.

Vydáva: Slovenská limnologická spoločnosť pri SAV

Adresa: Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV

Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava

Telefón; fax: 02-59426125; 02-54771948

E-mail: zuzana.zatovicova@savba.sk

<http://www.limnospol.sk>

Tlač: Ing. Karol Illý

Vydavateľstvo NOI

Číslo účtu: IBAN SK80 8330 0000 0021 0136 5331

(vyšlo 20.12.2019)