

ISSN 1336-300X



Acta Facultatis Ecologiae



FAKULTA EKOLÓGIE
A ENVIRONMENTALISTIKY

Journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences
Technical University in Zvolen

Volume 38
2018 – 1

PŮVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES

- BOBUESKÁ, L., VAJÁK, J. & DEMKOVÁ, L.
MINERALIZÁCIA PŮDNEJ ORGANICKEJ HMOTY A JEJ ZMENY V DÔSLEDKU ENVIRONMENTÁLNYCH
FAKTOROV V RÔZNYCH EKOSYSTÉMOCH
MINERALIZATION OF SOIL ORGANIC CARBON AND ITS CHANGES IN THE RESPECT OF ENVIRONMENTAL
FACTORS IN DIFFERENT ECOSYSTEMS 7
- GANC, M. & OLLEROVÁ, H.
KUMULÁCIA ORTUTI V HUBÁCH V KRUPINSKEJ PLANINE
ACCUMULATION OF MERCURY IN MUSHROOMS IN KRUPINSKÁ PLANINA 15
- STAŠIOV, S. & ČILIAK, M.
ŠTRUKTÚRA A SEZÓNNA DYNAMIKA EPIGEICKEJ MAKROFAUNY NA ÚZEMÍ PP TRNOVSKÉ RAMENO A MOKRADIE
STRUCTURE AND SEASONAL DYNAMICS OF THE EPIGEIC MACROFAUNA IN THE TERRITORY
OF THE TRNOVSKÉ RAMENO NATURE MONUMENT AND MOKRADIE 25
- STAŠIOV, S., MATÚŠOVÁ, Z., KUBOVČÍK, V. & STAŠIOV, M.
VÁŽKY (ODONATA) MESTA ZVOLEN A JEHO BLÍZKEHO OKOLIA
DRAGONFLIES (ODONATA) OF THE CITY OF ZVOLEN AND ITS SURROUNDINGS..... 39

INŠTRUKCIE AUTOROM PRE PUBLIKOVANIE V ACTA FACULTATIS ECOLOGIAE

Acta Facultatis Ecologiae je vedecký časopis Fakulty ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, ktorý vychádza ako periodikum a od roku 2007 je členený na dve sekcie: ekologickú a environmentálnu. Uverejňuje **pôvodné** recenzované vedecké práce tematicky zamerané v **sekcii Ekológia** na krajinnú ekológiu, krajinné plánovanie a tvorbu krajiny, ekológiu populácií a v **environmentálnej sekcii** na problematiku antropogénnych vplyvov na prostredie, ako aj filozofické aspekty vzťahov človeka a prírody. Okrem **vedeckých prác** je v časopise možné publikovať teoretické a syntetické práce, **Prehľadové články (reviews)** a **Recenzie** knižných publikácií z uvedených oblastí.

Príspevky na uverejnenie schvaľuje redakčná rada, ktorá zároveň určuje recenzentov príspevkov. Recenzent zhodnotí obsah práce, jej prínos a formálne náležitosti a odporúča príspevok na publikovanie. V prípade nesúhlasu autora s posudkom recenzenta rozhoduje o uverejnení príspevku redakčná rada.

Všeobecné pokyny

1. Príspevok musí byť svojim zameraním **v súlade s obsahovým zameraním časopisu**.
2. Vedecký príspevok musí byť **pôvodnou prácou**, t.j. nesmie byť publikovaný alebo zaslaný na publikovanie do inej redakcie. Za pôvodnosť práce i za vecnú správnosť zodpovedá autor.
3. Cieľ práce má byť jasne formulovaný. Príspevok má tvoriť ucelený, logicky usporiadaný prehľad nových pôvodných poznatkov a ich kritické hodnotenie s konkrétnymi závermi.
4. Experimentálny alebo teoretický prístup má byť primeraný. Pracovný postup má byť opísaný spôsobom, umožňujúcim jeho reprodukciu. Experimentálne údaje majú byť stanovené so spoľahlivosťou zodpovedajúcou súčasnej technike a majú byť správne interpretované.
5. Rozsah práce má zodpovedať jej vedeckému prínosu a **nemal by prekročiť 15 strán A4** napísaných v textovom editore podľa predlohy, vrátane tabuliek a grafov. Ilustrácie a tabuľky majú byť úsporné a výstižné, pričom rovnaké údaje nemožno uvádzať duplicitne v oboch formách.
6. **Príspevok** môže byť napísaný v slovenskom, českom alebo v anglickom jazyku. Za úroveň jazyka zodpovedá autor. **Abstrakt** sa uvádza vždy v anglickom jazyku. **Súhrn** je uvedený v slovenskom jazyku, len ak je celý príspevok napísaný v anglickom jazyku.

Rukopis príspevku ako i konečná verzia príspevku (t.j. rukopis po recenznom a redakčnom pripomienkovaní a následnom spracovaní pripomienok autorom) musia byť zaslané v tlačenej forme a zároveň doručené v elektronickej podobe, resp. zaslané e-mailom na journalafezv@gmail.com, resp. výkonným alebo technickým redaktorom príslušnej sekcie (vid' web stránku http://www.tuzvo.sk/sk/organizacna_struktura/fakulta_ekologie_a_environmentalistiky/veda_a_vyskum/acta_facultatis_ecologiae/acta_facultatis_ecologiae.html)

Termín dodania rukopisov je 31. január a 15. júl príslušného roku.

Recenzie je možné zasielať priebežne. Publikované budú v najbližšom čísle časopisu.

Acta Facultatis Ecologiae

Journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences
Technical University in Zvolen

Volume 38
2018

Editorial Board

Editor-in-Chief
Michal Wiezik

Vice-Editor-in-Chief
Dagmar Samešová

Executive Editor
Andrea Diviaková – Ecological Section
Andrea Zacharová – Environmental Section

Technical Editors
Anna Ďuricová, Miroslav Vanek

Members

Magdaléna Bálintová, Barbara Bialecka, Ján Gáper, František Hnilička, László Miklós, Volodymyr Nykyforov, Branislav Olah, Peter Ondrišík,
Andrej Oriňák, František Petrovič, Magdaléna Pichlerová, Artur Radecki-Pawlik, Tamás Rétfalvi,
Dagmar Samešová, Marián Schwarz, Branko Slobodník, Slavomír Stašiov,
Jaroslava Vrábliková

List of Reviewers Acta Facultatis Ecologiae 38

Stanislav David, Helena Hybská, Danica Krupová, Jozef Oboňa, Vladimír Vician, Andrea Zacharová

© Technická univerzita vo Zvolene

ISSN 1336-300X

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu ani ilustrácie nemôžu byť použité na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľa.

OBSAH / CONTENT

PÔVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES

BOBUESKÁ, L., VAJÁK, J. & DEMKOVÁ, L. Mineralizácia pôdnej organickej hmoty a jej zmeny v dôsledku environmentálnych faktorov v rôznych ekosystémoch Mineralization of soil organic carbon and its changes in the respect of environmental factors in different ecosystems.....	7
GANC, M. & OLLEROVÁ, H. Kumulácia ortuti v hubách v Krupinskej planine Accumulation of merucury in mushrooms in Krupinská planina	15
STAŠIOV, S. & ČILIAK, M. Štruktúra a sezónna dynamika epigeickej makrofauny na území PP Trnovské rameno a Mokradie Structure and seasonal dynamics of the epigeic macrofauna in the territory of the Trnovské rameno Nature Monument and Mokradie.....	25
STAŠIOV, S., MATÚŠOVÁ, Z., KUBOVČÍK, V. & STAŠIOV, M. Vážky (Odonata) mesta Zvolen a jeho blízkeho okolia Dragonflies (Odonata) of the city of Zvolen and its surroundings	39

PŮVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES

MINERALIZÁCIA PÔDNEJ ORGANICKEJ HMOTY A JEJ ZMENY V DÔSLEDKU ENVIRONMENTÁLNYCH FAKTOROV V RÔZNYCH EKOSYSTÉMOCH

LENKA BOBUESKÁ – JOZEF VAJÁK – LENKA DEMKOVÁ

Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. novembra č. 1, SK – 081 16 Prešov, e-mail: lenka.bobulska@unipo.sk

ABSTRACT

Bobuľská, L., Vaják, J., Demková, L.: **Mineralization of soil organic carbon and its changes in the respect of environmental factors in different ecosystems**

Continuous exchange of carbon (C) in the form of carbon dioxide (CO₂) occurs between the atmosphere and the terrestrial ecosystem. This greenhouse gas contributes significantly to global warming when present in the atmosphere. Wetlands and terrestrial forests are considered as important carbon sinks, but the sequestration process and regulation of climate factors of these ecosystems may differ. Ecosystem respiration was measured in three different areas: wetland, grassland and forest, at three different temperature ranges (35°C, 25°C and 3°C) after 3, 7, 14 and 21 days. Within 3-21 days of the experiment, the rate of CO₂ in each site has increased at all temperature ranges. The highest value of the soil respiration was at 35°C in the forest ecosystem. Even at other temperatures (25°C and 3°C), the respiration values were highest in the forest ecosystem and the lowest in the wetland ecosystem. Our results confirmed the data of other authors, that wetlands by sequestration of organic carbon increase the organic matter stock in the soil ecosystem. Moreover, our analysis of the response of soil respiration rate on various temperature ranges showed that air temperature has significant impact on mineralization processes and with the increasing of the temperature, the soil respiration rate was higher.

Key words: mineralization of carbon, wetland, grassland, forest ecosystem, biological parameters

ÚVOD

Neoddeliteľnou súčasťou pôdy ako komplexného systému sú pôdne organizmy, zohrávajúce dôležitú úlohu pri dekompozícii pôdnej organickej hmoty, degradácii rôznych toxických a odpadových látok a kolobehu živín. Významnú úlohu v látkovej výmene zohrávajú mikroorganizmy, ktoré sú so vzájomným pôsobením s fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami pôdy základnými činiteľmi úrodnosti pôdy a žiadna iná biologická skupina nemôže nahradiť ich funkciu (FAZEKAŠOVÁ, BOBUESKÁ 2012). Významným parametrom hodnotenia ekologických a produkčných funkcií pôdy je jej biologická aktivita a ako vhodný indikátor pôdnej kvality sa využívajú práve mikrobiologické charakteristiky (SILVA et al. 2018). Kvôli ich veľkému povrchu, rozšíreniu, reaktivite, generaçnej dobe a diverzite sú schopné okamžite

reagovať na akýkoľvek podnet. Tieto indikátory by mali byť v súlade s procesmi prebiehajúcimi v ekosystéme, integrovať biologické, fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy, sú relatívne ľahko použiteľné v poľných podmienkach, ale zároveň citlivé k zmenám klímy a k hospodáreniu v pôdnom ekosystéme (BEDRNA 2002). Okrem fyzikálnych a chemických vlastností pôdy, kvalitu a zdravie tohto terestrického systému významne ovplyvňujú aj jej biologické vlastnosti. Medzi tie patrí mineralizácia pôdnej organickej hmoty, nitrifikácia dusíka a biologická mineralizácia (KANIANSKÁ 2007).

Respirácia pôdy je biologická oxidácia pôdnej organickej hmoty na CO₂ anaeróbnymi organizmami. Hlavnými aktérmi sú mikroorganizmy a zohrávajú kľúčovú úlohu v uhlíkovom cykle všetkých terestrických ekosystémov, pri ktorom sa fotosynteticky fixovaný uhlík vracia späť do at-

mosféry (NIELSEN, WINDING 2002). Mikrobiálny rozklad organickej hmoty v pôde neprebíha len v aeróbných, ale aj anaeróbných podmienkach za vzniku neúplných produktov rozkladu organickej povahy – neúplná mineralizácia. Pri tvorbe organických medziproduktov, produktov rozkladu a tiež uvoľňovaním energie sa vytvárajú podmienky pre špecifické syntetické procesy v pôde – humifikáciu. Zložitá syntéza humusu, ktorá je prioritne zabezpečovaná pôdnymi mikroorganizmami je základom pre tvorbu pôdnej úrodnosti (RATCLIFFE et al. 2018). Každý ekologický faktor, ktorý vplýva na mikrobiálnu aktivitu, pôsobí na rozložiteľnosť organického materiálu. Medzi ekologické faktory patrí pôdna voda, teplota, pH, O_2 . Známymi biologickými faktormi, riadiacimi dynamiku pôdneho uhlíka, sú produkcia rastlín a pôdna mikrobiálna aktivita (RICE 2005).

V procese kolobehu uhlíka v prírode má významné miesto produkcia CO_2 . V atmosfére jeho zásoba neustále rastie nad 0,03%. Na jeho uvoľňovaní do atmosféry majú zásluhu všetky živé organizmy, ale najväčší podiel, až 79,8%, pripadá uvoľňovaniu CO_2 mikrobiálnou činnosťou. Všetok vyprodukovaný CO_2 mikroorganizmami sa nedostáva do atmosféry, ale časť zostáva v pôde, kde zohráva rad významných funkcií (SOUĆEMARIANADIN et al. 2018). Existuje rovnováha medzi uvoľňovaním a viazaním CO_2 , no na druhej strane sa však zvyšuje množstvo CO_2 , ktorý sa vracia do atmosféry činnosťou človeka, zvetrávaním uhlíka viazaného v uhlíčitanoch a spaľovaním fosilných palív (MATEOVÁ 2003). Preto je mikrobiálna respirácia stále najviac využívaným a ekologický najinterpretovanejším parametrom. V pôde bez koreňov vyjadruje aktivitu celkového mikrobiálneho spoločenstva a považuje sa za jeden z hlavných parametrov na meranie pôdnej kvality. Je však vysoko variabilná a môže ovplyvniť prirodzenú fluktuáciu v závislosti na celom rade ekologických faktorov, predovšetkým na dostupnosti substrátov, teplote a vlhkosti (PARKINSON, COLEMAN 1991). ANDERSON a DOMSCH (1990) uvádzajú, že meranie produkcie CO_2 nám udáva nielen informácie o početnosti, ale aj o aktivite mikroorganizmov. Teplota je dôležitým ekologickým faktorom, ktorý vo veľkej miere ovplyvňuje život mikroorganizmov a prostredníctvom účinku na rast a rýchlosť biochemických procesov pôsobí na hustotu osídlenia.

Cieľom tejto práce je stanovenie respirácie pôdy ako faktora mineralizácie uhlíka pôdy v rôzne využívaných ekosystémoch. Na porovnanie sme sa zamerali na lesný ekosystém, lúčny ekosystém a rašelinisko.

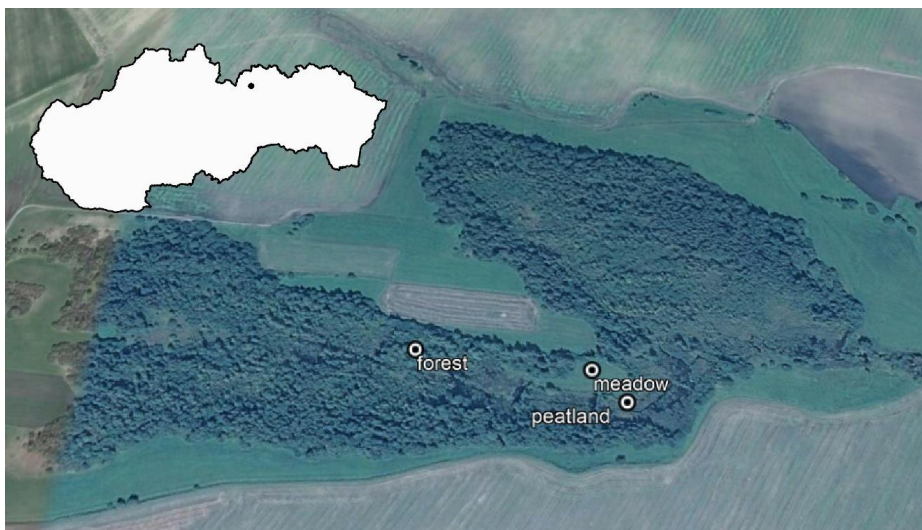
MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika územia

Región Spiš s rozlohou viac ako 3.668 km² a samotný kataster mesta Spišská Belá bol v minulosti významnou oblasťou kvôli ťažbe rašeliny, pretože v katastri mesta sa rozprestierali tri väčšie rašeliniská: Krivý kút, Belianske lúky a Trstinné lúky a taktiež niekoľko menších rašelinísk (DRÁŽIL, STANOVÁ 2012). Belianske lúky, ktoré sú Národnou prírodnou rezerváciou, sú zaradené medzi významné európske lokality. Svojim špecifickým rastlinstvom a živočíštvom je táto rezervácia radená medzi najväčšie zachovalé rašeliniska na Slovensku. Severne od mesta Spišská Belá sa nachádza rašelinisko Krivý kút, ktoré začalo vznikáť ako pozostatok riečky Bielej z doby ľadovej. Vzniklo na zamokrenej a priestrannej znižovine s výskytom vzácných živočíšnych a rastlinných druhov (ŠOLTÉS 1998).

Odber pôdnych vzoriek a návrh experimentu

Vzorky pôdy boli odoberané v jeseni (Október/November) roku 2016 z troch pri sebe blízkych ekosystémov lesa, lúky a rašeliniska v katastrálnom území mesta Spišská Belá (Obr. 1). Konkrétne išlo o rašelinisko Krivý kút, ktoré patrí so svojimi vlastnosťami a špecifickou diverzitou fauny a flóry k jedinečnej lokalite aj vďaka tomu, že posledné roky sa pracuje na obnove jeho vodného režimu a celkovej revitalizácii (DRÁŽIL, STANOVÁ 2012). Z každej lokality bolo uskutočnených 10 odberov podľa STN ISO 10381-6 z hĺbky 0.20m. s odstupom pár metrov po celej ploche odberného miesta, aby sa tak predišlo chybe merania. Vzorky pôdy boli z lokalít do laboratória prenesené v plastových vreckách a pred samotnou analýzou boli uchovávané v chladničke (nie viac ako 4 týždne). Pôda sa pomocou sita (veľkosť ôk 2mm) preosiala. Z každej lokality (les, lúka a rašelinisko) bolo navážených 50g pôdy, ktoré boli vložené do dobre uzatvárateľných sklenených nádob spolu s 5ml roztoku NaOH s koncentráciou 1 mol/l, aby sa zamedzilo prísunu vzduchu, ktorý by mohol ovplyvniť následné merania. Všetky vzorky pôdy boli následne vystavené 3 rôznym teplotným podmienkam (35°C, 25°C a 3°C). Množstvo uvoľneného CO_2 z jednotlivých vzoriek sa stanovovalo titračne na základe štandardnej metódy stanovenia bazálnej respirácie pôdy (ISERMAYER 1962 in ALEF, NANNIPIERI 1995). Meranie množstva uvoľneného CO_2 sme uskutočnili po 3, 7, 14 a 21 dní od založenia experimentu. Pôdna reakcia bola stanovená v pomere 1:3 (pôda: 0,01 mol/l $CaCl_2$) použitím digitálneho pH metra.



Obr. 1 Lokality výskumu (forest – lesný ekosystém, meadow – lúčny ekosystém, peatland – rašelinisko Krivý kút)

Fig. 1 Research localities (forest, meadow and peatland)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

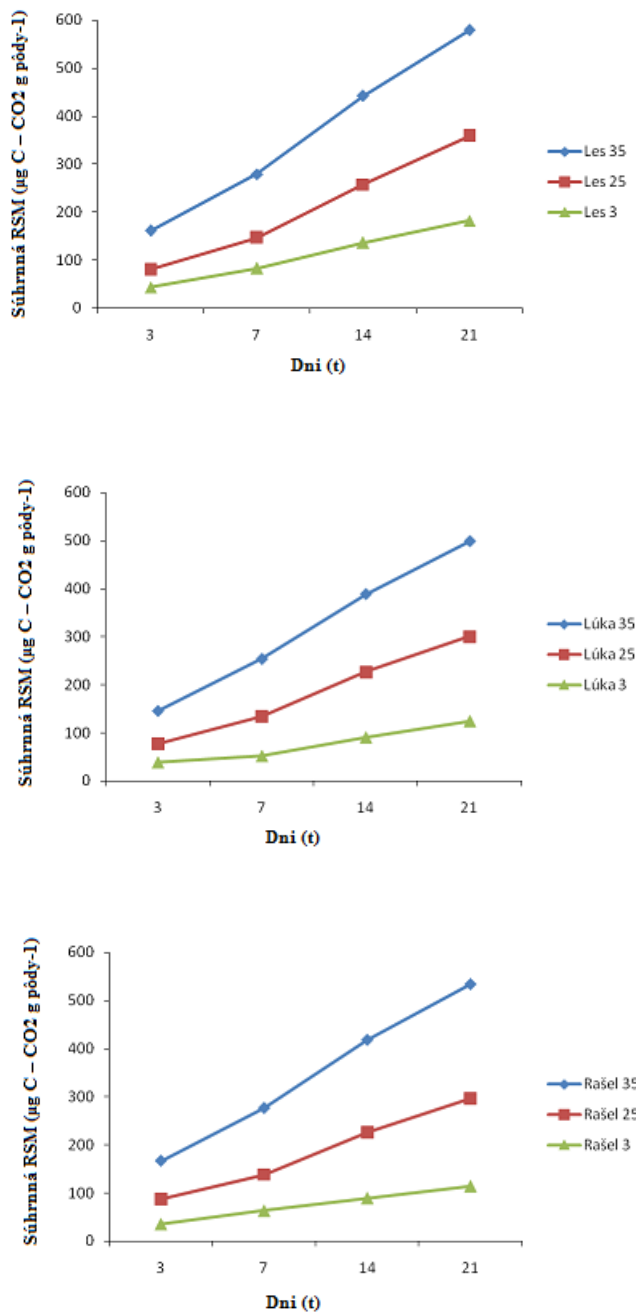
Rašeliniská majú nesmiernu ekologickú hodnotu najmä preto, že sú významným terestriálnym rezervoárom organického uhlíka spolu s lesným a lúčnym ekosystémom (XU et al. 2018). Rašeliniská vrchoviskového typu indikujú extrémne kyslú reakciu oproti rašeliniskám slatinovým, ktoré sú neutrálne až slabo alkalické. (BARANČIKOVÁ et al. 2010). Keďže sú tu podmienky obmedzeného prístupu vzduchu, hromadia sa v nich odumreté organické zvyšky, ktoré sú v rôznom stupni rozkladu, čím vzniká rašelina obsahujúca viac ako 50% spáliteľných organických látok v sušine (VICENÍKOVÁ 2000). Rašelina a pôda pod trávny porastom obsahuje viac humusových kyselín, naproti tomu humus lesných pôd je charakteristickejší väčšou koncentráciou fulvokyselín (GRASSET et al. 2017). Mikrobiálna aktivita je významný parameter, ktorý vplýva na produkčné schopnosti pôdy a všetky ekologické faktory ktoré ovplyvňujú mikrobiálnu aktivitu, pôsobia na rozklad organického materiálu (DUGUMA et al. 2010). Výsledky výskumu ukázali hodnoty pH v neutrálnej škále. V ekosystéme rašeliniska bola priemerná hodnota pH 6,9, v lesných pôdach pH 7,0 a na lúke bola hodnota pH 7,2.

Vo vyšších polohách organizmy netrpia nedostatkom vody, takže limitujúcim faktorom sa preto stáva teplota (GÖMÖRYOVÁ 2004). Dôsledkom znižujúcej sa teploty dochádza aj k zníženému

množstvu CO_2 vyprodukovaného organizmami, no na druhej strane, extrémne vysoké teploty mineralizáciu uhlíka inhibujú (PICHLER et al. 2011). Respirácia pôdy sa podobne ako ďalšie mikrobiálne charakteristiky vyznačuje značnou časovou variabilitou a preto je pomerne zložitá identifikovať príčiny sezónnej dynamiky. V niektorých prípadoch pôdna respirácia koreluje pomerne tesne s pôdnou vlhkosťou, ale tá je len jednou z príčin jej variability (BUCHMANN 2000). Teplota pôdy je ďalším faktorom, ktorý v značnej miere ovplyvňuje výdaj CO_2 mikroorganizmami. SCOTT-DENTON et al. (2003) zistili, že teplota pôdy vysvetľuje taktiež len časť variability hodnôt pôdnej respirácie na danom stanovišti, aj keď z teplotných charakteristík najtesnejšie s respiráciou korelovala denná teplota pôdy. Zvyšovanie hodnôt pôdnej respirácie súvisí so zvyšujúcou sa teplotou, ale je taktiež ovplyvnený zásobami vody v pôde. Na obr. 2 sú znázornené jednotlivé ekosystémy vo vzťahu k trom teplotným podmienkam (35°C, 25°C, 3°C), pri ktorých bol realizovaný výskum. Z uvedených výsledkov vyplýva, že počas trvania experimentu sa priamoúmerne zvyšoval výdaj CO_2 a to v každej lokalite pri všetkých troch teplotných intervaloch. Najvyššia rýchlosť respirácie pri teplote 35°C bola v lokalite les a najnižšia nameraná hodnota pri tej istej teplote z lokality lúka, ktorá hraničila s ekosystémom rašeliniska. Pri ostatných teplotách (25°C a 3°C) boli hodnoty respirácie stále najvyššie z lokality les a najnižšie

z lokality rašeliniska. Výsledky niektorých autorov takisto potvrdili, že rašeliniská ako unikátne biotopy sú dôležitým komponentom uhlíkového

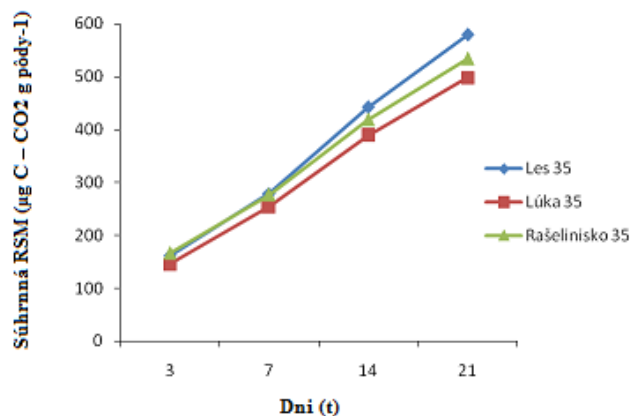
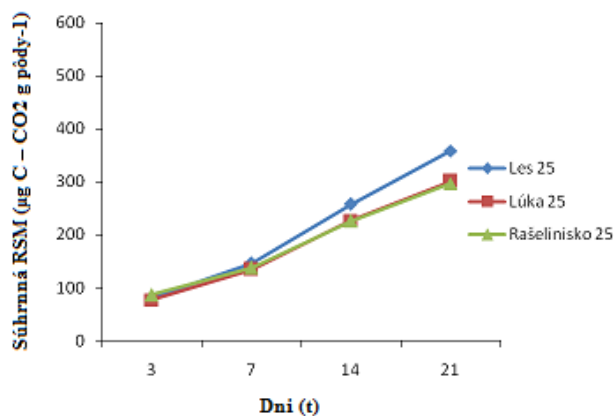
cyklu a sekvestráciou organického uhlíka sa zvyšujú jeho zásoby v pôdnom systéme (AMENDOLA et al. 2018, MOOMAW et al. 2018).

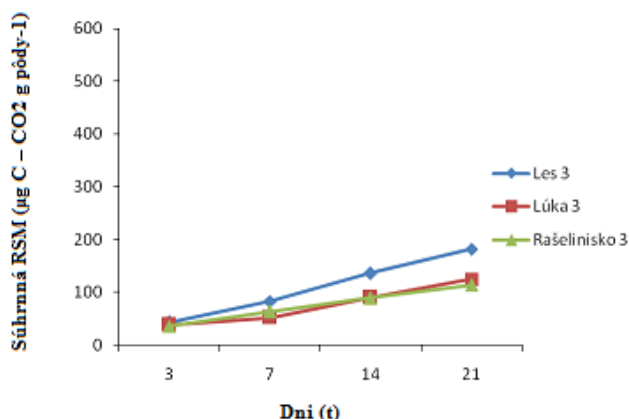


Obr. 2 Porovnanie respirácie CO₂ v jednotlivých ekosystémoch v závislosti od teploty
Fig. 2 Comparison of soil respiration in the selected ecosystems according to temperature

V porovnaní s poľnohospodárskymi pôdami sa lesné pôdy vyznačujú väčšou priestorovou variabilitou určitých pôdných vlastností. Obmedzené podmienky prísunu vzduchu sú typické pre rašeliniská. To má za následok hromadenie odumretých organických zvyškov v rôznom stupni rozkladu (VICENÍKOVÁ 2000). Tok uhlíka z pôdy je veľmi senzitívny na zmeny teploty povrchu pôdy a aj pomerne malé zmeny v povrchovej teplote môžu mať veľký vplyv na veľkosť pôdnej respirácie. Všeobecne platí, že rýchlosť respirácie rastie so vzrastajúcou teplotou (MEZEIOVÁ et al. 2011). Optimálna teplota pre pôdnu respiráciu je teoretický taká, pri ktorej majú biologické procesy maximálny vzrast (tzn., že s inými faktormi prostredia sa stávajú konštantné), pokiaľ teplota

variuje v širokom rozsahu. Pre pôdnu respiráciu môže toto optimum taktiež závisieť na teplotnom režime pôdy, keďže organizmy sú fyziologicky adaptované na ich prostredie (FANG, MONCRIEFF 2001). KULHAVÝ (2002) uvádza, že dôsledkom zvyšovania teploty by mohlo dôjsť k intenzívnejšiemu rozkladu pôdnej organickej hmoty a následne k vyššej produkcii CO_2 . Porovnaním respirácie pôdy rôznych skúmaných ekosystémov pri rovnakých teplotách neboli zistené štatisticky výrazné rozdiely v množstve uvoľneného uhlíka. Z uvedeného obrázku je však zrejmé, že práve lesný ekosystém poskytuje vyšší podiel mineralizovaného uhlíka z pôdy v porovnaní s ostatnými ekosystémami (Obr. 3).

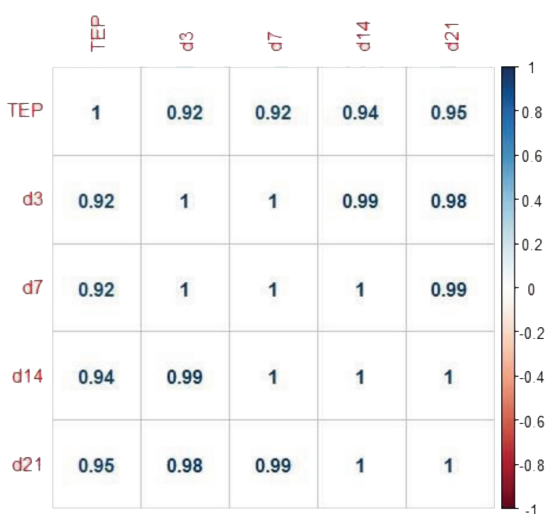




Obr. 3 Porovnanie respirácie CO₂ v rôznych ekosystémoch
Fig. 3 Comparison of soil respiration in different ecosystems

Pôdna respirácia úzko súvisí s teplotou (vzduchu, pôdy) a vlhkosťou pôdy (Obr. 4). Na obrázku možno vidieť, že počas všetkých dní trvania experimentu existuje silná pozitívna korelácia medzi

teplotou a respiráciou bez vplyvu pôvodu vzorky (les, lúka, rašelinisko). Z tohto dôvodu vyplýva, že teplota je faktor, ktorý významne ovplyvňuje respiráciu pôdy.



Obr. 4 Korelácie medzi dňami a teplotou
Fig. 4 Correlation between days and temperature

ZÁVER

Predkladaná práca podáva literárny prehľad poznatkov o zmenách mikrobiálnej aktivity pôdy v závislosti od klimatických podmienok. Náš výskum bol zameraný predovšetkým na vplyv teploty. Do úvahy treba brať aj fakt, že okrem klimatických podmienok vplyvajú na respiráciu pôdy aj jej ďalšie vlastnosti, ako vodný režim, štruktúra pôdy, chemická reakcia pôdy, charakter vegetá-

cie, vplyv času, typ ekosystému a pod. Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že práve teplota je dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje respiráciu pôdy. Organizmom dodáva dostatok energie a zabezpečuje vhodné podmienky na priebeh biologických a chemických procesov prebiehajúcich v pôde. Výsledky výskumu taktiež poukázali, že najnižšiu rýchlosť mineralizácie uhlíka vykazovalo rašelinisko, čo potvrdzuje vysokú sekvestračnú kapacitu tohto vzácneho ekosystému.

Pod'akovanie

Autori ďakujú agentúre VEGA č.2/0013/16 za finančnú podporu pri riešení projektu, v rámci ktorého vznikol prezentovaný príspevok.

LITERATÚRA

- ALEF, K. and NANNIPIERI, P. 1995. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. London: Academic Press. 608 s. ISBN 978-0-12-513840-6.
- AMENDOLA, D. et al. 2018. Soil hydromorphy and soil carbon: A global data analysis. *Geoderma* 324: 9-17.
- ANDERSON, T. H. and DOMSCH, K. H. 1993. The metabolic quotient CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 25: 393-395.
- BARANČIKOVÁ, G. et al. 2010. Application of RothC model to predict soil organic carbon stock on agricultural soils of Slovakia. *Soil and Water Research* 5(1): 1-9.
- BEDRNA, Z. 2002. *Environmentálne pôdoznanectvo*. 1. vyd. Bratislava: VEDA. 352 s. ISBN: 80-224-0660-0.
- BUCHMANN, N. 2000. Biotic and abiotic factors controlling soil respiration rates in *Picea abies* stands. *Soil Biology and Biochemistry* 32(11-12): 1625-1635.
- DRAŽDIL, T. and STANOVÁ, V. 2012. *Ekologická obnova rašelinísk pri Spišskej Belej*. Bratislava: DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie.
- DUGUMA, L.A. et al. 2010. Effect of land use types on soil chemical properties in smallholder farmers of central highland Ethiopia. *Ekológia (Bratislava)* 29:1-14.
- FANG, C. and MONCRIEFF, J.B. 2001. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. *Soil Biology and Biochemistry* 33(2):155-165.
- FAZEKAŠOVÁ, D. and BOBULESKÁ, L. 2012. Pôdna organizmy ako indikátor kvality a environmentálneho stresu v pôdnom ekosystéme. *Životné Prostredie* 46(2): 103-106.
- GÖMÖRYOVÁ, E. 2004. Small-scale variation of microbial activities in a forest soil under a beech (*Fagus sylvatica* L.) stand. *Polish Journal of Ecology* 52:311-321.
- GRASSET, C. et al. 2017. Can soil organic carbon fraction be used as functional indicators of wetlands? *Wetlands* 37(6): 1195-1205.
- KANIANSKÁ, R. 2007. *Pôda ako zložka životného prostredia v Slovenskej republike k roku 2006: indikátorová správa*. Banská Bystrica: SAŽP, 45 s.
- KULHAVÝ, J. 2002. Hodnocení změn v lesních půdách v důsledku očekávané klimatické změny. *Lesnická Práce*, 81:3/02.
- MÁTEOVÁ, S., 2003. *Bioindikácia pôdneho prostredia sledovaním vybraných indikátorov biologickej aktivity pôdy*. Autoreferát dizertačnej práce. Nitra: SPU, 110 s.
- MEZEIOVÁ, N. et al. 2011. Vplyv teploty na pôdnu respiráciu v lesnom ekosystéme a na kalamitnej ploche TANAPu. In: STŘEDOVÁ, H. et al. (eds.): *Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogénnych prostredí*. Sklaný mlýn, 2.-4.2.2011.
- MOOMAW, W.R. et al. 2018. Wetlands in a changing climate: Science, policy and management. *Wetlands* 38(2): 183-205.
- NIELSEN, M. N. and WINDING, A. 2002. *Microorganisms as Indicators of Soil Health*. Denmark: National Environmental Research Institute. Technical Report No. 388, 84 s. ISBN: 87-7772-658-8.
- PARKINSON, D. and COLEMAN, D. C. 1991. Microbial communities, acitivity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34(1): 3-33.
- PICHLER, V. et al. 2011. Changes in Forest Cover and its Diversity. In: BREDMEIER, M. et al. (eds) *Forest Management and the Water Cycle*. Ecol Stud 212. London, New York: Springer, Dordrecht, Heidelberg, pp 209-224.
- RATCLIFFE, S. et al. 2018. Spatial and temporal variability of biological indicators of soil quality in two forest catchments in Belgium. *Applied Soil Ecology* 126: 148-159.
- RICE, W. C. 2005. Carbon cycle in soils. In: HILLEL, D. (ed.) *Encyclopedia of soils in the Environment*. Oxford: Elsevier, vol. 1. p. 164-175. ISBN: 0-12-348531-2.
- SCOTT-DENTON, L.E. et al. 2003. Spatial and temporal controls of soil respiration rate in a high-elevation, subalpine forest. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 525-534.
- SILVA OLIVEIRA, A. et al. 2018. Soil microbiological attributes indicate recovery of an iron mining area and of the biological quality of adjacent phytophysionomies. *Ecological Indicators* 93: 142-151.
- SOUČÉMARIANADIN, L. N. et al. 2018. Environmental factors controlling soil organic carbon stability in French forest soils. *Plant and Soil* 426(1-2): 267-286.
- STN ISO 10381-6: 1993. Kvalita pôdy. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber, manipuláciu a uchovávanie pôdnych vzoriek určených na hodnotenie aeróbných mikrobiálnych procesov v laboratóriu.
- ŠOLTÉS, R. 1998. Glacial relic moss species *Helodium blandowii* in Poprad Basin. *Biológia* 53(1): 140.
- VICENÍKOVÁ, A. 2000. Ekologická charakteristika a klasifikácia vrchovísk. In: STANOVÁ, V. (ed.). *Rašeliniská Slovenska*. Bratislava: DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie. s. 11-15. ISBN 80-967471-9-3.
- Xu, L. et al. 2018. Carbon storage in China's terrestrial ecosystem: A synthesis. *Scientific Reports* 8(1): article number 2806.

KUMULÁCIA ORTUTI V HUBÁCH V KRUPINSKEJ PLANINE

MAREK GANC, HANA OLLEROVÁ

¹Katedra environmentálneho inžinierstva, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, ollerova@tuzvo.sk

ABSTRACT

Ganc, M., Ollerová, H.: **Accumulation of mercury in mushrooms in Krupinská planina.**

The paper is focused on mercury accumulation in the best known bioindicator of heavy metals, in mushrooms. There were taken 25 samples of mushrooms in region of Krupinská planina (at three localites Senohrad, Krupina and Čelovce) with appropriate soil samples. The analysis was done with a single-purpose atomic spectrophotometer AMA 254. The average value of mercury in mushrooms reached 0.39 mg.kg⁻¹. The average value in soils associated with mushrooms was 0.062 mg.kg⁻¹. Determined mercury concentrations in soil samples were compared with the Act no. 220/2004 Coll. of the protection and use of agricultural land, and mercury content in mushrooms was compared with the Food code of Slovak republic. The comparison showed that in spite of soil was not contaminated by mercury, mercury concentration exceeded over the limit in five mushroom samples.

Key words: mercury, soil, mushrooms, Krupinská planina, pollution

ÚVOD

Kontaminácia životného prostredia chemickými, fyzikálnymi a biologickými látkami patrí v súčasnosti medzi významné problémy spoločnosti. Pôvod takejto kontaminácie je prírodný alebo antropogénny. Medzi prírodné zdroje kontaminácie životného prostredia môžeme zaradiť vulkanickú činnosť alebo aj prirodzene sa vyskytujúce vyššie koncentrácie niektorých prvkov v horninách (vyjadrené tzv. pozad'ovými hodnotami. V prípade antropogénnej činnosti je spektrum zdrojov kontaminácie omnoho širšie a častokrát aj závažnejšie. Medzi najvýznamnejšie zdroje kontaminácie patrí priemysel, ťažba nerastných surovín, doprava, čierne skládky a iné nelegálne zbavovanie sa odpadov a veľmi závažné sú priemyselné havárie. Všetky spomenuté aspekty môžu v rôznej miere poškodzovať a kontaminovať životné prostredie.

Ťažké kovy sú jedným z najvýznamnejších a zároveň najnebezpečnejších kontaminantov v životnom prostredí. Ich zvýšený výskyt v životnom prostredí znamená nebezpečenstvo prieniku do potravného reťazca.

Ortuť, známa ako tekuté striebro, je zaradovaná medzi najtoxickejšie anorganické kontaminanty a v posledných rokoch patrí medzi najrozšírenejšie toxické látky vo svete. Jej toxicita je závislá od chemickej formy, v ktorej sa vyskytuje. Ortuť má mnoho nežiadúcich vplyvov na organizmus a jej významnosť ako kontaminantu potvrdzuje fakt, že existuje viacero potvrdených spôsobov vstupu ortuti do potravného reťazca. Jeden zo spôsobov je aj prostredníctvom konzumácie húb, ktoré sú známe svojou zvýšenou kumuláciou ťažkých kovov. Ortuť vstupuje do húb z pôdy, cez podhubie, ktoré svojimi výlučkami rozkladá organickú hmotu nachádzajúcu sa vo vrchnom opadankovom horizonte. Väčšia časť ortuti sa kumuluje v klobúku, vo výtrusnej vrstve. Je to spôsobené tým, že enzýmy vyskytujúce sa v klobúku obsahujú viac síry, ktorá sa ľahko viaže s ortuťou (Alonso et al., 2000).

Cieľom tejto práce je stanovenie obsahu ortuti vo voľne rastúcich hubách a v pôdach nachádzajúcich sa v ich blízkosti na troch lokalitách v Krupinskej planine.

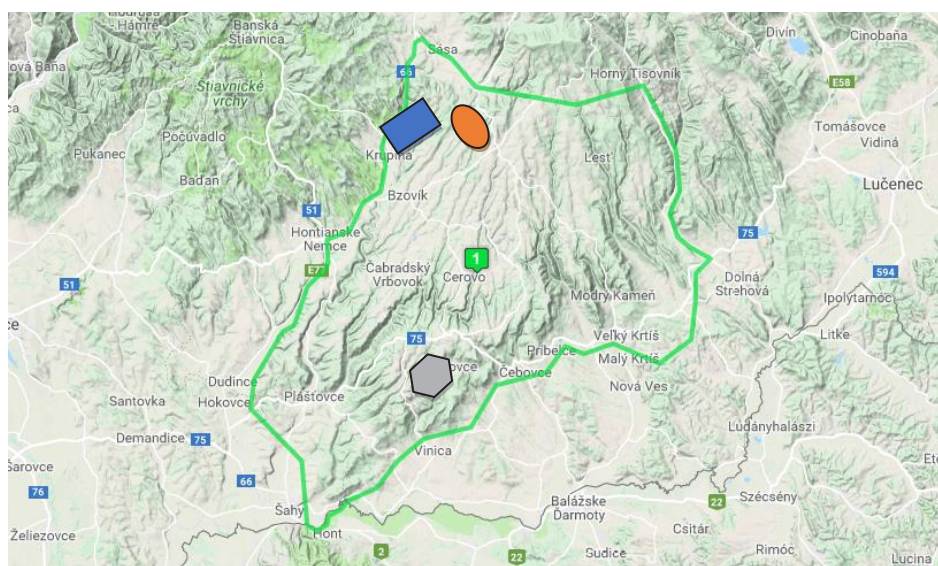
MATERIÁL A METÓDY

Lokality odberu vzoriek

Vzorky boli odobraté z troch lokalít v pohorí Krupinská planina, ktoré sa nachádza v Slovenskom stredohorí (obr. 1). Charakteristické preň sú rozsiahle plošiny na andezitových tufoch a aglomerátoch, z ktorých miestami vystupujú andezitové tvrdoše. Dviahajú sa od juhu Krupinskej planiny smerom k Javoriu (od 300 do 600-650 m n. m.), odkiaľ sa toky radiálne rozbiehajú a roz-

rezali plošiny hlbokými až kaňonovitými dolinami. Priepustné vulkanity úpätných tufových tabúl dobre konzervujú staršie formy reliéfu. Osobitné substrátovo-geomorfologické pomery ovplyvňujú ostatné krajinné zložky a utvárajú tak výnimočnú krajinu celých Karpát (Plesník a kol., 1989).

Výber lokalít bol podmienený výskytom húb (tab. 1) v overených lokalitách, kde rastú huby. V takomto type práce nie je možné odber realizovať podľa vopred stanovených kritérií (napr. typ biotopu, blízkosť toku, antropogénne znečistenie a pod.) v pravidelnej sieti stanovišť.



-  Lokalita Krupina
-  Lokalita Senohrad
-  Lokalita Čelovec

Obrázok 1 Lokality odberu vzoriek
Fig. 1 Sampling localities

Lokalita Krupina

Huby z tejto lokality boli zbierané v blízkosti hranice Krupinskej planiny a Štiavnických vrchov. Všetky huby boli zbierané prevažne v zmiešaných lesoch a na okraji lesov v blízkosti lesných ciest (cca 100 m). V tejto lokalite sú najväčšími zdrojmi znečistenia a teda aj ortuti cesta č. 66 a teda doprava a domáce kúreniská.

Lokalita Senohrad

Táto lokalita sa nachádza v blízkosti cesty č. 527 a blízkosti vojenského priestoru Leš'.

V tomto vojenskom priestore už v minulosti bol zaznamenaný zvýšený výskyt ortuti. Vzorky boli v tejto lokalite odobierané vo viacerých termínoch a na relatívne veľkej ploche. Lesy v tejto oblasti sú prevažne zmiešané. Niektoré z húb odobrané v bezprostrednej blízkosti cesty č. 527 (cca 50 m), avšak táto cesta nie je až tak využívaná ako napr. cesta č. 66, a preto sa nepredpokladá jej výrazný vplyv na výslednú nameranú hodnotu ortuti.

Lokalita Čelovec

Posledná lokalita sa nachádza medzi obcami Čelovec a Hrušov. V tejto lokalite sa nachádza-

jú prevažne listnaté a zmiešané lesy, v ktorých sa nachádzajú početné „jarky“ vytvorené prudkou vodou v mäkkom podklade. V blízkosti tejto lokality sa nenachádza žiadna frekventovaná cesta ani veľké mesto.

ODBER A ÚPRAVA VZORIEK

Za účelom zistenia kumulácie ortuť v hubách boli odobraté vzorky makroskopických plodníc jedlých, nejedlých i jedovatých húb v oblasti Krupinskej planiny (tab. 1). Vzorka pozostávala buď z jednej celej plodnice huby, alebo viacerých menších plodníc rovnakého druhu rastúcich v bezprostrednej blízkosti. Huby boli odrezané

nožom od podhubia, očistené od nečistôt a vložené do očíslovaných papierových vrecúšok. Následne boli huby pokrúpané, rozdelené na klobúk a hlúbik a usušené pri izbovej teplote. Za účelom získania homogénnej vzorky sme vysušené huby zhomogenizovali na mixéri. Spolu bolo z lesného prostredia odobratých 25 vzoriek húb, vrátane jedlých, nejedlých a jedovatých.

V blízkosti odobratých húb sme odobrali približne 1 kg pôdy. Vzorka pôdy pozostávala z troch čiastkových odberov z hĺbky 15–20 cm. Pôda bola odobratá v zmysle normy STN 48 1000 (Odber a príprava vzoriek lesných pôd pri zisťovaní zdravotného stavu lesa). Vzorky pôd boli vysušené pri laboratórnej teplote a potom preosiate cez sito s priemerom oka 2 mm.

Tab. 1 Zoznam odobraných a analyzovaných druhov húb zoradený podľa lokality

Tab. 1 List of sampled and analyzed mushrooms set up according to localities

Číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Lokalita	Dátum
1	Bedľa vysoká	<i>Macrolepiota procera</i>	Krupina	12. 07. 2017
2	Masliak obyčajný	<i>Suillus luteus</i>	Krupina	15. 07. 2017
3	Suchohrib žltomäsový	<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Krupina	15. 07. 2017
4	Plávka lúčovitá	<i>Russula amoenolens</i>	Senohrad	24. 07. 2017
5	Plávka sivozelená	<i>Russula anatina</i>	Senohrad	24. 07. 2017
6	Kozák brezový	<i>Leccinum scabrum</i>	Čelovce	10. 09. 2017
7	Muchotrávka červenkastá	<i>Amanita rubescens</i>	Čelovce	10. 09. 2017
8	Plávka belavá	<i>Russula delica</i>	Čelovce	10. 09. 2017
9	Prášivka šedivá	<i>Bovista plumbea</i>	Čelovce	10. 09. 2017
10	Rýdzik pravý	<i>Lactarius deliciosus</i>	Čelovce	10. 09. 2017
11	Masliak zrnitý	<i>Suillus granulatus</i>	Senohrad	28. 09. 2017
12	Suchohrib žltomäsový	<i>Xerocomellus chrysenteron</i>	Senohrad	28. 09. 2017
13	Bedľa vysoká	<i>Macrolepiota procera</i>	Senohrad	28. 09. 2017
14	Bielopavučinovce hľuznatý	<i>Leucocortinarius bulbiger</i>	Senohrad	28. 09. 2017
15	Kozák brezový	<i>Leccinum scabrum</i>	Senohrad	28. 09. 2017
16	Rýdzik ryšavý	<i>Lactarius rufus</i>	Senohrad	28. 09. 2017
17	Suchohrib plsnatý	<i>Boletus subtomentosus</i>	Senohrad	28. 09. 2017
18	Pavučinovce modrý	<i>Cortinarius caeruleus</i>	Senohrad	28. 09. 2017
19	Hrib modrejúci	<i>Cyanoboletus pulverulentus</i>	Senohrad	28. 09. 2017
20	Bedľa štíhla	<i>Macrolepiota mastoidea</i>	Senohrad	01. 10. 2017
21	Pečiarka šupinkatá	<i>Agaricus squamulifer</i>	Senohrad	01. 10. 2017
22	Plávka vínoočervená	<i>Russula xerampelina</i>	Senohrad	01. 10. 2017
23	Muchotrávka červená	<i>Amanita muscaria</i>	Senohrad	01. 10. 2017
24	Plávka belavá	<i>Russula delica</i>	Senohrad	01. 10. 2017
25	Muchotrávka tigrovaná	<i>Amanita pantherina</i>	Senohrad	01. 10. 2017

LABORATÓRNE MERANIE

Analýza vzoriek sa uskutočnila na jednoúčelovom atómovom spektrofotometri AMA 254. Meranie každej vzorky bolo 3 krát opakované. Navážená hmotnosť vzorky sa pohybovala od 40

do 60 mg. Samotná analýza v AME je rozdelená na tri časti. V prípade húb sa používa 45 s sušenie, 150 s termický rozklad, 45 s ustálenie teplotných pomerov. Pre pôdy sa používa 60 s sušenie, 180 s termický rozklad a 45 s ustálenie teplotných pomerov.

Kontrola správnosti výsledkov sa uskutočňuje na začiatku každého merania meraním certifikovaných referenčných materiálov (ERM-CD281 Rye Grass a NCS Certified Reference Material NCS DC 73033).

Štatistické spracovanie výsledkov

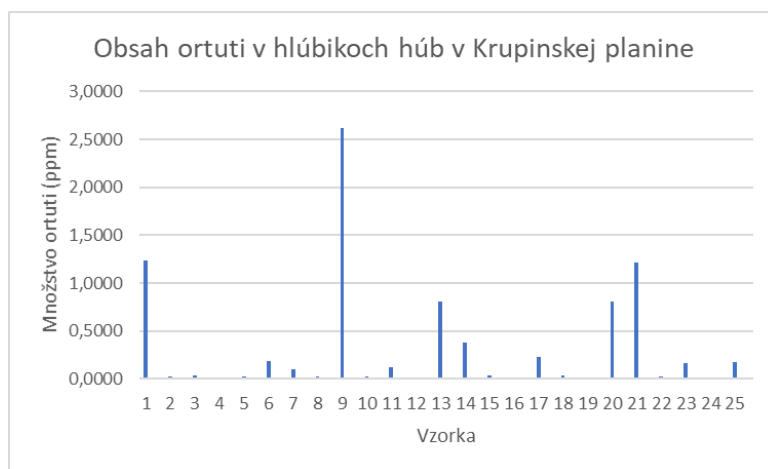
Rozdiely v koncentráciách ortuti v hubách sme hodnotili v programe Statistica 7.0 pomocou analýzy variancie a Duncanovho testu, ktorý poukazuje na významnosť rozdielov v priemerných hodnotách podľa sledovaných faktorov (lokalita, časť plodnice – hlúbik, klobúk a jedlosť, nejedlosť, jedovatosť).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Koncentrácia ortuti v hubách

Za účelom posúdenia miery kontaminácie húb ortuťou v Krupinskej planine sme odobrali 25 rôznych taxónov bazídiových húb.

Obsah ortuti v hlúbikoch plodníc sa v Krupinskej planine pohybuje od 0,002 do 2,615 ppm

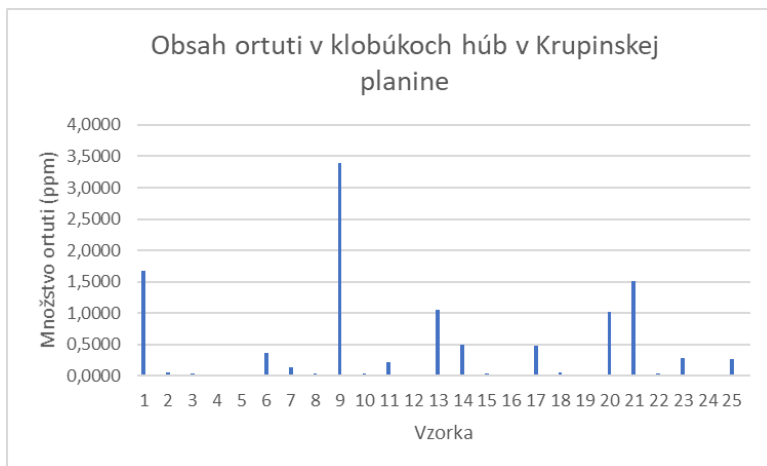


Obrázok 2 Obsah ortuti v hlúbikoch v Krupinskej planine
Fig. 2 Mercury content in mushroom stems in Krupinská planina

(obr. 2). Najnižšia hodnota bola nameraná v hríbe modrejúcom (*Cyanoboletus pulverulentus*) na lokalite Senohrad. Maximálna hodnota bola nameraná v prášivke šedivej (*Bovista plumbea*) na lokalite Čelovce. Priemerná hodnota dosiahla $0,333 \pm 0,013$ ppm. Všetky vysoké hodnoty ortuti (vzorky č. 1, 9, 13, 20, 21) boli namerané v štyroch druhoch jedlých húb. Menovite sú to na dvoch lokalitách bedľa vysoká (*Macrolepiota procera*), na jednej lokalite prášivka šedivá (*Bovista plumbea*), bedľa štíhla (*Macrolepiota mastoidea*) a pečiarika šupinkatá (*Agaricus squamulifer*). V bedle vysokej č. 1 (lokalita Krupina) sme namerali hodnotu $1,24 \pm 0,019$ ppm a v č. 13 (lokalita Senohrad) sme namerali $0,80 \pm 0,012$ ppm. Bedľa štíhla pochádzajúca z lokality Senohrad obsahovala $0,81 \pm 0,012$ ppm ortuti. Pečiarika šupinkatá pochádzala rovnako z lokality Senohrad a namerali sme v nej $1,21 \pm 0,041$ ppm. Ako sme už spomínali, najvyššia hodnota bola nameraná vo vzorke č. 9, prášivka šedivá, v lokalite Če-

lovce, nameraná hodnota bola $2,615 \pm 0,095$ ppm.

V klobúkoch sa obsah ortuti pohybuje v intervale 0,0034 až 3,385 ppm (obr. 3). Najnižšia nameraná hodnota bola opäť v hríbe modrejúcom a najvyššia v prášivke šedivej. Hríb modrejúci pochádza z lokality Senohrad a prášivka šedivá z lokality Čelovce. Najvyšších päť nameraných hodnôt bolo nameraných v rovnakých vzorkách ako v prípade hlúbikov. V bedle vysokej č. 1 (lokalita Krupina) sme namerali hodnotu $1,68 \pm 0,037$ ppm a v č. 13 (lokalita Senohrad) sme namerali $1,05 \pm 0,02$ ppm. Bedľa štíhla (č. 20) pochádzajúca z lokality Senohrad obsahovala $1,03 \pm 0,01$ ppm ortuti. Pečiarika šupinkatá (č. 21) pochádzala rovnako z lokality Senohrad a namerali sme v nej $1,51 \pm 0,01$ ppm. Ako sme už spomínali, najvyššia hodnota bola nameraná vo vzorke č. 9, prášivka šedivá, v lokalite Čelovce, nameraná hodnota bola $3,385 \pm 0,115$ ppm. Priemerná hodnota bola $0,454 \pm 0,01$ ppm.



Obrázok 3 Obsah ortuti v klobúkoch v Krupinskej planine
Fig. 3 Mercury content in mushroom cups in Krupinská planina

Šmondrová (2016) skúmala vo svojej práci obsah ortuti v bedle vysokej (*Macrolepiota procera*) v Štiavnických vrchoch. V jej práci uvádza priemerný obsah ortuti 1,08 ppm, čo je viac ako nami zistená hodnota. Aj našich meraniach dosiahla bedľa vysoké hodnoty, konkrétne 1,46 ppm na lokalite Krupina a 0,93 ppm na lokalite Senohrad. Ak však porovnáme našu najvyššiu nameranú hodnotu v prašivke šedivej s priemernou hodnotou nameranou Šmondrovou, zistíme, že prašivka šedivá prekračuje túto hodnotu viac ako trojnásobne, aj napriek tomu, že bedľa vysoká sa považuje za dobrý kumulant ťažkých kovov a teda aj ortuti.

Grofčík (2010) vo svojej práci meral obsah ortuti v hube *Xerocomellus chrysenteron* (suchohrúb žltomesový). V hlúbiku namerál 0,880 ppm a v klobúku 1,693 ppm. Nami namerané hodnoty sa blížila nule. Tento rozdiel je spôsobený lokalitou odberu. Autor analyzoval vzorky z okolia obce Malachov vo východnej časti Kremnických vrchov a zbierané boli v období od augusta do novembra 2008. V okolí obce Malachov sa v minulosti ťažila ortuť (rumelka) a preto je vyšší obsah ortuti v tejto oblasti opodstatnený.

Marušková (2011) merala vybrané kovy, medzi ktorými bola aj ortuť, v čechračke podvihnutej (*Paxillus involutus*). Išlo o vzorky rastúce priamo na halde šobovského lomu. Vzorky boli odobrané v jeseni roku 2005. Jej namerané hodnoty boli 0,156 ppm v hlúbiku a 0,021 ppm v klobúku. Keďže v našej práci nemáme čechračku podvihnutú, je možné tieto hodnoty porovnať len s priemerom. V prípade klobúka aj hlúbika sú hodnoty namerané v čechračke nižšie. Z tohto dôvodu sa

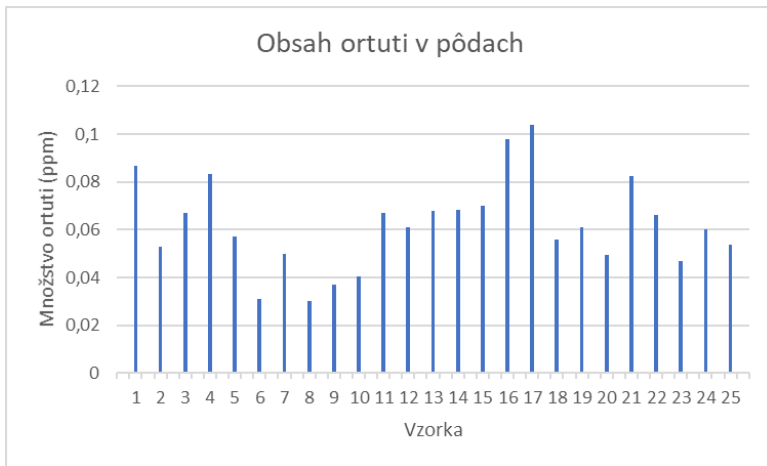
dá predpokladať, že čechračka podvihnutá nie je taký dobrý kumulant ortuti ako huby s najvyššími koncentraciami v našej práci.

Limit udávaný v potravinovom kódexe (0,75 ppm) prekračuje päť vzoriek a to ako aj v hlúbiku, tak aj v klobúku. V lokalitách Krupina a Senohrad je to bedľa vysoká (*Macrolepiota procera*), v lokalite Čelovce prašivka šedivá (*Bovista plumbea*), v lokalite Senohrad bedľa štíhla (*Macrolepiota mastoidea*) a z rovnakej lokality pochádza aj pečiarica šupinkatá (*Agaricus squamulifer*). Ako už bolo spomenuté, všetky tieto huby sú jedlé a obľúbené pri zbere a konzumácii.

KONCENTRÁCIA ORTUTI V PÔDACH

Za účelom posúdenia miery kontaminácie pôd ortuťou v Krupinskej planine sme odobrali 25 pôdnych vzoriek patriacich k odobraným hubám.

Namerané hodnoty ortuti v pôdach sa pohybujú v intervale od 0,0302 do 0,104 ppm (obr. 4). Najnižšia hodnota bola nameraná na lokalite Čelovce a najvyššia na lokalite Senohrad. Už na prvý pohľad vidíme, že pri pôdach neboli namerané tak výrazné rozdiely ako v prípade húb. Päť najvyšších koncentrácií bolo nameraných vo vzorkách č. 1, 4, 16, 17 a 21. V prípade húb boli najvyššie koncentrácie vo vzorkách č. 1, 9, 13, 20 a 21. Vidíme, že vzorky č.1 a 21 sa opakujú. Tieto vzorky boli odobrané v lokalite Krupina a Senohrad. Vzorka číslo 1 je bedľa vysoká a vzorka číslo 21 je pečiarica šupinkatá. Zároveň však vi-



Obrázok 4 Obsah ortuti v pôdach
Fig. 4 Mercury content in soils

díme, že ostatné najvyššie hodnoty sa nezhodujú. Napríklad vo vzorke číslo 4, plávke lúčovitej, sme namerali len 0,018 ppm ortuti. Preto sa dá predpokladať, že schopnosť huby kumulovať v sebe ortuť je nízka.

Pre porovnanie Šmondrková (2016) v Štiavnických vrchoch namerala v pôdach priemernú hodnotu v 20 vzorkách 0,07 ppm, čo je o niečo vyššia hodnota ako v našich vzorkách. Ona však odobrala vzorky na lokalitách v minulosti známych baníckou činnosťou a preto je ňou nameraná vyššia hodnota logická.

Dráb (2015) namerál vo vzorkách pôd z Lopejskej doliny a Bystrického podolia koncentrácie ortuti v intervale 0,056 – 0,261 ppm. V našich meraniach sme namerali hodnoty v intervale 0,0302 – 0,104 ppm. Nami namerané hodnoty sú opäť nižšie. Dôvodom môže byť menšia miera antropogénneho znečistenia.

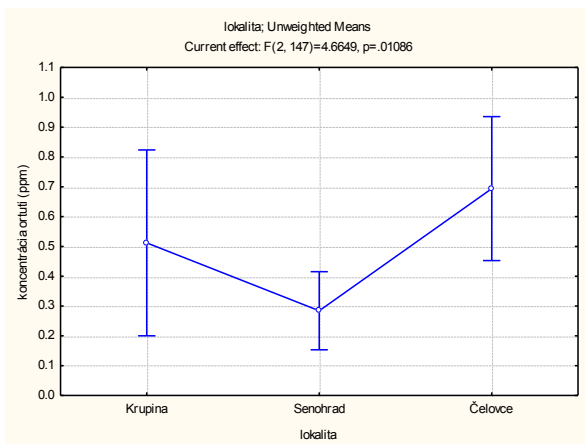
Podľa zákona 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy je limit pre obsah ortuti pre piesčito-hlinité pôdy 0,5 ppm. Priemerná hodnota nameraná ortuti v pôdach sa k tomuto číslu ani nepribližuje, preto je možné povedať, že pôdy na vybraných lokalitách sú v tomto ohľade nekontaminované. Aj najvyššia nami nameraná hodnota (vzorka 17 – 0,1037 ppm) je hlboko pod limitom.

ŠTATISTICKÉ SPRACOVANIE VÝSLEDKOV

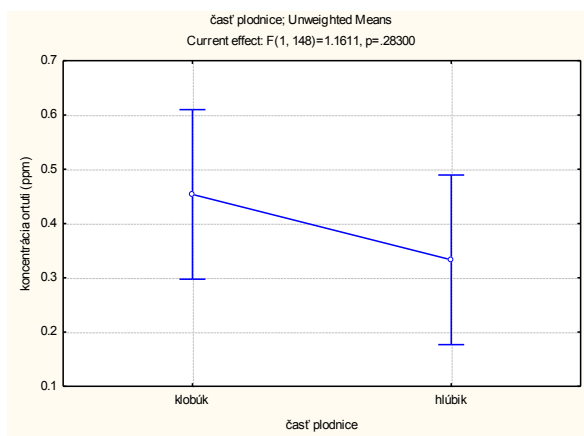
Z obrázka 5 vyplýva, že intervaly spoľahlivosti sa čiastočne prekrývajú. Najnižšia priemerná koncentrácia ortuti bola nameraná v hubách na lokalite Senohrad (0.2841 ppm) a najvyššia na lokalite Čelovce (0.69375 ppm). Na lokalite Krupina dosiahla priemerná koncentrácia ortuti hodnotu 0.51176 ppm.

Z obrázka 6 vyplýva, že rozdiel v priemerných koncentráciách ortuti medzi hlúbikom a klobúkom je štatisticky nevýznamný. Intervaly spoľahlivosti sa prekrývajú. V hlúbiku je priemerná hodnota ortuti o málo nižšia (0.3331 ppm) ako v klobúku (0.4536 ppm).

Z obrázka 7 vyplýva, že rozdiely v priemerných hodnotách ortuti v hubách podľa jedovatosti sú štatisticky významné medzi jedlými a nejedlými hubami. V jedlých hubách je koncentrácia ortuti 0.5143 ppm a v nejedlých 0.0250 ppm.



Obrázok 5 Priemerná koncentrácia ortuti podľa jednotlivých lokalít
Fig 5 Average mercury concentration according to locality

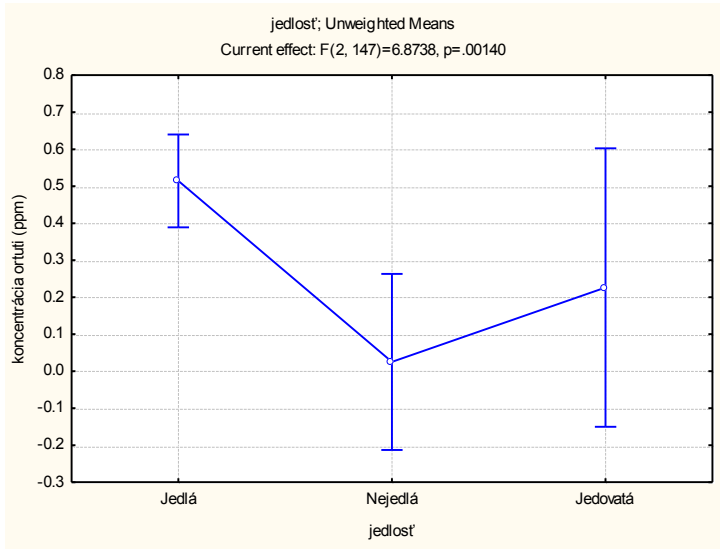


Obrázok 6 Priemerná koncentrácia ortuti v klobúkoch a hlúbikoch húb
Fig 6 Average mercury concentration in cups and stems of mushrooms

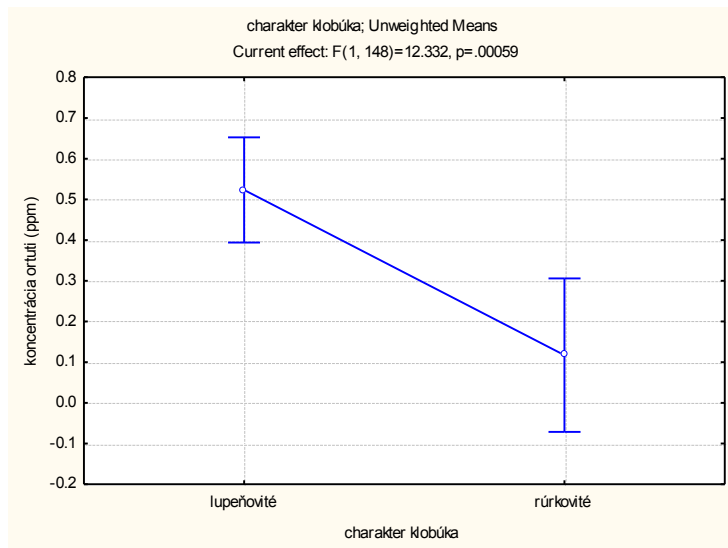
Na obrázku 8 môžeme konštatovať, že rozdiely v obsahu ortuti sú štatisticky významné. Priemerný obsah ortuti v lupeňovitých hubách je 0.5233 ppm a v rúrkovitých 0.1173 ppm. Intervaly spoľahlivosti sa neprekrývajú.

ZÁVER

V práci sme sa zamerali na skúmanie obsahu ortuti v hubách a v pôdach v Krupinskej planine. Všetky tri lokality boli vybrané náhodne, podľa toho, kde sa nám podarilo nájsť vzorky. Konkrétne to bolo okolie mesta Krupina, širšie okolo obce



Obrázok 7 Priemerná koncentrácia ortuti v hubách podľa jedovatosti
Fig 7 Average mercury concentration in mushrooms according to toxicity



Obrázok 8 Priemerná koncentrácia ortuti v hubách podľa charakteru klobúka
Fig 8 Average mercury concentration in mushrooms according to cup character

Senohrad a okolie obce Čelovce. V Krupinskej planine sa momentálne nenachádza žiadny veľký priemyselný park a preto sa dá predpokladať, že najväčšie antropogénne znečistenie tu vznikajúce, bude z dopravy. Okolie mesta Krupina je dopravou zaťažené najviac z pomedzi vybraných lokalít.

Namerané hodnoty v pôde boli v intervale od 0,0302 ppm do 0,104 ppm. Tieto hodnoty sú v poriadku a sú hlboko pod limitom udávanom v zákone 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy. V hubách boli namerané hodnoty v intervale 0,002 až 3,385 ppm. Päť vzoriek výrazne prekročilo limit 0,75 ppm udáva-

ný v potravinovom kódexe. Menovite to boli huby 2x bedľa vysoká (*Macrolepiota procera*), prášivka šedivá (*Bovista plumbea*), bedľa štíhla (*Macrolepiota mastoidea*) a pečiarika šupinkatá (*Agaricus squamulifer*). Z našich meraní vyplýva, že tieto huby môžu mať potenciálny negatívny vplyv na zdravie ľudí, ktorí ich zbierajú a konzumujú, keďže tieto štyri druhy sú jedlé a hubárčenie je na Slovensku obľúbená činnosť.

LITERATÚRA

- BESEDA, I., SCHWARZ, M. a kol., 2009: Toxikológia a ekotoxikológia. Zvolen, 258 s. ISBN 978-80-228-2108-7
- BODIŠ, D., RAPANT, S., 1999: *Geochemický atlas Slovenskej republiky*. Časť VI: Riečne sedimenty. Bratislava, MŽP SR, 1999. 145 s.
- DRÁB, M., 2015: *Kumulácia ortuti v ihliciach smreka obyčajného a v pôde v Lopejskej kotlině a Bystrickom podolí*. Technická univerzita, Zvolen, 48 s. Bakalárska práca.
- ĎURŽA, O., KHUN, M., 2002: *Environmentálna geochémia niektorých ťažkých kov*. Univerzita Komenského, Bratislava, 116 s. ISBN 80-223-1657-1.
- FISHNER, R. G., RAPSOMANIKIS, S., ANDREA, M. O., BALDI, F., 1995: Bioaccumulation of methylmercury and transformation of inorganic mercury by macroscopic. In *Environmental Science & Technology* [online], vol. 29 [cit. 2016-03-22]. ISSN: 0013-936X.
- GROFČÍK, J., 2010: Kumulácia ortuti v hubách na území malachovského rudného revíru. In: KONTRÍŠOVÁ, O., MARUŠKOVÁ, A., VÁLKA, J. (eds.) *Monitorovanie a hodnotenie stavu životného prostredia IX*. Technická univerzita, Zvolen, s. 81-86. ISBN: 978-80-228-2271-8.
- MARKOVÁ, I., 2013: Bezpečná práca. Dvojmesačník pre teóriu a prax bezpečnosti práce. Bratislava, roč. 44, č. 2, s. 3-7.
- MARUŠKOVÁ, A., 2011: *Flóra a vegetácia na pôdach starých environmentálnych zátaží v regióne Banská Štiavnica*. TU, Zvolen, 132 s. ISBN 978-80-228-2234-3
- PLESNÍK, P., 1989: *Malá slovenská vlastiveda I* číslo publikácie 3276 počet strán 400. ISBN 80-215-0021-2
- Potravinový kódex Slovenskej republiky (1. časť) 2003. Vestník Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky, 305 s.
- STN 48 1000: Odber a príprava vzoriek lesných pôd pri zisťovaní zdravotného stavu lesa.
- ŠMONDRKOVÁ, R., 2016: Obsah ortuti v bedli vysokej – *Macrolepiota procera* (scop.) singer z lokality Štiavnické vrchy. *Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, 45 s. Bakalárska práca* Zákon č. 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy.

Pod'akovanie:

Príspevok bol podporený vedeckou grantovou agentúrou VEGA, projektami č. 1/0111/18, 1/0500/19 a KEGA 021TU 2-4/2017.

ŠTRUKTÚRA A SEZÓNNA DYNAMIKA EPIGEICKEJ MAKROFAUNY NA ÚZEMÍ PP TRNOVSKÉ RAMENO A MOKRADIE

SLAVOMÍR STAŠIOV¹ – MAREK ČILIAK²

¹Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, stasiov@tuzvo.sk

²Katedra aplikovanej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, marek.ciliak@tuzvo.sk

ABSTRACT

Stašiov, S., Čiliak, M.: **Structure and seasonal dynamics of the epigeic macrofauna in the territory of the Trnovské rameno Nature Monument and Mokradie.**

The paper presents results of the research aimed at assessing the relation of epigeic macrofauna to various types of habitats. Study was realized at two localities, the Trnovské rameno Nature Monument (6 stationaires) and Mokradie (5 stationaires) in 2005. The pitfall trapping was used for catching of epigeic organisms (3 formalin traps per stationair). Captured organisms were removed from the traps at approximately monthly intervals. In total, representatives of 14 orders of epigeic macrofauna were recorded. Hymenoptera (39.4%), Coleoptera (20.5%) and Diptera (13.5%) dominated in studied communities. In addition, Araneae (stationair M1), Collembola (stationair TR6), and Isopoda (stationair TR3, TR4, TR6, M2) have been also eudominantly represented on some stationaires. Open habitats were preferred by representatives of the Pulmonata and Diptera, shaded forest habitats, including their edges, were preferred by representatives of Hemiptera, Julida, Polydesmida, Araneae, Diplura and Collembola.

Key words: edaphon, epigeic organisms, soil organisms, pedobiology

ÚVOD

Epigeická makrofauna predstavuje veľmi rôznorodú skupinu edafických organizmov, u ktorých celý alebo časť ontogenetického vývinu prebieha na povrchu pôdy, resp. v pokrývkovom humuse tvorenom z odumretého organického materiálu (listový detrit, drvina z konárov, kôra, živočíšne zvyšky, výlučky a pod.) a ktorých telo je väčšie ako 2 mm.

V prírodných aj umelých ekosystémoch plní epigeická makrofauna viaceré funkcie. Jednou z nich je vytváranie systému drobných chodbičiek, čím prevzdušňuje a nakypruje pôdu. Detritofágne skupiny epigeickej makrofauny (napr. Acarina, Diplopoda, Diplura, Isopoda, Oligocheata, Stylommatophora, Symphyla a i.) výrazne prispievajú svojou činnosťou k humifikácii pôd. Konzumáciou odumretého organického materiálu ho mechanicky rozomielajú, premiešavajú s minerálnym podielom pôdy a biochemicky pre-

pracujú. Touto činnosťou sprístupňujú tento materiál mikroorganizmom, ktoré urýchľujú jeho rozklad (Stašiov, 2015).

Predátory (Araneae, niektoré Coleoptera, Chilopoda, Opiliones a i.) regulujú populačnú hustotu škodcov, čím limitujú vznik kalamit spôsobených ich gradáciami. Prispievajú tým k udržovaniu prírodnej rovnováhy v prírodných ekosystémoch.

Mnohé makroepigeické živočíchy sú tiež citlivými indikátormi kvality prírodného prostredia. Niektoré druhy citlivo reagujú na zmeny teplotných pomerov (z radov Araneae, Opiliones, Diplopoda, Oligocheata, Stylommatophora), vlhkostných pomerov (Araneae, Opiliones, Isopoda, Chilopoda, Diplopoda, Oligocheata, Stylommatophora a i.), svetelných pomerov (Opiliones), textúru pôdy (Diplopoda, Oligocheata), obsah Ca a Mg (Diplopoda, Stylommatophora), obsah ťažkých kovov (Araneae, Isopoda, Oligocheata), insekticídov (Araneae, Dermaptera, Coleoptera: Carabidae), herbicídov (Oligocheata), umelé hnojivá

(Oligocheata), pH (Pseudoscorpiones, Isopoda, Coleoptera: Carabidae, Oligocheata, Stylopomatophora) (Stašiov, 2015).

Napriek tomu, že bolo štúdiu jednotlivých skupín makroepigeónu venovaných mnoho prác, len pomerne málo prác hodnotí túto skupinu edafónu komplexne (Franke et al., 1988; Schaefer & Schauer mann, 1990; Petřivalský, 1991; Meyer et al., 1999; Stašiov, 2002; Jabin et al., 2004; Jabin, 2008; Camara, 2018;). Ešte menej prác je venovaných problematike sezónnej dynamiky epigeickej makrofauny (Marek, 1959; Schaefer & Schauer mann, 1990; Drdúl, 1997; Stašiov, 2002).

Cieľom tejto práce bolo získať poznatky o štruktúre a sezónnej dynamike epigeickej makrofauny na území prírodnej pamiatky Trnovské rameno a lokality Mokradie (Podunajská nížina) a posúdenie vplyvu rôznych typov biotopov na túto edafickú skupinu.

Text rozčleňte podľa členenia bežného pre vedecké práce v časopisoch. Nadpis časti príspevku

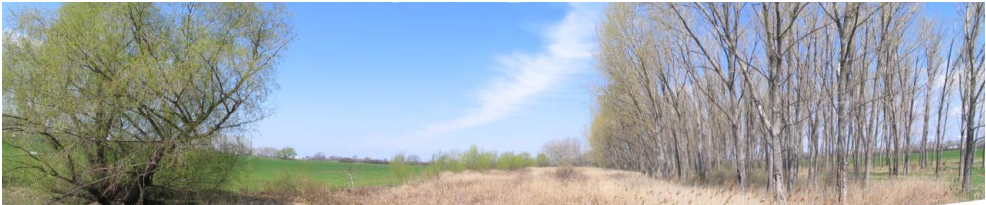
(napr. Experimentálna časť, Výsledky a diskusia, Závěry) uveďte na samostatný riadok a pred nadpisom nechajte jeden voľný riadok. Nadpisy týchto kapitol sa riadia pokynmi ako sú uvedené pre kapitolu Úvod.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika skúmaného územia

PP Trnovské rameno

PP Trnovské rameno sa nachádza v katastrálnom území obce Trnovec nad Váhom. Leží na ľavej strane Váhu, 0,5 km severne až severozápadne od okraja uvedenej obce, a to medzi štátnou cestou smerujúcou do Nitry a železničnou vlečkou smerujúcou do chemického závodu Duslo a. s. Šaľa. Spadá do kvadrátu Databanky fauny Slovenska č. 7873b v orografickom celku Podunajská rovina. Leží v nadmorskej výške 115 m a je bez expozície (obr. 1).



Obr. 1 Prírodná pamiatka Trnovské rameno
Fig. 1 Trnovské rameno Nature Monument

Uvedené územie je zvyškom bývalého toku Váhu, ktorý si na tomto mieste vytvoril gradačný val. Ide o prechod hranice reliéfu rovin, nív a zvlne ných rovin gradačného valu s gradáciou a nízkych riečnych terás s pokrovmi sprašových hĺn a viatych pieskov. Územie je rovinaté so sklonom na JJV, s deniveláciami nepresahujúcimi 5 metrov. Je budované kvartérnymi sedimentmi – pieskami, sprašami a sprašovými hlinami s hrúbkou do 20 m.

Územie je typické bývalou výraznou fluvialnou akumuláciou, v súčasnosti tu prevláda eolická akumulácia, stredne silná až intenzívna deflácia a nepatrná vodná erózia.

V oblasti prevládajú severozápadné vetry, priemerné teploty vzduchu v januári sú $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, v júli $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $21\text{ }^{\circ}\text{C}$, ročný úhrn zrážok je do 550 mm, počet letných dní je viac ako 70. Oblasť patrí do teplého, suchého klimatického okrsku s miernou zimou a dlhším slnečným svitom. Hustota riečnej siete je do 500 m/km², podzemné vody sú typom striedavo zásobovaným zo susedných území a zo zrážok.

Pôdne druhy predstavujú ílovito-hlinité zamokrené pôdy, v okolí sú nívne pôdy karbonátové, sprievodne glejové pôdy na karbonátových sedimentoch a nívne pôdy, pH pôdy je vyššie ako 7,8.

Potenciálnou prírodou vegetáciou sú tu jaseňovo-brestovo-dubové a jelšové lesy, súčasne zastúpenie stromov a krovin je slabé. Oblasť patrí do obvodu Eupannonica. Súčasný typ krajiny je charakterizovaný ako oráčinový, s výrazným vplyvom antropogénnej modelácie v okolí, najmä na pieskových presypoch, a to melioračnými a regulačnými zásahmi, orbou a miestne ťažbou stavebných surovín. Reliéf má veľmi dobré vlastnosti na poľnohospodárske a iné hospodárskej využitie s nutnosťou zachovať v širšom okolí súčasný stav prvkov a vzťahov (Michalko et al., 1986).

Lokalita predstavuje jedno s najdlhších mýtých ramien Váhu v okrese s typickými rastlinnými a živočíšnymi spoločenstvami. Stromový plášť územia vytvára prevažne agát (*Robinia pseudoacacia*) s primiešaným topoľom bielym a čiernym (*Populus alba* a *Populus nigra*), vrbou bielou

(*Salix alba*) a topoľom šľachteným. Krovinnú etáž tvorí trnka obyčajná (*Prunus spinosa*), baza čierna (*Sambucus nigra*), lieska obyčajná (*Corylus avellana*), ruža šípová (*Rosa canina*) a popínavý chmeľ obyčajný (*Humulus lupulus*). Okolie vodnej plochy je porastené mohutnými zárasťmi pálky širokolistej (*Typha latifolia*) a trste obyčajnej (*Phragmites communis*).

Prírodná pamiatka Trnovské rameno bola vyhlásená v roku 1983 Nariadením Okresného národného výboru v Galante č. 11-V/1983 zo dňa 9. septembra 1983 o vyhlásení chránených prírodných útvarov a chránených prírodných pamiatok – parkov v okrese Galanta podľa § 8 a § 10 zákona SNR č. 1/1955 Zb. SNR O štátnej ochrane prírody a v znení predpisov, ktoré ho pozmeňujú a doplňujú v kategórii chránený prírodný útvar. Zákonom NR SR č. 287/1994 Z. z. O ochrane prírody a krajiny bola zmenená kategória chráneného územia na prírodnú pamiatku s 5. stupňom ochrany a v ochrannom pásme s 3. stupňom ochrany. Ochranný pásom podľa tohoto zákona je územie v šírke 30 m von od hranice chráneného územia. Osobitne chránené územie bolo vyhlásené na celkovej výmere 6,5786 ha.

V čase vyhlásenia ochrany tvorila koryto potoka otvorená vodná plocha, ktorou sa odvádzali chemicky znečistené vody z podniku Duslo a. s. Šaľa až do vybudovania odkaliska. Po zániku tohto negatívneho a devastujúceho javu, nastal na predmetnom území rozmach vodnej a močiarnej vegetácie, najmä trstiny a pálky, ktorá obsadila aj plytké dno koryta potoka. V súčasnosti je koryto potoka v teréne nezreteľné, bez otvorenej vodnej plochy močiarového charakteru. Voda je na území aj v čase zvýšenej zrážkovej činnosti a topenia snehu mierne rozliata. Územie s močiarovou vegetáciou funguje ako prírodná koreňová vegetačná čistiarň povrchovej vody. Chemický rozbor vody tu nebol doteraz vykonaný.

Právna ochrana územia bola vyhlásená s účelom zachrány posledných zvyškov lužných lesov s charakteristickými druhmi vodnej a močiarnej flóry a fauny. Územie je dokumentom vývoja prí-

rodného prostredia okresu. V rámci Regionálneho územného systému ekologickej stability je územie hodnotené ako genofondovo významná lokalita flóry a fauny s funkciou biocentra regionálneho významu. Cieľom ochrany prírody a krajiny je zabezpečiť trvalú ekologickú stabilitu v predmetnom území a všetky činnosti usmerňovať tak, aby v ňom v konečnom dôsledku neboli zlikvidované základné podmienky pre život a aby tu bol zachovaný cenný biotop vzácných a ohrozených vodných a vlhkomilných druhov rastlín a živočíchov. Študované biotopy:

TR1 (pole) – otvorené spoločenstvo agrocnóz (raš), pasce boli umiestnené v blízkosti stôžiar elektrického vedenia;

TR2 (ekotón) – rozhranie poľa a vysokých trávnych spoločenstiev, pasce boli situované pod vrbou bielu;

TR3 (vlhká lúka) – prevláda trst' obyčajná a pálka širokolistá, zasahuje tu vodná hladina, pasce boli situované na okraji trávnej vegetácie;

TR4 (ekotón) – rozhranie vlhkej lúky a topoľového lesa, pasce sa nachádzali pod stromoradiám topoľov;

TR5 (les) – porast agátu, topoľa bieleho a čierneho, pasce boli umiestnené pri skupinke mladých stromov;

TR6 (les) – topoľový porast, pasce boli umiestnené v strede topoľového porastu.

Mokradie

Lokalita Mokradie sa nachádza v katastrálnom území Šaľa vo vzdialenosti približne 5 km južne od mesta, napravo od štátnej cesty Šaľa – Vlčany a asi 2 km východne od obce Tešedíkovo. Predstavuje miesto bývalého toku Váhu, na ktorom bol vybudovaný v S-J smere melioračný kanál prechádzajúci stredom celého územia. Súčasná krajina je oráčino-lúčna, lesná, nížinná, má znaky kultúrnej stepi na nive. Lokalita spadá do kvadrátu Databanky fauny Slovenska č. 7873c v orografickom celku Podunajská rovina, leží v nadmorskej výške 111 m a je bez expozície (obr. 2).



Obr. 2 Mokradie
Fig. 2 Mokradie

Lokalita predstavuje centrálnu, najnižšie položenú časť rozsiahlejšej depresie, ktorá sa zachovala po bývalom toku Váhu. Územie je budované kvartérnymi sedimentmi – pieskami, štrkami, ílmi, povodňovými kalmi a fluviaľno-mokrad'ovými sedimentmi a organickými prírmasami hofocénneho veku. Dosahujú mocnosť 50 m a pravdepodobne i viac. Ich hlbinný podklad tvoria kryštalické bridlice ako základný geologický útvar. Územie je veľmi mladé, jeho prirodzený vývoj bol prerušený vybudovaním ochranných hrádzí na Váhu, reguláciou toku a vybudovaním melioračných sústav v širokom okolí. Podiel na vývoji krajiny má antropogénna modelácia, predovšetkým odlesnenie, odvodnenie a orba.

Hoci bolo celé územie aj s okolím zmeliorené a odvodnené, zostali najnižšie položené miesta depresie močaristé. Podmáčanie plôch zabránilo ich využívaniu pre poľnohospodársku výrobu. Vo východnej časti lokality je hladina spodnej vody vyššia a na mnohých miestach vystupuje až na povrch.

Z geomorfoloického hľadiska leží územie v oblasti Salibskej mokrade, ktorá patrí do oblasti Podunajská nížina a podoblasti Podunajská rovina. Pôdne druhy sú prezentované ílovitohlinitými a ílovitými zamokrenými pôdami, z pôdnych typov sa tu nachádzajú černice karbonátové a glejové prevažne na karbonátových nivných sedimentoch, pH pôdy sa pohybuje v rozmedzí 7,2 – 7,8.

Po klimatickej stránke spadá územie do typu nížinná klíma s miernou inverziou teplôt a do teplej oblasti s počtom letných dní v roku 70, s mierou zimou, s dlhším slnečným svitom a s prevládajúcimi SZ vetrami. Teplota v januári sa pohybuje nad -3 °C, trvanie slnečného svitu je vo vegetačnom období nad 1500 hodín, priemerná teplota v júli je 20,5 °C až 19,5 °C s ročnou amplitúdou priemerných mesačných teplôt vzduchu 22 °C až 24 °C a s ročným úhrnom zrážok 530 až 650 mm za rok, pričom na chladný polrok pripadá 200 – 300 mm a na teplý polrok 300 – 400 mm (Michalko et al., 1986).

Podzemné vody v území sú dopĺňané zo 70 % z riek a ich prítokov – z nivy. Typ režimu odtoku pre túto oblasť (nížinnú) je charakterizovaný ako dažďovo-snehový. Hustota riečnej siete okolitej krajiny je 500 – 1500 m/km².

Potenciálnu prírodnú vegetáciu tu predstavujú vřbovo-topoľové a jaseňovo-brestovo-dubovo-jelšové lesy. Súčasné zastúpenie stromov a krov je veľmi slabé. Nachádza sa tu približne 30-ročná monokultúra topoľa šľachteného. Väčšina celého územia je pokrytá hustým zárastom trste obyčajnej. V menšom množstve tu rastie pálka širokolis-

tá (*Typha latifolia*), štiav prímorský (*Rumex maritimus*), kosatec žltý (*Iris pseudacorus*), žihľava dvojdomá (*Urtica dioica*), štetka lesná (*Dipsacus silvester*), lopúch väčší (*Arctium lappa*), vratič obyčajný (*Tanacetum vulgare*), podbeľ liečivý (*Tussilago farfara*), topor biely a iné.

Z pôvodných drevinných druhov sa tu zachovali ojedinelé exempláre vřby bielej a vřby rakyty (*Salix alba*, *Salix caprea*). V krovinnom podraze prevláda baza čierna s primiešaným hlohom (*Crataegus* spp.) a pomiestnym výskytom svibu krvavého (*Cornus sanguinea*).

Základným a podstatným argumentom pre vyhlásenie územia za chránené je skutočnosť, že lokalita je jedným z mála relatívne zachovalých území svojho druhu v okrese Šaľa vzhľadom na vysoký stupeň skultúrnenia krajiny a práve preto ho môžeme zaradiť k významným územiám v tomto regióne. Jej význam je umocnený aj skutočnosťou, že je obkolesená dopravnou líniou a intenzívne poľnohospodársky využívanou pôdou. Územie poskytuje vzhľadom na okolité rozľahlé odlesnené plochy bez vysokej zelene možnosti hniezdenia pre niektoré druhy vtáctva a útočisko na prežitie špecializovaných živočíšnych druhov naviazaných na trstinu.

Po vyhlásení ochrany v kategórii chránený areál možno rátať so zvýšením stupňa ekologickej stability v danom teritóriu, ako aj so zvýšením biodiverzity, čo v konečnom dôsledku zvýši ochranu krajiny nielen znížením stupňa veternej erózie a degradácie pôdy, ale súčasne sa zvýši aj efekt ochrany príľahlých poľnohospodárskych kultúr pred škodcami vytvorením priestoru pre výskyt a existenciu hmyzožravých druhov živočíchov, hlavne vtáctva, čo má nemalý národohospodársky význam.

Študované biotopy:

- M1** (pole) – spoločenstvo agrocenóz, zemné pasce boli umiestnené na okraji poľnohospodársky využívanej pôdy;
- M2** (ekotón) – rozhranie poľa a vlhkej lúky, pasce boli umiestnené pri okraji vysokých tráv;
- M3** (vlhká lúka) – prevláda trst' obyčajná s menším výskytom pálky širokolistej, pasce boli situované v hustom zarástke trste obyčajnej;
- M4** (ekotón) – rozhranie vlhkej lúky a vřbového porastu, pasce boli umiestnené pod vřbou biellou;
- M5** (les) – vřbový porast s prírmasou bazy čiernej, zemné pasce sa nachádzali pod vřbou rakytou.

METODIKA

Makroepigeón bol odchyťovaný metódou zemných pascí, v ktorých bol použitý ako fixačná tekutina 4 %-ný formaldehyd. Ako pasce boli použité umelohmotné poháre s priemerom ústia 67 mm a s objemom 250 ml.

Výskum bol realizovaný na všetkých 11 stacionároch od 1. júna do 31. októbra v roku 2005. Získaný materiál sa z pascí vyberal v približne 30-dňových intervaloch, a to v termínoch 1. 7. 2005, 1. 8. 2005, 1. 9. 2005, 1. 10. 2005, 1. 11. 2005.

Hodnoty indexu diverzity, indexu ekvityability a podobnosť študovaných stacionárov z hľadiska skladby spoločenstiev epigeickej makrofauny boli vypočítané na základe celkovej početnosti (epigeickej aktivity) zistenej u jednotlivých radov za obdobie od 1. júna do 31. októbra v roku 2005. Pri výpočte indexu diverzity (H) a ekvityability (E) bol použitý prirodzený logaritmus \ln (Begon et al., 1990; Shannon, 1948). Podobnosť študovaných biotopov na základe štruktúry spoločenstiev makroepigeónu bola zhodnotená a graficky znázornená pomocou analýzy hlavných komponentov (PCA). Do analýzy vstupovali údaje o celkovej epigeickej aktivite jednotlivých živočíšnych radov v roku 2005. Pred analýzou boli tieto údaje logaritmicke transformované z dôvodu potlačenia vplyvu dominantných skupín. Analýza bola vykonaná v programovacom jazyku R (R Core Team 2016).

VÝSLEDKY

Štruktúra epigeickej makrofauny

Počas výskumu bolo na študovaných lokalitách získaných spolu 2535 jedincov makroepigeónu patriacich do 14 radov (tab. 1). Najviac jedincov bolo získaných z radov Hymenoptera (998 ex.), Coleoptera (520 ex.) a Diptera (344 ex.), najmenej z radov Lithobiomorpha (4 ex.), Lumbriculida (4 ex.) a Diplura (6 ex.). Najviac jedincov bolo odchytených na stacionári M5 (515 ex.), M4 (395 ex.) a TR4 (284 ex.), najmenej jedincov na stacionároch TR3 (115 ex.), M1 (127 ex.) a TR2 (140 ex.). Zástupcovia najväčšieho počtu radov boli zaznamenané na stacionároch TR1 a TR4 (13 radov) a na stacionároch TR2, TR3 a M4 (11 radov). Najmenej radov bolo zaznamenaných na stacionároch M1, M3 a M5 (8 radov).

Z hľadiska diverzity (H) boli najpestrejšími spoločenstvami makroepigeónu spoločenstvá na stacionároch TR2 (2,02), TR3 (1,92) a TR1 (0,90), najmenej pestrými boli spoločenstvá na stacionároch M3 (1,28), M4 (1,34) a M1 (1,45). Najvyrovnanější (E) boli spoločenstvá na stacionároch TR2 (0,84) a TR3 (0,80), najmenej vyrovnané spoločenstvá boli zaznamenané na stacionároch M4 (0,56), M3 (0,62) a M2 (0,66).

Tab. 1 Celková epigeická aktivita jednotlivých živočíšnych radov zaznamenaná na skúmaných stacionároch v roku 2005 a miery diverzity epigeických spoločenstiev (Σ ex. – počet jedincov, Σ orders – počet radov, H – Shannonov index, E – vyrovnanosť)

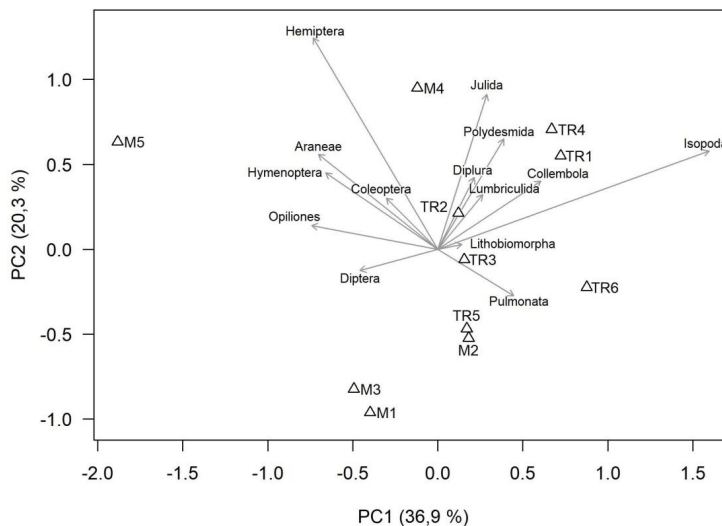
Tab. 1 The total epigeic activity of the individual animal orders found out on studied stationares in 2005 and diversity measures of epigeaic communities (Σ ex. – number of individuals, Σ orders – number of orders, H – Shannon index, E – evenness)

Rad/Orders	Stationares											Σ
	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	M1	M2	M3	M4	M5	
Araneae	9	10	9	15	12	1	9	3	12	19	40	139
Coleoptera	28	29	24	55	22	63	20	46	65	56	112	520
Collembola	37	7	2	7	7	25	2	2	3	3	4	99
Diplura	2			1	1					2		6
Diptera	7	11	21	17	50	64	33	11	22	27	81	344
Hemiptera	5	8	5	1		1				3	40	63
Hymenoptera	44	43	24	94	67	21	57	74	106	243	225	998
Isopoda	38	17	24	75	10	44	3	23	2	19		255
Julida	1		2	4	2	4				20	1	34
Lithobiomorpha	1	1	1					1				4
Lumbriculida	2			2								4
Opiliones		3	1	2			2	7	1	1	12	29
Polydesmida	1	5		8				2		2		18
Pulmota	1	6	2	3	3	3	1	1	2			22
Σ ex.	176	140	115	284	174	226	127	170	213	395	515	2535
Σ rady/orders	13	11	11	13	9	9	8	10	8	11	8	14
H	1,90	2,02	1,92	1,77	1,62	1,67	1,45	1,53	1,28	1,34	1,52	
E	0,74	0,84	0,80	0,69	0,74	0,76	0,70	0,66	0,62	0,56	0,73	

Spoločenstvá epigeickej makrofauny

PCA podobnosti stacionárov na základe štruktúry spoločenstiev makroepigeónu (obr. 3) odhalila tri dvojice stacionárov s podobnou štruktúrou makroepigeónu (M1 a M3; M2 a TR5; TR1 a TR4). Prvú dvojicu (M1, M3) predstavovali otvorené biotopy – oráčina a vlhká lúka. Tieto stacionáre mali identickú skladbu makroepigeónu, tzn. že na nich boli zastúpené rovnaké živočíšne rady, pričom najväčšiu početnosť dosiahli na týchto stacionároch zástupcovia radov Hymenoptera, Coleoptera a Diptera. Spoločenstvá makroepigeónu na oboch stacionároch sa vyznačovali tiež pomerne nízkymi hodnotami indexu diverzity a ekvitality (tab. 1). Druhú dvojicu podobných stacionárov (M2, TR5) reprezentovali ekotón oráčiny a vlhkej lúky a lužný les. Tieto stacionáre

mali veľmi podobnú celkovú epigeickú aktivitu makroepigeónu. Aj na týchto stacionároch dominovali zástupcovia Hymenoptera, Coleoptera a Diptera. Tretiu dvojicu (TR1, TR4) tvorili oráčina a ekotón vlhkej lúky a lužného lesa. Oba stacionáre sa vyznačovali výskytom najväčšieho počtu radov a vysokými hodnotami indexu diverzity. Na rozdiel od predchádzajúcich dvojíc podobných stacionárov, na tejto dvojici dominoval popri Hymenoptera a Coleoptera ako tretí najpočetnejší rad Isopoda. Najodlišnejší od ostatných bol stacionár M5 – lužný les. Vyznačoval sa najvyšším celkovým počtom odchytených jedincov makroepigeónu, ale aj najnižším počtom zaznamenaných radov. Aj na tom stacionári dominovali Hymenoptera, Coleoptera a Diptera podobne, ako na stacionároch M1, M3, M2 a TR5.



Obr. 3 Ordinačný graf PCA zobrazujúci podobnosť stacionárov na základe štruktúry spoločenstiev makroepigeónu so symetrickým škálovaním ordinačného priestoru. Trojuholníky zobrazujú centroidy jednotlivých stacionárov. Variabilita vysvetlená ordinačnými osami je uvedená v zátvorkách.

Fig. 3 PCA plot representing the similarity of plots based on the structure of meso and macro epigeon. Ordination scores are scaled symmetrically. Triangles represent the centroids of particular plots. Variations explained by the ordination axes are displayed in parentheses.

Dynamika epigeickej aktivity makroepigeónu

Priebeh celkovej epigeickej aktivity zástupcov euedominantných radov makroepigeónu zaznamenaný na jednotlivých stacionároch je zobrazený na grafoch (obr. 4 – 14).

Na stacionári TR1 boli euedominantnými tri rady (Coleoptera, Diptera a Hymenoptera). Výraznejšie kolísala celková epigeická aktivita u ra-

dov Coleoptera a Hymenoptera, pričom u Coleoptera kulminovala v septembri a u Hymenoptera dosahovala maximum v auguste (obr. 4).

Obdobná bola situácia aj na stacionári TR2, s tým rozdielom, že aj u Coleoptera dosiahla celková epigeická aktivita na tomto stacionári maximum v auguste (obr. 5).

Na stacionári TR3 patril k už spomínanej trojici euedominantných radov aj rad Isopoda. Práve u zástupcov tohto radu bolo na stacionári TR3

zaznamenané najvýraznejšie kolísanie epigeickej aktivity, ktorá kulminovala v septembri (obr. 6).

Na stacionári TR4 boli eudominantnými rady Coleoptera, Hymenoptera a Isopoda. Výraznejšie kolísala celková epigeická aktivita u Hymenoptera a Isopoda, pričom u Hymenoptera dosiahla maximum v auguste a u Isopoda v septembri (obr. 7).

Na stacionári TR5 boli eudominantnými rady Coleoptera, Diptera a Hymenoptera, rovnako ako na stacionároch TR1 a TR2. Najvýraznejšie kolísala epigeická aktivita u Coleoptera a Diptera. U zástupcov radu Coleoptera kulminovala v júli a u Diptera dosiahla maximum v auguste (obr. 8).

Na stacionári TR6 boli eudominantnými štyri rady (Coleoptera, Collembola, Diptera a Isopoda). Výraznejšie amplitúdy výkyvov epigeickej aktivity boli zaznamenané u zástupcov radov Coleoptera a Diptera. U Coleoptera dosiahla maximum v októbri a u Diptera v júli (obr. 9).

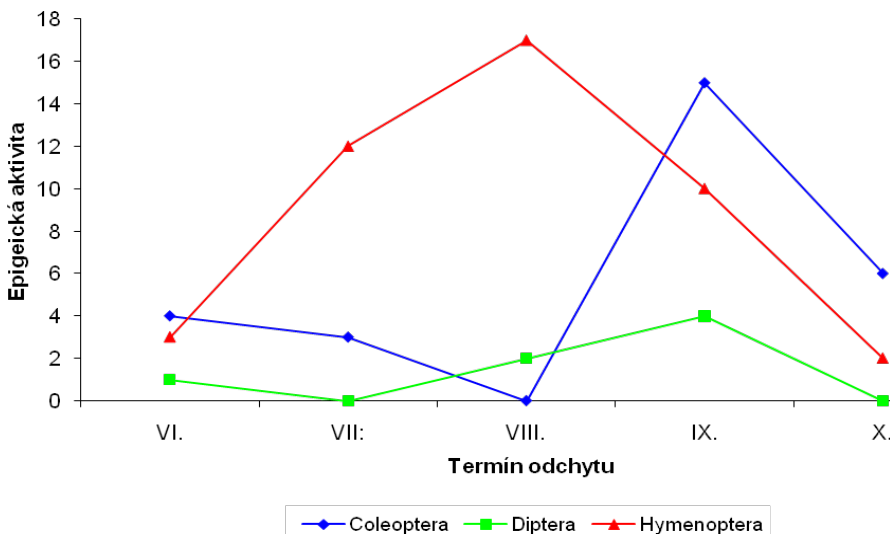
Aj na stacionári M1 boli eudominantnými štyri rady (Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera). Najvýraznejšie tu kolísala epigeická aktivita u Hymenoptera, pričom kulminovala v auguste (obr. 10).

Na stacionári M2 boli eudominantnými rady Coleoptera, Hymenoptera a Isopoda, rovnako ako na stacionári TR4. Výraznejšie amplitúdy výkyvov epigeickej aktivity tu boli zaznamenané u radov Coleoptera a Hymenoptera. U zástupcov radu Coleoptera kulminovala v októbri a u zástupcov radu Hymenoptera dosiahla maximum v auguste (obr. 11).

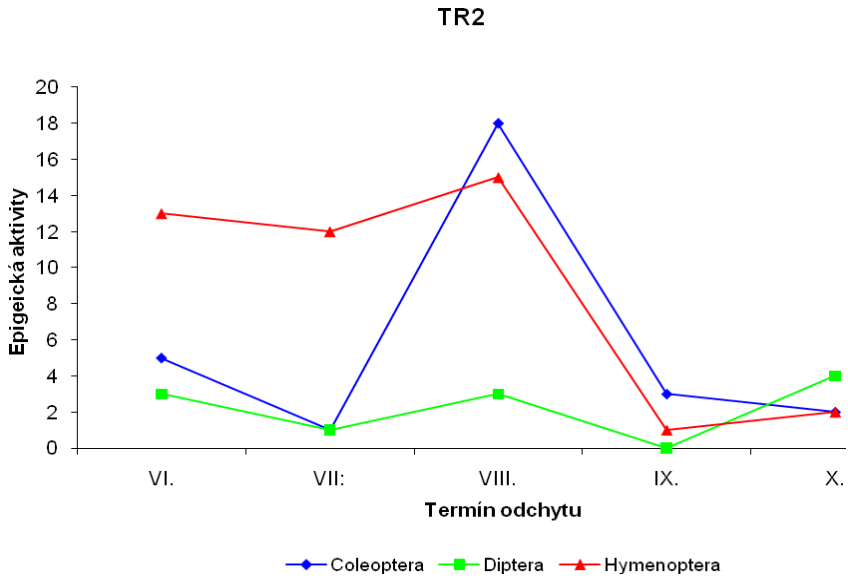
Na stacionári M3 boli eudominantnými rady Coleoptera, Diptera a Hymenoptera, rovnako ako na stacionároch TR1, TR2 a TR5. Výraznejšie tu kolísala epigeická aktivita u radov Coleoptera a Diptera, pričom u oboch radov Coleoptera dosiahla maximum v septembri (obr. 12).

Na stacionári M4 boli eudominantnými iba rady Coleoptera a Hymenoptera. Výraznejšie amplitúdy výkyvov epigeickej aktivity boli zaznamenané u Hymenoptera. U Coleoptera kulminovala epigeická aktivita v auguste a u Hymenoptera v septembri (obr. 13).

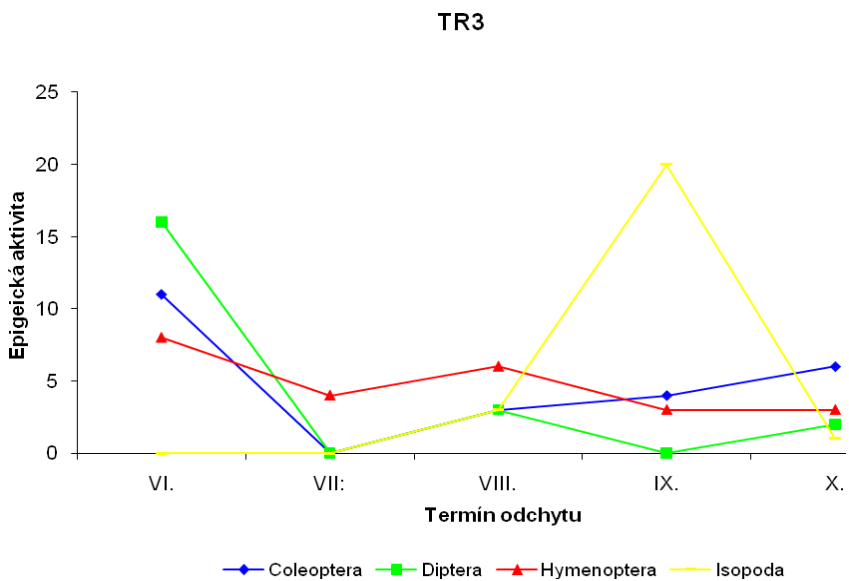
Na stacionári M5 boli eudominantnými rady Coleoptera, Diptera a Hymenoptera, rovnako ako na stacionároch TR1, TR2, TR5 a M3. Najvýraznejšie tu kolísala epigeická aktivita u Hymenoptera, pričom maximum dosiahla v auguste (obr. 14).



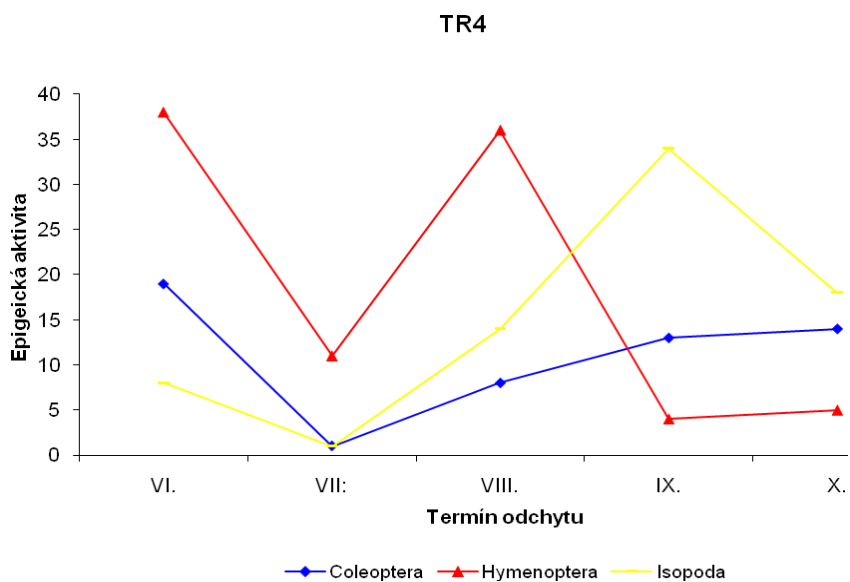
Obr. 4 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári TR1
Fig. 4 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the TR1 stationair



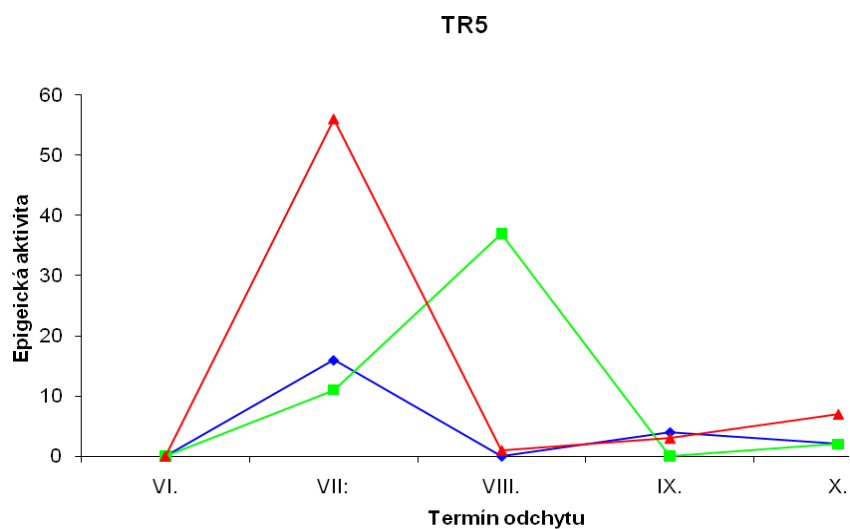
Obr. 5 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári TR2
Fig. 5 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the TR2 stationair



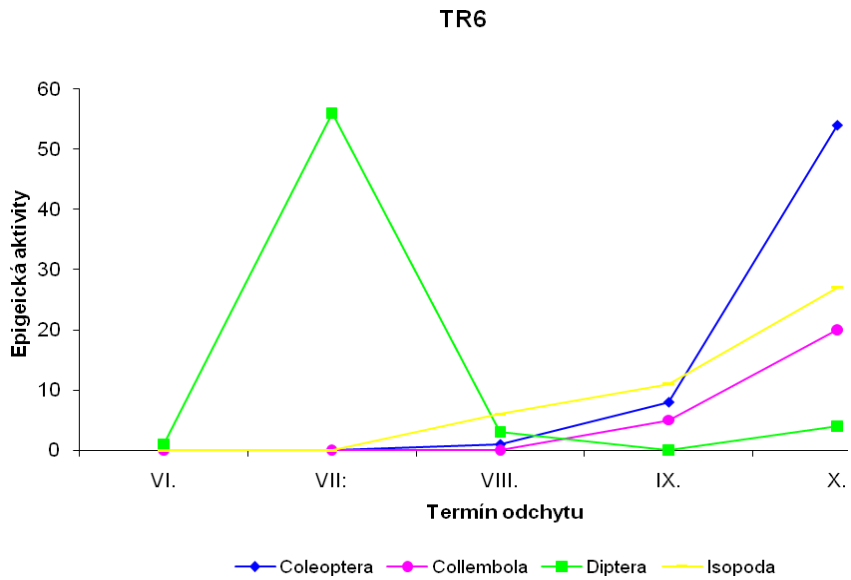
Obr. 6 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári TR3
Fig. 6 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the TR3 stationair



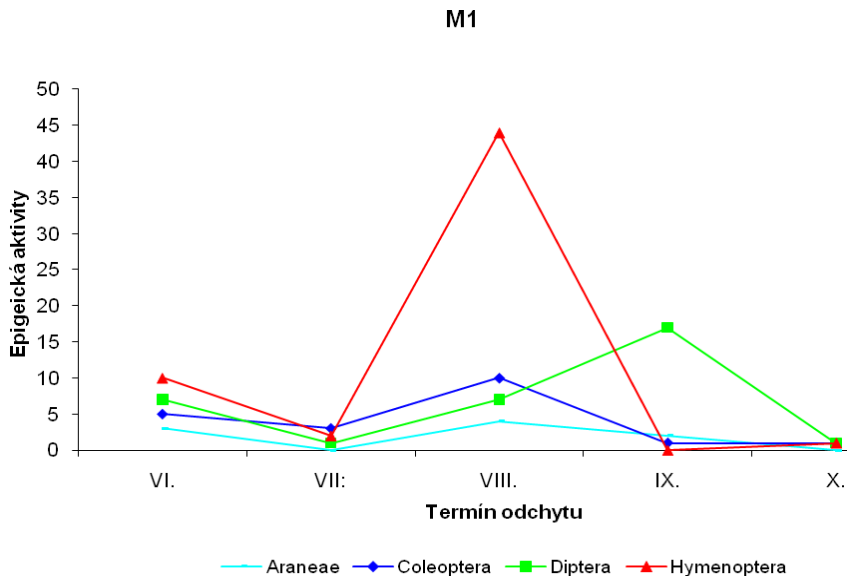
Obr. 7 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári TR4
Fig. 7 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the TR4 stationair



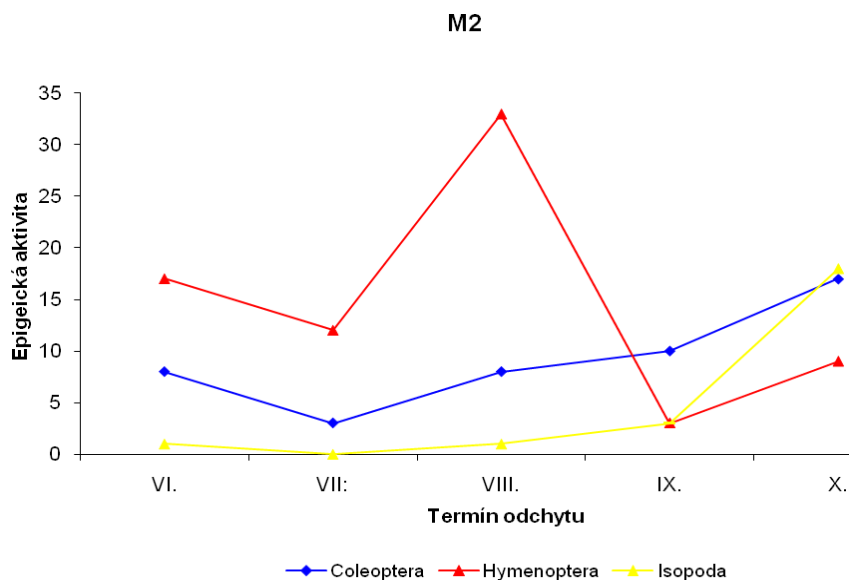
Obr. 8 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári TR5
Fig. 8 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the TR5 stationair



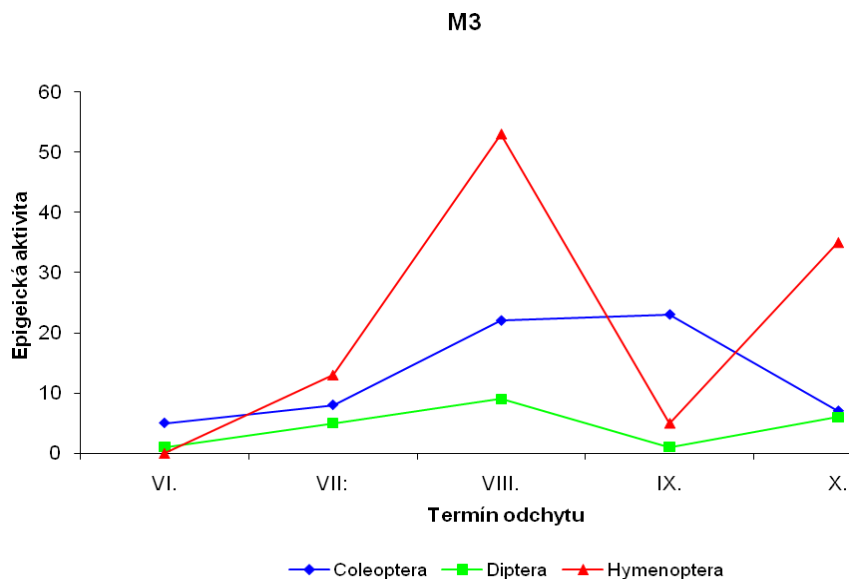
Obr. 9 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári TR6
Fig. 9 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the TR6 stationair



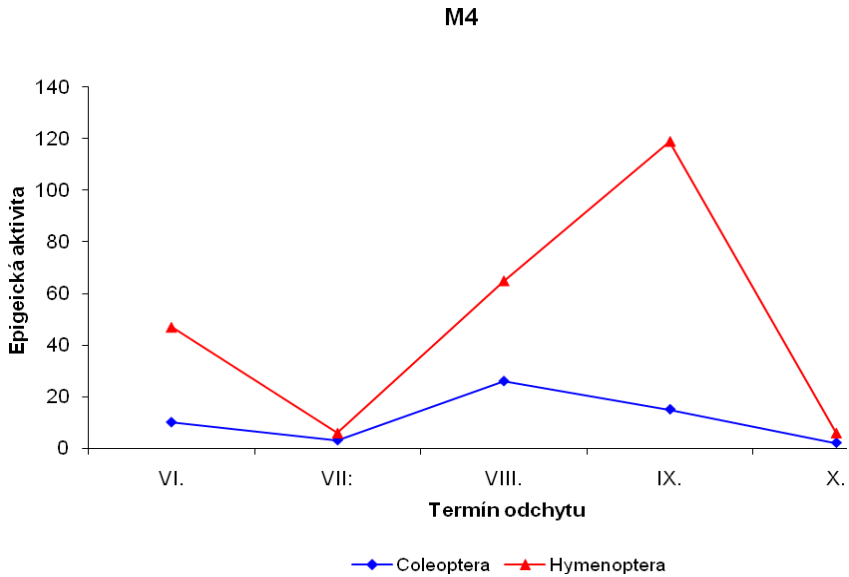
Obr. 10 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári M1
Fig. 10 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the M1 stationair



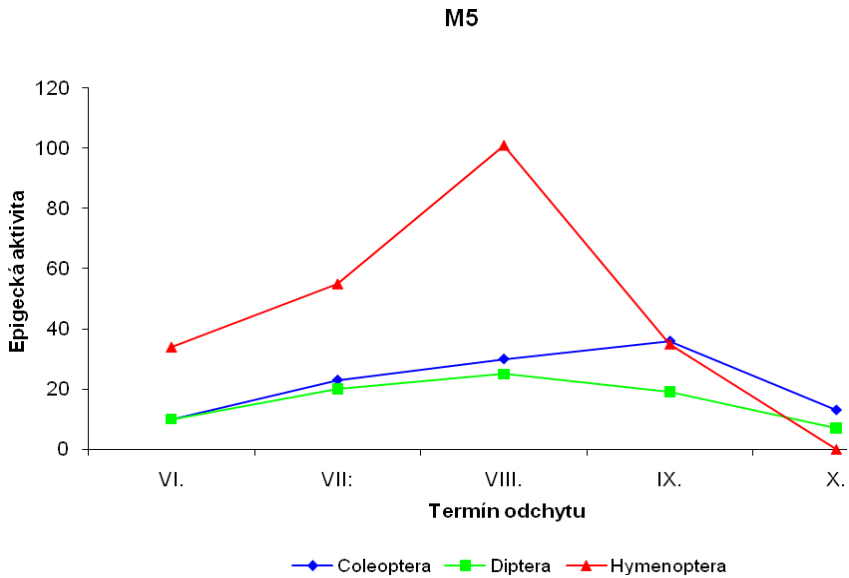
Obr. 11 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári M2
 Fig. 11 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the M2 stationair



Obr. 12 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári M3
 Fig. 12 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the M3 stationair



Obr. 13 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári M4
 Fig. 13 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the M4 stationair



Obr. 14 Celková epigeická aktivita eudominantných radov makroepigeónu zaznamenaná na stacionári M5
 Fig. 14 Total epigeic activity of eudominant orders of macroepigeon recorded on the M5 stationair

DISKUSIA

Výsledky výskumu poukázali na to, že celkovo dominovali na sledovanom území v rámci epigeickej makrofauny predovšetkým zástupcovia radov Hymenoptera (39,4 %), Coleoptera (20,5%) a Diptera (13,5 %). Zástupcovia týchto troch radov spolu predstavovali až 73,4% zo všetkých odchytených jedincov epigeickej makrofauny. Dominanciu týchto radov v rámci spoločenstiev epigeickej makrofauny potvrdili aj iní autori. Napríklad Meyr et al. (1999), ktorí sledovali počas dvoch rokov metódou odberu pôdných vzoriek šesť rôznych biotopov v delte rieky Rhina v západnom Rakúsku taktiež potvrdili dominantné zastúpenie týchto troch skupín v epigeóne. Nimi skúmané biotopy boli podobné s tými, ktoré sme skúmali my. Na rozdiel od nami získaných výsledkov, však zistili v rámci makroepigeónu najväčšiu početnosť u zástupcov radu Diptera, za nimi nasledovali rady Hymenoptera a Coleoptera. Uvedení autori vo svojej práci poukázali na vplyv vlhkostných pomerov v pôde na abundanciu i biomasu sledovaných skupín. Stašiov (2002) zistil v epigeickej makrofaune podhorskej bučiny celkovo najväčší podiel zástupcov radu Coleoptera (47,6 %), avšak druhý najväčší podiel zaznamenal u zástupcov radu Araneae (22,4 %). Diptera s 3,3% a Hymenoptera s 3,2% zastúpením boli až tretím a štvrtým najpočetnejším radom. Aj Drdúl (1997) zaznamenal kvadrátovou metódou v xerotemných dubinách najvyšší podiel v epigeickej makrofaune u radu Coleoptera, ktorý dominoval na všetkých troch študovaných biotopoch. Hymenoptera reprezentované zástupcami čeľade Formicidae boli až druhou najpočetnejšou skupinou a treťou najpočetnejšou skupinou boli Diplopoda. Petřivalský (1991) zistil metódou zemných pascí v dubovo-hrabových porastoch a na lesostepi situovaných na Zobore najvyšší podiel v epigeóne u zástupcov radu Collembola (26,2 %). Coleoptera boli až druhým najpočetnejším radom s 24,1% zastúpením a tretím v poradí bol rad Isopoda (6,1 %). Aj Schaefer & Schauer-mann (1990) zaznamenali najvyšší podiel zástupcov radu Collembola v epigeóne, a to v bučinách na 2 lokalitách (Göttinger Wald a Solling) pri Göttingene. Materiál odoberali kvadrátovou metódou. Druhým najpočetnejším radom bol Diptera a tretím Araneae.

Zatiaľ čo na území PP Trnovské rameno bol po radoch Hymenoptera a Coleoptera celkovo tretím najpočetnejším radom Isopoda, na území Mokradia to bol rad Diptera. Pre túto druhú lokalitu boli charakteristické kyslejšie pôdy, ako na území PP Trnovské rameno. Diptera, pred-

všetkým ich larvy, sú charakteristické vyššou toleranciou kyslejších pôd (Rusek, 2000).

Iba na jedinom stacionári situovanom na území PP Trnovské rameno (TR6) nedominovali v rámci epigeickej makrofauny zástupcovia radu Hymenoptera, ale zástupcovia radov Diptera a Coleoptera. V rámci tejto lokality boli na jednotlivých stacionároch druhým najpočetnejším radom (po Hymenoptera) Isopoda (TR1, TR4), Diptera (TR3, TR5) a Coleoptera (TR2). Na lokalite Mokradie dominoval rad Hymenoptera na všetkých študovaných stacionároch. V poradí druhými najpočetnejšími radmi boli v rámci tejto lokality na niektorom zo stacionárov rady Diptera (M2, M3, M4) a Coleoptera (M1, M5).

Celkovo dosiahlo eudominantné zastúpenie na niektorom zo stacionárov päť radov – Coleoptera (na všetkých stacionároch), Hymenoptera (na všetkých stacionároch okrem TR6), Diptera (na väčšine stacionárov, okrem TR4, M2, M2), Isopoda (na TR3, TR4, TR6, M2), Collembola (na TR6), Araneae (na M1). Okrem týchto radov dosiahli aspoň dominantné zastúpenie na niektorom zo stacionárov tiež Heteroptera (na TR2, M5) a Julida (M4).

Termín kulminácie epigeickej aktivity zaznamenaný v rámci študovaných stacionárov bol užšie viazaný na určité časové obdobie (v rozmedzí troch mesiacov) iba u zástupcov radov Lithobiomorpha (august – október) a Lumbriculida (jún – august). V rámci štyroch mesiacov kulminovala epigeická aktivita u Araneae (jún – september), Hymenoptera (jún – september) Julida (júl – október) a Polydesmida (jún – september). U ostatných radov kulminovala ich epigeická aktivita na rôznych stacionároch v rámci celého sledovaného obdobia.

Marek (1959) študoval kvadrátovou metódou sezónnu dynamiku mikro- až megaedafónu v smrekovom pralese na Pradědu v rôznych pôdných vrstvách. V rámci epigeických skupín došiel k podobným poznatkom k akým sme dospeli aj my, iba u Collembola zaznamenal kulmináciu epigeickej aktivity už v máji. Drdúl (1997) získal kvadrátovou metódou v xerotemných dubinách podobné výsledky aké sú prezentované v tejto práci. Keďže uvedený autor realizoval svoj výskum už od apríla, zaznamenal kulmináciu epigeickej aktivity u Chilopoda už v apríli a u Formicoidea v máji. Stašiov (2002) zaznamenal v rámci dvoch rokov výskumu realizovaného metódou zemných pascí v podhorskej bučine kulmináciu epigeickej aktivity u Opiliones v mesiacoch apríl až október, u Diplopoda v mesiacoch apríl a máj a u Chilopoda v mesiacoch máj až august.

Identifikácia gradientov faktorov, ktoré reprezentujú osi ordinačného grafu PCA (obr. 3) je zložitá, aj keď sa zdá, že y-ová os by mohla vyjadrovať presvetlenosť študovaných biotopov v smere od otvorených biotopov (v spodnej časti grafu) k zatieneným (v hornej časti grafu). Otvorené biotopy by pri takejto interpretácii preferovali zástupcovia radov Pulmonata a Diptera, zatienené lesné biotopy, vrátane ich okrajov, by preferovali zástupcovia radov Hemiptera, Julida, Polydesmida, Araneae, Diplura a Collembola.

Analýza štruktúry epigeickej makrofauny nám poskytuje iba hrubý obraz o význame jednotlivých taxonomických skupín v rôznych pôdnych ekosystémoch. Pre detailnejšie odhalenie nárokov týchto živočíchov na prostredie a ich úlohy, ktorú plnia v edafickom spoločenstve je nevyhnutné skúmať ich na nižších taxonomických úrovniach a neraz aj v rôznych ontogenetických štádiách, rôznom pohlaví a pod.

Viac informácií o väzbe jednotlivých radov epigeickej makrofauny na rôzne biotopy v nivách riek môže priniesť ďalší výskum realizovaný na ďalších lokalitách, prípadne tiež s použitím iných metód odchyту zástupcov tejto dôležitej skupiny edafických organizmov.

Pod'akovanie

Za pomoc pri zbere biologického materiálu v teréne a pri jeho separácii v laboratóriu ďakujeme Ing. M. Hlavatej.

LITERATÚRA

- Begon M., Harper J.L., Towsend C.R., 1990: *Ecology: Individuals, Populations and Communities*, 2nd edn. Blackwell Scientific Publications, Boston, 945 pp.
- Camara, R., Santos, G. L., Pereira, M. G., Silva, C. F., Silva, V. F. V., Silva, R. M., 2018: *Effects of Natural Atlantic Forest Regeneration on Soil Fauna, Brazil*. Floresta e Ambiente 2018; 25/1: e20160017 <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.001716> ISSN 2179-8087 (online)
- Drdúl, J., 1997: *K poznaniu makrofauny listovej opadanky xerothermných dubín okolia jadrovej elektrárne Mochovce*. Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis, 1: 27–39.
- Franke, U., Friebe, B., Beck, L., 1988: *Methodisches zur Ermittlung der Siedlungsdichte von Bodentieren aus Quadratproben und Barberfallen*. Pedobiologia, 32: 253–264.
- Jabin, M., Mohr, D., Kappes, H., Topp, W., 2004: *Influence of deadwood on density of soil macro-arthropods in a managed oak-beech forest*. Forest Ecology and Management, 194: 61–69.
- Jabin, M., 2008: *Influence of Environmental Factors on the Distribution Pattern of Centipedes (Chilopoda) and Other Soil Arthropods in Temperate Deciduous Forests*. Cuvillier Verlag, Göttingen, 139 pp.
- Marek, V., 1959: *Výzkum půdní zvířeny ve smrkovém pralesě na Pradědu*. Práce Výzkumných ústavů lesnických ČSR, svazek 6. Státní zemědělské nakladatelství, 127–151.
- Meyer, E., Plankensteiner, U., Grabher, M., Lutz, S., 1999: *The effects of fenland drainage on the soil fauna in the Rhine delta (western Austria)*. In: Tajovský, K., Pižl, V. (eds.), Soil Zoology in Central Europe, 5th Central European Workshop on Soil Zoology. Proc. of conference. České Budějovice, 233–241.
- Michalko, J., Magic, D., Berta, J., Maglocký, Š., Špániková, A., 1986: *Geobotanická mapa ČSSR. Slovenská socialistická republika*. Mapová časť. Veda & Slovenská kartografia, Bratislava, 12 máp
- Petřvalský, V., 1991: *Zastúpenie niektorých skupín zoocenóz (Coleoptera, Carabidae) vo vybraných lokalitách Zoborského komplexu*. Zobor 2, Nitra, 2: 141–153.
- R Core Team, 2016: *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rusek, J., 2000: *Živá půda. (6) Bez života není půda více půdou*. Živa, 267–270.
- Schaefer, M., Schauermann, J., 1990: *The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and moder forest*. Pedobiologia, 34: 299–314.
- Shannon, C. E., 1948: *A mathematical theory of communication*. Bell System Technical Journal 27: 379–423, 623–656.
- Stašiov, S., 2002: *Výbrané skupiny epigeickej makrofauny (Opiliona, Diplopoda a Chilopoda) ako indikátory stavu vrchnej pôdnej vrstvy v podhorskéj bučine*. Vedecké štúdie. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 88 pp.
- Stašiov, S., 2015: *Ekológia pôdnych organizmov (pôdne živočichy)*. Vysokoškolská učebnica. Technická univerzita vo Zvolene, 150 pp.

VÁŽKY (ODONATA) MESTA ZVOLEN A JEHO BLÍZKEHO OKOLIA

SLAVOMÍR STAŠIOV – ZUZANA MATÚŠOVÁ – VLADIMÍR KUBOVČÍK –
– MATEJ STAŠIOV

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, stasiov@tuzvo.sk

ABSTRACT

Štašiov, S., Matúšová, Z., Kubovčík, V., Štašiov, M.: **Dragonflies (Odonata) of the city of Zvolen and its surroundings.**

Dragonflies (Odonata) communities were studied in the Zvolen city and its surroundings. Research was conducted at 5 localities of which 3 were situated in the Zvolen city and 2 in its vicinity. 3 localities represented various water reservoirs, 1 stream and 1 represented wet meadow. Dragonflies were captured by entomological dip net, larvae by hydrobiological mesh and exuviae by collection in 2016–2018. In total, 249 individuals of dragonflies belonging to 13 species and 6 families were obtained. Finding of *Onychogomphus forcipatus*, which is considered to be vulnerable species, is remarkable. Our results indicate, that disturbed urban or rural environment can sustain diverse communities of dragonflies.

Key words: dragonflies, Odonata, urban areas, Zvolen city, Slovakia

ÚVOD

Vážky sú fylogeneticky starobyľou skupinou krídlatého hmyzu, ktorá bola na Zemi prítomná už pred 300 miliónmi rokov. Zástupcovia tohto radu sa vyznačujú amfibičným životným cyklom (Benke & Benke, 1975), morfológickou rozmanitosťou, odlišnými ekologickými nárokmi, niekoľkými unikátnymi evolučnými inováciami, jednoduchosťou štúdia vo voľnej prírode a možným využitím v biomonitoringu sladkovodných ekosystémov (Bybee et al., 2016).

Vážky sú hmyzím radom, u ktorého bol komplexne vyhodnotený globálny stav ohrozenia a ochranársky status. Možno ich efektívne využiť ako všeobecné ukazovatele celkového stavu a stavu ohrozenia vodných bezstavovcov a ich biotopov (David, 1998; Hofmann & Mason, 2005; Simaika & Samways, 2008). Vážky sa osvedčili ako užitočný nástroj praktickej ochrany prírody (Dolný et al., 2016).

Z uvedených dôvodov vzrastá v posledných desaťročiach záujem o štúdium tejto skupiny u nás aj vo svete. Napriek tomu je územie Slovenska stále nedostatočne, respektíve nerovnomerne preskúmané z hľadiska poznania fauny vážok. Na okraji záujmu výskumu vážok ostáva urbanizované prostredie, pričom väčšia pozornosť sa vo všeobecnosti venuje výskumu vážok v chránených územiach, v územiach významných z hľadiska zachovania pôvodnosti spoločenstiev, výskytu chránených druhov, resp. v inak zaujímavých oblastiach. Prehliadanie ľudských sídiel pri zoológickom výskume, však môže byť príčinou medzier v poznaní distribúcie a ekológie viacerých druhov, ktoré môžu patriť medzi ohrozené, alebo naopak, medzi druhy invázne využívajúce urbánne habitaty ako biocentrá.

K regiónom, z ktorých chýbajú údaje o druhej skladbe vážok patrí aj mesto Zvolen a jeho blízke okolie. Jediný údaj o náleze vážky v okolí

Zvolena pochádza z lokality pri osade Kráľová situovanej cca 8 km južne od Zvolena (Müller, 1994). Z tohto dôvodu sme sa pokúsili zaplniť toto biele miesto na mape a získať komplexnejší prehľad o druhovom bohatstve vážok v katastri mesta Zvolen a v jeho blízkom okolí.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika skúmaného územia

Mesto Zvolen je situované v juhozápadnej časti Zvolenskej kotliny, pri sútoku rieky Hron a Slatina, v kvadráte Databanky fauny Slovenska č 7480b. Na juhu bezprostredne hraničí s pohorím Javorie. V súčasnosti má mesto cca 40 000 obyvateľov. Nadmorská výška v strede mesta je 293 m. Celková rozloha mesta je 9 874 ha, z toho pripadá 1 294 ha na intravilán a 8 580 ha na extravilán.

Zvolen leží v oblasti s teplou kontinentálnou klímou charakteristickou priemernou ročnou teplotou +8,8 °C (v januári -2,5 °C až -5 °C a v júli 18,5 °C) a s priemerným ročným úhrnom zrážok 640 mm. Pôvodné spoločenstvá v tejto oblasti tvorili dubovo-hrabové lesy karpatské (*Carici pilosae-Carpinenion betuli*) s enklávami dubovo-cerových lesov (*Quercetum petraeae-cerris* s. l.) (Michalko et al., 1986).

Výskum bol realizovaný na 5 lokalitách, z ktorých boli 3 situované v intraviláne mesta Zvolen (L1, L2, L3) a 2 v jeho blízkom okolí (L4, L5) (obr.1 – 5).

Prehľad lokalít a ich stručná charakteristika

Výskum bol realizovaný na 5 lokalitách, z ktorých boli 3 situované v intraviláne mesta Zvolen (L1, L2, L3) a 2 v jeho blízkom okolí (L4, L5) (obr. 1 – 5).

L1 – Vodná nádrž Môťová, geografické súradnice (GS) – 48°33'25,4" N 19°10'07,3" E, nadmorská výška (NMV) – 298 m, plocha (P) – 58,0 ha, biotop (B) – 400 m úsek pozdĺž južného okraja nádrže, ktorý z menšej časti obklopovala stromová vegetácia vrb a jelší, väčšia časť skúmaného transektu susedila s kosenými lúkami, legit. – Z. Matúšová, S. Stašiov.

L2 – Jazierko v mestskom parku Lanice, GS – 48°34'27,6" N 19°06'48,0" E, NMV – 284 m, P – 0,1 ha, B – 50 m úsek pozdĺž východného okraja jazierka, ktorý obklopoval jelšovo-vrbový porast, jazierko sa vyznačuje výrazným sezónnym kolísaním výšky vodnej hladiny, ako aj celkovej vodnej plochy, jazierko je bezodtokové a výrazne eutrofné, legit. – Z. Matúšová, S. Stašiov.

L3 – Močiar Korea, GS – 48°34'23,7" N 19°10'00,7" E, NMV – 292 m, P – 0,1 ha, B – močiar obklopený jelšovo-vrbovým porastom, legit. – V. Kubovčík, S. Stašiov.

L4 – Kováčovský rybník, GS – 48°36'42,4" N 19°05'38,2" E, NMV – 327 m, P – 2,3 ha, B – 30 m úsek pozdĺž východného okraja nádrže pri hrádzi, ktorý obkolesoval úzky pás lúky susediaci s asfaltovou cestou a 20 m úsek pozdĺž severného okraja nádrže oproti hrádzi obkolesený lužným lesom tvoreným vrbami a jelšami, legit. – Z. Matúšová, S. Stašiov.

L5 – Potok Zolná (kataster obce Lieskovec), GS – 48°34'47,2" N 19°11'35,3" E, NMV – 306 m, B – 20 m úsek ľavostranného brehového jelšovo-vrbového porastu situovaného medzi pohostinstvom a futbalovým ihriskom, legit. – M. Stašiov, S. Stašiov.

METÓDY

Výskum bol realizovaný v rokoch 2016 až 2018. Pri odchyte vážok boli použité tri metódy, a to odchyt imág entomologickou sieťkou (na L1–L5), lariév hydrobiologickou sieťkou (na L1, L2, L4) a zberom exúvií (na L1–L5). Odchyt na každej lokalite v jednotlivých termínoch trval cca 2 h. Termíny odchytu sú uvedené v kapitole Výsledky. Vážky boli determinované podľa prác Dolný et al. (2016) a Kohl (2003). Imága boli po determinácii pustené živé. Z každého druhu boli usmrtené iba 2 jedince opačného pohlavia (ak boli odchytené), následne boli preparované a uložené ako dokladový materiál u prvého z autorov.



Obr. 1 Vodná nádrž Môt'ová (foto: S. Stašiov, 2017)
Fig. 1 Môt'ová reservoir (photo: S. Stašiov, 2017)



Obr. 2 Jazierko v mestskom parku Lanice (foto: S. Stašiov, 2017)
Fig. 2 Little lake in Lanice city park (photo: S. Stašiov, 2017)



Obr. 3 Močiar Korea (foto: S. Stašiov, 2017)
Fig. 3 Korea marsh (photo: S. Stašiov, 2017)



Obr. 4 Kováčovský rybník (foto: S. Stašiov, 2017)
Fig. 4 Kováčovský rybník pond (photo: S. Stašiov, 2017)



Obr. 5 Potok Zolná (foto: S. Stašiov, 2017)
Fig. 5 Zolná stream (photo: S. Stašiov, 2017)

VÝSLEDKY

Celkovo bolo odchytených 249 jedincov vážok patriacich do 13 druhov z 6 čeľadí. Najviac druhov (4) bolo zistených z čeľade Libellulidae. V nasledujúcej časti je uvedený taxonomický prehľad druhov spolu s číslami lokalít, na ktorých boli zaznamenané, dátumom záznamu a počtom jedincov, vrátane pohlavia u imág, ak bolo zistené. Pohlavie nebolo zistené iba imág druhov *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840) a *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1820), ktoré boli zaznamenané na študovaných plochách, ale neboli odchytené. V prípade, že pohlavie nebolo u adultov určené, za počtom jedincov je uvedený „?““. U lariev je za ich počtom uvedená iba skratka „lar.“ a u exúvií skratka „ex.“.

Taxonomický zoznam zaznamenaných druhov:

Rad: Odonata Fabricius, 1793
Podrad: Zygoptera Sélýs, 1854
Nadčeľaď: Calopterygoidea Sélýs, 1850
Čeľaď: Calopterygidae Sélýs, 1850
Podčeľaď: Calopteryginae Sélýs, 1859
Rod: *Calopteryx* Leach, 1815

1. *Calopteryx splendens* (Harris, 1780)
L1 – (24.5.2017) 2 ♀, 1 ex.
2. *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758)
L1 – (27.7.2016) 2 ?
L3 – (13.7.2016) 1 ♂
L5 – (27.6.2018) 2 ♂, 2 ♀
Nadčeľaď: Coenagrionoidea Kirby, 1890
Čeľaď: Platycnemididae Jakobson & Bianchi, 1905
Podčeľaď: Platycnemidinea Tillyard, 1917
Rod: *Platycnemis* Burmeister, 1839
3. *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771)
L1 – (27.7.2016) 50 ?; (24.5.2017) 45 ?, 1 ex.
L4 – (24.5.2017) 10 ?, 5 lar.
Čeľaď: Coenagrionidae Kirby, 1890
Podčeľaď: Coenagrioninae Kirby, 1890
Rod: *Coenagrion* Kirby, 1890
4. *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1758)
L3 – (13.7.2016) 3 ♂
Podčeľaď: Ischnurinae Fraserirby, 1957
Rod: *Enallagma* Charpentier, 1840
5. *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840)
L1 – (27.7.2016) 10 ?
L3 – (13.7.2016) 2 ♂, 1 ♀
Rod: *Ischnura* Charpentier, 1840
6. *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1820)
L1 – (27.7.2016) 50 ?, 1 lar.; (24.5.2017) 25 ?

L2 – (24.5.2017) 1 lar.
 L4 – (24.5.2017) 5 ♀, 1 lar.
 Podrad: Anisoptera Sélys, 1854
 Nadčľaď: Aeshnoidea Leach, 1815
 Čľaď: Aeshnidae Leach, 1815
 Podčľaď: Aeshninae Rambur, 1842
 Rod: *Anax* Leach, 1815
 7. *Anax imperator* Leach, 1815
 L4 – (24.5.2017) 1 ex.
 Nadčľaď: Gomphoidea Rambur, 1842
 Čľaď: Gomphidae Rambur, 1842
 Podčľaď: Gomphinae Rambur, 1842
 Rod: *Gomphus* Leach, 1815
 8. *Gomphus vulgatissimus* (Linnaeus, 1758)
 L1 – (24.5.2017) 1 ♂
 Podčľaď: Onychogomphinae Chao, 1984
 Rod: *Onychogomphus* Sélys, 1854
 9. *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758)
 L1 – (24.5.2017) 1 ♀
 Nadčľaď: Libelluloidea Leach, 1815
 Čľaď: Libellulidae Leach, 1815
 Počľaď: Libellulinae Rambur, 1842
 Rod: *Libellula* Linnaeus, 1758
 10. *Libellula depressa* Linnaeus, 1758
 L1 – (24.5.2017) 2 ♀, 1 ex.

L5 – (14.5.2018) 1 ♂
 Rod: *Orthetrum* Newman, 1833
 11. *Orthetrum albistylum* Sélys, 1848
 L1 – (27.7.2016) 5 ?
 12. *Orthetrum cancellatum* (Linnaeus, 1758)
 L1 – (27.7.2016) 10 ?, 1 ex.
 L4 – (24.5.2017) 3 lar.
 Počľaď: Sympetrinae Tillyard, 1917
 Rod: *Sympetrum* Newman, 1833
 13. *Sympetrum sanguineum* (Müller, 1764)
 L3 – (13.7.2016) 2 ♂, 1 ♀

Prehľadnejší zoznam zistených druhov s celkovým počtom jedincov, ktoré boli zaznamenané na študovaných lokalitách je uvedený v tabuľke (Tab. 1). Najviac druhov bolo zaznamenaných na lokalite L1 (10 druhov) a najmenej na lokalitách L2 (1 druh) a L5 (2 druhy). Najviac jedincov bolo odchytých z druhu *Platycnemis pennipes* (111 ind.) a *Ischnura elegans* (83 ex.). Iba po jednom jedincovi bolo zaznamenaných z druhov *Anax imperator*, *Gomphus vulgatissimus* a *Onychogomphus forcipatus*. Najfrekvencovanejšími druhmi zaznamenanými aspoň na 3 lokalitách boli *Calopteryx virgo* a *Ischnura elegans*.

Tab. 1 Celkový počet jedincov zaznamenaný na skúmaných lokalitách (Σ spp.– počet druhov)
Tab. 1 The total number of the individuals recorded on studied localities (Σ spp.– number of species)

Taxón/taxon	Lokalita/locality					Σ
	L1	L2	L3	L4	L5	
ZYGOPTERA						
Calopterygidae	3					3
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1780)	2		1		4	7
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)						
Platycnemididae	96			15		111
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)			3			3
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	10		3			13
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1825)	76	1		6		83
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)						
ANISOPTERA						
Aeshnidae				1		1
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815						
Gomphidae	1					1
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)	1					1
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)						
Libellulidae	3				1	4
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	5					5
<i>Orthetrum albistylum</i> Sélys, 1848	11			3		14
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)			3			3
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)						
Počet jedincov/total abundance	208	1	10	25	5	249
Počet druhov/ Σ spp.	10	1	4	4	2	13

DISKUSIA

Prezentovaný zoznam zaznamenaných druhov vážok predstavuje prvé komplexnejšie údaje o skladbe tejto skupiny článkonožcov v blízkom okolí mesta Zvolen. Doposiaľ bol z okolia Zvolena publikovaný iba nález *Calopteryx virgo* pri osade Kráľová (Müller, 1994). David (unpubl.) zaznamenal v roku 1994 v meandroch rieky Slatina (na úseku od obce Slatinka po je vyústenie do vodnej nádrže Môľová) z prezentovaného zoznamu 5 druhov vážok (*Calopteryx splendens*, *C. virgo*, *Platycnemis pennipes*, *Gomphus vulgatissimus*, *Onychogomphus forcipatus*).

Na študovaných biotopoch bola zaznamenaná pomerne pestrá odonatofauna vzhľadom k tomu, že sú situované v urbánnom (L1, L2, L3), resp. rurálnom prostredí (L4, L5) s výrazným antropickým tlakom, ktorý sa prejavuje jednak znečistením lokalít spôsobeným rôznymi ľudskými aktivitami v ich blízkom okolí, ako aj ich disturbanciou rybármi a turistami.

Zo zaznamenaných druhov je ekososologicky zaujímavým nález druhu *Onychogomphus forcipatus*, ktorý u nás patrí k zraniteľným druhom (David, 2001). Podľa novej literatúry je tento druh zaradený v červenom zozname vážok Karpát (Šácha et al., 2014) aj v červenom zozname vážok Európy (Kalkman et al., 2010) do kategórie LC (least concern).

Šesť zaznamenaných druhov patrí k druhom preferujúcim nížiny a pahorkatiny (*Calopteryx splendens*, *Gomphus vulgatissimus*, *Ischnura elegans*, *Orthetrum albistylum*, *O. cancellatum*), šesť druhov bolo výskovo málo vyhranených (*Anax imperator*, *Calopteryx virgo*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Libellula depressa*, *Sympetrum sanguineum*) a jeden druh je charakteristický pre členité pahorkatiny a vrchoviny (*Onychogomphus forcipatus*) (Dolný et al., 2016).

Väčšina zistených druhov (8) preferuje rôzne typy stojatých vôd (*Anax imperator*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*, *Libellula depressa*, *Orthetrum albistylum*, *O. cancellatum*, *Sympetrum sanguineum*), päť druhov je charakteristických pre tečúce vody (*Calopteryx splendens*, *C. virgo*, *Gomphus vulgatissimus*, *Onychogomphus forcipatus*, *Platycnemis pennipes*) (Dolný et al., 2016).

Zaznamenali sme rozdielne druhové bohatstvo vážok v závislosti na troch použitých metód zberu materiálu. Celkovo bolo na študovaných lokalitách zaznamenaných najviac druhov (12) odchytom dospelcov vážok entomologickou sieťou, zber exúvií potvrdil výskyt 5 druhov a odchytom lariev sme potvrdili výskyt iba 3 druhov vážok. Keďže žiadna z použitých metód neodhalila všetky zaznamenané druhy, je pre získanie čo najkompletnejšieho prehľadu druhového bohatstva vážok skúmaného územia potrebné využiť kombináciu všetkých týchto metód. Pre spoľahlivé určenie vhodnosti študovaného biotopu pre vývoj lariev, a tým aj pre rozmnožovanie jednotlivých druhov vážok je nevyhnutný predovšetkým odchyt lariev a zber exúvií (Dolný et al., 2007; Kohl, 2003). Aj výsledky získané s použitím týchto metód však môžu byť do značnej miery skreslené, napr. predačným tlakom rybej osádky, či iných predátorov juvenilných štádií vážok, čo potvrdzuje fakt, že sa nám napriek vynaloženému úsiliu nepodarilo na lokalite L1 (Vodná nádrž Môľová) odchytiť ani jednu larvu vážky.

Výskumu vážok v urbánnom, resp. rurálnom prostredí sa na Slovensku venovali aj iní autori. Napr. Kubovčík et al. (2012) skúmali vážky na Malej Vodárenskej nádrži pri Banskej Štiavnici. Zistili tu výskyt 8 druhov vážok, z ktorých 3 boli nájdené aj na nami študovaných lokalitách (*Platycnemis pennipes*, *Ischnura elegans*, *Anax imperator*). Šácha (2014) zaznamenal na Popradskom rašelinisku až 19 druhov vážok, z ktorých 5 bolo rovnakých, aké sme zistili v rámci nášho výskumu (*Coenagrion puella*, *Anax imperator*, *Libellula depressa*, *Orthetrum cancellatum*, *Sympetrum sanguineum*). Janský a David (2010) študovali vážky v PR Šúr, ktoré je v situované v katastri mesta Svätý Jur a obce Chorvátsky Grob. Autori tu zaznamenali výskyt až 32 druhov vážok. Z nich bolo 11 spoločných s druhmi zistenými na lokalitách vo Zvolene a v jeho blízkom okolí (*Calopteryx splendens*, *Platycnemis pennipes*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*, *Anax imperator*, *Gomphus vulgatissimus*, *Libellula depressa*, *Orthetrum albistylum*, *Orthetrum cancellatum*, *Sympetrum sanguineum*). Pre všetky tieto lokality, vrátane našich, bol spoločným iba jeden druh, a to *Anax imperator*. Je to druh, ktorý sa vyskytuje v širo-

kom spektre stojatých vôd a expanduje aj do vyšších nadmorských výšok (Dolný et al., 2016). Pri porovnávaní druhového bohatstva zisteného na rôznych lokalitách, resp. v biotopoch však treba mať na zreteli, že je závislé od charakteru biotopov (typu biotopu, diverzity mikrohabitatov, trofie vodného prostredia a pod.) a tiež od použitej metodiky (napr. trvania výskumu, frekvencie návštev, metódy odchyту atď.).

Vzhľadom na rozsah nášho výskumu nemožno prezentovaný zoznam vážok Zvolena a jeho blízkeho okolia považovať za kompletný. Ďalší výskum tu zrejme odhalí výskyt aj ďalších bežných druhov vážok, ktoré dokážu na tomto území nájsť vhodné biotopy na svoje rozmnožovanie, prípadne aspoň dočasné refúgia s dostatočnou trofickou ponukou.

Výsledky nášho výskumu potvrdili, že aj že urbánne prostredie sa môže vyznačovať spoločensťami vážok s pomerne vysokou biodiverzitou, a to vďaka pestrej mozaike biotopov s rôznorodými, najmä mikroklimatickými, podmienkami, ktoré môžu poskytnúť vhodné prostredie pre druhy s odlišnými ekologickými nárokmi. Výskum vážok v tomto, ale aj iných slovenských mestách a obciach môže rozšíriť nielen poznatky o ich druhovej skladbe, ale aj o ekológii a disperzii týchto živočíchov na našom území, prípadne tiež o procese ich synantropizácie.

LITERATÚRA

- Benke, A.C., Benke, S.S., 1975: Comparative dynamics and life histories of coexisting dragonfly populations. *Ecology*, 56: 302–317.
- Bybee, S., Córdoba-Aguilar, A., Duryea, M.C., Futahashi, R., Hansson, B., Lorenzo-Carballa, M.O., Schilder, R., Stoks, R., Suvorov, A., Svensson, E.I., Swaegers, J., Takahashi, Z., Watts, P.C., Wellenreuther, M., 2016: Odonata (dragonflies and damselflies) as a bridge between ecology and evolutionary genomics. *Frontiers in Zoology*, 13: 46 pp. <https://doi.org/10.1186/s12983-016-0176-7>
- David, S., 1998: Some problems of monitoring of dragonflies (Odonata) and its utilization for biomonitoring. *Ekologia*, Bratislava, 17/3: 344–348.
- David, S., 2001: Červený (ekosozologický) seznam vážek (Insecta: Odonata) Slovenska. In: Baláž, D., Marhold, K., Urban, P. (eds.), Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. Ochrana prírody, 20 (Suppl.): 96–99.
- Dolný, A., Bárta, D., Waldhauser, M., Holuša, O., Hanel, L., 2007: The Dragonflies of the Czech Republic: Ecology, Conservation and Distribution. Český svaz ochráncu přírody, Vlašim, 672 pp.
- Dolný, A., Harabiš, F., Bárta, D., 2016: Vážky (Insecta: Odonata) České republiky. Academia, Praha, 342 pp.
- Hofmann, T.A., Mason, C.H.F., 2005: Habitat characteristics and the distribution of Odonata in a lowland river catchment in eastern England. *Hydrobiologia*, 539/1: 137–147.
- Kalkman, V.J., Boudot, J.P., Bernard, R., Conze, K.J., De Knijf, G., Dyatlova, E., Ferreira, S., Jovič, M., Ott, J., Riservato, E., Sahlén, G. 2010: European Red List of Dragonflies. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 28 pp.
- Kohl, S., 2003: Určovací klíč exuvií evropských druhů vážek (Odonata) podřádu Anisoptera: příloha metodiky Českého svazu ochránců přírody č. 9 (Vážky, výzkum a ochrana). Český svaz ochránců přírody, Vlašim, 30 pp.
- Kubovčík, V., Gajdošová, I., Šuláková, M., Svitok, M., 2012: Vážky (Odonata) Malej Vodárenskej nádrže a životný cyklus druhu *Aeshna cyanea*. *Folia faunistica Slovaca*, 17/3: 297–303.
- Michalko, J., Magic, D., Berta, J., Maglocký, Š., Špániková, A., 1986: Geobotanická mapa ČSSR. Slovenská socialistická republika. Mapová časť. Veda & Slovenská kartografia, Bratislava, 12 máp
- Müller, J., 1994: Bemerkenswerte Funde von Heuschrecken (Saltatoria) und Libellen (Odonata) in der Umgebung des XXIX. TOP 1993 bei Králová (Zvolen) mit einem Nachtrag zum XXVIII. TOP 1992 bei Turcek. In: Jančová, G., Sláviková D. (eds.), 29. Tábor ochráncov prírody. Odborné výsledky. TU, Zvolen, 69–79.
- Janský, V., David, S., 2010: Vážky PR Šúr. Pp. 119–129. In: Majzlan, O., Vidlička, E. (eds.), Príroda rezervácie Šúr. Ústav zoológie SAV, Bratislava, 410 pp.
- Simaika, J.P., Samways, M.J., 2008: Comparative assessment of indices of freshwater habitat conditions using different invertebrate taxon sets. *Ecological Indicators*, 11/2: 370–378.
- Šácha, D., 2014: Výsledky výskumu vážok (Insecta: Odonata) Popradského rašeliniska. *Folia faunistica Slovaca*, 19/1: 33–36.
- Šácha, D., David, S., Waldhauser, M., Buczyński, P., Tończyk, G., Makomaska-Juchiewicz, M., Martynov, A.V., Heltai, M.G., Mancini, C.O., Jovič, M., 2014: Draft red list of dragonflies (Odonata) of the Carpathians. In: Carpathian red list of forest habitats and species carpathian list of invasive alien species (Draft). The State Nature Conservancy of the Slovak Republic, 234 pp.

Acta Facultatis Ecologiae, Volume 38, 2018 – 1

Vydanie I. jún 2018 – Vydala Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen, IČO 00397440 – Počet strán 47 – 3,91 AH, 3,40 VH – Náklad 170 výtlačkov – Tlač a grafická úprava Vydavateľstvo TU vo Zvolene – Vydanie publikácie schválené v Edičnej rade TU dňa 30. 1. 2018, číslo EP 79/2018 – Evidenčné číslo MK SR 3859/09 – Periodikum s periodicitou dvakrát ročne – Za vedeckú úroveň tejto publikácie zodpovedajú autori a recenzenti – Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

ISSN 1336-300X