Biodiversity & Environment

Volume 13 Number 2 Prešov 2021

BIODIVERSITY & ENVIRONMENT

(Acta Universitatis Prešoviensis, Folia Oecologica)

Ročník 13., číslo 2.

Prešov 2021

Editor: RNDr. Michal Rendoš, PhD.

Recenzenti: Ing. Andrea Čerevková, PhD.
RNDr. Alexander Csanády, PhD.
RNDr. Daniela Gruľová, PhD.
Dr. Jean-Paul Haenni
RNDr. Silvia Hyblerová, PhD.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
Ing. Marek Renčo, PhD.
doc. RNDr. Vincent Sedlák, PhD.
RNDr. Radoslav Smoľák, PhD.
doc. RNDr. Michal Stanko, DrSc.
RNDr. Michal Šorf, Ph.D

Redakčná rada:
Predseda: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.

Výkonný redaktor: RNDr. Michal Rendoš, PhD.

Členovia: RNDr. Mária Balážová, PhD.
RNDr. Michal Baláž, PhD.
RNDr. Alexander Csanády, PhD.
RNDr. Lenka Demková, PhD.
RNDr. Adriana Eliašová, PhD.
prof. PaedDr. Ján Koščo, PhD.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
doc. Ruslan Maryichuk, CSc.
doc. Ing. Milan Novikmec, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
Ing. Marek Svitok, PhD.
Mgr. Iveta Škodová, PhD.
doc. RNDr. Marcel Uhrin, PhD.

Adresa redakcie: Biodiversity & Environment
Katedra ekológie FHPV PU
Ulica 17. novembra č. 1
081 16 Prešov
Tel: 051 / 75 70 358
e-mail: foliaoec@fhpv.unipo.sk / michal.rendos@unipo.sk

Vydavateľ: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity v Prešove
Sídlo vydavateľa: Ulica 17. novembra č. 15, 080 01 Prešov
IČO vydavateľa: 17 070 775
Periodicita: 2 čísla ročne
Jazyk: slovenský/anglický/český
Poradie vydania: 2/2021
Dátum vydania: december 2021
Foto na obálke: *Salvia pratensi* (autor Dušan Solár)

Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.

ISSN 1338-080X (print)
ISSN 2585-9242 (online)
EV 3883/09

OBSAH / CONTENTS

Agáta CERŇÁKOVÁ – Daniela GRUĽOVÁ – Janka PORÁČOVÁ
The essential oils of the genus Salvia *4*

Karina HEKKEL – Radoslav SMOĽÁK
Sieťový zooplanktón malých vodných objektov v katastri obce Kojatice
Net zooplankton of the small water bodies in the municipality of the village Kojatice *12*

Alexander CSANÁDY
Hmyzožravce a hlodavce (Eulipotyphla, Rodentia) okolia obce Duplín (Ondavská vrchovina, Slovensko)
Insectivores and rodents (Eulipotyphla, Rodentia) on the vicinity of Duplín village (Ondavská vrchovina Highlands, Slovakia) *24*

Beáta BARANOVÁ
On the occurrence of the wild parsnip (Pastinaca sativa L.) *within the Prešov city urban* *36*

Ján ČAPKA – Tomáš ČEJKA
First record of Obama nungara *in Slovakia (Platyhelminthes: Geoplanidae)* *41*

Libor DVOŘÁK – Jozef OBOŇA – Katarína FOGAŠOVÁ – Peter MANKO
First record of Chrysopilus laetus *Zetterstedt, 1842 (Diptera: Rhagionidae) for Slovakia* *45*

Jean-Paul HAENNI – Miroslav FULÍN – Vladimír KĹČ
Anapausis floricola *Chandler, 1999 (Diptera, Scatopsidae) new for the fauna of Slovakia* *49*

The essential oils of the genus *Salvia*

Agáta Cerňaková[1] – Daniela Gruľová[1] – Janka Poráčová[2]*

Abstract

This concise review paper aims to briefly state the current state of analysis of secondary metabolites of the genus Salvia. The research focused on the essential oils of the seventeen species published in the last two decades. The review shows that Salvia officinalis *L.,* Salvia sclarea *L., and* Salvia pratensis *L. accumulate the highest volatile compounds. We outline the major identified volatile constituents for all the analyzed Salvia species and chemical classes of the genus Salvia, with percentage composition >1% and reported by at least two independent authors. The primary types are monoterpene hydrocarbons, sesquiterpene hydrocarbons, oxygenated monoterpenes, oxygenated sesquiterpenes, and aliphatic components. The review shows that caryophyllene oxide, 1,8-cineole, germacrene D, β-caryophyllene, spathulenol, and α-humulene are characteristic for genus Salvia. These major compounds extracted from the air-dried or fresh plants were obtained from different soils, altitudes, and countries.*

Keywords

Secondary metabolites, essential oils, genus Salvia

Introduction

The phenomenon of secondary metabolites was recognized in the early days of modern experimental botany (Sachs, 1873). Secondary metabolites are chemicals produced by plants and other organisms that are not essential for their life (growth and development). In plants, they occur in small amounts in specific tissues. They are formed by the transformation of intermediates of primary metabolism. Their chemical variability depends mainly on genetic factors, but the influence of climatic conditions has also been proven. They are assumed to be protective against the adverse effects of external biotic and abiotic factors. Many secondary metabolites are biologically active substances and are used in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. Other secondary metabolites with a biocidal effect against phytopathogens can be used instead of classical agrochemicals (Guerriero et al., 2018).

The genus *Salvia* (sage) is the richest in the number of species of the family Lamiaceae. More than 900 species of sage represent aromatic plants, perennials blooming in various colors. Other species are woody shrubs, shrubs, semi-shrubs, rarely trees. The genus *Salvia* is widely distributed in its species diversity in Latin (Mexico) and South America, in Central and East Asia, in the Mediterranean region, which is considered

[1] *University of Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Ecology, 17. novembra 1, SK-081 16 Prešov, Slovakia; e-mails: agata.cernakova@smail.unipo.sk, daniela.grulova@unipo.sk*

[2] *University of Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Biology, 17. novembra 1, SK-081 16 Prešov, Slovakia; e-mail: janka.poracova@unipo.sk*

[*] *corresponding author*

to be its development center, from where it has spread further across Europe. It occurs in all climatic zones. There are hundreds of natural and bred hybrids in the genus *Salvia* (Whittlesey, 2014). Del Carratore et al. (1998) scientifically discuss the historical formation of sage nomenclature, citing works from the 16th century.

This concise review article outlines major essential oils found in 17 species of the genus *Salvia*. The article describes those compounds found with percentage composition >1% and reported by at least two independent authors.

Chemical Compounds in plant metabolism

Plants synthesize many different secondary metabolites (estimated at 200,000), with complex chemical compositions produced in response to various forms of environmental change to perform basic physiological tasks such as attracting pollinators, creating symbiosis, and providing structural components to woody cell walls of vascular tissues (Ncube & Van Staden, 2015). Other roles of secondary metabolites include plant protection (for example, against viruses and bacteria) and protection against external influences such as UV radiation or cold, where secondary metabolites and their composition represent a specific response to stimuli and environmental changes. Many secondary metabolites produced by plants have bioactive components which are medicinal or toxic. They are traditionally used in medicines, fragrances, flavors, or dietary supplements. They can be essential in cosmetics. Therefore, the scientific and industrial interest in secondary metabolites is enormous (Guerriero et al., 2018).

Biochemical variability

The content of chemical components in plants is not identical but is precisely organized and controlled by biogenetic metabolic processes and metabolic pathways. Most of the secondary components are produced by basic biogenetic processes leading to one or more secondary metabolites, from which numerous derivatives are usually formed by simple enzymatic transformations (Hartmann, 1996). The predisposition to chemical diversification thus forms the essence of the basic secondary metabolites. Guerriero et al. (2018) classify the secondary plant metabolites into four main classes:

1. Terpenoids
2. Flavonoids and phenolic compounds
3. Alkaloids
4. Nitrogen and sulfur compounds

Typical characteristics of secondary metabolites are biochemical variability and the "high degree of freedom" of their components and derivatives. Certain products of metabolic chains may differ qualitatively (structurally) and quantitatively (in concentration), or they may disappear without more serious consequences for plant growth and development. Thus, they differ significantly from the primary metabolites, which are essential for plants and must be strictly stable to guarantee

the structural and functional integrity of the cells or organism, the synthesis of building blocks, enzymes, or hormones (Berenbaum & Zangerl, 1992; Harborne, 1993). In essence, secondary metabolites' degree of freedom (in the chemical sense) is the mechanical basis of chemical variability. Consequently, it is necessary for diversification that occurs under the specific influence of ever-changing environmental conditions (Hartmann, 1996).

The chemical variability of secondary metabolites depends not only on genetic factors but also on climatic conditions. Recent studies have confirmed that the two most important factors of global warming - increased concentrations of CO_2 in the atmosphere and heat - have a significant adverse effect on the production of secondary metabolites in tree leaves (Holopainen et al., 2018). CO_2 increases the proportion of phenolic components in the leaves and, conversely, reduces the formation of terpenoids. The effect of warming has the opposite impact, reducing the production of phenolic compounds in the leaves and, conversely, increasing the output of terpenoids. Other non-biotic products show even more variability. Plants can cope with the stress caused by changes in the environment through changes in the formation of secondary metabolites (Jardine et al., 2017).

Essential oils of the genus Salvia

Several species of the genus *Salvia*, the most representative genus of the *Lamiaceae* family with about 900 species, are grown worldwide for their essential oils. The essential oils have various biological properties such as antimicrobial, viricidal, cytotoxic, antimutagenic, and antifungal (Russo et al., 2013). Table 1 describes major compounds of the genus *Salvia* of seventeen *Salvia* species: *Salvia aethiopis* L., *Salvia amplexicaulis* L., *Salvia austriaca* L., *Salvia chloroleuca* L., *Salvia divaricata* L., *Salvia dumetorum* L., *Salvia eriophora* L., *Salvia forsskaolei* L., *Salvia glutinosa* L., *Salvia longipedicellata* L., *Salvia nemorosa* L., *Salvia officinalis* L., *Salvia pilifera* L., *Salvia pratensis* L., *Salvia sclarea* L., *Salvia verbenaca* L. and *Salvia verticillata* L. Subsequently, Table 2 introduces their major identified volatile constituents.

The essential oils are usually extracted from the air-dried samples and then are subjected to hydrodistillation for 2–3 hours. Some authors also analyzed the fresh plants (Senatore & De Feo, 1998; Then et al., 2003; Ben Farhat et al., 2019). Šulniūtė et al. (2017) isolated the volatile compounds from just 10g of dried herbs. Other authors usually used larger samples. Šulniūtė et al. (2017) also explored supercritical fluid extraction with carbon dioxide (SFE-CO2), but the amount of volatiles isolated was 1.4–5.9 times lower compared to hydrodistillation. Gas Chromatography (GC) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC–MS) evaluated the essential oil components.

Table 1. Major compounds of the genus *Salvia* with percentage composition >1% and reported by at least two independent authors (Senatore & De Feo, 1998; Veličković et al., 2002; Anačkov et al., 2009; Then et al., 2003; Šulniūtė et al., 2017; Ben Farhat et al., 2019; Kurkcuoglu, 2019; Talebi et al., 2019).

Chemical classes	Compound
Monoterpene hydrocarbons	α-Pinene, β-Pinene, Camphene, Limonene, α-Thujene, β-Thujene, γ-Terpinene, Myrcene, p-Cymene, Sabinene
Sesquiterpene hydrocarbons	β-Cubebene, E-Caryophyllene, α-Humulene, δ-Cadinene, γ-Cadinene, Z-β-Farnesene, Bicyclogermacrene, γ-muurolene
Oxygenated Monoterpenes	1,8-Cineole, Linalool, Borneol, Thymol, Camphor, 1-α-Terpineol, Linalyl acetate
Oxygenated Sesquiterpenes	Caryophyllene-oxide, Viridiflorol, Spathulenol
Aliphatic Components	Nonanal, Hexadecanoic acid, 1-methyl ethyl ester
Others	(Z)-β-Ocimene, α-Copaene, β-Caryophyllene, Germacrene-D, epi-13-Manool, Phytol, Pentacosane

Salvia officinalis L. is the most studied species due to the antibacterial effects of secondary metabolites. It contains monoterpenes with a wide range of carbon structures, including acyclic, monocyclic, and bicyclic compounds. Three different monoterpene synthases cause the formation of the most characteristic monoterpenes of sage essential oil – according to research from Jordan:

1. Sabinene synthase catalyzes the production of sabinene, which undergoes further rearrangements leading to two major monoterpenes, α- and β-thujone.
2. 1,8-Cineole synthase produces 1,8-cineole in one step.
3. Finally, bornyl diphosphate synthase produces bornyl diphosphate, which is subsequently hydrolyzed to borneol and then oxidized to camphor (Abu-Darwish et al., 2013).

For *Salvia officinalis* L. it was also confirmed that the extract of essential oils from mountain plants had a significantly higher content of α-pinene, limonene, β-thujone, borneol, and manool, and a lower content of α-thujone, camphor, and viridiflorol compared to plants grown in flat areas. According to Bedini et al. (2020), α-thujone was the main compound of sage, while they also found significant amounts of camphor and 1,8-cineole. Cvetkovikj et al. (2015) also studied several populations of *Salvia officinalis* L. from the Balkans and identified four different chemotypes that differ in *cis*-thujone, *trans*-thujone, and camphor content. A significant correlation of the essential oil composition with geographical variables was observed. Finally, Tundis et al. (2020) found that camphor (16.16–18.92%), 1,8-cineole (8.80–9.86%), β-pinene (3.08–9.14%), camphene (6.27–8.08%), and α-thujone (1.17–9.26%) were identified as the most abundant constituents in *Salvia officinalis* L. collected in three areas of Southern Italy. The main components of *Salvia officinalis* L. essential oils are liquid, volatile, form emulsions in water. They are soluble in organic solvents: α- and β-thujone, 1,8-cineole, camphor, and borneol (Šulniūtė et al., 2017).

Table 2. Major identified volatile constituents of *Salvia* species.

Salvia species	Major compounds and % range	References
Salvia aethiopis L. (flowers)	α-Thujone (21.8%), 1,8-Cineole (17.0%), Camphor (5%)	Velickovic et al. (2002)
Salvia amplexicaulis L.	Germacrene D (14.8-15.6%), caryophyllene oxide (14.7-10.5%), β-Bourbonene (3.9-4.4%)	Petrovic et al. (2009) Šulniūtė et al. (2017)
Salvia austriaca L.	Thymol (12.4%), neoiso-3-Thujyl acetate (3.4%), phytol (3.3%)	Šulniūtė et al. (2017)
Salvia chloroleuca L. (Polor population)	β-pinene (22.7%), α-pinene: (18.3%), germacrene D (7.7%), sabinene (6.6%)	Talebi et al. (2019)
Salvia chloroleuca L. (Neyshabur population)	Spathulenol (19.8%), bicyclogermacrene (11.4%), p-cymene (10.8%), β-pinene (10.4%)	Talebi et al. (2019)
Salvia divaricata L.	1,8-cineole (34.4%), linalyl acetate (10.3%), linalool (7.8%), α-pinene (6.1%), camphor (3.8%)	Kurkcuoglu et al. (2019)
Salvia dumetorum L.	Caryophyllene oxide (11.9%), Manool (9.5%), Spathulenol (2.8%)	Šulniūtė et al. (2017)
Salvia eriophora L.	Caryophyllene oxide (13.7%), heptacosane (8.9%), chavicyl angelate (8.2%)	Kurkcuoglu et al. (2019)
Salvia forsskaolei L.	Spathulenol (10%), (E)-Caryophyllene (5.1%), α-Humulene (2.3%)	Šulniūtė et al. (2017)
Salvia glutinosa L.	Caryophyllene oxide (0.5-5.6%), α-Humulene (0.6-3%)	Šulniūtė et al. (2017); Velickovic et al. (2002)
Salvia longipedicellata L.	β-caryophyllene (47.9%), α-humulene: (11.5%)	Kurkcuoglu et al. (2019)
Salvia nemorosa L.	Caryophyllene oxide (22%), p-Vinylguaiacol (5.3%), 14-Hydroxy-(Z)-caryophyllene (5.2%)	Šulniūtė et al. (2017); Then et al. (2003)
Salvia officinalis L.	(E)-Caryophyllene (58.8%), Humulene epoxide II (29%), α-Humulene (20.6%)	Šulniūtė et al. (2017)
Salvia pilifera L.	α-Pinene (9.4%), β-eudesmol (6.1%), myrcene (5.3%), *ar*-curcumene (5.1%)	Kurkcuoglu et al. (2019)
Salvia pratensis L.	Caryophyllene oxide (7.4-20%), 1,8-cineole (3.9-6.2%), β-Caryophyllene (1.6-8.1%)	Senatore & De Feo, (1998); Velickovic et al. (2002); Šulniūtė et al. (2017)
Salvia sclarea L.	Linalyl acetate (41%), Caryophyllene oxide (27.2%), (5E,9E)-Farnesyl acetone (23,4%)	Šulniūtė et al. (2017)
Salvia verbenaca L.	Viridiflorol (3.4–17.7%), α-pinene (0.7–15.9%), β-caryophyllene (1–15.3%), p-cymene (1.3–14.2%), 1,8-cineole: (2–12.8%)	Ben Farhat et al. (2019)
Salvia verticillata L.	Spathulenol (8,9%), Germacrene D (5,6%), Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1-α-ol (3,7%)	Šulniūtė et al. (2017)

Anačkov et al. (2009) describe apparent differences in the main compounds in the essential oil of *Salvia pratensis* L., which was E-caryophyllene (26.4%), while in *Salvia bertolonii* L. the essential oil was caryophyllene oxide (35.1%). The main class of substances in the essential oil of *Salvia pratensis* L. was the group of sesquiterpene hydrocarbons (53.7%), followed by aliphatic compounds (15.7%).

Interesting results were found in the quality of essential oil in *Salvia pratensis* L. in the locality of České Středohoří-Radobýl in the Czech Republic, with a very high content of linalool (43.3%) compared to plants from other Czech localities (Dušek et al., 2010). On the other hand, this sample found a shallow caryophyllene content compared to samples from other localities where it showed caryophyllene up to 86.4%; this suggests that the population from this locality is very different from the others. The composition of the essential oil of *Salvia pratensis* L. is generally characterized by a higher proportion of *β*-caryophyllene and *γ*-muurolene. Their ratio in the calyx and the leaf oils is similar, but in the essential oil of the leaves, it is reversed (Then et al., 2003). Veličković (2002) identified caryophyllene as the main compound of the essential oil of *Salvia pratensis* L.

Major essential oils compounds of the same species but different populations are usually the same, but with different percentages. For example, Talebi et al. (2019) reported that two populations of *Salvia chloroleuca* L. harvested from different altitudes 1700 and 2100 m in Iran had the same first and second main groups of compounds, monoterpene, and sesquiterpene hydrocarbons. However, the studied Polor and Neyshabur populations had different percentages of monoterpene hydrocarbons, 62.5%, and 43.9%, respectively, and 16.3% and 24.4% of sesquiterpene hydrocarbons.

Šulniūtė et al. (2017) compared the extraction of essential oils using hydrodistillation and SFE-CO_2 of ten *Salvia* species grown in Kaunas Botanical Garden at Vytautas Magnus University in Lithuania. Hydrodistillation was a considerably more effective method for the extraction of mono and sesquiterpenes (the total amount extracted was from 8 – *Salvia glutinosa* L. – to 195 times – *Salvia sclarea* L. – higher than by SFE-CO_2), which are typical essential oils constituents, whereas alkanes were better extracted by the SFE-CO_2 method (the total amount of extracted alkanes was from 3.5 – *Salvia sclarea* L. – to 40.8 times – *Salvia officinalis* L. – higher than by hydrodistillation).

The essential oil composition of the fresh and dried plant organs of *Salvia nemorosa* L. (native in Hungary) cultivated in the experimental garden of the Ecological and Botanical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences did not differ (Then et al., 2003). The oil composition of each *Salvia nemorosa* L. organ – leaf, calyx, and petal – was the same.

The analysis of *Salvia divaricate* L., *Salvia eriophora* L., *Salvia longipedicellata* L., and *Salvia pilifera* L., the four endemic Salvia species in Turkey, revealed that the species have monoterpene-rich oil under the α/β-pinene group. The remaining two oils contained sesquiterpenes as the main constituents (Kurkcuoglu et al., 2019).

Salvia genus contains a diversity of bioactive constituents, showing significant variations affected by the collection sites and phenophase. Ben Farhat et al. (2019) found that *Salvia verbenaca* L. harvested from 10 regions in Tunisia yielded almost equal amounts of monoterpene hydrocarbons and oxygenated monoterpenes. In contrast, the sesquiterpene fraction was influenced by the collection site.

Conclusion

This article has provided a concise review of major essential oils found in 17 species of the genus *Salvia*. The results indicate that caryophyllene oxide, 1,8-cineole, germacrene D, *β*-caryophyllene, ppathulenol, and α-humulene are characteristic for genus *Salvia*. These major compounds extracted from air-dried or fresh plants were obtained from different soils and altitudes in different countries.

Plants synthesize a vast number of secondary metabolites with a complex chemical composition. The tremendous scientific and industrial interest in secondary metabolites guarantees that knowledge about the essential oils can significantly impact the pharmaceutical and cosmetic industries, agriculture, and the production of food supplements.

Acknowledgments

This research was partly supported under the project VEGA nr. 1/0087/20.

Literature

Abu-Darwish, M.S. – Cabral, C. – Ferreira, I.V. – Gonçalves, M. J. – Cavaleiro, C. – Cruz, M.T. – Al-Bdour, T.H. – Salgueiro, L., 2013. Essential Oil of Common Sage (*Salvia officinalis* L.) from Jordan: Assessment of Safety in Mammalian Cells and Its Antifungal and Anti-Inflammatory Potential. BioMed Research International, 2013: 1-9.

Bedini, S. – Guarino, S. – Echeverria, M.C. – Flamini, G. – Ascrizzi, R. – Loni, A. – Conti, B., 2020. *Allium sativum*, *Rosmarinus officinalis*, and *Salvia officinalis* Essential Oils: A Spiced Shield against Blowflies. Insects, 11(3).

Ben Farhat, M. – Sotomayor, J.A. – Jordán, M.A., 2019. *Salvia verbenaca* L. essential oil: Variation of yield and composition according to collection site and phenophase. Biochemical Systematics and Ecology, 82: 35-43.

Berenbaum, M.R. – Zangerl, A.R., 1992. Genetics of Secondary Metabolism and Herbivore Resistance in Plants. Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites, 1992: 415-438.

Cvetkovikj, I. – Stefkov, G. – Karapandzova, M. – Kulevanova, S. – Satović, Z., 2015. Essential Oils and Chemical Diversity of Southeast European Populations of *Salvia officinalis* L. Chemistry & Biodiversity, 12(7): 1025-1039.

Del Carratore, F. – Garbari, F. – Jarvis, C., 1998. The application of the Linnaean names *Salvia pratensis, S. agrestis, S. haematodes, S. verbenaca* and *S. clandestina* (Lamiaceae). Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 132(2): 169-176.

Dušek, K. – Dušková, E. – Smékalová, K., 2010. Genetic diversity of selected medicinal plants in protected landscape areas in the Czech Republic. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 46: 34-366.

Guerriero, G. – Berni, R. – Muñoz-Sanchez, J. – Apone F. – Abdel-Salam E. – Qahtan A. – Alatar A. – Cantini C. – Cai G. – Hausman J.-F. – Siddiqui K. – Hernández-Sotomayor S. – Faisal M., 2018. Production of Plant Secondary Metabolites: Examples, Tips and Suggestions for Biotechnologists. Genes, 9(6): 309.

Harborne, J.B., 1993. Introduction to Ecological Biochemistry. 4th ed. Academic Press, London.

Hartmann, T., 1996. Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. Entomologia Experimentalis et Applicata, 80(1): 177-188.

Holopainen, J.K. – Virjamo, V. – Ghimire, R.P. – Blande, J.D. – Julkunen-Tiitto, R. – Kivimäenpää, M., 2018. Climate Change Effects on Secondary Compounds of Forest Trees in the Northern Hemisphere. Frontiers in Plant Science, 9: 1445.

Jardine K.J. – Jardine A.B. – Holm J.A. – Lombardozzi D.L. – Negron-Juarez R.I. – Martin S.T. – Beller H.R. – Gimenez B.O. – Higuchi N. – Chambers J.Q., 2017. Monoterpene 'thermometer' of tropical forest-atmosphere response to climate warming. Plant, Cell & Environment, 40(3): 441-452.

Kurkcuoglu, M. – Duran, A. – Baser, K.H.C., 2019. The Essential Oils of Four Endemic Salvia Species in Turkey. Chemistry of Natural Compounds, 55(2): 354-358.

Ncube, B. – Van Staden, J., 2015. Tilting Plant Metabolism for Improved Metabolite Biosynthesis and Enhanced Human Benefit. Molecules, 20(7): 12698-12731.

Petrović, S. – Pavlović, M. – Tzakou, O. – Couladis, M. – Milenković, M. – Vučićević, D. – Niketić, M., 2009. Composition and Antimicrobial Activity of *Salvia amplexicaulis* Lam. Essential Oil. Journal of Essential Oil Research, 21(6): 563-566.

RUSSO, A. - Formisano, C. – Rigano, D. – Senatore, F. – Delfine, S. – Cardile, V. – Rosselli, S. – Bruno, M., 2013. Chemical composition and anticancer activity of essential oils of Mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions. Food and Chemical Toxicology, 55: 42-47.

Sachs, J., 1873. Grundzüge der Pflanzen-Physiologie, Staatliche Bibliothek Passau: Engelmann.

Senatore, F. – De Feo, V., 1998. Essential Oils from *Salvia* spp. (Lamiaceae). II. Chemical Composition of the Essential Oil from *Salvia pratensis* L. subsp. *haematodes* (L.) Briq. Inflorescences. Journal of Essential Oil Research, 10(2): 135-137.

Šulniūtė, V. – Baranauskienė, R. – Ragažinskienė, O. – Venskutonis, P.R., 2017. Comparison of composition of volatile compounds in ten Salvia species isolated by different methods. Flavour and Fragrance Journal, 32(4), 254-264.

Talebi, S.M. – Behzadpour, S. – Matsyura, A., 2019. Morphological and essential oil variations among Iranian populations of *Salvia chloroleuca* (Lamiaceae). Biosystems Diversity, 27(3): 233-237.

Then, M. – Lemberkovics, E. – Marczal, G., 2003. Study of plant anatomical characteristics and essential oil composition of Hungarian Salvia species. Acta Horticulturae, 597: 143-148.

Tundis, R. – Leporini, M. – Bonesi, M. – Rovito, S. – Passalacqua, N.G., 2020. *Salvia officinalis* L. from Italy: A Comparative Chemical and Biological Study of Its Essential Oil in the Mediterranean Context. Molecules, 25(24): 5826.

Velickovic, D. – Randjelovic, N. – Ristic, M. – Smelcerovic, A. – Velickovic, A., 2002. Chemical composition and antimicrobial action of the ethanol extracts of *Salvia pratensis* L. *Salvia glutinosa* L. and *Salvia aethiopis* L. Journal of the Serbian Chemical Society, 67(10): 639-646.

Whittlesey, J., 2014. John Whittlesey 4th., Portland, London: Timber Press.

Sieťový Zooplanktón malých vodných objektov v katastri obce Kojatice

Net Zooplankton of the small water bodies in the municipality of the village Kojatice

Karina Hekkel[1] – Radoslav Smoľák[1]*

Abstract

The aim of this work was to evaluate the dynamics of zooplankton in temporal water bodies in the municipality of the village Kojatice, taking into account the influence of ecological temperature factors and ecologically active surfaces (EAS). The effect of EAS on zooplankton diversity and abundance in small temporary waters has not been statistically confirmed The research also included a comparison of the qualitative - quantitative composition of zooplankton between small temporal and permanent water bodies. In total, we recorded the presence of 15 taxa of the rotifers (Rotifera) with the dominance of the class Bdelloidea, 14 taxa of Cladocera with the most abundant occurrence of Daphnia obtusa (Kurz, 1874) and all three main developmental stages of Copepoda. The main idea of the presented work was also to point out the importance of small water objects, which form a necessary component in preserving the biodiversity of zooplankton and their spread.

Keywords

zooplankton, temporal water objects, ecological factors, Rotifera, Cladocera, Copepoda

Úvod

Odlesňovanie krajiny podporuje vznik periodických vôd v lesostepných a stepných oblastiach, ktoré vytvárajú vhodné podmienky pre život rôznych planktónnych druhov (Brtek, 1976). Periodické vody patria medzi lentické vodné objetky. Charakteristické sú tým, že obsahujú vodu len občas, a to len na niekoľko mesiacov či týždňov. Vznikajú na špecifických miestach, buď po topení snehu na jar, po dažďoch alebo pri zvyšujúcej sa hladine podzemných vôd. Častokrát vznikajú na nepriepustnom podloží, napr. íl, skaly, piesok a pod. (Hrbáček, 1966). Práve temporálne vodné objekty poskytujú ideálne podmienky pre výskyt skúmaných planktonických druhov (Illyová, 2010). Hustota populácie zooplanktónu je závislá aj od veľkosti jedincov daného spoločenstva, pretože čím sú jedince menšie, tým je väčšia hustota populácie (Kubíček & Zelinka, 1982). Rozdiely nachádzame, aj v sfarbení planktónu, ktorý závisí aj od vzťahov k životnému prostrediu, planktónne druhy, ktoré žijú v malých vodných nádržiach, litorálnych či bentických oblastiach majú žltavé až načervenavé sfarbenie. Druhy, ktoré obývajú pelagiál, sú zvyčajne bezfarebné, priesvitné a číre (Schubert, 1973).

[1] *Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17. novembra 1, SK-08116 Prešov, Slovensko. e-maily: karina.hekkel@gmail.com; radoslavsmolak@gmail.com*

[*] *korešpondenčný autor*

Osídlenie temporálnych vodných objektov zooplanktónom a inými bezstavovcami je ovplyvňované prítomnosťou vody. V určitých obdobiach môžu byť úplne bez vody. Zo zooplanktónu najlepšie prečkávajú obdobie sucha perloočky (Dvořák & Imhof, 1998). Okrem prítomnosti a množstva vody, ovplyvňuje zooplanktón v temporálnych vodných objektoch aj množstvo ďalších faktorov, ako je napríklad teplota vody, kyslík a ďalšie anorganické látky či živiny a mnoho ďalších premenných. Chemizmus temporálnych vodných objektov je charakteristický zvyčajne dostatkom kyslíka, neskôr jeho nízkymi hodnotami v závislosti od množstva a biomasy zooplanktónu. Postupným odparovaním vody narastá aj salinita vody (Heteša et al., 2012).
Na základe zozbieraných údajov sme zisťovali vplyv teploty a ekologicky aktívnych povrchov na diverzitu a početnosť jedincov. Je predpokladom, že čím je menší objem vody, tým by mal byť pomer styčnej plochy vody so vzduchom a pôdou vyšší a tým pádom by mala byť aj vyššia diverzita a početnosť jedincov.

Materiál a metódy

Charakteristika územia

Spolu 10 sledovaných vodných objektov sa nachádza v blízkosti obce Kojatice. Päť lesných mlák, rozmerovo podobných temporálnych vodných objektov vytvorených zaliatím koľají po kolesách ťažkej lesnej techniky, označených ako Temp1-Temp5 malo priemernú hĺbku od 8 do 14 cm, a plochu od 1,6 do 4,3 m^2. Päť trvalo zamokrených vodných objektov stojatej vody napájaných lesným potokom, označených ako Perm1-Perm5 malo priemernú hĺbku od 4 do 20 cm, a plochu od 0,7 m^2 do 16,8 m^2. Sledované obdobie (jún-október 2018) bolo relatívne bohaté na zrážky čo zabezpečilo kontinuálnu prítomnosť vody. Na základe predošlého sledovania vieme potvrdiť, že k vysychaniu dochádza viackrát za rok. Najbližšie vyschnutie všetkých sledovaných lesných mlák po sledovanom období nastalo v marci 2019. Základné údaje o skúmaných vodných objektoch sú v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Základná charakteristika skúmaných vodných objektov v blízkosti obce Kojatice
Table 1. Characteristics of the studied water bodies near by Kojatice village.

		GPS koordinát		Objem vody v čase odberu vzoriek (l)									
lokalita	typ habitatu	zem. šírka (N)	zem. dĺžka (E)	10.6.2018	23.6.2018	7.7.2018	20.7.2018	4.8.2018	18.8.2018	2.9.2018	15.9.2018	1.10.2018	14.10.2018
Temp1	lesná mláka	48.995579	21.117981	128	99,2	70,4	75,2	104	99,2	137,6	124,8	75,2	51,2
Temp2	lesná mláka	48.996771	21.116063	141,1	116,6	89,3	93,6	113,8	118,2	155,5	132,5	87,8	70,6
Temp3	lesná mláka	48.997144	21.115516	189,6	148,8	93,6	112,8	141,6	151,2	220,8	168	100,8	72
Temp4	lesná mláka	48.997306	21.115307	576	480	393,6	412,8	489,6	499,2	585,6	532,8	388,8	355,2
Temp5	lesná mláka	48.997496	21.115205	560	484	392	448	492	472	592	524	396	356
Perm1	rybník	48.988072	21.123902	3600	3564	3546	3582	3573	3576,6	3567,6	3594,6	3546	3537,2
Perm2	lesná studnička	48.985502	21.129542	90	88,2	86,4	89,1	87,3	87,8	88,1	89,8	84,6	85,5
Perm3	lesný potok	48.983061	21.128571	448	445,8	446,9	442,4	431,2	434,6	444,6	445,8	423,4	422,2
Perm4	lesný potok	48.979971	21.130578	45	44,8	44,7	44,9	44	43,9	44,1	45,4	44,7	44,7
Perm5	lesná studnička	48.987013	21.135164	150	147	144,8	149,1	147,8	149,8	149,4	149,8	149,5	149,4

Metodológia zberu a spracovanie vzoriek

Odber vzoriek prebiehal v mesiacoch jún 2018, až október 2018. Spolu bolo zrealizovaných 10 odberov, v intervale každý druhý týždeň. Pri každom jednom odbere sme filtrovali 6 litrov vody cez planktonickú sieťku do zberných fľašiek

o objeme 50 ml z 5 periodických vodných plôch a 5 permanentných vodných objektov. Vzorky boli na mieste odberu fixované 40% formaldehydom na výslednú koncentráciu 4%, čo zodpovedá pomeru vzorka: formaldehyd, 10:1.

Vzorky sme sledovali pod mikroskopom v laboratóriu katedry ekológie FHPV PU. Všetky identifikované jedince zooplanktónu sme určovali na čo najnižšiu možnú taxonomickú úroveň podľa určovacích kľúčov zooplanktónu od autorov Illyová & Baláži (2004) a Koste (1978). Zástupcov podtriedy Copepoda sme z dôvodu náročnosti determinácie určovali len do troch vývinových štádií (nauplius, kopepodit, dospelec).

Meranie teploty prebiehalo v rovnakom čase ako odber zooplanktónu. Merali sme digitálnym teplomerom na desatinné hodnoty v stupňoch Celzia. Vo všetkých vodných objektoch sme teplotu vody merali približne uprostred vodnej hladiny v hĺbke 5 cm.

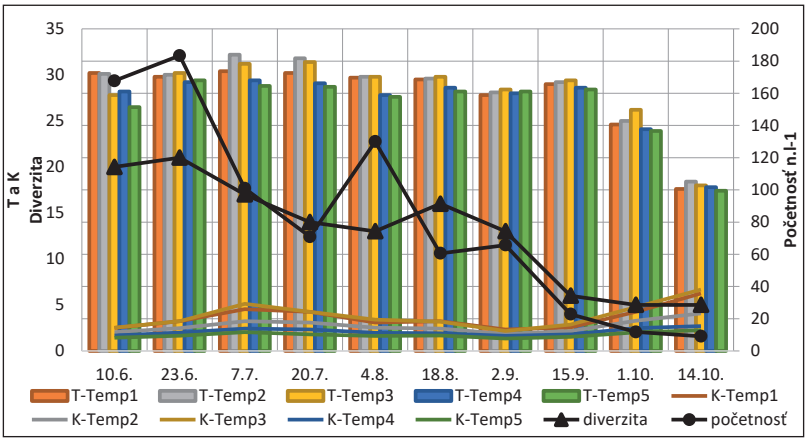
Výpočet ekologicky aktívnych povrchov (EAS) je výsledkom prepočtu veľkosti obsahu styčných plôch s pôdou a so vzduchom jednotlivých vodných plôch k objemu vody v konkrétnych vodných objektoch. Následne sme získali hodnotu pomeru styčných plôch k objemu vody, označovanú ako „K“. Vzorec pre výpočet pomeru styčných plôch s pôdou a so vzduchom k objemu vody:

$$K = \frac{Sa + Sb}{V}$$

Sa – plocha povrchu vodného telesa; Sb – plocha dna vodného telesa; V – objem vody vodného telesa.

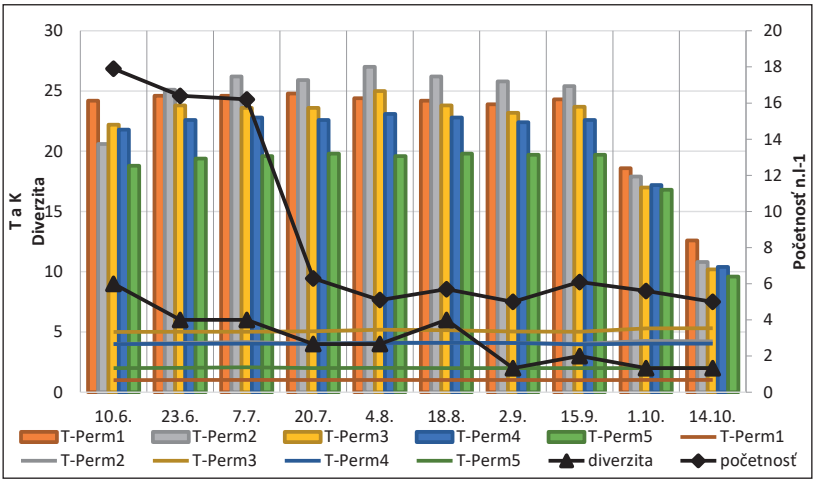
Plochu povrchu vodného telesa sme vypočítali z nameraných rozmerov vodnej plochy a plochu dna vodného telesa z nameraných hĺbok v rôznych častiach vodného objektu pomocou laserového merača vzdialenosti. Objem vody bol vypočítaný z nameraných dĺžkových a hĺbkových údajov.

Výsledky a Diskusia



Obrázok 1. Zmeny teploty °C (T), pomeru styčnej plochy k objemu vody (K), početnosti a diverzity zooplanktónu v čase odberov zooplanktónu v sledovaných temporálnych vodných objektoch.

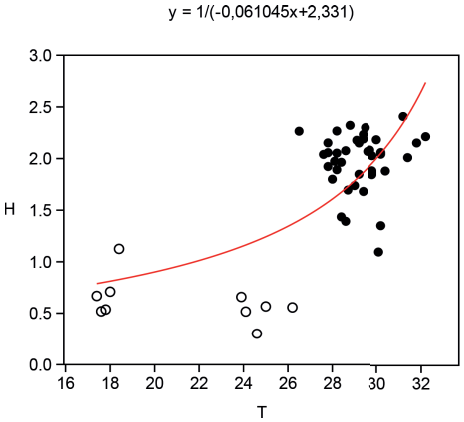
Figure 1. Changes in temperature ° C (T), ratio of contact area to water volume (K), abundance and diversity of zooplankton at the time of zooplankton sampling in monitored temporal water bodies.



Obrázok 2. Zmeny teploty °C (T), pomeru styčnej plochy k objemu vody (K), početnosti a diverzity zooplanktónu v čase odberov zooplanktónu v sledovaných permanentných vodných objektoch.

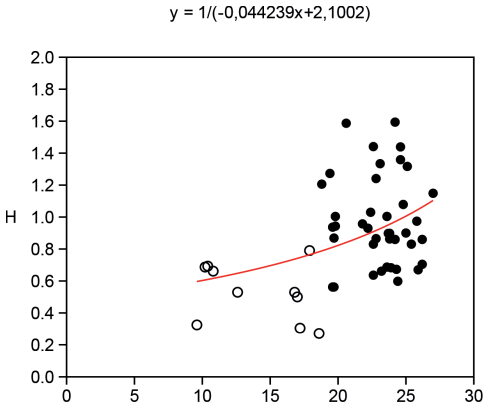
Figure 2. Changes in temperature ° C (T), ratio of contact area to water volume (K), abundance and diversity of zooplankton at the time of zooplankton sampling in monitored permanent water bodies.

Najväčšia početnosť zooplanktónu bola zaznamenaná 23.6.2018, kedy bola zároveň aj jeho najvyššia diverzita. Pozitívny nárast početnosti zooplanktónu sme zaznamenali aj 4.8.2018, pri ktorom jeho diverzita dosahovala hodnotu 14, čo je v pomere k ostatným údajom málo. Najnižšia početnosť a diverzita zooplanktónu v temporálnych vodách bola 14.10.2018. Na Obrázku 1 vidíme ako sa menil pomer styčných plôch vody k objemu, nárast jeho hodnôt sme zaznamenali 7.7.2018 vo všetkých temporálnych vodách, čo môže súvisieť s vyššou teplotou vody. Najvyššie hodnoty vo všetkých temporálnych vodných objektoch boli 14.10.2018, kedy bola nameraná aj najnižšia teplota vody vo všetkých sledovaných temporálnych vodách.
V prípade permanentných vodných objektov bola teplota vody stálejšia ako v prípade temporálnych vodných objektov a rovnako výrazne poklesla v októbri (najmä 14.10.2018) a to u všetkých sledovaných vodných objektoch rovnako. V permanentných vodných objektoch bola diverzita a početnosť zooplanktónu výrazne nižšia ako v temporálnych vodách. Na začiatku sledovaného obdobia, konkrétne 10.6. 2018 bolo zaznamenaných najviac taxónov zároveň s najvyššou početnosťou zooplanktónu. Dňa 20.7.2018 je na Obrázku 2 vidieť výrazný pokles početnosti zooplanktónu, ktorý bol zaznamenávaný aj pri ďalších odberoch zooplanktónu. EAS sa v permanentných vodných objektoch nijako výrazne nemenil, v menších odchýlkach bol takmer konštantný. Potvrdili sme koreláciu medzi teplotou a diverzitou.

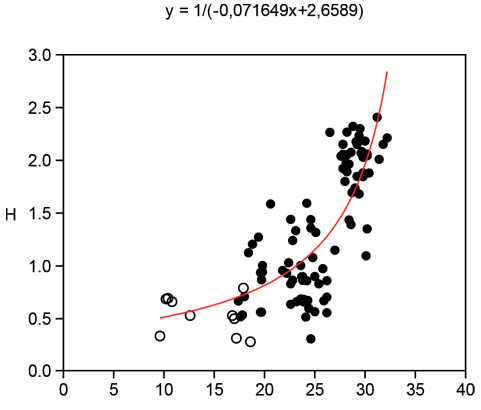


Obrázok 3. Korelácia (Spearman, $p < 0.001$, $rs = 0.49$) medzi teplotou (T) a diverzitou (H) v sledovaných temporálnych vodných objektoch.
Figure 3. Correlation (Spearman, $p < 0.001$, $rs = 0.49$) between temperature (T) and diversity (H) in monitored temporal water bodies.

Z Obrázku 3 je zrejme, že teplota ovplyvňuje rozmanitosť zooplanktónu, to znamená, že čím bola vyššia teplota, tým viac taxónov planktónu sme zaznamenali, ale zároveň počas sledovaného obdobia vplýval na diverzitu ešte aj iný nesledovaný sezónny faktor, čo vysvetľujú prázdne krúžky, ktoré symbolizujú nízku diverzitu planktónu najmä v októbri, kedy aj teplota bola nižšia.



Obrázok 4. Korelácia (Spearman, $p < 0.001$, rs = 0.49) medzi teplotou (T) a diverzitou (H) v sledovaných permanentných vodných objektoch.
Figure 4. Correlation (Spearman, $p < 0.001$, rs = 0.49) between temperature (T) and diversity (H) in monitored permanent water bodies.
Z Obrázku 4 prezentujúceho korelácie medzi teplotou a diverzitou v permanentných vodách nám vyplývajú podobné výsledky ako v predchádzajúcom grafe u temporálnych vodných plôch.



Obrázok 5. Korelácia (Spearman, $p < 0.001$, rs = 0,49) medzi teplotou (T) a diverzitou (H) v sledovaných temporálnych a permanentných vodných objektoch.
Figure 5. Correlation (Spearman, $p < 0.001$, rs = 0.49) between temperature (T) and diversity (H) in monitored temporal and permanent water bodies.

Na Obrázku 5 sú znázornené údaje diverzity spolu z temporálnych aj permanentných vôd a ich korelácia s teplotou. Vyplýva z neho, že čím bola teplota vyššia, tým bola aj väčšia diverzita planktónu celkovo, ale neplatí to úplne, keďže nám tam zohrával rolu aj iný sezónny faktor, ktorý sme nesledovali.

Celkovo sme v temporálnych a permanentných vodných objektoch zistili 27 taxónov zooplanktónu (Rotifera 15, Cladocera 11 a bližšie nešpecifikovaní zástupcovia podtriedy Copepoda) (Tabuľka 2). Počas sledovaného obdobia 5 mesiacov jún až máj 2018, dominoval zooplanktón diverzitou a početnosťou najmä v temporálnych vodných objektoch, v permanentných sa vyskytoval v oveľa menšom zastúpení. Počas skúmaného obdobia sme zistili celkový počet taxónov vírnikov (Rotatoria) v počte 15. Išlo o najčastejšie sa vyskytujúcu skupinu. Najvyššiu frekvenciu výskytu mali: Bdelloidea, *Filinia terminalis* (Plate, 1886) a *Brachionu rubens* Ehrenberg, 1838. V menších počtoch sme zaznamenali aj *B. angularis* Gosse, 1851, *B. calyciflorus* Pallas, 1766, *B. leydigii* Cohn, 1862, *B. quadridentatus* Hermann, 1783, *Keratella cochlearis* Gosse, 1851, *Lecane* sp. a *Notholca* sp. Našli sme aj druhy, ako sú *Euchlanis deflexa* (Gosse, 1851) a *Kellicottia longispina* (Kellicott 1879), ale len v permanentných vodných objektoch.

Tabuľka 2. Zoznam identifikovaných taxónov v skúmaných vodných objektov v blízkosti obce Kojatice
Table 2. The list taxa identified in the studied water bodies near by Kojatice village.

Rotifera	Cladocera
Bdelloidea (bližšie neurčené)	*Alona rectangula* (G.O. Sars, 1862)
Brachionus angularis (Gosse, 1851)	*Bosmina coregoni* (Baird, 1857)
Brachionus calyciflorus (Pallas, 1766)	*Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785)
Brachionus leydigii (Rousselet, 1907)	*Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1785)
Brachionus quadridentatus (Hermann, 1783)	*Daphnia obtusa* (Kurz, 1874)
Brachionus rubens (Ehrenberg, 1832)	*Daphnia pulex* (Leydig, 1860)
Brachionus sp.	*Daphnia* sp.
Euchlanis deflexa (Gosse, 1851)	*Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848)
Filinia terminalis (Plate, 1886)	*Moina brachiata* (Jurine, 1820)
Filinia sp.	*Moina micrura* (Kurz, 1875)
Kellicottia longispina (Kellicott, 1879)	*Moina* sp.
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	
Keratella sp.	
Lecane sp.	
Notholca sp.	

Počas sledovaného obdobia sme zaznamenali 14 taxónov z radu perloočiek (Cladocera). Medzi najčastejšie vyskytujúce patrili *Daphnia obtusa* Kurz, 1874, *D. longispina* (O.F. Müller, 1776), *Moina micrura* Kurz, 1875, ktorá je veľmi častá v našich podmienkach a považovaná za kozmopolitný druh (Šrámek – Hušek et al., 1962), a *D. pulex* Leydig, 1860. Mnoho druhov týchto perloočiek preferuje nezarastené biotopy, často aj periodicky vysychavé. Dobre znášajú prehrievanie vody a pokles hladiny kyslíka, väčšinou sa vyskytujú vo veľkých spoločenstvách (Hudec 2010). V menšom množstve

sa vyskytovali druhy *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848), *M. brachiata* (Jurine, 1820), *Bosmina coregoni* (Baird, 1857), *B. longirostris* (O.F. Müller, 1785) a *Alona rectangula* (G.O. Sars, 1862). Za spomenutie stojí fakt, že počas nášho výskumu sme vôbec nespozorovali druh *Moina rectirostris* (Leydig, 1860), ktorý patrí medzi naše najbežnejšie perloočky a vyskytuje sa vo veľkých množstvách v rôznych stojatých vodách, prevažne v lete, pretože je to teplomilný druh (Šrámek – Hušek et al., 1962). Zaujímavým zistením je tiež to, že zástupcov z rodu *Moina* sme vôbec nezaznamenali v permanentných vodách, zato v temporálnych sa vyskytovali v hojnejšom počte, avšak len od júna do začiatku septembra, v neskorších odberoch sme ich už nezaznamenali. V najhojnejšom počte boli zástupcovia tohto radu v dátumoch 18.8. a 2.9.2018. Celkovo sa zástupcovia radu Cladocera vyskytovali v permanentných vodách v minimálnych množstvách, prípadne absentovali, je veľmi pravdepodobné, že je to dôsledkom určitých ekologických faktorov, ktoré sme počas nášho výskumu nesledovali. Zástupcov podtriedy veslonôžky (Copepoda) sme bližšie neurčovali, zaznamenávali sme v iba ich vývinové štádium. Počas našich odberov sa celý čas vyskytovali len v permanentných vodných objektoch a aj to len v štádiu copepodit a nauplius. V temporálnych vodných objektoch sme ich od začiatku októbra už nezaznamenali vôbec, ale dovtedy sa vyskytovali v hojných počtoch. V temporálnych vodách sme ich najviac pozorovali na začiatku sledovaného obdobia, a to konkrétne 10.6.2018, v permanentných vodách sme zaznamenali ich maximum 7. 7. 2018, a to dominovalo hlavne naupliové štádium. Podobnému výskumu sa venoval Smoľák (2013), ktorý skúmal kvalitatívne a kvantitatívne zastúpenie zooplanktónu v 3 lesných studniach a v 3 temporálnych vodných objektoch na juhozápadnom úpätí pohoria Vihorlat. Jeho výskum prebiehal od marca do júna 2012. Zaznamenal spolu 32 taxónov zooplanktónu, s celkovým väčším zastúpením v temporálnych vodách, podobne ako v našich výsledkoch. Frekvencia výskytu taxónov skupiny Cladocera dominovala v temporálnych vodách, skupiny Rotatoria bola výraznejšia v studniach a taxóny zo skupiny Copepoda boli zaznamenané rovnomerne medzi studňami a temporálnymi vodami. S týmito dvomi skupinami zooplanktónu naše výsledky nekorešpondujú, keďže v našom výskume dominoval zooplanktón vo všetkých skupinách v temporálnych vodách.

V permanentných malých vodných objektoch, počas 12 mesiacov pravidelného odberu zooplanktónu, zaznamenal Seminari et al. (2008) v Taliansku 32 taxónov zooplanktónu a to konkrétne 17 zástupcov skupiny Rotatoria, 9 zástupcov radu Cladocera a 6 taxónov skupiny Copepoda. V našom výskume v permanentných vodných objektoch sme zo skupiny Rotatoria zaznamenali 6 taxónov a z radu Cladocera 4 taxóny, čo je výrazne menej oproti výskumu, ktorý realizoval Seminari et al. (2008). Autori sa tiež zaoberali kvalitatívnym zložením temporálnych vôd, v ktorých spozorovali celkovo 28 taxónov zooplanktónu, z ktorých bolo 14 zástupcov skupiny Rotatoria, 9 z radu Cladocera a 5 zástupcov podtriedy Copepoda. V našich výsledkoch v temporálnych vodných objektoch sme zaznamenali 11 taxónov triedy Rotatoria, 14 taxónov radu Cladocera a podtriedu Copepoda opäť nemôžeme kvalitatívne porovnávať. V temporálnych vodných objektoch sme mali oveľa bohatšie zastúpenie taxónov ako SEMINARA et al. (2008). Takéto rozdiely sú ovplyvnené pravdepodobne rôznymi fyzikálno-chemickými faktormi a rozdielnou hydroperiódou. Taktiež je potrebné zdôrazniť

rozdiel v dĺžke trvania výskumu, keďže nie všetky druhy zooplanktónu sa vyskytujú celoročne. Kvalitatívne zastúpenie kôrovcov skúmali Mura & Brecciaroli (2003) v temporálnych vodných objektoch severne od Ríma v Taliansku. Spolu zaznamenali 25 taxónov patriacich do skupín Anostraca, Cladocera, Copepoda a Ostracoda. Najdominantnejšou skupinou boli práve Cladocera so zastúpením v rozmedzí od 37,5% do 46,2% z celkového počtu druhov. Copepoda tvorili od 30,8% do 36,4 %. Skupina Ostracoda bola v zastúpení od 12,5% do 23% a z radu Anostraca spozorovali iba jediného zástupcu *Chirocephalus diaphanus* Prévost, 1803. V našom výskume temporálnych vodných objektov bolo zastúpenie skupín nasledovné: v najhojnejšom počte sa vyskytovali zástupcovia radu Cladocera s podielom 40%, skupina Copepoda mala podielové zastúpenie 31% a Rotatoria tvorili 29% z celkového množstva spozorovaných zástupcov zooplanktónu. Zmeny kvalitatívno- kvantitatívneho zastúpenia zooplanktónu v temporálnych vodách skúmali vedci aj v Indii. Konkrétne Karuthapandi et al. (2012). Ich výskum prebiehal od augusta do septembra v roku 2010, zamerali sa v ňom na rôzne ekologické faktory, ktoré môžu vplývať na početnosť a diverzitu zooplanktónu v temporálnych vodných objektoch. Počas sledovaného obdobia zaznamenali spolu 48 taxónov. Z toho zo skupiny Rotifera bolo 27 taxónov, zo skupiny Cladocera zaznamenali 13 taxónov, zo skupiny Copepoda 5 taxónov a 3 taxóny zo skupiny Ostracoda. V porovnaní s našimi výsledkami môžeme zhodnotiť, že v Indii v temporálnych vodách počas 5 mesačného výskumu zaznamenali raz toľko taxónov, ako sa podarilo zaznamenať nám počas nášho 5 mesačného výskumu. Takéto diametrálne rozdiely sú ovplyvnené nielen fyzikálno-chemickými vlastnosťami vôd, ale tiež rozdielnymi klimaticko-trofickými podmienkami, ktoré sú podstatne priaznivejšie v Indii.

Zooplanktónom temporálnych vôd v tropických oblastiach sa zaoberali PAINA & MELÃO (2019), ktorí skúmali 8 temporálnych vodných objektov v Brazílii počas zaplavenia. Z výsledkov vieme, že celkový počet taxónov, ktorý zaznamenali, bol 26. Z toho Rotatoria v počte 11 taxónov, zástupcovia radu Cladocera 7, Copepoda 3, Anostraca 2 a počet taxónov skupiny Protozoa bol 3. Tieto výsledky sa približujú k našim zisteniam, keďže my sme v temporálnych vodných objektoch zaznamenali spolu tiež 26 taxónov. Výsledky sa líšia v rozmanitosti konkrétnych taxónov, keďže zooplanktón v tropických oblastiach sa môže líšiť od kontinentálneho európskeho zooplanktónu. Po porovnaní našich výsledkov s výsledkami z výskumu z Brazílie, sme zistili zhodnosť v týchto taxónoch zooplanktónu: *B. angularis* (Gosse, 1851) a *B. calyciflorus* (Pallas, 1766), vo výskume sú uvedené aj konkrétne druhy rodu *Lecane*., Týchto zástupcov ale nemôžeme porovnávať, keďže v našom výskume sa nám nepodarilo zástupcov rodu *Lecane* určiť na úroveň druhu.

V mnohých štúdiách sa autori zameriavajú najmä na štrukturálne a organizačné úrovne organizmov. Celkovo sa venuje malá pozornosť miestu, kde sa vyskytuje funkčná aktivita. Už v minulosti mnoho autorov skúmalo vzťah medzi produktivitou a veľkosťou vodnej nádrže. Napríklad Khajlov (1982) sa zaoberal výskumom vysvetľujúcim vzťahy medzi morfometrickými znakmi rybníkov a úlovkami rýb. Ryder et al. (1973) sa zaoberali morfoedafickým indexom, ktorý vysvetľuje vzťah medzi množstvom rozpustených látok vo vode a hĺbkou vody. Terek & Dobrovič (2015) vo

svojom výskume dospeli k výsledku, že EAS k objemu sú súhrnnými ukazovateľmi a predstavujú jeden z metodologických problémov nielen pri hodnotení kapacity vybraných krajinných prvkov a ich zložiek, ale aj pri štúdiu produkcie, stabilizácie či samočistiacej funkcie skúmaných objektov. Morfologické a hydrologické vplyvy na eutrofizáciu vôd skúmali autori Huang et al. (2014) vo východnej Číne, zamerali sa na množstvo a rast chlorofylu-a v 90 plytkých prírodných vodných nádržiach. Počas tohto výskumu, ktorý trval od roku 2008 do roku 2011, zistili, že hĺbka vody a veľkosť plochy povrchu vodných nádrží ovplyvňovala koncentrácie chlorofylu-a v objemovo menších vodných nádržiach. Čím dokázali prítomnosť a vplyv ekologicky aktívnych povrchov. My sme sa zamerali na vplyv ekologicky aktívnych povrchov na diverzitu a početnosť zooplanktónu. Predpokladali sme vzťah kedy čím vyšší bude pomer ekologicky aktívnych povrchov k objemu, tým bude vyššia diverzita a početnosť jedincov. Avšak v našich výsledkoch sa nepotvrdilo, žeby vyšší pomer ekologicky aktívnych povrchov mal vplyv na kvantitatívne či kvalitatívne zastúpenie zooplanktónu v nami sledovaných lokalitách. Dôvodom by mohol byť nepresný výpočet spodnej aktívnej plochy, zároveň objemu, kvôli vyššej členitosti dna vodných telies, ktoré sa nedali jednoznačne určiť. Ďalším dôvodom je fakt, že v sledovaných vodných objektoch výrazne vplýval na diverzitu a početnosť ekologický faktor, ktorý sme počas výskumu nesledovali. Keďže mnoho autorov priamo, či nepriamo dokazuje vplyv ekologicky aktívnych povrchov na množstvo a diverzitu zooplanktónu, fytoplanktónu či rýb vo vodných nádržiach, preto pri ďalšom výskume by bolo vhodné hlbšie sa zaoberať aj touto témou a skúmať ju podrobnejšie za účelom získania presnejších informácií, ktoré by sme aplikovali vo výskume.

Zistili sme však, že na diverzitu planktónu nám vplývala teplota. V našich podmienkach je dlhodobý ročný priemer teploty vody zvyčajne okolo 9 °C. V malých vodných nádržiach teplota môže kolísať až o 20 °C (Lellák & Kubíček, 1991). Keďže náš výskum prebiehal len 5 mesiacov, nevieme určiť ročný priemer teploty vody. Ale z výsledkov je zrejmé, že teplota nebola jediným ekologickým faktorom, ktorý vplýval výrazne na diverzitu zooplanktónu. Vplyvom teploty na diverzitu zooplanktónu sa zaoberali aj Terek & Kubíček (2013) na západnom pobreží Špicbergských ostrovov, ktorí okrem teploty skúmali vplyv aj iných fyzikálnych vlastnosti vody, a to obsah kyslíka, pH, konduktivity a turbidity. Nezistili žiaden priamy vzťah medzi teplotou a diverzitou planktónu, čiže naše výsledky vplyvu teploty na diverzitu planktónu s týmito zisteniami nesúhlasia. Môže to byť zapríčinené stabilnejšou teplotou vody počas roka a rôznou dĺžkou trvania výskumov, keďže my sme odoberali planktón počas 5 mesiacov v jednom kalendárnom roku a Terek s Kubíčkom sledovali vplyv teploty na diverzitu od roku 1983, až do roku 2011. V takomto dlhom časovom rozmedzí teplota nemusela mať výrazný vplyv na diverzitu zooplanktónu. Výsledky vplyvu teploty na diverzitu závisia od dĺžky zavodnenia sledovaných lokalít. Platí, že vyšší potenciál vývinu zooplanktónu majú najdlhšie zavodnené vodné objekty a s dĺžkou zavodnenia stúpa druhové aj taxonomické zastúpenie zooplanktónu (Williams 2006). Vo svojom výskume Bauder (2005) dospel k záveru, že zmena hydroperiódy malých vodných objektov má väčší vplyv na vlastnosti týchto habitov ako zmena teploty. Na rozdiel od týchto výskumov, v Indii, Karuthapandi et al. (2012) skúmali vplyv viacerých ekologických faktorov

na zooplanktón, napr. pH, teplotu, svetlo, konduktivitu, nasýtenosť kyslíka a iné. Ich zistenia, ohľadom vplyvu teploty na diverzitu zooplanktónu v temporálnych vodných objektoch, korešpondujú s našimi výsledkami, pretože našli koreláciu medzi teplotou a diverzitou skupín Rotatoria a Copepoda. U skupiny Cladocera nenašli koreláciu diverzity s teplotou, a teda nezistili vplyv teploty na ich výskyt v temporálnych vodách. Tento postup, zisťovanie korelácie medzi diverzitou zooplanktónu a fyzikálno-chemickými parametrami samostatne, podľa taxonomických skupín, by sme mohli v budúcnosti aplikovať aj my, pri ďalšom výskume.

Záver

Na získaných vzorkách zbieraných v rozpätí piatich mesiacoch, sme skúmali a porovnávali tak kvalitatívne ako aj kvantitatívne parametre týchto vodných objektov a vplyv ekologicky aktívnych povrchov na diverzitu a početnosť zooplanktónu. Zistili sme, že teplota podlieha väčšej oscilácii v temporálnych vodných objektoch ako v tých permanentných, ale výrazný pokles sme zaznamenali až v mesiaci október v obidvoch typoch vodných objektoch. Taktiež sme zistili, že počas celého sledovaného obdobia 5 mesiacov jún až máj 2018, dominoval zooplanktón v diverzite a početnosti v temporálnych vodných objektoch, zatiaľ čo v permanentných sa vyskytoval v oveľa menšom zastúpení.

Čo sa týka zastúpenia zooplanktónu zistili sme prítomnosť 15 taxónov triedy vírniky (Rotatoria), 14 taxónov radu perloočiek (Cladocera) a bližšie nešpecifikovaných zástupcov podtriedy veslonôžok (Copepoda). Najväčšie zastúpenie mali Bdelloidea, *F. terminalis*, *B. rubens*, *D. obtusa*, *D. longispina*, *M. micrura*, *D. pulex* a zo skupiny Copepoda sme zaznamenali najviac zástupcov naupliového vývinového štádia.

Náš predpoklad závislosti medzi pomerom styčnej plochy k objemu a diverzitou a početnosťou jedincov sa nepotvrdil. Pravdepodobne kvôli nepresnému výpočtu styčnej plochy s pôdou a dnom vodných telies ale najmä kvôli malým rozmerom vodných objektov a minimálnym rozdielom v podmienkach a morfologickom charaktere dna jednotlivých vodných objektov. Zato sme zistili koreláciu medzi teplotou a diverzitou zooplanktónu. Čím bola teplota sledovaných lokalít vyššia, tým vyššia diverzita zooplanktónu sa v daných vodných objektoch vyskytovala, pričom diverzitu zooplanktónu museli ovplyvňovať aj iné sezónne faktory, ktoré sme my nesledovali.

Našou prácou sme chceli upriamiť pozornosť na dôležitosť malých vodných plôch, ktoré sú taktiež bohaté na prítomnosť zooplanktónu a tvoria nevyhnutnú zložku pri zachovaní biodiverzity prostredia. Keďže malé vodné objekty viac podliehajú vplyvu vonkajších ekologických faktorov, môžeme v nich nájsť druhy zooplanktónu, ktoré sú prispôsobené na prežívanie dlhých období bez prítomnosti vody.

Poďakovanie

Týmto by sme chceli poďakovať doc. Mgr. Petrovi Mankovi, PhD., za štatistické spracovanie a vyhodnotenie údajov ako aj editorovi a nezávislým posudzovateľom za ich hodnotné a konštruktívne pripomienky k predkladanému manuskriptu. Táto práca bola podporená Vedeckou grantovou agentúrou (projekt č. VEGA-1/0012/20) a Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR KEGA, projekt č. 005PU-4/2019.

Literatúra

Bauder, E. T., 2005. The effects of an unpredictable precipitation regime on vernal pool hydrology. Freshwater Biology, 50(12): 2129-2135.

Brtek, J., 1976. Anostraca, Notostraca, Conchostraca und Calanoida der Slowakei (1. Teil). Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci Bratislava, 22: 19-91.

Dvořák, J. – Imhof, G., 1998. The role of animals and animalcommunities in wetlands. In: Westlake, D. F. – Kvet, J. – Szczepanski, A., (Eds.). The production ecology of wetlands: the IBP synthesis. Cambridge University Press. New York, NY, USA, 211-318.

Heteša, J. – Marvan, P. – Skácelová, O. – Kopp, R., 2012. Řasy a sinice mokřadů dolního Podyjí. Folia Forestalia Bohemica, Lesnická práce sro, Kostelec nad *Černými* lesy, 168 p.

Hrbáček, J., 1966. Hydrobiologie. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 116 p.

Huang, J. – Xu, Q. – Xi, B. – Wang, X. – Jia, K. – Huo, S. – Li, C., 2014. Effects of lake-basin morphological and hydrological characteristics on the eutrophication of shallow lakes in eastern China. Journal of Great Lakes Research, 40(3): 666-674.

Hudec, I., 2010. Fauna Slovenska III. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda). Slovakian Academic Press (VEDA), Bratislava. 176 p.

Illyová, M., 2010. Branchiopoda (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Cladocera) a Copepoda (Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida). PR Šúr In: Majzlan, O. – Vidlička, Ľ., (eds). Príroda rezervácie Šúr, 79-88.

Illyová, M. – Baláži, P., 2004. Hydrobiologický determinačný atlas : Konzumenty IV. Vírniky - Rotifera. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave. 211 p.

Karuthapandi, M. – Xavier Innocent, B. – Siddiqi, S. Z., 2012. Zooplankton in temporary freshwater pond habitat, in Attapur, Hyderabad Andhra Pradesh, India. International Journal of Advanced Life Sciences (IJALS) 1: 22-31.

Khajlov K. M., 1982. Okolograničniie Javlenja v vodejojemach i perspektivy ich spolzovania v biotechnologii. Ekologia, 6: 3-9.

Koste, W., 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mittel-europas, 2nd ed. Gebruder Borntraeger, Berlin and Stuttgart, 673 p.

Kubíček, F. – Zelinka, m, 1982. Základy hydrobiologie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 140 p.

Lellák, J. – Kubíček, F., 1991. Hydrobiologie. 1. vyd. Karolinum Praha, 257 p.

Mura, G. – Breccaroli, B., 2003. The zooplankton crustacean of the temporary waterbodies of the Oasis of Palo (Rome, central Italy). Hydrobiologia, 495: 93-102.

Paina, K. D. A. – Melao, M. D. G. G., 2019. Zooplankton community structure from tropical temporary ponds during a flood period. Limnetica, 38(1): 189-211.

Ryder, R. A. – Kerr, S. R. – Loftus, K. H. – Regier, H. A., 1974. The morphoedaphic index, a fish yield estimator–review and evaluation. Journal of the Fisheries Board of Canada, 31(5): 663-688.

Seminara, M. – Vagaggini, D. – Margaritora, F. G., 2008. Differential responses of zooplankton assemblages to environmental variation in temporary and permanent ponds. Aquat. Ecol., 42: 129-140.

Schubert, A., 1973. *Život* ve sladkých vodách. 1. vyd. Přeložil: Lellák J., Státní Pedagogické Nakladatelství Praha, 285 p.

Smoľák, R., 2013. What do forest wells and temporary forest puddles hide? Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Presoviensis, Natural Sciences, Biology – Ecology, 42: 36-41.

Šrámek – Hušek, R. –Straškraba M. – Brtek, J., 1962. Lupenonožci – Branchiopoda. Fauna ČSSR. Svazek 16. Nakladatelství ČSAV, Praha, 470 p.

Terek, J. – Dobrovič, J., 2015. Ecologically Active Surfaces, Methodological Approach to the Study of Ecological Functions. Ekológia (Bratislava), 34: 207-215.

Williams, D. D., 2006. The Biology of Temporary Waters. Oxford: Oxford University Press, New York, 337 p.

Hmyzožravce a hlodavce (Eulipotyphla, Rodentia) okolia obce Duplín (Ondavská vrchovina, Slovensko)

Insectivores and rodents (Eulipotyphla, Rodentia) on the vicinity of Duplín village (Ondavská vrchovina highlands, Slovakia)

Alexander Csanády

Abstract

This study summarizes the results of the one-year theriological research of small mammals' fauna in the northeastern part of Ondavská vrchovina highlands (Duplín village, DFS 6795, 49°14'06"N, 21°37'37"E, 196–260 m a.s.l.). In the years 2020, a total of 202 small mammals belonging to 9 species were caught by using wooden "Chmela" type live traps. Three species were dominated by the total material: Apodemus agrarius *Pall. (155 ind., 76.7%),* A. flavicollis *Melch. (18 ind., 9.4%) and* Myodes glareolus *Schr. (15 ind., 7.4%). Group dominance for three families was as follows, Soricidae (3.0%), Muridae (87.6%) and Cricetidae (9.4%). In the study was analyzed the fauna of small mammals with a brief comparison of communities by age, sex categories. The study also included data obtained by observation of living and dead individuals in the years 2004–2020, as well as data from research on the house mouse (*Mus musculus *L.) and summer nests of the hazel dormouse (*Muscardinus avellanarius *L.) and the harvest mouse (*Micromys minutus *Pall.) in the monitored area. The overall analysis of observation data and captures confirmed 19 species of insectivores and rodents in the vicinity of the village Duplín.*

Keywords

Small mammals, north-eastern Slovakia, western Carpathians, checklist

Úvod

Poznatky o faune drobných cicavcov (hmyzožravcov a hlodavcov) z územia Ondavskej vrchoviny sú doposiaľ veľmi nedostatočné a nachádzame ich len v niekoľkých starších prácach (Mošanský, 1953, 1957, 1981, 1992, 1993, 1995; Mrciak, 1963; Weisz, 1967; Hodková, 1979; Olejár, 1995). Medzi významný zdroj poznatkov o výskyte cicavcov z viacerých lokalít územia Ondavskej vrchoviny patrí zbierka cicavcov Šarišského múzea v Bardejove, ktorú svojou dlhoročnou zberateľskou činnosťou nazbieral vtedajší kustód PhDr. Tibor Weisz (Hromada a kol., 2015). Tieto údaje boli sumarizované viacerými autormi a v prácach sú uvádzané formou nepublikovaných údajov, napr.

Prešovská Univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied, Katedra biológie, 17. novembra 1, 080 01 Prešov. e-mail: alexander.canady@gmail.com

coll. ŠM Bardejov, coll. Šarišské múzeum Bardejov, leg. T. Weisz (napr. Mošanský, 1981, 1992, 1993, 1995; Krištofík a Danko, 2012; Švecová, 2020; Homzová, 2020). V prácach o teriofaune východného Slovenska a katalógu mammaliologických zbierok Východoslovenského múzea v Košiciach autor prác uvádza aj niektoré svoje vlastné odchyty a pozorovania (Mošanský, 1981, 1992, 1993, 1995). Niekoľko nepublikovaných údajov viacerých autorov sa nachádza aj v sumarizujúcej práci Cicavce Slovenska (Krištofík, 2012a–r; Krištofík a Danko, 2012a, b; Kocian a kol., 2012; Mošanský, 2012; Stanko, 2012; Stanko a Mošanský, 2012; Valachovič, 2012). Spoločným znakom všetkých uvedených údajov bol len ich faunistický charakter, tzn. jednalo sa len o jednotlivé nálezy alebo pozorovania, bez bližšieho teriologicko-parazitologického výskumu. Štvorročným výskumom drobných cicavcov (hmyzožravce, hlodavce) okolia vodnej nádrže Domaša sa venoval až Olejár (1995). Autor potvrdil výskyt 19-tich druhov. Novšie, údaje týkajúce sa drobných cicavcov sledovaného územia, nachádzame v niektorých publikovaných prácach (Čanády, 2010a, b, 2011a, b, 2012a, b, 2013a, 2015a; Čanády a Jászay, 2016; Csanády, 2018a; Csanády a kol., 2019, 2020). Zdrojom údajov sú aj nepublikované práce autora s názvom „*Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť IV. – XII.*“ a „*Pozorovanie uhynutých cicavcov dôsledkom automobilovej dopravy na Slovensku*“ (Čanády, 2012c, 2013b, 2014, 2015b, c, 2016; Csanády, 2017a, b, 2018b, 2019, 2020a, b).

Vzhľadom na prevahu náhodných pozorovaní a nálezov drobných až stredne veľkých cicavcov v okolí obce Duplín bol uskutočnený jednoročný teriologický prieskum drobných cicavcov. Prehľad cicavcov je doplnený 17-ročnými pozorovaniami (2004–2020) z okolia obce. Cieľom práce bolo sumarizovať a vyhodnotiť kvalitatívno-kvantitatívnu skladbu fauny hmyzožravcov a hlodavcov sledovaného územia.

Materiál a metodika

Skúmané územie okolia obce Duplín (DFS 6795, 49°14‘06“N, 21°37‘37“E, 196–260 m n. m.), má charakter poľnohospodárskej krajiny. Drobné cicavce (hmyzožravce a hlodavce) vyhodnotené v tejto práci boli získané troma spôsobmi.

Najskôr bola uskutočnená analýza faunistických údajov získaná počas 17-tich rokov (2004–2020) na základe pozorovania živých jedincov, resp. nálezov uhynutých jedincov (Tabuľka 1).

Zoznam druhov bol zároveň doplnený aj údajmi získanými počas dvojročného výskumu (2015–2017) myši domovej (*Mus musculus* L.) z dvoch súkromných hospodárskych usadlostí s chovom hydiny, ošípaných a kôz. Celkovo bolo odchytených v tomto období 179 jedincov myši domovej, ktorej pohlavnú a vekovú štruktúru populácie podrobne uvádzam v práci (Csanády a kol., 2020).

Počas jedenásťročného výskumu (2010–2020) letných hniezd plcha lieskového (*Muscardinus avellanarius* L.) a myšky drobnej (*Micromys minutus*, Pallas, 1771) boli tiež zaznamenané viaceré jedince uvedených druhov (Tabuľka 1). Letné hniezda boli

systematicky vyhľadávané kontrolou bylinných a krovinných porastov poľných a lesných ekotónov severovýchodne a severozápadne od obce. Okraje boli tvorené vegetáciou viacerých druhov tráv a bylín (napr. *Urtica dioica* L., *Solidago gigantea* Ait., *Phalaris arundinacea* L., *Tanacetum vulgare* L. a viaceré druhy z čeľadí Poaceae, Brassicaceae a Asteraceae a pod.) a krovinnú zložku tvorili predovšetkým druhy *Prunus spinosa* L., *Rubus fruticosus* L., *Sambucus nigra* L., *Cornus sanguinea* L., *Crataegus monogyna* Jacq. a *Rosa canina* L. Podrobnejšie informácie o samotných hniezdach, ich štruktúre a rozmeroch boli uvedené v prácach (Čanády, 2012a, 2013a, 2015a; Csanády, 2018a).

Obrázok 1. Študijná plocha odchytu drobných cicavcov v okolí obce Duplín (Zdroj: © 2020 Google, Image © 2021 CNES / Astrium).
Figure 1. Study area of small mammals capture around Duplín village (Source: © 2020 Google, Image © 2021 CNES / Astrium).

Nakoniec, boli údaje doplnené aj jednoročným odchytom drobných cicavcov v období (apríl až október) roku 2020 (Tabuľky 2 a 3) použitím drevených živolovných pascí typu Chmela. Odchyt bol sústredený v agrocenózach vo východnej časti obce (L4) a v juhozápadnej časti obce (L1–L3) v alúviu rieky Ondava (Obrázok 1). Biotopy predstavovali poľnohospodársky intenzívne obhospodarovanú pôdu. V časti biotopov boli aj celoročne prítomné ruderálne plochy so spoločenstvami tráv a burín (tvorenými prevažne *Artemisia* sp. L., *Solidago gigantea* Ait., *Setaria* sp. P. Beauv., *Chenopodium* sp. L.). Za sledované obdobie bolo počas 6 odchytových termínov spolu exponovaných 2 400 pascí/nocí a získaných 202 jedincov drobných cicavcov patriacich k 9 druhom

(Tabuľky 2 a 3). Odchyt bol uskutočnený štatistickou metódou, tzn. pasce boli kladené v štyroch líniách (L1–L4) po 50 kusov s 5-metrovými odstupmi a exponované počas dvoch nocí (Turček, 1957).

Línia 1: predstavovala hustý porast bylín a krovín dĺžky 250 m v ekotóne „lesného porastu" alúvia rieky Ondava a agrocenóz. Pasce boli navnadené v línii južným smerom. Na priľahlom poli bola v čase trvania prieskumu zasiata kukurica siata (*Zea mays* L.).
Línia 2: predstavovala hustý porast bylín a krovín dĺžky 250 m v ekotóne „lesného porastu" alúvia rieky Ondava a záhumienkov. Pasce boli navnadené v línii severným smerom.
Línia 3: predstavovala riedky porast bylín a krovín okrajom „lesnej cestičky" dĺžky 250 m juhozápadne od obce lemujúcej rieku Ondava. Pasce boli navnadené v línii severným smerom.
Línia 4: predstavovala hustý porast bylín a krovín okraja odvodňovacieho kanála dĺžky 250 m východne od obce s prevahou trávnatého spoločenstva a menším podielom *Typha latifolia* L., *Prunus spinosa* L. a *Rosa canina* L. Pasce boli navnadené v línii severovýchodným smerom. Na priľahlom poli bola v čase trvania prieskumu zasadená kukurica siata (*Zea mays*).

Pohlavná a veková štruktúra odchytených cicavcov bola uskutočnená analýzou stavu reprodukčných orgánov (Anděra a Horáček, 2005). Druhy boli zároveň podľa klasifikácie Tischler (1949) zaradené do piatich stupňov dominancie: eudominantné (Ed) > 10,0 %, dominantné (Do) 5 až 9,9 %, subdominantné (Su) 2 až 4,9 %, recedentné (Re) 1 až 1,9 % a druhy subrecedentné (Sr) < 0,9 %. Zároveň boli testované rozdiely medzi zistenými pomermi pohlaví a teoretickým pomerom 1 : 1 pomocou chí-kvadrát testu (c^2) (Pelikán, 1984).

Výsledky a diskusia

Celkovou analýzou údajov a odchytov bolo potvrdených v okolí obce Duplín 19 druhov hmyzožravcov a hlodavcov (Tabuľky 1, 2). Hmyzožravce (Eulipotyphla) boli zastúpené 6 druhmi: *Erinaceus roumanicus* Barrett-Hamilton, 1900, *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811), *Neomys anomalus* Cabrera, 1907, *Sorex araneus* (Linnaeus, 1758), *S. minutus* Linnaeus, 1766 a *Talpa europaea* Linnaeus, 1758. Hlodavce (Rodentia) boli prezentované 13 druhmi: *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758, *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758), *Castor fiber* Linnaeus, 1758, *Arvicola amphibius* (Linnaeus, 1758), *Microtus arvalis* (Pallas, 1778), *M. subteraneus* (de Sélys Longchamps, 1836), *Myodes glareolus* (Schreber, 1780), *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771), *A. flavicollis* (Melchior, 1834), *A. uralensis* (Pallas, 1811), *Micromys minutus* (Pallas, 1771), *Mus musculus* Linnaeus, 1758 a *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769). Zaznamenané druhové spektrum bolo v zhode aj s údajmi, ktoré pre okolie vodnej nádrže Domaša (cca 20 km vzdialenej od obce Duplín) zistil Olejár (1995). Porovnaním bol zistený rozdiel v (ne)prítomnosti niektorých druhov, čo sa týka početnosti, ale aj druhového zloženia. Rozdiel mohol byť spôsobený selektívnosťou odchytov s väčším zameraním na drobné hlodavce v mojom výskume. Na druhej

strane, nálezy uhynutých jedincov a druhov, ktoré dopĺňajú údaje získané odchytom, boli skôr len náhodné. Napriek tomu, že z hmyzožravcov neboli zaznamenané dva druhy, ako sú bielozúbka bielobruchá, *Crocidura leucodon* (Hermann, 1780) a dulovnica väčšia, *Neomys fodiens* (Pennant, 1771), ich výskyt v okolí obce Duplín je tiež viac než pravdepodobný aj vzhľadom na ich pomerne bežný výskyt na území západných Karpát (Olejár, 1995; Krištofík a Danko, 2012; Švecová, 2020). Čo sa týka výskytu krta podzemného, *Talpa europaea* L. nález troch uhynutých jedincov samozrejme nezodpovedá jeho bežnému rozšíreniu, ktoré je na celom území obce dokázateľné prítomnosťou svojich pobytových znakov – krtincov. Z hlodavcov som na rozdiel od Olejára (1995) nepotvrdil výskyt ondatry pižmovej, *Ondatra zibethicus* (Linnaeus, 1766) a plcha sivého, *Glis glis* (Linnaeus, 1766). Naopak, bol potvrdený výskyt bobra euroázijského, *Castor fiber* Linnaeus, 1758 na základe nálezu spodnej čeľuste nedospelého jedinca a ohryzených stromov pozdĺž povodia rieky Ondava na viacerých miestach. Časové rozpätie čerstvých ohryzkov (cca 5 rokov) poukazuje na jeho dlhodobé zdržiavanie sa na území. Najbližšie nájdená lokalita trvalého výskytu, tzn. s priehradou a systémom podzemných nôr bola potvrdená asi 2 km severovýchodne od obce Duplín pred obcou Potoky. Zároveň, je v súčasnosti tento druh rozšírený v celom povodí rieky Ondava ako aj na celom území východného Slovenska (Csanády, nepubl.). Výskyt ondatry pižmovej, *O. zibethicus* je vysoko pravdepodobný aj v blízkom okolí obce Duplín, pretože jej častým biotopom sú aj brehy okolia vodnej nádrže Domaša (Olejár, 1995) ako aj stojaté a pomaly tečúce vody, napr. slepé ramená tokov, kanále, a rôzne toky s meandrami so stabilnou hladinou vodného stĺpca a bohatou pobrežnou vegetáciou (Krištofík a Danko, 2012).

Pre potvrdenie výskytu plcha sivého, *G. glis* by bolo potrebné uskutočniť kontrolu lesných posedov resp. senníkov. Vhodnou metódou na potvrdenie druhu by bolo aj inštalovanie vtáčích búdok (Mošanský a kol., 2017). Ďalším veľmi často prehliadaným druhom bol jeden z najbežnejších a najznámejších hlodavcov, veverica obyčajná, *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758. Veľkým prekvapením bolo zistenie, že pri analyzovaní vlastných pozorovaných údajov počas sedemnástich rokov som našiel len jeden záznam tohto pomerne bežného druhu (Tabuľka 1). Je preto veľmi dôležité si všímať a evidovať aj pobytové znaky (požerky, stopy v snehu, hniezda, trus a pod.).

Všetky uvedené druhy hlodavcov sú zároveň prítomné na území západných Karpát (vrátane lokalít z územia Ondavskej vrchoviny), čo potvrdili aj zbierky hlodavcov v Šarišskom múzeu v Bardejove (Weisz, 1967; Hromada a kol., 2015; Homzová, 2020). Zároveň treba podotknúť, že jediný dermoplastický preparát bobra eurázijského, *C. fiber* v zbierkach Šarišského múzea v Bardejove pochádzajúci z 80. rokov 20. storočia (jedinec zrazený dňa 31.05.1981 pri cintoríne) pochádza práve z obce Duplín (Čanády a Jászay, 2016), aj keď v tom čase to bola z najväčšou pravdepodobnosťou len ojedinelá imigrácia poľského jedinca. Zaujímavá je neprítomnosť druhu *Apodemus uralensis* v zbierkach múzea, ale pri analýze somatometrických znakov (Homzová, 2020) sa pod druhom *A. flavicollis* nachádzajú viaceré jedince, ktorých dĺžka zadného chodidla naznačuje, že by to mohli byť zle determinované jedince druhu *A. uralensis* preto bude potrebná v budúcnosti revízia zbierok.

Tabuľka 1. Prehľad drobných hmyzožravcov a hlodavcov okolia obce Duplín (Ondavská vrchovina) v rokov2004–2020 na základe pozorovaní.
Table 1. List of insectivores and rodents from the vicinity Duplín village (Ondavská vrchovina highlands) during years 2004–2020 based on observations.

Druh / Species	N	Dátum / Date	Zdroj / Source
Rodentia			
Sciurus vulgaris Linnaeus, 1758	1	11.10.2020	Csanády, 2020a, nepubl.
Muscardinus avellanarius (Linnaeus, 1758)	14	21.07.2011, 17.09.2011, 07.06.2012, 04.07.2012, 07.08.2012, 05.09.2012	Čanády, 2012a, b, c, 2015a; Csanády, 2018a
Castor fiber Linnaeus, 1758	?	08.05.2016, 15.04.2018, 18.04.2020	Csanády, 2018b, 2020a
Arvicola amphibius (Linnaeus, 1758)	6	21.08.2004, 06.06.2012, 04.07.2012, 21.07.2013, 17.05.2020, 17.06.2020	Čanády, 2010b, 2012c, 2015c; Csanády, 2020a
Microtus arvalis (Pallas, 1778)	7	09.08.2008, 23.05.2009, 27.08.2011, 17.09.2011, 08.08.2012	Čanády, 2011a, 2012b, c
Myodes glareolus (Schreber, 1780)	1	17.05.2020	Csanády, 2020a
Apodemus agrarius (Pallas, 1771)	7	09.08.2008, 23.07.2009, 17.07.2010, 23.10.2013, 28.10.2013,02.04.2017, 22.11.2019	Čanády, 2011a, 2013b; Csanády, 2017a, 2019
Apodemus flavicollis (Melchior, 1834)	5	23.05.2009, 23.07.2009, 23.06.2011, 25.08.2011, 24.08.2013	Čanády, 2011a, 2012b, 2013b
Micromys minutus (Pallas, 1771)	3	24.08.2011	Čanády, 2012a, b, 2013a
Mus musculus (Linnaeus, 1758)	181	05.05.2012, 09.08.2014, r. 2015–2017	Čanády, 2012c, 2014; Csanády a kol., 2019, 2020
Rattus norvegicus (Berkenhout, 1796)	5	18.07.2015, 14.07.2016, 10.08.2016, 23.11.2019, 17.05.2020	Čanády, 2015b, 2016; Csanády, 2019, 2020A
Eulipotyphla			
Erinaceus roumanicus Barret-Hamilton, 1900	5	21.08.2004,13.09.2012, 24.07.2019, 13.08.2019, 17.04.2020	Čanády, 2010a, 2015c; Csanády, 2019, 2020B
Crocidura suaveolens (Pallas, 1811)	9	21.05.2015, 02.07.2015, 11.10.2015, 02.04.2017, 14.03.2019, 22.06.2011, 11.10.2019	Čanády, 2015b; Csanády, 2017a, 2019
Neomys anomalus Cabrera, 1907	1	01.07.2018	Csanády, 2018b
Sorex araneus Linnaeus, 1758	7	08.10.2010, 09.08.2012, 12.09.2012, 08.08.2014, 20.05.2015, 30.07.2015, 06.04.2017	Čanády, 2011b, 2012c, 2014, 2015b; Csanády, 2017a
Sorex minutus Linnaeus, 1766	2	17.09.2011, 18.04.2020	Čanády, 2012b; Csanády, 2020a
Talpa europaea Linnaeus, 1758	3	21.07.2009, 22.08.2009, 17.06.2020	Čanády, 2011a, b; Csanády, 2020a

Tabuľka 2. Prehľad drobných hmyzožravcov a hlodavcov okolia obce Duplín (Ondavská vrchovina) podľa termínov odchytu v roku 2020.
Table 2. List of insectivores and rodents from the vicinity Duplín village (Ondavská vrchovina highlands) by trapping days in 2020.

Druh / Species Dátum / Date	*Sorex araneus* L.	*Crocidura suaveolens* Pall.	*Microtus arvalis* Pall.	***Microtus subterraneus* Sel. Long.**	*Myodes glarerolus* Schr.	*Apodemus agrarius* Pall.	*Apodemus. flavicollis* Melch.	***Apodemus uralensis* Pall.**	*Mus musculus* L.	∑	∑ exp. p. / n.
17.05.–18.05.2020	-	-	-	-	4	10	2	-	-	16	400
17.06.–18.06.2020	-	1	-	1	1	24	6	-	-	33	400
09.07.–10.07.2020	-	1	1	-	9	16	4	1	-	32	400
13.08.–14.08.2020	1	2	1	-	-	13	3	-	-	20	400
08.09.–09.09.2020	-	1	1	-	-	34	1	-	-	37	400
10.10.–11.10.2020	-	-	-	-	1	58	3	-	2	64	400
∑ cicavcov / mammals	1	5	3	1	15	155	19	1	2	202	2 400
D %	0,5	2,5	1,5	0,5	7,4	76,7	9,4	0,5	1,0		

Poznámky: bold označuje druhy nezaznamenané pozorovaním, dominancia: žltá farba – eudominantný druh, modrá farba – dominantný druh, zelená farba – subdominantný druh, červená farba – recedentný druh, sivá farba – subrecedentný druh.
Notes: bold indicates species not observed by observations; dominance: yellow color – eudominant species, blue color – dominant species, green color – subdominant species, red color – recedent species, grey color – subrecedent species.

Na sledovanom území bolo odchytmi zaznamenaných 202 drobných cicavcov patriacich k 9 druhom troch čeľadí Soricidae, Muridae a Cricetidae (Tabuľky 2 a 3). Relatívna populačná hustota drobných cicavcov (podľa Turčeka, 1957) predstavovala 8,4 ind./100 pasci nocí.

Skupinová dominancia piskorovitých hmyzožravcov (Soricidae) tvorila v odchytoch len 3,0 % (6 ex.) s výskytom dvoch druhov so subdominantným zastúpením *Crocidura suaveolens* (2,5 %, Table 2).
V celkovom odchyte výrazne dominovali hlodavce so 196 jedincami (97,0 %) a bol potvrdený typický výskyt druhov viazaných na otvorené až krovinaté typy biotopov. Tri druhy z čeľade Cricetidae tvorili skupinovú dominanciu (9,4 %) s dominantným zastúpením hrdziaka lesného, *Myodes glareolus* (7,4 %, 15 ind., Table 2) typického zástupcu lesných biotopov, ale aj zárastov alúvií tokov či rôznych typov rozptýlenej drevinnej vegetácie (Krištofík a Danko, 2012). Podobné typy biotopov preferuje aj hrabošík podzemný, *Microtus subterraneus*, ktorého výskyt na území bol potvrdený odchytom jedného jedinca.

Tabuľka 3. Prehľad drobných hmyzožravcov a hlodavcov okolia obce Duplín (Ondavská vrchovina) podľa vekovej a pohlavnej štruktúry v roku 2020.
Table 3. List of insectivores and rodents from the vicinity Duplín village (Ondavská vrchovina highlands) by according to age and sex categories in 2020.

Druh / Species	Vek (sex)			
	Ad (♂/♀)	Sad (♂/♀)	?	∑
Sorex araneus L.	-	0/1	-	1
Crocidura suaveolens Pall.	1/0	1/0	3	5
Microtus arvalis Pall.	1/0	0/1	1	3
Microtus subterraneus Sel. Long.	-	0/1	-	1
Myodes glareolus Schr.	7/6	0/2	-	15
Apodemus agrarius Pall.	52/28	38/31	6	155
Apodemus flavicollis Melch.	12/6	0/1	-	19
***Apodemus uralensis* Pall.**	0/1	-	-	1
Mus musculus L.	1/1	-	-	2
∑ cicavcov / mammals	116 (74/42)	76 (39/37)	10	202

Poznámky: bold označuje druhy nezaznamenané pozorovaním, Ad – dospelý, Sad – nedospelý, ♂ – samec, ♀ – samica, ? – bez určenia veku a pohlavia.
Notes: bold indicates species not observed by observations, Ad- adult, Sad – subadult, ♂ – male, ♀ – female, ? – without determining age and sex.

Čeľaď Muridae bola zastúpená štyrmi druhmi so skupinovou dominanciou (SD = 87,6 %, 177 ind.), s eudominantným výskytom *Apodemus agrarius* (76,7 %), dominantným zastúpením *A. flavicollis* (9,4 %). Ostatné dva druhy (*Mus musculus* a *Apodemus uralensis*) mali len recedentné až subrecedentné zastúpenie v synúziach drobných cicavcov (Tabuľka 2). Odchyt *M. musculus* mimo ľudských sídel (cf. Csanády a kol., 2020) dokazuje, že druh využíva aj priľahlé agrocenózy.

Veková a pohlavná štruktúra odchytených druhov ukázala prevahu samcov v odchytoch (c^2 = 5,872, $p < 0,05$, Tabuľka 3). Rovnako, testovanie pohlavného pomeru eudominantného druhu *A. agrarius* Pall. preukázalo štatistickú prevahu samcov (c^2 = 5,80, $p < 0,05$).

Súhrn

V práci sumarizujem výsledky jednoročného teriologického výskumu fauny drobných zemných cicavcov severnej časti Ondavskej vrchoviny (katastrálne územie Duplín). Odchytmi do živolovných pascí bolo v rokoch 2020 odchytených 202 jedincov drobných cicavcov patriacich k 9 druhom. V celkovom materiáli dominovali tri druhy: *Apodemus agrarius* (155 ind., 76,7 %), *A. flavicollis* (19 ind., 9,4%) a *Myodes glareolus* (15 ind., 7,4%). Skupinová dominancia čeľade piskorovitých (Soricidae) tvorila 3,0 %, u myšovitých (Muridae) 87,6 % a u hrabošovitých (Cricetidae) 9,4 %. V práci bola analyzovaná fauna drobných cicavcov so stručným porovnaním spoločenstiev podľa vekových a pohlavných kategórii.

Štúdia zahŕňa aj údaje získané pozorovaním živých a uhynutých jedincov v rokoch 2004–2020, ako aj údaje z výskumu myši domovej (*Mus musculus*) a letných hniezd plcha lieskového (*Muscardinus avellanarius*) a myšky drobnej (*Micromys minutus*) v monitorovanej oblasti.

Poďakovanie

Moje poďakovanie patrí J. Čanádyovej, S. Durankovej, za pomoc pri laboratórnych prácach. Výskum bol uskutočnený s podporou projektov VEGA č. 1/0277/19 a KEGA č. 051PU-4/2021.

Literatúra

Anděra, M. – Horáček, I., 2005. Poznáváme naše savce. 2 doplněné vydání. Sobotáles. Praha. 328 pp.

Čanády, A., 2010a. K problematike úhynu cicavcov dôsledkom automobilovej dopravy na Slovensku, roky 2003 – 2009. Chránené územia Slovenska, 80: 14-17.

Čanády, A., 2010b. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť I. (2004 – 2007). Chránené územia Slovenska, 80: 17-20.

Čanády, A., 2011a. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť II. (2008 – 2010). Chránené územia Slovenska, 82: 14-18.

Čanády, A., 2011b. Môžu náhodné nálezy uhynutých jedincov hmyzožravcov (Eulipotyphla) prispieť k faunistickým poznatkom o ich rozšírení? Chránené územia Slovenska, 82: 25-27.

Čanády, A. 2012a. Príspevok k poznatkom o výskyte myšky drobnej (*Micromys minutus*) a plcha lieskového (*Muscardinus avellanarius*) na východnom Slovensku na základe letných hniezd za roky 2010 – 2012 (Rodentia). Lynx (Praha) n.s., 43(1-2): 5-15.

Čanády, A., 2012b. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť III. (2011). Chránené územia Slovenska, 83: 18-22.

Čanády, A., 2012c. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť IV. (2012). Nepublikované údaje, bez str. [10 str.] https://www.researchgate.net/publication/277565213

Čanády, A., 2013a. Nest dimensions and nest sites of the harvest mouse (*Micromys minutus* Pallas, 1771) from Slovakia: a case study from field margins. Zoology and Ecology, 23(4): 253-259.

Čanády, A., 2013b. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť V. (2013). Nepublikované údaje, bez str. [7 str.] https://www.researchgate.net/publication/277565521

Čanády, A., 2014. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť VI. (2014). Nepublikované údaje, bez str. [6 str.] https://www.researchgate.net/publication/277565538

Čanády, A., 2015a. Factors predicting summer nest construction of *Muscardinus avellanarius* in deciduous woodland edges in Slovakia. Biologia, 70(1): 132-140.

Čanády, A., 2015b. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť VII. (2015). Nepublikované údaje, bez str. [6 pp.] http://www.researchgate.net/ publication/288667642

Čanády, A., 2015c. Pozorovanie uhynutých cicavcov dôsledkom automobilovej dopravy na Slovensku, roky 2010–2014. Nepublikované údaje, bez str. [6 pp.] https://www.researchgate.net/publication/277670439

Čanády, A., 2016. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť VIII. (2016). Nepublikované údaje, bez str. [10 pp.] http://www.researchgate.net/publication/312023495

Čanády, A. – Jászay, T., 2016. Korekcia uvádzania lokality výskytu bobra eurázijského (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) na severovýchodnom Slovensku. Natura Carpatica, 57: 115-118.

Csanády, A., 2017a. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť IX. (2017). Nepublikované údaje, bez str. [6 pp.] http://www.researchgate.net/322518908

Csanády, A., 2017b. Pozorovanie uhynutých cicavcov dôsledkom automobilovej dopravy na Slovensku, roky 2015 – 2017. Nepublikované údaje, bez str. [3 pp.] https://www.researchgate.net/publication/322519781

Csanády, A., 2018a. Unusual nest sites preference of hazel dormouse (*Muscardinus avellanarius*, Linnaeus 1758) in Slovakia. Natura Carpatica. 59: 61-63.

Csanády, A., 2018b. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť X. (2018). Nepublikované údaje, bez str. [10 pp.] https://www.researchgate.net/publication/329963138

Csanády, A., 2019. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť XI. (2019). Nepublikované údaje, bez str. [5 pp.] https://www.researchgate.net/publication/338230539

Csanády, A., 2020a. Teriofaunistické pozorovania z východného Slovenska, časť XII. (2020). Nepublikované údaje, bez str. [4 pp.] https://www.researchgate.net/publication/348187669

Csanády, A., 2020b. Pozorovanie uhynutých cicavcov dôsledkom automobilovej dopravy na Slovensku, roky 2018 – 2020. Nepublikované údaje, bez str. [6 pp.] https://www.researchgate.net/publication/348648840

Csanády, A. – Duranková, S. – Labancová, E., 2019. Are baculum size and allometry a response to post-copulatory sexual selection in promiscuous males of the house mouse? Zoomorphology, 138(2): 287-296.

Csanády, A. – Kisková, J. – Galušková, S. – Duranková, S. – Pristaš, P. – Sedláková-Kaduková. J., 2020. The house mouse (*Mus musculus*) in small farmstead buildings in Slovakia. Biologia, 76: 1205-1213.

Hodková, Z., 1979. Drobní savci z území ČSSR ve sběrech pracovníků Parazitologického ústavu ČSAV v letech 1953 – 1976. Lynx (Praha), n. s., 20: 45-74.

Homzová, A.M., 2020. Katalogizácia a somatometrické zhodnotenie zbierok Šarišského múzea v Bardejove – rad Hlodavce (Rodentia). Bakalárska práca. Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove. Prešov. 46 pp.

Hromada, M. – Čanády, A. – Mikula, P. – Peterson, A.T. – Tryjanowski, P., 2015. Old natural history collections for new millennium–birds and mammals in the collection of PhMr. Tibor Weisz in Sarisske Museum Bardejov, Slovakia. Folia Oecologica, Acta Universitatis Presoviensis, 7(2): 115-141.

Kocian, Ľ. – Kocianová-Adamcová, M. – Miklós, P. 2012. Myšovka horská, *Sicista betulina*. pp. 85-90. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012a. Veverica obyčajná, *Sciurus vulgaris*. pp. 47-52. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012b. Plch sivý, *Glis glis*. pp. 76-80. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012c. Hryzec vodný, *Arvicola amphibius*. pp. 91-96. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012d. Hraboš močiarný, *Microtus agrestis*. pp. 102-106. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012e. Hraboš poľný, *Microtus arvalis*. pp. 107-114. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012f. Hrabošík podzemný. pp. 119-124. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012g. Hrdziak lesný, *Clethrionomys glareolus*. pp. 128-137. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012h. Ondatra pižmová, *Ondatra zibethicus*. pp. 138-142. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012i. Ryšavka malooká, *Apodemus uralensis*. pp. 171-175. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012j. Myška drobná, *Micromys minutus*. pp. 175-181. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012k. Myš domová, *Mus musculus*. pp. 181-187. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012l. Potkan hnedý, *Rattus norvegicus*. pp. 190-196. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012m. Dulovnica menšia, *Neomys anomalus*. pp. 231-236. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012n. Dulovnica väčšia, *Neomys fodiens*. pp. 237-242. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012o. Piskor obyčajný, *Sorex araneus*. pp. 248-257. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012p. Piskor malý, *Sorex minutus*. pp. 258-265. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. 2012r. Krt obyčajný, *Talpa europaea*. pp. 266-274. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. – Danko, Š. 2012a. Bielozúbka bielobruchá, *Crocidura leucodon*. pp. 218-224. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Krištofík, J. – Danko, Š. 2012b. Bielozúbka krpatá, *Crocidura suaveolens*. pp. 224-230. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Mošanský, A., 1953. Význam drobných savcov v lesníctve. Diplomová práca, Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene. 89 str.

Mošanský, A., 1957. Príspevok k poznaniu rozšírenia a taxonometrie niektorých druhov drobných cicavcov na východnom Slovensku. Prírodovedné práce slovenských múzeí, 3(5): 1-42.

Mošanský, A., 1981. Teriofauna východného Slovenska I. časť (Insectivora, Chiroptera). Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach, Prírodné vedy, 21[1980]: 29-87.

Mošanský, A. 1992. Teriofauna východného Slovenska a katalóg mamaliologických zbierok Východoslovenského múzea. IV. časť (Rodentia 1 Sciuridae). Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach, Prírodné vedy, 32-33: 9-27.

Mošanský, A., 1993. Teriofauna východného Slovenska a katalóg mamaliologických zbierok Východoslovenského múzea. V. časť (Rodentia 2). Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach. Prírodné vedy, 34: 129-144.

Mošanský, A., 1995. Teriofauna východného Slovenska a katalóg mamaliologických zbierok Východoslovenského múzea. VI. časť (Rodentia 3). Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach. Prírodné vedy, 35[1994]: 113-150.

Mošanský, L. 2012. Ryšavka krovinná, *Apodemus sylvaticus*. pp. 164-171. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Mošanský, L. – Stanko, M. – Čanády, A., 2017. Doterajšie poznatky o obsadzovaní a využití vtáčich búdok plchom sivým (*Glis glis*) v Slovenskom krase (východné Slovensko). Naturae tutela, 21(2): 231–239.

Mrciak, M., 1963. O vzťahoch niektorých druhov roztočov (Gamasoidea) k malým cicavcom a biotopom v Ondavskej vrchovine. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Zoologia, 8-9: 437-532.

Olejár, F., 1995. Drobné zemné cicavce v okolí vodnej nádrže Domaša. Zborník pedagogickej fakulty v Prešove Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach, Prírodné vedy, 26: 29-39.

Pelikán, J., 1984. Vyhodnocovaní a posudzovaní poměru pohlaví u savců. Lynx, nová série, 22: 59-66.

Stanko, M. 2012a. Ryšavka tmavopása, *Apodemus agrarius*. pp. 147-153. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Stanko, M. 2012b. Ryšavka žltohrdlá, *Apodemus flavicollis*. pp. 154-162. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Stanko, M. – Mošanský, L. 2012. Plšik lieskový, *Muscardinus avellanarius*. pp. 70-75. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Švecová, E., 2020. Katalogizácia a somatometrické zhodnotenie zbierok Šarišského múzea v Bardejove – rad Hmyzožravce (Eulipotyphla). Bakalárska práca. Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, Prešov. 53 str.

Tischler, W., 1949. Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschwieg, Friedr. Vieweg. 219 str.

Turček, F.J., 1957. O spoľahlivosti indexu "počet za 100 nocí chytania" pri kvantitatívnom výskume drobných cicavcov. Biológia (Bratislava), 12(5): 363-373.

Valachovič, D. 2012. Bobor eurázijský, *Castor fiber*. pp. 81-85. In: Krištofík, J. – Danko, Š. (eds.): Cicavce Slovenska: rozšírenie, bionómia a ochrana. Veda – Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, Bratislava. 712 pp.

Weisz, T., 1967. Zoznam vtákov a cicavcov okresu Bardejov. pp. 397-419. In: Sedlák, J. (ed.): 60 rokov Šarišského múzea v Bardejove. Východoslovenské vydavateľstvo, Košice. 419 pp.

On the occurrence of the wild parsnip (*Pastinaca sativa L.*) within the Prešov city urban greenery

Beáta Baranová

Short communication

Abstract

Pastinaca sativa L. (Apiales: Apiaceae) is an autochthonous plant species within the area of Slovakia and its wild form is found to be a natural component of the grassy biotopes. On the other side, species is found to be invasive within the area of North America, with proven consequences for the human and animal health. Based on the personal observation during the last 10 years, species was noticed within the urban greenery of Prešov city, Eastern Slovakia, since this plant previously absented there at all. Its completely new and relatively massive occurrence within the urban ecosystem, i.e. out of its natural range is interesting and unusual, at least from the botanical point of view, and, in connection to the possible health threat and because of proximity of the human settlements its undoubtedly worth increased attention. However, the cause and consequences of its spread for the urban ecosystem are unclear.

keywords

wild parsnip, Pastinaca sativa, urban greenery

Cultivated variety of *Pastinaca sativa* L. (Apiales: Apiacea, subspecies *Pastinaca sativa* ssp. *sativa*) is a root vegetable, closely related to carrot and parsley. Its wild form – i.e. wild parsnip is and heliophilous, 1.2 meters tall biennial/perennial herb (Figure 1) of the sunny habitats without the shadowing. The species prefers nutrients, especially nitrogen rich, chalk and limestone soils and various degrees of soil moisture. Flowering occurs from July till September. Plant could be typically found within the meadows, pastures and fields in the agricultural landscape. Based on the personal observation during the last 10 years, plant was atypically noticed in the grassy areas within the urban greenery of Prešov city, Eastern Slovakia, since it previously absented there at all.

Figure 1. Botanical illustration of the wild parsnip *Pastinaca sativa* L. (Apiales: Apiaceae) from Johann Georg Sturm's 1796 Deutschlands Flora in Abbildungen Botanical illustration (Source: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pastinaca_sativa_Sturm28.jpg).

University of Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Ecology, 17. novembra 1, SK-081 16 Prešov, Slovakia; e-mail: beata.baranova@unipo.sk

Equally, natural range of its occurrence is in the Europe, including Britain, middle Norway, Sweden, Spain, Caucasus and Altai (Averill & Di Tommaso, 2007; Gleason & Cronquist, 1991; Rubatzky et al., 1999). But, according to *Invasive plant atlas of the United States*, the species is found to be an invasive neophyte, previously introduced as a facultative biennial plant from Eurasia. Nowadays, the species is widespread throughout the United States and southern Canada, colonizing old fields, railroad embankments, roadsides or waste areas and is causing increasing problems as a weed (USDA NRCS, 2006). What´s more, plants produce furanocoumarins, which can irritate digestive tracts of herbivores and so protect its foliage before being eaten, and, myristicin compound, which is alleged to be psychotropic if consumed. Equally, due to furanocoumarins, after the plant sap comes into the contact with skin and being exposed to sunlight, phyto-photodermatitis can occur in sensitive people and in livestock too, resulted in patches of redness, severe rashes, blisters or discoloration of the skin (Figure 2) (Brenneman, 2010). Several medical professionals associate this plant with the burns it causes, and institutions as f.e. Southeastern Wisconsin Invasive Species Consortium warns of parsnip´s potential threat to human health and recommend wearing of protective gloves, long sleeves and long pants when handling. Recently, human and livestock is exposed to more frequent contact with expanding population of this plant, so the wild parsnip has received increasing attention.

Figure 2. Examples of the ineligible *Pastinaca sativa* L. sap impact on the human skin (Sources: https://www.cfscoop.com/news/company-news/be-aware-of-wild-parsnips https://www.sleloinvasives.org/invasives/tiered-species-list/wild-parsnip/).

In summary, new and relatively massive occurrence of wild parsnip within the urban ecosystem, i.e. out of its natural range is interesting and unusual, at least from the botanical point of view. Simultaneously, in connection with the possible health threat and because of proximity of the human settlements its undoubtedly worth increased attention. That is why its previously recorded occurrence within the urban greenery of Prešov town was more closely checked. During the growing seasons 2018 till 2020, all grassy areas on housing estates number II and III of Prešov city, were regularly visually observed in July and August to assess presence/absence and extension of wild parsnip vegetation within the selected part of Prešov city.

On the basis, the presence of the wild parsnip (Figure 3) was noticed practically in the all checked grassy areas, however, plant presence ,*manifestation,* changes within the blooming period, according to mowing, as the part of the urban greenery maintenance. Evently, several plots with *P. sativa* coverage assessed to be > 50%, were noticed within the open, sunny spaces, omitting shadow places like a park with the trees (Fig. 4, Table 1). Equally interesting, invasive neophytes *Asclepias syriaca* L. and *Stenactis annua* L. was observed within the urban greenery of Prešov city, since their presence can be, according to actual knowledges, found to be completely new too.

Figure 3. Individual specimens of the wild parsnip at the Torysa river bank.

It seems, that wild parsnip became a common part of the grassy areas within the urban greenery of Prešov city, what is in accordance with Rendeková & Mičieta (2016), who described the presence of *P. sativa* in the urban ecosystem of Malacky city as the fully new, in comparison to phase forty years ago. However, the cause and consequences of the wild parsnip spread for the urban ecosystem and human health are unclear.

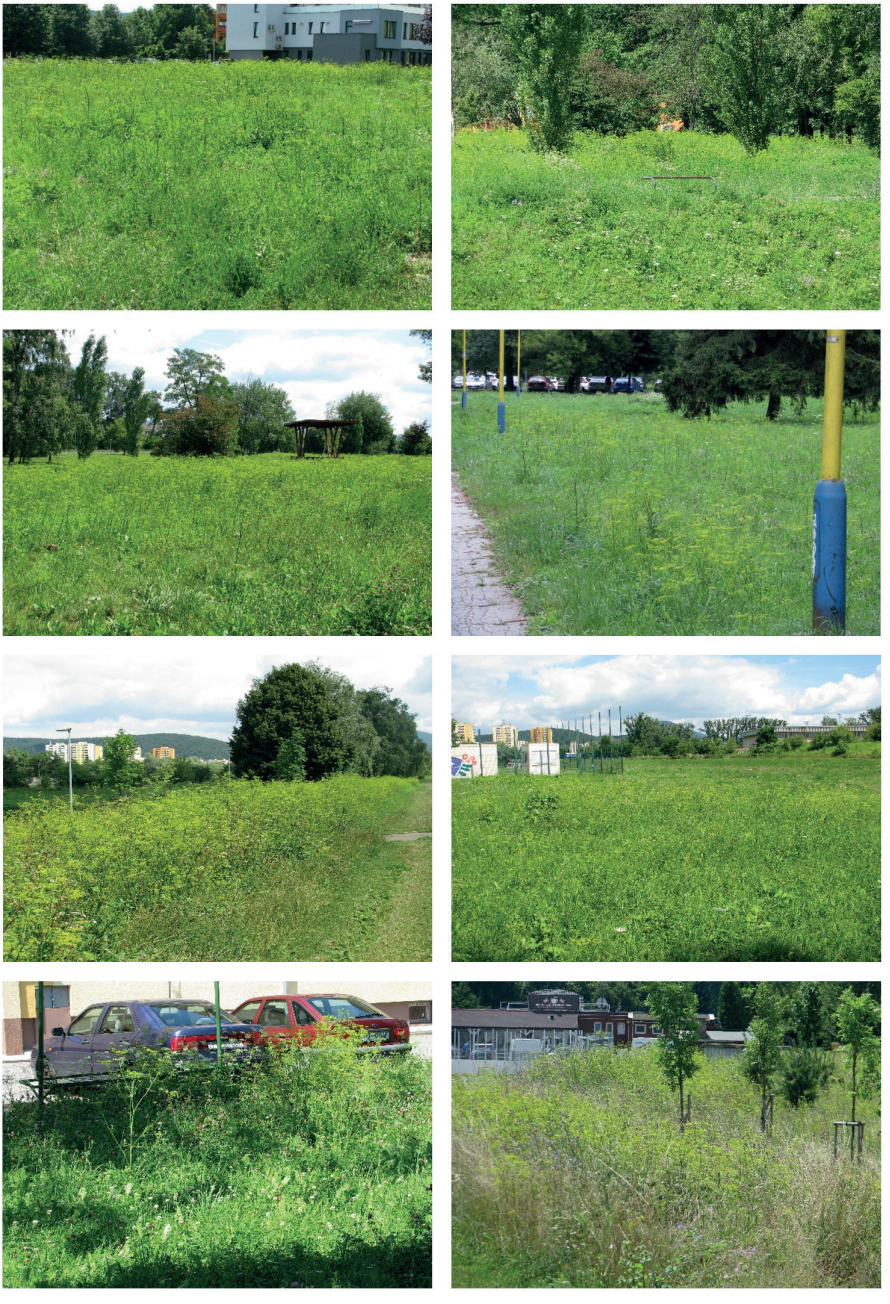


Figure 4. Selected grassy areas with the occurrence of *Pastinaca sativa* L. within the urban greenery of housing estate II and III, Prešov city, Eastern Slovakia.

Table 1. GPS and area of the several plots with the assesed *P. sativa* coverage > 50%

area	GPS	
>2 000 m²	49° 0‘ 40.7025634“ N	21° 13‘ 41.4177132“ E
>3 000 m²	49° 0‘ 4.9784213“ N	21° 13‘ 35.7400131“ E
>3 000 m²	49° 0‘ 11.6677385“ N	21° 13‘ 40.7997322“ E
>3 000 m²	49° 0‘ 26.8698041“ N	21° 13‘ 41.5722084“ E
>4 000 m²	49° 1‘ 3.3495019“ N	21° 13‘ 55.5926514“ E
>5 000 m²	49° 0‘ 22.9173911“ N	21° 13‘ 35.0061607“ E

Acknowledgements

I thank my son, Jori Vuk Palenčár for his beloved company during the field research, the editor, and all anonymous reviewers for their valuable and constructive comments on the first version of the manuscript. The study was partly supported by Slovak VEGA grant No. 1/0087/20 and VEGA grant No. 2/0018/20.

References

Averill, K. – Di Tommaso, A., 2007. Wild parsnip (*Pastinaca sativa*): A troublesome species of increasing concern. Weed Technology, 21(1): 279-287.

Brenneman, W., 2010. Wild plants everyone should know. AuthorHouse. 38 pp.

Cain, N. – Darbyshire, S.J. – Francis, A. – Nurse, R.E. – Simard, M.J., 2010. The Biology of Canadian weeds. 144. *Pastinaca sativa* L. Canadian Journal of Plant Science, 90(2): 217-240.

Gleason, H.A. – Cronquist, A., 1991. Manual of vascular plants of Northeastern United States and adjacent Canada. 2nd ed. New York: New York Botanical Garden. 910 pp.

Rendeková, A. – Mičieta, K., 2016. Dynamics of the spectrum of ruderal communities of the urban ecosystem of Malacky (Dynamika spektra ruderálnych spoločenstiev mestského ekosystému Malaciek). ACTA UNIVERSITATIS MATTHIAE BELII Sekcia Environmentálne manažérstvo, 18(1): 89-96.

Rubatzky, V.E. – Quiros, C.F. – Simon, P.W., 1999. Carrots and related vegetable Umbelliferae. New York: CABI Publishing. 294 pp.

USDA NRCS (2006). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. The PLANTS Database, Version 3.5. National Plant Data Center: Web page: http://plants.usda.gov/java/profile?symbol5PASA2.

Internet sources:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pastinaca_sativa_Sturm28.jpg
https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Pastinaca+Sativa
https://www.cfscoop.com/news/company-news/be-aware-of-wild-parsnips
https://www.invasiveplantatlas.org/subject.html?sub=6147
https://www.sleloinvasives.org/invasives/tiered-species-list/wild-parsnip/

First record of *Obama nungara* in Slovakia (Platyhelminthes: Geoplanidae)

Ján Čapka*[1] *– Tomáš Čejka*[2]

Short communication

Abstract
In June 2021, one specimen of the terrestrial flatworm Obama nungara *Carbayo, Álvarez-Presas, Jones & Riutort, 2016 was found in a horticultural centre in the town of Šamorín–Čilistov. In this paper, we discuss its distribution, and marginally discuss the biology of the species and its impact on the native soil fauna.*

Key words
terrestrial flatworms, land planarians, alien invasive species

Introduction

Land flatworm *Obama nungara* Carbayo, Álvarez-Presas, Jones & Riutort, 2016 is native from South America. Populations in the two southernmost Brazilian states, Santa Catarina and Rio Grande do Sul are most certainly native. The species is also found in Argentina, where it may be native or introduced. It is very common in human-disturbed areas, especially gardens and parks (Lago-Barcia, 2015).

Since 2008, a large land planarian has been found in several localities in Europe, including Great Britain (including Guernsey), France, Belgium, Spain (including Canary Islands), Switzerland, Italy and, more recently, Germany (Kutschera & Ehnes, 2021); on iNaturalist.org, a social network for global biota mapping, the occurrence of *Obama nungara* is also listed in Portugal, USA and Costa Rica (iNaturalist, 2021).

Obama nungara has been reported to feed on earthworms and land snails. As a result, it may pose a threat to native populations of these groups in Europe (Carbayo et al., 2016).

Material examined

On June 4, 2021, a conspicuous, one individual ca. 40 mm long, brown leaf-like flatworm was found in horticultural centre Abies in the town of Šamorín, municipal district Čilistov (WGS: 48.0126°N, 17.3063°E; 125 m a.s.l.). The individual was found

[1] *Botanical garden, Comenius University in Bratislava, Botanická 3, SK – 841 04 Bratislava, Slovak Republic; e-mail: jan.capka@rec.uniba.sk*

[2] *Institute of Botany, Plant Science and Biodiversity Centre, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, SK – 845 23 Bratislava, Slovak Republic; e-mail: t.cejka@gmail.com*

* *corresponding author*

on the soil surface under the plastic plant pot coming from Netherlands. A close inspection of this land planarian revealed that it morphologically resembles *Obama nungara*, as described by Carbayo et al. (2013) and Justine et al. (2020).
The identification was later confirmed by Leigh Winsor (James Cook University, Townsville, Australia) on the basis of a photo (see Figure 1 below) that was published by the authors on the iNaturalist server. A molecular determination was not made because the material was inadvertently degraded prior to preservation. For this reason, it was not possible to take further measurements of the found individual at a later date.

Results and Discussion

Obama nungara was first recorded as an exotic land planarian in Europe in various localities of France (Justine et al., 2014a), Spain and England (Álvarez-Presas et al., 2014) but without a specific identification. Later on, Lago-Barcia et al. (2015) identified Spanish and Argentinean specimens as *Obama marmorata* (Schultze & Müller, 1857). However, Carbayo et al. (2016) studied specimens from Europe and Brazil and assigned the species spreading across Europe to the new species: *Obama nungara.* The same year, Aldred (2016) provided a new record of the species in Oxfordshire, United Kingdom, in a plant pot coming from the Netherlands. Lago-Barcia et al. (2019) extended the European distribution of *O. nungara* to Portugal and other regions of Spain.

Figure 1. An individual of *Obama nungara* from the horticultural centre in Šamorín-Čilistov, Slovak Republic.

Molecular data (Lago-Barcia et al., 2019) showed that this species is formed by three different clades and while one of these clades is restricted to Brazil, the other ones are found in Europe. This study also identified Argentina as the country of origin of the two invasive clades found in Europe. Soors et al. (2019) identified specimens of *O. nungara* in Belgium. Their molecular data showed that the specimens from Belgium are members of the main clade spreading across Europe. Recently, Justine et al. (2020) performed a molecular study with a large number of individuals collected in France, reaching the same conclusions of Lago-Barcia et al. (2019) about the Argentinean origin of the European specimens.
So far, most of the *O. nungara* records outside its native range are from urban areas, gardens and greenhouses (e.g. Lago-Barcia et al., 2015, 2019; Soors et al., 2019; Justine et al., 2020; Negrete et al., 2020). The single exception is the record from L'Albufera (Spain), where this invasive land flatworm has been recorded in a natural

ecosystem with high ecological, conservation and social values (The Local, 2019). It is noteworthy that the most comprehensive study on the distribution of *Obama nungara* across mainland Europe showed that the 500 meters of altitude level could represent an ecological barrier to the dispersal of this species (Justine et al., 2020). However, the record from Açores is well above this altitude level (Lago-Barcia et al., 2020).

Although invasive *O. nungara* populations in Europe seem to be persistent and capable of surviving different climatic conditions and temperatures (Sluys, 2016; Soors et al., 2019; Justine et al., 2020; Negrete et al., 2020), so far, the presence of this species in non-disturbed natural environments is still limited (The Local, 2019; Lago-Barcia et al., 2020).

Obama nungara represents a new addition of alien flatworm species and a new concern for conservation in Slovakia. As Boll & Leal-Zanchet (2016) showed, this species is a very efficient predator of diverse components of the soil fauna, such as gastropods, earthworms and other planarians. Soil fauna is a keystone component to ensuring the well-functioning of organic matter decomposition, nutrient recirculation and other ecological services provided by this important ecosystem (Coleman & Wall, 2015). It has been shown that other invasive land planarians can produce huge effects on other soil fauna members, leading to species local extinction (e.g. Justine et al., 2014b) or even wider ecological damages, such as the ability of the soil to retain water in a particular area (e.g. Haria et al., 1998). Therefore, the early detection, monitoring and control of new invasive soil predators is extremely important to reduce important ecological cascade effects in new areas of occurrence.

Acknowledgements

We thank Leigh Winsor (James Cook University, Townsville, Australia) for confirming our preliminary species identification. We would like to thank the owners of ABIES Horticultural Centre for allowing us to carry out the faunistic survey. This work was supported by the grant agency VEGA, projects no. 2/0079/18, 2/0024/19, 2/0108/21 and by the Slovak Research and Development Agency under the contract no. APVV-19-0134.

References

Aldred, J., 2016. Warning over invasive flatworm posing threat to UK wildlife, The Guardian, London. Available from: https://www.theguardian.com/environment/2016/nov/03/warning-over-invasive-flatworm-which-poses-threat-to-uk-wildlife [ver. 2021-07-21].

Álvarez-Presas, M. – Mateos, E. – Tudó, À. – Jones, H. – Riutort, M., 2014. Diversity of introduced terrestrial flatworms in the Iberian Peninsula: a cautionary tale. PeerJ, 2(2): e430.

Boll, P. K. – Leal-Zanchet, A. M., 2016. Preference for different prey allows the coexistence of several land planarians in areas of the Atlantic Forest. Zoology, 119(3): 162-168.

Carbayo, F. – Áavarez-Presas, M. – Olivares, C. U. T. – Marques, F. P. L. – Froehlich, E. X. M. – Riutort, M., 2013. Molecular phylogeny of Geoplaninae (Platyhelminthes) challenges current classification: Proposal of taxonomic actions. Zoologica Scripta, 42(5): 508-528.

Carbayo, F. – Álvarez-Presas, M. – Jones, H. D. – Riutort, M., 2016. The true identity of *Obama* (Platyhelminthes: Geoplanidae) flatworm spreading across Europe. Zoological Journal of the Linnean Society, 177(1): 5-28.

Coleman, C. D. – Wall, D. H., 2015. Chapter 5. Soil Fauna: Occurrence, Biodiversity, and Roles in Ecosystem Function. In: Paul, E. A. (ed.), Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. Fourth Edition. Academic Press, London, pp. 111-149.

Haria, A. H. – Mcgrath, S. P. – Moore, J. P. – Bell, J. P. – Blackhaw, R. P., 1998. Impact of the New Zealand flatworm (*Artioposthia triangulata*) on soil structure and hydrology in the UK. The Science of the Total Environment, 215: 259-265.

iNaturalis, 2021. *Obama ungara*, distribution map. Available from https://www.inaturalist.org. [ver. 2021-07-18].

Justine, J. L. – Thévenot, J. – Winsor, L., 2014a. Les sept plathelminthes invasifs introduits en France. Phytoma, 674: 28-32.

Justine, J. L. – Winsor, L. – Gey, D. – Gros, P. – Thévenot, J., 2014b. The invasive New Guinea flatworm *Platydemus manokwari* in France, the first record for Europe: time for action is now. PeerJ, 2: e297.

Justine, J. L. – Winsor, L. – Gey, D. – Gros, P. – Thévenot, J., 2020. *Obama* chez moi! The invasion of metropolitan France by the land planarian *Obama nungara* (Platyhelminthes, Geoplanidae). PeerJ, 8: e8385.

Kutschera, U. – Ehnes, I., 2021. *Obama nungara*: A flatworm from South America invades Germany. Science, E-letter, May 12, 372/581: 1-2.

Lago-Barcia, D. – Fernández-Álvarez, F. A. – Negrete, L. – Brusa, F. – Damborenea, C. – Grande, C. – Noreña, C., 2015. Morphology and DNA barcodes reveal the presence of the non-native land planarian *Obama marmorata* (Platyhelminthes: Geoplanidae) in Europe. Invertebrate Systematics, 29(1): 12-22. 33

Lago-Barcia, D. – Fernández-Álvarez, F.Á. – Brusa, F. – Rojo, I. – Damborenea, C. – Negrete, L. – Grande, C. – Noreña, C., 2019. Reconstructing routes of invasion of *Obama nungara* (Platyhelminthes: Tricladida) in the Iberian Peninsula. Biological Invasions, 21(2): 289-302.

Lago-Barcia, D. – Gonzalez-Lopez, J. R. – Fernandez-Alvarez, F. A., 2020. The invasive land flatworm *Obama nungara* (Platyhelminthes: Geoplanidae) reaches a natural environment in the oceanic island of São Miguel (Açores). Zootaxa, 4830(1), 197-200.

Negrete, L. – Lenguas Francavilla, M. – Damborenea, C. – Brusa, F., 2020. Trying to take over the world: Potential distribution of *Obama nungara* (Platyhelminthes: Geoplanidae), the Neotropical land planarian that has reached Europe. Global Change Biology, 26(9): 4907-4918.

Sluys, R., 2016. Invasion of the flatworms. American Scientist, 104: 288-295.

Soors, J. – Van Den Neucker, T. – Halfmaerten, D. – Neyrick, S. – De BaereE, M., 2019. On the presence of the invasive planarian *Obama nungara* (Carbayo, Álvarez-Presas, Jones & Riutort, 2016) (Platyhelminthes: Geoplanidae) in an urban area in Belgium. Belgian Journal of Zoology, 149(1): 43-47.

The Local, 2019. *Obama* worm: Flesh eating flatworm with hundreds of eyes poses new threat to Spanish wildlife. The Local Europe AB, Stockholm. Available from: https://www.thelocal.es/20190723/obama-worm-flesh-eating-flatworm-with-hundreds-of-eyes-poses-new-threat-to-spanish-wildlife [ver. 2021-07-18].

First record of *Chrysopilus laetus* Zetterstedt, 1842 (Diptera: Rhagionidae) for Slovakia

Libor Dvořák[1*] – Jozef Oboňa[2] – Katarína Fogašová[2] – Peter Manko[2]

Short communication

Abstract

The species Chrysopilus laetus Zetterstedt, 1842 (Diptera: Rhagionidae) is recorded for the first time from the territory of Slovakia. One male was found in the urban area of Prešov town. The list of Rhagionidae recorded from the territory of Slovakia increased to 27 species. However, future thorough inspection of species Chrysopilus luteolus (Fallén, 1814) and Chrysopilus nubecula (Fallén, 1814) recorded from the territory of Slovakia is necessary as it is possible that some specimens could also belong to the species Ch. laetus.

Keywords

snipe flies, faunistic, new record

Introduction

Chrysopilus laetus Zetterstedt, 1842 resembles much to the species *Chrysopilus luteolus* (Fallén, 1814) and *Chrysopilus nubecula* (Fallén, 1814) (both are already known from Slovakia; see Rozkošný (2009b)). The variability of the *Chrysopilus luteolus* group led to the description of several new species by Krivosheina (2008); the validity of these new species is unclear due the fact that the variability of external features within populations is much larger than described by Krivosheina (Theo Zeegers, pers. comm.).

According to Zeegers et al. (2021) the problem of identification for the members of the *Chrysopilus luteolus* group is that the sexual dimorphism is strong in *Ch. laetus*, but weak in *Ch. nubecula*. Characteristics separating all three species in combination with sexual dimorphism are critically reviewed in the new identification key proposed by Zeegers et al. (2021).

Results and discussion

Chrysopilus laetus Zetterstedt, 1842

Material examined: 1 male, Prešov town, balcony of flat (Marka Čulena 8), second floor, 48°59'50.4"N 21°13'19.7"E, 12.6.2021, leg. by hand J. Oboňa, det. et coll. L. Dvořák. **First record for Slovakia.**

[1] *Tři Sekery 21, CZ-35301 Mariánské Lázně, Czech Republic, e-mail: lib.dvorak@seznam.cz*

[2] *Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, SK-08116 Prešov, Slovakia. e-mails: jozef.obona@unipo.sk; katarinakanasova2@gmail.com; peter.manko@unipo.sk*

[*] *corresponding author*

Note: This specimen displays the differential diagnostic characters (shape of clypeus, shape of gonostylus, body and wing colour pattern) typical of *Ch. laetus*.

Distribution: Verified distribution of *Ch. laetus* sensu Zeegers et al. (2021) include: Great Britain, Denmark, France, Germany, Hungary, Italy, the Netherlands (Stuubs & Drake, 2001; Zeegers et al., 2021), Belgium (Grootaert et al., 2020), Switzerland (Majer & Bächli, 1997). The distribution according to Majer (2013) requires revision of the material, as misidentifications due to the important variability of this species are highly probable. This would concern the following countries: Austria, Croatia, Romania, Sweden, and Russia (Central European, Northwest European and South European); see also Fig. 1.

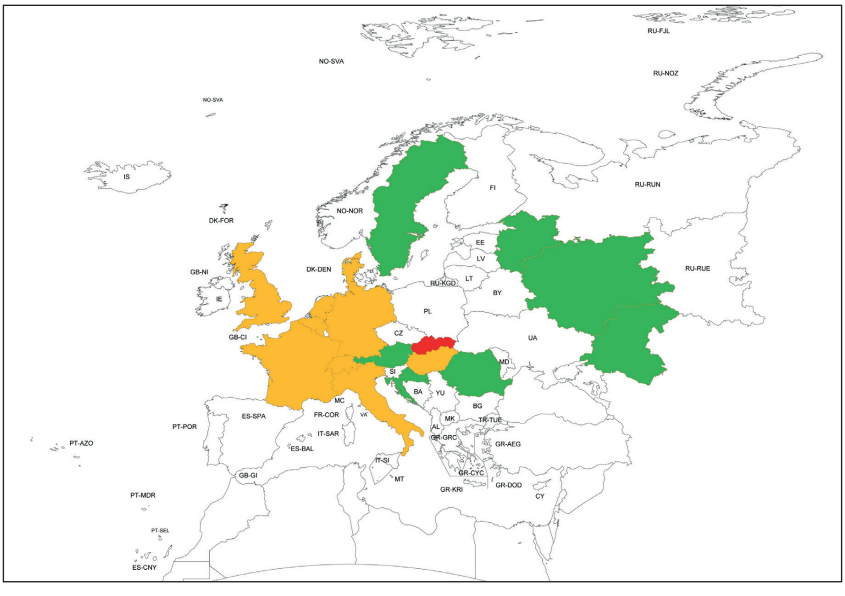


Figure 1. The map of recent distribution of *Chrysopilus laetus* Zetterstedt, 1842. Slovakia is coloured by red. Orange colour represents countries where the presence of *Ch. laetus* is certain (verified occurrence sensu Zeegers et al. (2021)) and green colour represents countries where a revision is needed (distribution according to Majer (2013).

Notes on *Chrysopilus luteolus* group in Slovakia: Records of *Ch. luteolus* from Slovakia are rare (Straka, 1984, 2005b,c, 2015; Rozkošný, 2009a) while *Ch. nubecula* seems to be common here (see Straka, 1981, 1982, 1983, 1984, 1995, 2000, 2005a, 2011, 2015; Straka & Majzlán, 2007, 2009, 2010, 2014, 2016; Dvořák & Oboňa, 2014; Straka & Ox, 2017). The major part of the material mentioned in the cited references is unfortunately not accessible for checking the identifications; it is possible that some specimens could also belong to the species *Ch. laetus*.

Acknowledgements

We are grateful to Theo Zeegers (Netherlands) for valuable consultations. We would especially like to thank the editor and all anonymous reviewers for providing constructive comments and for improving the manuscript. This work was supported by the grant agency KEGA Project No. 005PU-4/2019 and by the Slovak Scientific Grant Agency, contract No. VEGA-1/0012/20.

References

Dvořák, L. – Oboňa, J., 2014. Results of scattered faunistic research of Diptera families (Anisopodidae, Athericidae and Rhagionidae) from selected sites in Slovakia. Acta Universitatis Prešoviensis, Folia oecologica, 11: 43-51.

Grootaert, P. – Raemdonck, H. – Drumont, A., 2020. The Rhagionidae or Snipeflies of the Botanical Garden Jean Massart Brussels-Capital Region Belgium with notes on the identity of the rare European species *Archicera avarorum* Szilady 1934 and *Ptiolina*. Belgian Journal of Entomology, 104: 1-18.

Krivosheina, N.P., 2008. Composition and diagnostic characters of the *luteolus* group, genus *Chrysopilus* Macq. (Diptera, Rhagionidae). Entomological Review, 88(1): 83-96.

Majer J.M., 2013. Fauna Europaea: Rhagionidae. In: Beuk, P. – Thomas, P., (eds.): Fauna Europaea: Diptera, Nematocera. Fauna Europaea version 2017.06 <https://fauna-eu.org/ >. Accessed 1.10.2021.

Majer, J. M. – Bächli, G., 1997. The Rhagionidae (Diptera) of Switzerland. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 70, 387-397.

Rozkošný, R., 2009a. Rhagionidae, pp. 117-119. In: Roháček, J. – Ševčík, J., (eds): Diptera of the Poľana Protected Landscape Area - Biosphere Reserve (Central Slovakia). SNC SR, Administration of the PLA – BR Poľana, Zvolen, 340 pp.

Rozkošný, R., 2009b. Rhagionidae Latreille, 1802. In: Jedlička, L. – Kúdela, M. – Stloukalová, V., (eds.): Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2. < http://www.edvis.sk/diptera2009/families/rhagionidae.htm>. Accessed 1.10.2021.

Straka, V., 1981. Fauna niektorých čeľadí dvojkrídlovcov (Diptera) Veľkého Choča a blízkeho okolia. Liptov 6, Vlast. Zbor., Osveta Martin, p. 223-231.

Straka, V., 1983. Rovnošvé muchy (Diptera, Orthorrhapha) štátnej prírodnej rezervácie Ohnište v Nízkych Tatrách. Biológia, Bratislava, 38 (10): 1041-1044.

Straka, V., 1984. Rhagionidae. pp. 143-146, In: Čepelák, J., (ed.): Diptera Slovenska I. Veda, Bratislava, 288 p.

Straka, V., 1995. Rovnošvé muchy (Diptera, Orthorrhapha) Štátnej prírodnej rezervácie Borišov vo Veľkej Fatra. Naturae tutela, 3: 251-254.

Straka, V., 2000. Rovnošvé muchy (Diptera, Orthorrhapha) Pieninského národného parku. In: Lacko, r., (Ed.), 2000: Kmetianum IX. Zborník SNM – Múzeum Andreja Kmeťa Martin, p. 117-126.

Straka, V., 2005a. Dvojkrídlovce (Diptera) Prírodnej rezervácie Turecký vrch. Naturae tutela, 9: 71-77.

Straka, V., 2005b. Súčasné poznatky o faune dvojkrídleho hmyzu (Diptera) Veľkej Fatry. Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci, LI: 67-70.

Straka, V., 2005c. Dvojkrídlovce (Diptera) v západnej časti Strážovských vrchov. Ochrana prírody, 24: 188-216.

Straka, V., 2011. K poznaniu dvojkrídlovcov (Diptera) širšieho okolia Vršateckých bradiel. Naturae tutela, 15(1): 39-63.

Straka, V., 2015. The Flies (Diptera) in the Protected Landscape Area Biele Karpaty Mts. (West Slovakia) and Považské podolie basin. Naturae tutela, 19(2): 173-182.

Straka, V. – Majzlán, O., 2007. Dvojkrídlovce (Diptera) troch lokalít v chránenej krajinnej oblasti Strážovské vrchy. Naturea tutela, 11: 47-84.

Straka, V. – Majzlán, O., 2009. Dynamika abundancie dvojkrídlovcov (Diptera) vo Vysokých Tatrách (Eklektorfauna). Štúdie o Tatranskom Národnom Parku, 9(42): 183-190.

Straka, V. – Majzlán, O., 2010. Dvojkrídlovce (Diptera) PR Šúr. pp. 285-324. In: Majzlán, O. – Vidlička, Ľ., (eds), Príroda rezervácie Šúr. 410 p.

Straka, V. – Majzlán, O., 2014. Dvojkrídlovce (Diptera) Nitrických vrchov v južnej časti Strážovských vrchov. Naturae tutela, 18(1): 79-105.

Straka, V. – Majzlán, O., 2016. Dvojkrídlovce (Diptera) pohoria Burda. Ochrana prírody, Banská Bystrica, 27: 89-125.

Straka, V. – Ox, K., 2017. Fauna dvojkrídlovcov (Diptera) katastrálneho územia Košíc. Natura Carpatica, LVIII: 7-32.

Straka, V. – Svatoň, J., 1982. Prehľad rovnošvých much (Diptera, Orthorrhapha) zbieraných do zemných formalínových pascí. In. Palovčíková, A., (Ed.), Kmetianum, 6: 35-143.

Stubbs, A. E. – Drake, M., 2001. British soldier-flies and their allies, British Entomological and Natural History Society, Reading, 528 p.

Zeegers, T. – Belgers, J.D.M. – Beuk, P.L.Th., 2021. Actualisering van de kennis van de Nederlandse snipvliegen (Diptera: Rhagionidae). Entomologische Berichten, Amsterdam, 81(4): 137-143.

Anapausis floricola Chandler, 1999 (Diptera, Scatopsidae) new for the fauna of Slovakia

Jean-Paul Haenni[1*] – Miroslav FULÍN[2] – Vladimír KĹČ[3]

Short communication

Abstract
The capture of a unique specimen of Anapausis floricola Chandler, 1999 in Slovakia, representing a new dipteran species for this country, is reported in this contribution.

Keywords
faunistics, new country record

Introduction

The Scatopsidae family includes minute (body size 0.5– 4 mm), generally dark-coloured nematoceran Diptera that occur in diverse open, semi-open or wooded environments, with wetland favoured by many species. Their larvae are saprophagous, developing in a wide variety of media (decaying material, both vegetal and animal, rotten wood, under bark of trees, in soil, leaf-litter, dung, fungi, etc.). Of the more than 100 scatopsid species described in Europe, 45 species have been so far recorded in Slovakia (Haenni, 2009, 2013b; Haenni & Martinovský, 2014). A recent finding of another species, characterized below, increases the total number of scatopsid species known in Slovakia to 46.

Results and discussion

***Anapausis floricola* Chandler, 1999**

Anapausis floricola: Chandler 1999, Dipterists Digest 6: 4.

Slovakia: Červený Kláštor, Trstiny, 49°23'15.304"N, 20°23'49.157"E, 22.VII.2021, 1 female, M. Fulín (MF) & V. KĹč (VK) leg. (in alcohol, det. J.-P. Haenni (JPH) 2021, in coll. Muséum d'histoire naturelle, Neuchâtel).

A. floricola was described only recently from Britain and distinguished from the other species belonging to the *soluta* group of *Anapausis* (Chandler, 1999). Identification

[1] *Muséum d'histoire naturelle, rue des Terreaux 14, CH-2000 Neuchâtel, Switzerland; e-mail: jean-paul.haenni@unine.ch*

[2] *Puškinova 15, 083 01 Sabinov; Slovakia; e-mail: miro.fulin@gmail.com*

[3] *Správa Pieninského národného parku, SNP 57, 061 01 Spišská Stará Ves, Slovakia; e-mail: vladimir.klc1@gmail.com*

[*] *corresponding author*

of the species belonging to this genus requires examination of genitals for both sexes. *A. floricola* female is unique among species of the group by the shape of tergite 9, twice as wide as long and not encompassed by the reduced lateral lobes of tergite 8 (Chandler, 1999: 17, Figure 5).

A single specimen of *A. floricola* was captured fortuitously in a small patch of marshy environment (site Trstiny, Figure 1) owergrown with willow shrubs (*Salix* spp.), reeds (*Phragmites communis*) and high sedges (*Carex* spp.) near the village of Červený Kláštor (northern Slovakia) along with a sample of louse-flies (Hippoboscidae) collected from swallows (*Hirundo* spp.) during the bird-ringing carried out by MF and VK. The ethanol-preserved specimen was subsequently forwarded to JPH for identification.

A. floricola is currently known only from Great Britain (widespread in England and Scotland) (Chandler, 1999) and from a few localities in Germany, Czech Republic (Bohemia, Moravia) (Haenni & Barták, 2006; Haenni, 2013a), Finland (Haarto, 2014) and Switzerland (Bächli et al., 2014).

Figure 1. A view of the site where the specimen of *A. floricola* was captured, Trstiny near Červený Kláštor, Slovakia (Photograph by Vladimír Kĺč).

Our knowledge of the ecology of *A. floricola* is still poor. As stated by Chandler (1999), in Great Britain the species is found in a variety of environments such as woodland, marshes and grassland. The author records specimens swarming over dead trees and telegraph poles and found a couple copulating under loose bark of *Clematis alba*.

Acknowledgements

The first author thanks Jozef Oboňa (University of Prešov) for kindly forwarding the specimen of Scatopsidae at the origin of this paper. We extend our thanks to two anonymous referees for constructive suggestions and to Christophe Dufour (Neuchâtel) for linguistic correction of the MS.

References

Bächli, G. – Merz, B. – Haenni, J.-P., 2014. Dritter Nachtrag zur Checkliste der Diptera der Schweiz. Entomo Helvetica, 7:119-140.

Chandler, P.J., 1999. The British species of *Anapausis* Enderlein (Diptera, Scatopsidae). Dipterists Digest, 6: 1-21.

Haarto, A., 2014. Checklist of the families Anisopodidae, Bibionidae, Canthyloscelididae, Mycetobiidae, Pachyneuridae and Scatopsidae (Diptera) of Finland. In: Kahanpää, J. – Salmela, J., (eds): Checklist of the Diptera of Finland. ZooKeys, 441: 97-102.

Haenni, J.-P., 2009. Scatopsidae. In: Jedlička L. – Kúdela M. – Stloukalová V., (eds): Checklist of Diptera of Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2. <http://www.edvis.sk/diptera2009/families/scatopsidae.htm>. Accessed 26.11.2021.

Haenni, J.-P., 2013a. Fauna Europaea: Scatopsidae. In: Pape T. – Beuk, P., (eds): Fauna Europaea: Diptera. Fauna Europaea version 2.6, http://www.fauna-eu.org. Accessed 26.11.2021.

Haenni, J.-P., 2013b. A revision of the West Palaearctic species of *Colobostema* Enderlein, 1926 (Diptera, Scatopsidae). Part I. European subregion. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 86 (3-4): 199-242.

Haenni, J.-P. – Barták, M., 2006. Faunistic records from the Czech Republic (Diptera: Scatopsidae). Entomofauna carpathica, 18: 85.

Haenni, J.-P. – Martinovský, J., 2014. Description of a new European *Anapausis* of the *soluta*-group (Diptera, Scatopsidae). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 87: 1-5.

Editor: RNDr. Michal Rendoš, PhD.

Recenzenti: Ing. Andrea Čerevková, PhD.
RNDr. Alexander Csanády, PhD.
RNDr. Daniela Gruľová, PhD.
Dr. Jean-Paul Haenni
RNDr. Silvia Hyblerová, PhD.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
Ing. Marek Renčo, PhD.
doc. RNDr. Vincent Sedlák, PhD.
RNDr. Radoslav Smoľák, PhD.
doc. RNDr. Michal Stanko, DrSc.
RNDr. Michal Šorf, Ph.D

Redakčná rada:
Predseda: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.

Výkonný redaktor: RNDr. Michal Rendoš, PhD.

Členovia: RNDr. Mária Balážová, PhD.
RNDr. Michal Baláž, PhD.
RNDr. Alexander Csanády, PhD.
RNDr. Lenka Demková, PhD.
RNDr. Adriana Eliašová, PhD.
prof. PaedDr. Ján Koščo, PhD.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
doc. Ruslan Maryichuk, CSc.
doc. Ing. Milan Novikmec, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
Ing. Marek Svitok, PhD.
Mgr. Iveta Škodová, PhD.
doc. RNDr. Marcel Uhrin, PhD.

Adresa redakcie: Biodiversity & Environment
Katedra ekológie FHPV PU
Ulica 17. novembra č. 1
081 16 Prešov
Tel: 051 / 75 70 358
e-mail: foliaoec@fhpv.unipo.sk / michal.rendos@unipo.sk

Vydavateľ: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity v Prešove
Sídlo vydavateľa: Ulica 17. novembra č. 15, 080 01 Prešov
IČO vydavateľa: 17 070 775
Periodicita: 2 čísla ročne
Jazyk: slovenský/anglický/český
Poradie vydania: 2/2021
Dátum vydania: december 2021
Foto na obálke: *Salvia pratensi* (autor Dušan Solár)

Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.

ISSN 1338-080X (print)
ISSN 2585-9242 (online)
EV 3883/09

VYDAVATEĽSTVO
PREŠOVSKEJ
UNIVERZITY

ISSN 1338-080X
9 771338 080002