



Biodiversity & Environment

Volume 11

Number 1

Prešov 2019

BIODIVERSITY & ENVIRONMENT

(Acta Universitatis Prešoviensis, Folia Oecologica)

Ročník 11., číslo 1.



Európska únia
Európsky sociálny fond



**VÝSKUMNÁ
AGENTÚRA**

Prešov 2019

Časopis je jedným z výsledkov realizácie projektu: „Inovácia vzdelávacieho a výskumného procesu ekológie ako jednej z nosných disciplín vedomostnej spoločnosti“, ITMS: 26110230119, podporeného z operačného programu Vzdelávanie, spolufinancovaného zo zdrojov EÚ.

Editor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Recenzenti: RNDr. Beáta Baranová, PhD.
RNDr. Miloslav Devetter, Ph.D.
PaedDr. Jakub Fedorčák, PhD.
Mgr. Tomáš Jászay, PhD.
RNDr. Ján Kulfan, CSc.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
RNDr. Silvia Mudrončeková, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
Ing. Miroslav Očadlík, PhD.
RNDr. Vincent Sedlák, PhD.
doc. Ing. Michal Wiezik, PhD.

Redakčná rada:

Predseda: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.

Výkonný redaktor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Členovia: RNDr. Mária Balážová, PhD.
RNDr. Michal Baláž, PhD.
RNDr. Alexander Csanády, PhD.
RNDr. Lenka Demková, PhD.
prof. PaedDr. Ján Koščo, PhD.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
doc. Ruslan Maryichuk, CSc.
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

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: 1/2019
Dátum vydania: jún 2019
Foto na obálke: *Accipiter nisus* (autor Stanislav Greš)

Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.

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

OBSAH / CONTENTS

Jozef OBOŇA – Ľubica PASTORKOVÁ – Soňa ŠČERBÁKOVÁ – Peter MANKO <i>Aquatic invertebrates of the pluviotelmata in Sitnianska Lehôtka vicinity</i> (Slovakia)	4
--	---

Zdenka BENDOŤA – Alexander CSANÁDY – Silvia DURANKOVÁ Poznámky k výskytu denných motýľov (Lepidoptera, Papilionoidea) južnej časti Ondavskej vrchoviny v okolí obcí Kochanovce, Lackovce a Udavské <i>Notes of the occurrence of butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) in the</i> <i>southern part of the Ondavská vrchovina Mts. in the vicinity of the villages</i> <i>Kochanovce, Lackovce and Udavské</i>	15
--	----

Alexander CSANÁDY Príspevok k poznaniu rozšírenia denných motýľov (Lepidoptera) na východnom Slovensku <i>Contribution to the knowledge of butterflies distribution (Lepidoptera:</i> <i>Rhopalocera) in Eastern Slovakia</i>	28
--	----

Silvia MUDRONČEKOVÁ – Ján FERENČÍK – Daniela GRUĽOVÁ – Marek BARTA Insekticídny účinok esenciálnych olejov voči lykožrútovi smrekovému <i>Insecticidal activity of essential oils against Spruce bark beetle</i>	42
---	----

Martina MATOUŠKOVÁ – Jana JUROVÁ – Marek RENČO – Daniela GRUĽOVÁ Hodnotenie „hypotézy nových zbraní“ pre úspešnosť invázie <i>Heracleum</i> <i>mantegazzianum</i> <i>Evaluation of the „novel weapon hypothesis“ for successful invasion of Heracleum</i> <i>mantegazzianum</i>	53
--	----

Sebastián PAVLINSKÝ – Radoslav SMOLÁK Diurnálna a priestorová distribúcia zooplanktónu v litorálnej zóne hospodárskeho rybníka Záhradné <i>Diurnal and spatial distribution of zooplankton in littoral zone of Záhradné</i> <i>fishpond</i>	65
--	----

AQUATIC INVERTEBRATES OF THE PLUVIOTELMATA IN SITNIANSKA LEHÔTKA VICINITY (SLOVAKIA)

Jozef OBOŇA¹ – Ľubica PASTORKOVÁ¹ – Soňa ŠČERBÁKOVÁ² – Peter MANKO¹

ABSTRACT

Pluviotelmata are common but often overlooked small aquatic ecosystems. During one-year research in Sitnianska Lehôtka vicinity (Slovakia), in total 29 sites have been regularly examined in two weeks intervals. Diptera larvae (family Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae, Limoniidae, Ptychopteridae and Syrphidae) contributed with 75 % to the total number of recorded specimens. They were followed by Coleoptera (10 %), Heteroptera, Ephemeroptera, and Conchostraca. The most common taxa were the mosquito Culex pipiens Linnaeus, 1758 and Chironomus spp. in the surveyed pluviotelmata. The most important hydroperiodic factors affecting the invertebrate fauna were the total size and length of pluviotelmata, presence (respectively the absence) of shade, and water temperature.

KEYWORDS

rain pools, puddles, Diptera, important hydroperiodic factors

INTRODUCTION

Small rain pools (puddles) or pluviotelmata (LELLÁK & KUBÍČEK 1992) are small aquatic ecosystems with different physical and chemical properties (WILLIAMS 1996, see Fig. 1). They are formed by the with precipitation water and therefore, they are hydrologically unstable. Pluviotelmata are formed in depressions and potholes with an impermeable bottom. Despite the fact that pluviotelmata as temporary waters represent an important part of the country's water balance, they are often underestimated in hydrobiology (BLAUSTEIN & SCHWARTZ 2001).



Figure 1. Pluviotelma in Sitnianska Lehôtka.

¹ Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, SK-081 16 Prešov, Slovakia; e-mails: obonaj@centrum.sk, peter.manko@unipo.sk, lpastorkova@gmail.com

² Water Research Institute, Nábřežie arm. gen. L. Svobodu 5, SK-812 49 Bratislava 1, Slovakia; scerbakova@vuvh.sk

Temporal waters are widespread in the world, in all climatic zones and are very diverse. Despite their biological significance, they have been threatened by human activity. Agriculture, forestry, urbanization, environmental pollution, drying and climate change have a significant impact on these ecosystems. In the past, temporary water bodies in Europe appeared much more frequently than at present (BOOTHBY 1997, SANSOM 1997, WOOD et al. 2003). The cyclic nature of temporary waters creates a different environment for fauna, which does not occur in other habitats, or not in such large communities. From the biological diversity point of view, pluviotelmata have considerable importance (WILLIAMS 2006). Compared to persistent streams and lakes, small temporary water bodies, such as rain pools, are to a lesser extent subject to ecology studies (MCKAY 1996, WILLIAMS 2006). They are often overlooked, but their significance of natural resource, despite the assumption, is not limited (DUDGEON et al. 2006). These small and isolated water communities are often an important source of species richness (SCHEFFER et al. 2006).

Main attention is paid for small periodic pluviotelmata mainly in tropical and subtropical regions. There the life strategies of the invertebrate communities in temporary freshwater habitats were studied by MCLACHLAN & CANTRELL (1980) or BRENDONCK et al. (2002), as well as their species richness and diversity (SPENCER et al. 1999, ROBERTSON 2000, FONTANARROSA et al. 2009, DAS & GUPTA 2010). On the other hand, relatively little attention has been directed toward the study of this subject in Slovakia. Characteristics of periodic pluviotelmata and the species composition of invertebrate communities were studied by OBOŇA et al. 2014. Attention was also paid to mosquito reproduction problems (Diptera: Culicidae) in the floodplains of South Slovakia (JALILI & HALGOŠ 2004) and the continuity of their occurrence related to climatic conditions in South Eastern Slovakia (BOCKOVÁ & KOČIŠOVÁ 2016). OBOŇA et al. (2017) have dealt with the composition of invertebrate fauna in antropotelmata, particularly in fountains, which can serve as a model system for the island biogeography study.

The main idea of this study is to provide the first comprehensive and complete information on the macroinvertebrate fauna of pluviotelmata in the Sitnianska Lehôtka vicinity.

MATERIAL AND METHODS

Samples were collected in the immediate vicinity of the Sitnianska Lehôtka cadastral area, belonging to village Hontianske Nemce (48°19'24"N 18°57'14"E). Four localities were selected with a characteristic occurrence of rain pools during the spring, summer and autumn periods (in total 29 pluviotelmata). Collecting was carried out every two weeks between the end of April 2017 to the end of September 2017. In case of inappropriate climatic conditions (e.g. drought), samples were not collected. Before each collection the GPS location of each site was recorded, water temperature and dimensions of the water body (length, width, depth) were measured, and presence of dominant substrates, surrounding environment, shadow etc. were recorded. Samples of aquatic invertebrates were sampled with a hydrobiological net (mesh size 0.2 mm) from dominant substrates, similarly to OBOŇA et al. (2014). The

samples were then preserved in the field by formaldehyde to 4 % final concentration, placed in containers, and transferred to laboratory for processing. In laboratory, the individuals of aquatic invertebrates were identified to the lowest possible taxonomic level using several books and keys for identification of aquatic insects (e.g. ROZKOŠNÝ 1980, NILSSON 1997, JANECEK 1998, BECKER et al. 2003, BITUŠÍK & HAMERLÍK 2014). The temperature was measured in the field with a standard thermometer before each sampling, together with the calculation of the approximate water volume (length * width * depth of the water body) and approximate pluviotelmata area (length * width of the water body) and presence (respectively the absence) of shade.

On the basis of field and taxonomical data, we conducted following analyses and expressed following characteristics of communities: taxonomical diversity (number of taxa present); Shannon index of diversity (H); diversity profiles to express the relevance of the diversity comparison between sites; cluster analysis based on hierarchical cluster creation by algorithms UPGMA (unweighted pair-group average) and Bray-Curtis index similarities (differences) of communities; non-metric multidimensional scaling (NMDS) using the Euclidean distance (because of the sampling methodology, we assume that zero data indicates the real absence of taxa on the site), and canonical correspondence analysis (CCA). All of these analyses were done using the PAST software (HAMMER et al. 2001). Continuous environmental variables were log-transformed prior to further analyses.

RESULTS

An overview of the taxa recorded in pluviotelmata surveys is shown in list below. Mostly, Diptera larvae (family Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae, Limoniidae, Ptychopteridae and Syrphidae) were found, which accounted for a total of 75% of the community of recorded specimens. They were followed by Coleoptera (10 %), Heteroptera, Ephemeroptera, and Conchostraca. The most common species in the pluviotelmata was a mosquito *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 (40 % of the total number of recorded specimens, followed by unidentified species of the genus *Chironomus* (31 %), and beetle of the genus *Helophorus* (5.1 %). Other taxa were less numerous (< 5%).

List of the taxa recorded in the pluviotelmata in Sitnianska Lehôtka

Conchostraca

Insecta

Coleoptera

Dytiscidae

Dytiscidae indet.

Ilybius spp.

Hydrophilidae

Helophorus spp.

Gyrinidae

Gyrinus spp.

Diptera

Ceratopogoniidae

Ceratopogoniidae indet.

Culicidae

Anopheles maculipennis s.l. Meigen, 1818

Culex pipiens Linnaeus, 1758

Chironomidae

Chironomus spp.

Psectrotanypus varius (Fabricius, 1787)

Zavrelimyia sp.

Limoniidae

Limoniidae indet.

Ptychopteridae

Ptychopteridae indet.

Syrphidae

Syrphidae indet.

Ephemeroptera

Baetidae

Cloeon dipterum (Linnaeus, 1761)

Heteroptera

Corixidae

Corixidae indet.

Gerridae

Gerridae indet.

Notonectidae

Notonectidae indet.

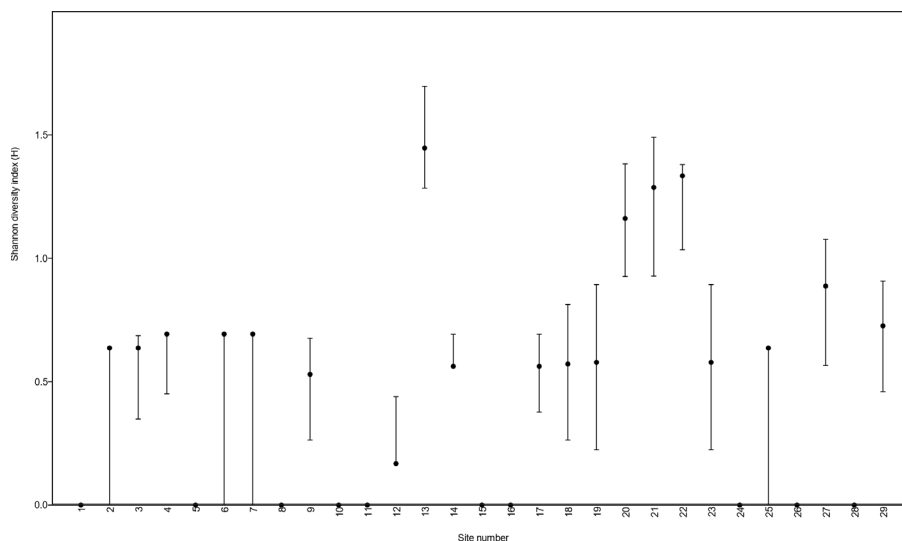
Table 1 shows the presence of individual taxa during the collection period. Species *C. pipiens* was present in the samples throughout the year as well as the genus *Chironomus* (with the exception of the first month). At the beginning of the sampling season (April to June), beetles and Diptera from families Syrphidae and Ptychopteridae were often found in pluviotelmata. Middle of the season (July) preferred taxa from ordo Heteroptera, family Gerridae and ordo Ephemeroptera, species *C. dipterum*. At the end of the season (August, September) Diptera larvae from families Culicidae (species *A. maculipennis*), Chironomidae (*P. varius* and *Zavrelimyia* sp.), Ceratopogonidae and Limoniidae prevailed.

Table 1. Occurrence of individual taxa in pluviotelmata during all collection months.

	<i>Anopheles maculipennis</i>	Ceratopogonidae	<i>Cloeon dipterum</i>	Corixidae	<i>Culex pipiens</i>	Dytiscidae	Gerridae	<i>Gyrinus</i> spp.	<i>Helophorus</i> spp.	<i>Chironomus</i> spp.	<i>Ilybius</i> spp.	Limoniidae	Notonectidae	<i>Psectrotanytus varius</i>	Ptychopteridae	Syrphidae	<i>Zavrelimyia</i> sp.
April					x	x	x	x							x	x	
Jun			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x				
July			x		x		x			x							
August	x	x			x					x				x			
September	x				x					x		x					x

The largest number of taxa was recorded at site 13 (6 taxa) and site 21 (6 taxa) (see Fig. 2). Less than 5 taxa were present in other locations. Only two taxa were recorded at about 60 % of the sites surveyed.

The taxonomic diversity referred by the Shannon Index (H) was generally low, the highest value (1.447) was reached at site no. 13, followed by sites No. 22 ($H = 1.334$), 21, and 20 (Fig. 2). Given the small number of individuals in the samples, relatively large confidence intervals were observed in the calculation of the diversity index.

**Figure 2.** Shannon diversity index (H) values with the estimated approximate confidence interval.

By analysing the profiles of diversity (Fig. 2) excluding samples with a single taxa and value $H=0$, it was found that comparisons of the taxonomic diversity of individual pluviotelmata are problematic due to the distinctly different diversity profiles of individual sites.

The cluster analysis has divided pluviotelmata based on their taxonomic similarity into several groups (Fig. 3). The most different were sites 17 (group I.); 15 and 16 (gr. II.); 7 and 26 (gr. III.). Another two groups of sites are larger (gr. IV of sites 9, 12, 20, 21, 5, 14, 2, 13, and 22; gr. V of sites 10, 28, 24, 19, 23, 11, 3, 8, 27, 18, 29, 25, 1, 4, and 6). Site 17 (gr. I) is the most different one, containing only few taxa: mosquitoes – *Culex* (Diptera), *Chironomus* spp. (Diptera), Gyrinidae (Coleoptera) and *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera). It is likely that the presence of *C. dipterum* significantly separated this site from the others. The site 7 was occupied by the dipteran family Culicidae (*Anopheles*) and the dipteran subfamily Tanypodinae while the site 26 by mosquitoes (*Culex*), *Chironomus* spp., and *Helophorus* spp. (Coleoptera).

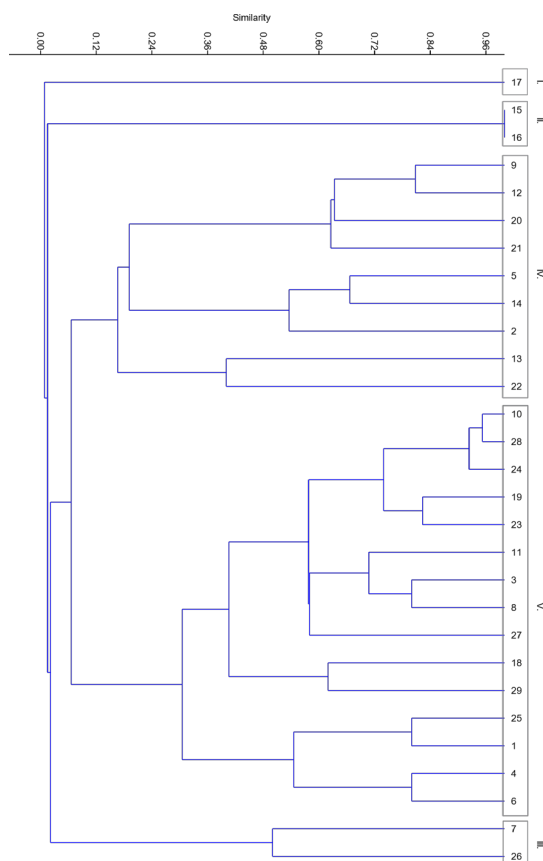


Figure 3. Cluster analysis based on the similarity of the taxonomical composition of pluviotelmata (Bray - Curtis index of similarity).

Non-metrical multidimensional scaling (NMDS) using the Euclidean distance, the model of which is due to the low stress factor, the Sheppard chart, and the high percentage of the variability explained by the first two axes, (Fig. 4) indicates that the taxonomic composition of invertebrate fauna in pluviotelmata are mainly affected by variables related to the size of the pluviotelma (Coordinate 1 - first dimension), but also by shading (Coordinate 2 - second dimension). The sampling sites 9, 12, 20, and 21 are distinctly different from others and were most likely affected by temperature. Sites 1, 4, 6 as well as 7, 15, 16, 25 and 26 by their location near the shading vector demonstrates the importance of this variable in the communities composition. Similar results were obtained by canonical correspondence analysis (Figure 5), according to which the beetles of the genus *Ilybius* and *Gyrinus*, as well as those of the species *C. dipterum*, were the most affected by temperature. An important factor, according to this analysis, is also the dry period, which most affected the abundance of the larvae of the Tanypodinae subfamily. The dimensions of the studied pluviotelmata were important in the representation of *C. pipiens*, Limoniidae and Ostracoda. Of particular importance in explaining the composition of the studied communities was the location of the sampling sites, as indicated by the significant length of the variable site, which means the placement of the groups of sampling sites in the four remote areas.

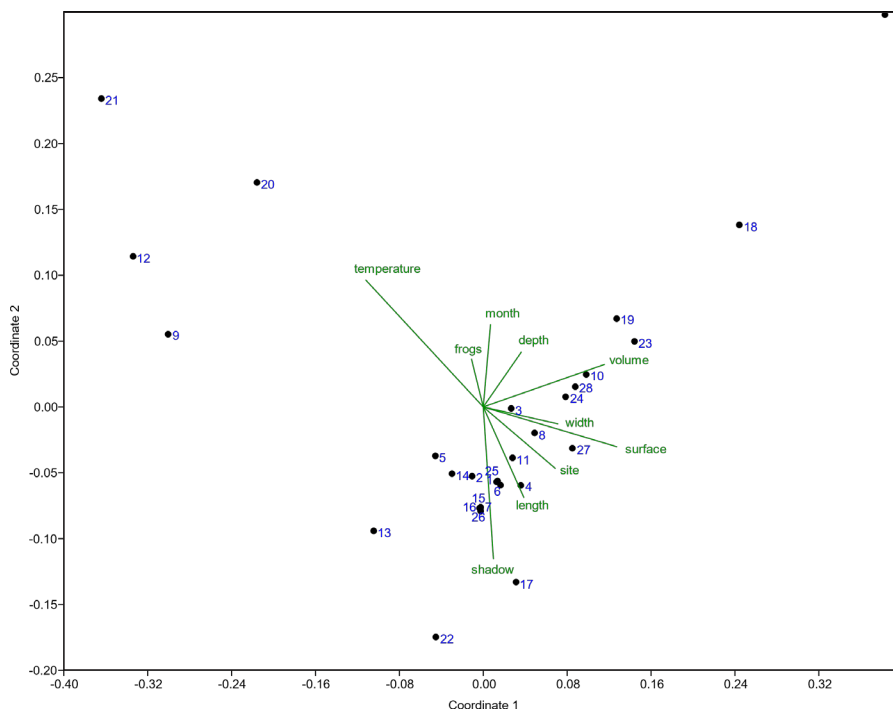


Figure 4. Graphical output of NMDS using a Euclidean distance (Stress factor: 0.05188, R^2 for the axis x: 0.915, and for the axis y: 0.659; the Sheppard graph output

inside; temperature = water temperature at sampling, frogs = presence of frogs in the pluviotelma, month = month in which sample was taken, volume = approx. pluviotelma volume, width = width of the pluviotelma, surface = approx. pluviotelma surface, length = length of the pluviotelma, site = localisation of the pluviotelma in one of the four localities, shadow = degree of shading).

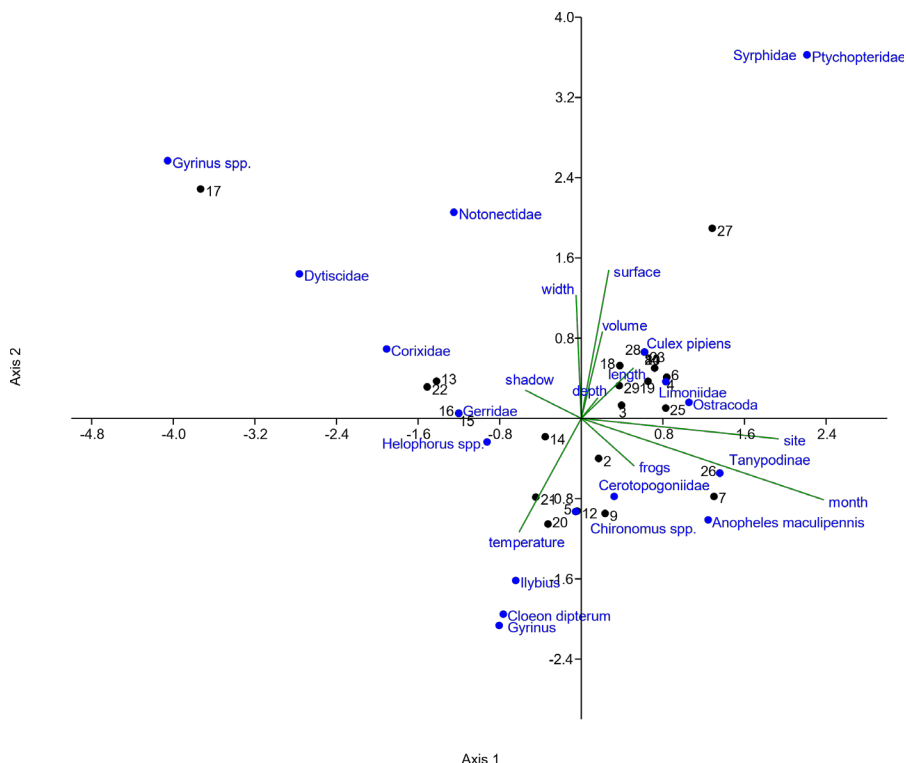


Figure 5. Graphical output (triplet) of the CCA (temperature = water temperature at sampling, frogs = presence of frogs in the pluviotelma, month = month in which sample was taken, volume = approx. pluviotelma volume, width = width of the pluviotelma, surface = approx. pluviotelma surface, length = length of the pluviotelma, site = localisation of the pluviotelma in one of the four localities, shadow = degree of shading).

DISCUSSION

Similarly to this research, FISCHER et al. (2000) recorded a number of invertebrates in the pluviotelmata in Buenos Aires (the presence of up to 46 insect taxa). OBOŇA et al. (2014) studied pluviotelmata in Upper Nitra and confirmed the occurrence of 16 taxa. While in Buenos Aires beetles were the most numerous representatives, in our research and in OBOŇA et al. (2014) Diptera were the most abundant. The mosquito *C. pipiens* was the most common species in investigated pluviotelmata in Sitnianska

Lehôtka. Also, in Buenos Aires (FISCHER et al. 2000), the highest incidence of *Culex* mosquitoes, representing up to 76% of the total species richness of the recorded insects was reported. Regarding the trophic categories, the predominant group was the detritus-feeding (detritophagous) type, represented predominantly by the Culicidae family. On the other hand, predators represented by the Coleoptera and Heteroptera taxa prevailed in December and January in Buenos Aires (FISCHER et al. 2000). Based on our results, we conclude that *C. pipiens* mosquitoes were present throughout the year, while predators (Coleoptera, Heteroptera, Tanypodinae larvae) were present in samples usually in a later period. WILLIAMS (1987) classifies taxa from pluviotelmata according to the seasonal occurrence of organisms and not according to the taxonomic classification and created several groups. In the group no. 1, there are included taxa occurring in these aquatic habitats during the entire inflow phase. Recorded taxa belonging to this group could be mosquitoes (*C. pipiens*) and genus *Chironomus*. Group no. 2 represents the active forms of species which complete their life cycle about 4-6 weeks before the biotope dries out. This group includes aquatic larvae of Coleoptera, Heteroptera, and *Anopheles* mosquitoes. In the group no. 3 are included taxa that occur in spring, 2-5 weeks after the pool is formed. Their life cycle usually lasts only about 5 weeks. In this study, Coleoptera were also present at the beginning of the season and Diptera larvae from families Syrphidae and Ptychopteridae belong to this group. In the group no. 4, there are included taxa that occur approximately 10 weeks after filling of the depression with water or 3-4 weeks before it dries. From this group, we recorded taxa which occurred mainly in the middle of the season, and also end-of-season taxa (August to end of September). This includes especially the Diptera larvae: *A. maculipennis* mosquitoes, *P. varius*, *Zavrelimyia* sp., and Limoniidae larvae.

Many of temporal water bodies have also negative aspects. Especially in tropical and subtropical regions, they often serve as habitats for larval stages of vectors of various diseases. This fact could be also supported by this research, while several taxa of pluvial moths are epidemiologically significant. Adult females of the mosquitoes (e.g. *Culex* and *Anopheles*) (KRAMÁŘ 1958, BECKER et al. 2003) and Ceratopogonidae (MELLOR et al. 2000) are vectors of many disease-causing agents.

Pluviotelmata communities in the surveyed area were influenced mostly by the length and width of the pluviotelmata, the presence of shade, and associated temperature. In previously published papers (WILLIAMS & FELMATE 2002, WILLIAMS 2005, SCHNEIDER 1999), the most important variable was the hydroperiodic factor. In our results the size of the pool (expressed as length, width and depth) are related to the hydroperiod - the larger the pool - the longer the water will keep. However, considering only water puddles (e.g. we omit the hydroperiod, SCHNEIDER 1999, BAZZANTI et al. 1996, 1997) other important factors can be community parameters, composition and temporal succession. Our research confirmed temperature as an important environmental factor which is in accordance with study FISCHER et al. (2000)

ACKNOWLEDGEMENTS

We would especially like to thank the editor and anonymous reviewers for helping by providing constructive comments on improving the manuscript. This study was supported by the Slovak Scientific Grant Agency, contract No. VEGA-2/0030/17, by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-16-0236, and by the Cultural and Educational Grant Agency under the contract No. 005PU-4/2019.

LITERATURE

- BAZZANTI, M. – BALDONI, S. – SEMINARA, M., 1996. Invertebrate macrofauna of a temporary pond in central Italy: composition, community parameters and temporal succession. *Archiv für Hydrobiologie* 137(1): 77-94.
- BAZZANTI, M. – SEMINARA, M. – BALDONI, S., 1997. Chironomids (Diptera: Chironomidae) from Three Temporary Ponds of Different Wet Phase Duration in Central Italy. *Journal of Freshwater Ecology*, 12: 89-99.
- BECKER, N. – PETRIC, D. – ZGOMBA, M. – BOASE, C. – DAHL, C. – LANE, J. – KAISER, A., 2003. Mosquitoes and their control. Kluwer Academic / Plenum Publisher, New York. 498 pp.
- BITUŠÍK P. – HAMERLÍK L. 2014. Príručka na určovanie lariev pakomárov (Diptera: Chironomidae) Slovenska, Časť 2. Tanytopodinae. Belianum, Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 96 pp.
- BLAUSTEIN, L. – SCHWARZ, S.S., 2001. Ecology of Temporary Pools. Special expanded issue of the *Israel Journal of Zoology*. Laser Pages, Jerusalem. 220 pp.
- BOCKOVÁ, E. – KOČIŠOVÁ, A., 2016. Species composition of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in relation to climate conditions in South-Eastern Slovakia. *Biologia*, 71(2): 204-211.
- BOOTHBY, J., 1997. Ponds conservation: towards a delineation of pondscape. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem*, 7: 127- 132.
- BRENDONCK, L. – MICHELS, E. – DE MEESTER, L. – RIDDOCH, B., 2002. Temporary pools are not 'enemy-free'. *Hydrobiologia*, 486: 147-159.
- DAS, K. – GUPTA, S., 2010. Aquatic Hemiptera Community of Agricultural Fields and Rain Pools in Cachar District, Assam, North East India. *Assam University Journal of Science & Technology: Biological and Environmental Sciences*, 5: 123-128.
- DUDGEON, D. – ARTHINGTON, A.H. – GESSNER, M.O. – KAWABATA, Z. – KNOWLER, D.J. – LÉVÊQUE, C. – NAIMAN, R.J. – PRIEUR-RICHARD, A.H. – SOTO, D. – STIASSNY, M.L. – SULLIVAN, C.A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163-182.
- FISHER, S. – MARINONE, M.C. – FONTANARROSA, M.S. – NIEVES, M. – SCHWEIGMANN, N., 2000. Urban rain pools: Seasonal dynamics and entomofauna in a park of Buenos Aires. *Hydrobiologia*, 441(1): 45-53.
- FONTANARROSA, M.S. – COLLANTES, M.B. – BACHMANN, A.O., 2009. Seasonal patterns of the insect community structure in urban rain pools of temperate Argentina. *Journal of Insect Science*, 9: 1-10.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D.A.T. – RYAN, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- JALIL, N. – HALGOŠ, J., 2004. Mosquito prevalence in the Komárno and Nové Zámky regions of southern Slovakia. *European Mosquito Bulletin, Journal of the European Mosquito Control Association*, 18: 30-36.
- JANACEK, B., 1998. Fauna Aquatica Austriaca – Teil V – Diptera: Chironomidae (Zuckmücken). *Univ. F. Bodenkultur, Abteil. Hydrobiol.*, 117 pp.
- KRAMÁŘ, J., 1958. Komáři bodaví – Culicinae. *Fauna ČSR* 13. Nak. Československé akademie věd, Praha, 287 pp.
- LELLÁK, F. – KUBÍČEK, F., 1992. *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova, Vydavatelství Karolinum Praha. 260 pp.

- MCKAY, R., 1996. Temporary aquatic habitats. *Journal of the North American Benthological Society*, 15, 406 pp.
- MCLACHLAN, A.J. – CANTRELL, M.A., 1980. Survival strategies in tropical rain pools. *Oecologia*, 47: 344-351.
- MELLOR, P.S. – BOOMAN, J. – BAYLIS, M., 2000. *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. *Annual Review of Entomology*, 45: 307-340.
- NILSSON, A.N., 1997. *Aquatic Insects of North Europe: A Taxonomic Handbook. Odonata-Diptera*. Apollo Books: Stenstrup, Denmark. Volume 2, 440 pp.
- OBOŇA, J. – DOMINIÁK, D. – MATUŠOVÁ, Z. – ŠČERBÁKOVÁ, S. – SVITOK, M., 2014. Invertebrate fauna of small temporary rain pools of village Diviacka Nová Ves (Upper Nitra region - Slovakia). *Acta Universitatis Prešoviensis, Folia oecologica*, 6(2): 23-30.
- OBOŇA, J. – DEMKOVÁ, L. – SMOEÁK, R. – DOMINIÁK, P. – ŠČERBÁKOVÁ, S., 2017. Invertebrates in overlooked aquatic ecosystem in the middle of the town. *Periodicum biologorum*, 119: 47-54.
- ROBERTSON, A.L., 2000. Lotic meiofaunal community dynamics: colonization, resilience and persistence in a spatially and temporally heterogeneous environment. *Freshwater Biology*, 44 (1): 135-147.
- ROZKOŠNÝ, R., 1980. *Klíč vodních larev hmyzu*. Academia, Praha, Czech Republic, 523 pp.
- SANSOM, A., 1997. *Ponds and conservation. A guide to pond restoration, creation and management*. Environment Agency: Leeds. 300 pp
- SCHAEFFER, M. – VAN GEEST, G.J. – ZIMMER, K., JEPPESEN E. – SØNDERGAARD, M. – BUTLER, M.G. – HANSON, H-A – DECLERCK, S. – MEESTER DE L. 2006. Small habitat size and isolation can promote species richness: second-order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. *OIKOS Synthesising Ecology*, 112: 227-231.
- SCHNEIDER D.W., 1999. Snowmelt ponds in Wisconsin: influence of hydroperiod on invertebrate community structure. In: BATZER D.P. – RADER R.B. – WISSINGER S.A. (eds), *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management*. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, pp. 299–318.
- SPENCER, M. – BLAUSTEIN, L. – SCHWARTZ, S.S. – COHEN, J.E., 1999. Species richness and the proportion of predatory animal species in temporary freshwater pools: relationships with habitat size and permanence. *Ecology Letters*, 2(3):157-166.
- WILLIAMS, D.D. – FELTMATE, B.W., 1992. *Aquatic Insects*. Cab International, Wallingford. 385 pp.
- WILLIAMS, D.D., 1996. Environmental constraints in temporary fresh waters and their consequences for the insect fauna. *Journal of the North American Benthological Society*, 15: 634-650.
- WILLIAMS, D. D., 1997. Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquatic Conservation*, 7(2): 105-117.
- WILLIAMS, D.D., 2005. Temporary forest pools: can we see the water for the trees? *Wetlands Ecology and Management*, 13: 213-233.
- WILLIAMS, D.D., 2006. *The biology of Temporary Waters*. Oxford University Press. 337 pp.
- WOOD, P.J. – GREEBWOOD, M.T. – AGNEW, M.D., 2003. Pond biodiversity and habitat loss in the UK. *Area*, 35: 206-216.

**POZNÁMKY K VÝSKYTU DENNÝCH MOTÝĽOV
(LEPIDOPTERA, PAPILIONOIDEA) JUŽNEJ ČASTI
ONDAVSKEJ VRCHOVINY V OKOLÍ OBCÍ KOCHANOVCE,
LACKOVCE A UDAVSKÉ**

**NOTES OF THE OCCURRENCE OF BUTTERFLIES
(LEPIDOPTERA, PAPILIONOIDEA) IN THE SOUTHERN
PART OF THE ONDAVSKÁ VRCHOVINA MTS. IN THE
VICINITY OF THE VILLAGES KOCHANOVCE, LACKOVCE
AND UDAVSKÉ**

Zdenka BENDOVÁ¹ – Alexander CSANÁDY² – Silvia DURANKOVÁ²

ABSTRACT

*The authors investigated butterflies of superfamily Papilionoidea in the surroundings of three villages (Kochanovce, Lackovce and Udvské) from southern part of the Ondavská vrchovina Mts. during years 2015-2016. This study builds on the results obtained in the study area of north-eastern Slovakia and complement faunistic data which may be the basis for further ecological evaluation. There were 29 butterfly species identified of 443 individuals belonging to 5 families. Two species with of European and National importance status were identified (*Iphiclidides podalirius* and *Lycaena dispar*). According to the habitat preferences of butterflies were recorded: 11 ubiquitous species, 11 mesophilic species, 6 xerothermophilic species and 1 hygrophilous species. Similarly, studied site represents a set of several microhabitats, which creates favourable conditions for the survival of several species.*

KEYWORDS

Lepidoptera, East Slovakia, faunistic data

ÚVOD

Faunou denných motýľov severovýchodného Slovenska sa zaoberali mnohí entomológovia, ale aj napriek tomu sú údaje veľmi nedostatočné. Jednotlivé staršie údaje z územia Ondavskej vrchoviny sumarizovali viacerí autori (HRUBÝ, 1964; REIPRICH, 1977; REIPRICH A OKÁLI, 1989; PETRAŠOVIČ A REIPRICH 1992; OKÁLI, 1997). Niekoľko novších údajov z jej severnej časti uvádzajú (PANIGAJ, 1984; 1993; 1999a; 1999b; JÁSZAY A PANIGAJ 1987; ČANÁDY, 2011; 2012; 2014; 2015; MIKULA, 2013; STOJKOVIČOVÁ, 2013; VOĽČKOVÁ, 2014), ktorí vo svojich prácach skúmali spoločenstvá denných motýľov.

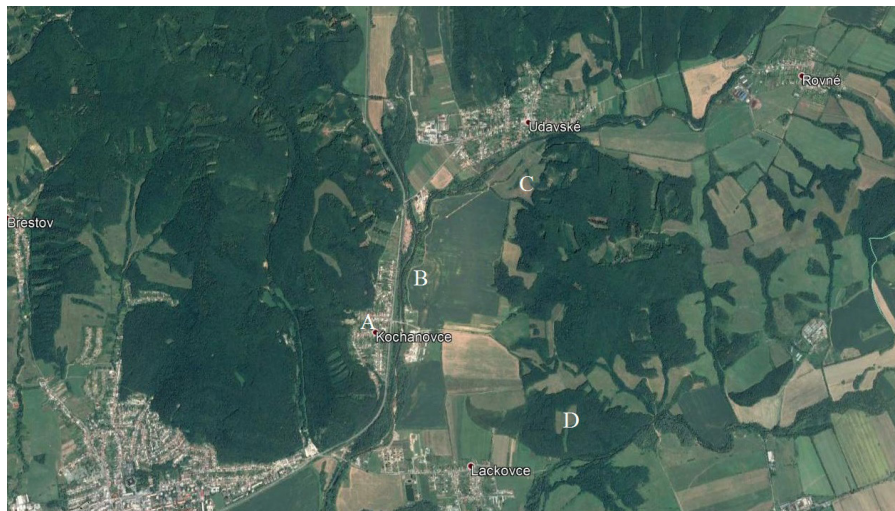
Hlavným cieľom predkladaného príspevku je nadviazať na výsledky získané v severnej časti sledovaného územia a doplniť faunistické (biodiverzitné) údaje z jej južnej časti (BENDOVÁ, 2015; 2017), ktoré v budúcnosti môžu byť podkladom pre podrobnejšie vyhodnotenie lepidopterocenóz.

¹ Kochanovce 240, SK-066 01 Humenné, Slovensko; e-mail: zdenkabendova@gmail.com

² Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17. novembra 1, SK-081 16 Prešov, Slovensko; e-mail: alexander.canady@gmail.com, alexander.csanady@unipo.sk; silvia.durankova@unipo.sk

MATERIÁL A METÓDY

Počas rokov 2015-2016 bol realizovaný faunistický prieskum s cieľom opísania spoločenstiev denných motýľov (Lepidoptera, Papilionoidea) vo vybraných obciach južnej časti Ondavskej vrchoviny (subprovincia Východné Karpaty, Obrázok 1). Odchyt motýľov bol uskutočňovaný v pravidelných intervaloch minimálne raz do týždňa v mesiacoch máj - september v závislosti od počasia (s prestávkou v mesiacoch august a september 2015) prvým autorom predkladanej práce. Práca v teréne bola vykonávaná s rozličnou frekvenciou klasickými entomologickými metódami (odchyt jedincov pomocou entomologickej sieťky, priamym pozorovaním v teréne).



Obrázok 1. Študijné plochy v okolí obce Kochanovce, Lackovce a Udavské (Zdroj: ©2019 Google, Image©2019CNES/Astrium).

Termíny odchytov:

Práca v teréne pri odchyťovaní motýľov bola uskutočnená počas dvoch vegetačných sezón v roku 2015 (s prestávkou v auguste a septembri) a v roku 2016.

V roku 2015 počas 6 odchytových termínov na vybraných lokalitách (A, B, C, D): 12.5.2015 - (A, B, C, D); 25.5.2015 - (A, B, C, D); 18.6.2015 - (A, B, C, D); 30.6.2015 - (A, B, C, D); 8.7.2015 - (A, B, C, D); 19.7.2015 - (A, B, C, D).

V roku 2016 počas 10 odchytových termínov na vybraných lokalitách (A, B, C, D): 9.5.2016 - (A, B, C, D); 28.5.2016 - (A, B, C, D); 5.6.2016 - (A, B, C, D); 19.6.2016 - (A, B, C, D); 5.7.2016 - (A, B, C, D); 23.7.2016 - (A, B, C, D); 8.8.2016 - (A, B, C, D); 14.8.2016 - (A, B, C, D); 26.8.2016 - (A, B, C, D); 15.9.2016 - (A, B, C, D).

Po odchytení a determinovaní boli jedince znovu vypustené a len ťažšie určiteľné druhy boli odfotené a determinované v laboratórnych podmienkach podľa determinačných kľúčov resp. určené po preparácii kopulačných orgánov (JAKŠIČ, 1998; SLAMKA, 2004). Na vybraných stanovištiach bolo strávených cca 45 minút, počas ktorých boli odchyty vykonávané transektovou metódou pozdĺž línie (POLLARD, 1977). Pomalým prechodom po vytýčenej trase sa prechádzalo stanovišťami, zaznamenávali sa všetky druhy viditeľné pred sebou vo vzdialenosti 5 metrov a vo vzdialenosti 2,5 metra doľava a doprava od myslenej trasy. Terénne exkurzie boli vykonávané za vhodných poveternostných podmienok (slnečné počasie, slabý vietor).

Druhy denných motýľov boli zaradené systematicky podľa (PASTORÁLIS a kol., 2013). Zároveň boli podľa klasifikácie TISCHLER (1949) zaradené do piatich stupňov dominancie: eudominantné druhy (Ed, $D > 10,1\%$), dominantné druhy (Do, $D = 5,1-10,0\%$), subdominantné druhy (Sd, $D = 2,1-5,0\%$), recedentné druhy (Re, $D = 1,1\% - 2,0\%$), subrecedentné druhy (Sr, $D < 1,0\%$).

Následne boli tieto odchytené druhy rozdelené do 4 skupín na základe biotopovej väzby (BENEŠ a kol., 2002): ubikvista (U – druh schopný žiť na všetkých biotopoch, vrátane agroceen a ruderalov); mezofil-1 (M1 – druh žijúci na otvorených biotopoch predovšetkým na mezofilných lúkach), mezofil-2 (M2 – druh preferujúci rozhranie lesných a lúčnych biotopov); mezofil-3 (M3 – druh žijúci v lesných biotopoch), xerotermofil-1 (X1 – druh žijúci v otvorených xerotermných biotopoch); xerotermofil-2 (X2 – lesostepný a krovinný druh) a hygofil (H – druh žijúci na podmáčaných lúkach a slatinách (eutrofných mokradiach)). Väčšina motýľích druhov sa prejavuje viazanosťou na viaceré biotopy, avšak jeden z nich môžeme považovať za hlavný. Pri biotopovej viazanosti je dôležitá geografická poloha, substrát podlažia, nadmorská výška, z ktorej vyplývajú charakteristické vlhkostné, teplotné i svetelné pomery.

Údaje o ohrozenosti jednotlivých druhov boli čerpané z Červeného zoznamu Slovenskej republiky (KULFAN A KULFAN, 2001). Zároveň boli motýle rozdelené do skupín podľa mobility (BARTONOVA a kol., 2014).

Na porovnanie druhovej zhody (podobnosti) porovnávaných študijných plochách boli použité indexy identity: Jaccardov index (Ja) a Sørensenov index (Sö). Na vyjadrenie druhovej rozmanitosti bol vypočítaný Shannon-Weaverov index diverzity a vyrovnanosti (H a J) Na vypočítanie príslušných indexov bol použitý štatistický program PAST verzia 3.11 (HAMMER a kol., 2001).

Charakteristika skúmanej oblasti a lokalít odchyty

(A) intravilán a extravilán obce Kochanovce

Geografická poloha obce: 48°57' N, 21°56' E. Odchyty boli vykonávané zväčša priamo počas prechodu obcou alebo katastrom obce, ktorá leží v nadmorskej výške 158 m n.m. Stanovište predstavoval biotop výrazne narušený antropogénnou činnosťou, a to: záhrada rodinného domu a nepoužívané futbalové ihrisko v strede obce popri

cestnej komunikácii. Skúmaný lúčny porast bol počas výskumu jedenkrát kosený mechanickou kosbou. Na danom stanovišti dominovali rastliny z čeľade Poaceae (*Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*) a pomerne malé množstvo kvitnúcich rastlín najmä z čeľade Fabaceae (*Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense* a i.), podklad bol v prevažnej miere suchý až pieskovitý.

(B) lúka pri rieke Laborec v obci Kochanovce

Stanovište sa nachádza na pomerne vlhkej pôde s lúčnym porastom s dominanciou *Viola arvensis*, *Lamium* spp., ale aj tráv čeľade Poaceae, ktorý je pravidelne spásaný ovcami, pasenie sa však nekoná každoročne. Často tu bolo možné sledovať výskyt mlák, kde sa vo veľkej miere zhluchovali motýle pri zdroji vody.

Výskum lepidopterofauny bol na týchto dvoch stanovištiach (A, B) uskutočnený aj v roku 2014 a jeho výsledky boli uvedené v bakalárskej práci (BENDOVI, 2015).

(C) lúka pri cintoríne obce Lackovce

Geografická poloha obce: 48°56' N, 21°57' E, nadmorská výška: 152 m n.m. Stanovište bolo spomedzi sledovaných území najmenej ovplyvnené ľudskou činnosťou. Predstavuje extenzívne obhospodarovaný stacionár. Skúmaný lúčny porast bol kosený raz ročne mechanicky, pôda bez využitia herbicídov a pesticídov. Prevládalo široké spektrum kvitnúcich rastlín viacerých čeľadi.

(D) okraj mezofilnej lúky pri obci Udavské

Odchyty na tomto stanovišti boli vykonávané na okraji mezofilnej lúky, ktorá predstavovala „ostrovček“ obklopený zmiešaným listnato-ihličnatým lesom s prevahou dubov a bukov. Lúka bola ručne kosená jedenkrát ročne. Z vegetácie sa tu vyskytovalo veľké množstvo divo rastúcich rastlín napr.: *Bellis perennis*, *Urtica dioica*, *Vicia* spp., *Trifolium* spp., *Veronica chamaedrys* a iné.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas prieskumu fauny motýľov bolo celkovo zaznamenaných 443 jedincov patriacich k 29 druhom denných motýľov (Lepidoptera, nadčeľade Papilionoidea) z 5 čeľadi. Porovnaním odchytených druhov v jednotlivých čeľadiach môžeme sledovať odlišnosti v ich početnosti. Druhovo najmenšie zastúpenie zahŕňala čeľaď Papilionidae 2 spp., čeľade Hesperidae a Lycaenidae po 4 spp., čeľaď Pieridae 8 spp. Druhovo najpočetnejšou čeľadou bola čeľaď Nymphalidae (11 spp.).

Spomínané čeľade sa odlišovali ako v druhovej početnosti, tak aj v početnosti odchytených jedincov. Ako malý počet odchytených jedincov môžeme považovať 7 ex. čeľade Papilionidae, približne rovnaký počet jedincov vykazujú čeľade Lycaenidae 58 ex. a Hesperidae 60 ex. Čeľaď Nymphalidae bola zastúpená 11 druhmi s 181 jedincami.

Z celkového počtu 443 jedincov pripadalo na študovanú lokalitu (A) 17 druhov – 44 jedincov, na lokalitu (B) 21 druhov – 119 jedincov, na lokalitu (C) 28 druhov – 138 jedincov a na (D) 24 druhov – 142 jedincov (Tabuľka 1).

Tabuľka 1. Systematický prehľad odchytených denných motýľov (podľa PASTORÁLIS a kol. 2013) obcí južnej časti Ondavskej vrchoviny (Kochanovce, Lackovce, Udauské) na stanovištiach A-D. Biotoľová väzba (Biot.): (U): ubikvistický druh; (M1): mozoofil-1; (M2): mezoofil-2; (M3): mezoofil-3; (X1): xertermofil; (X2): xertermofil-2; (H): hygofil; (T): tyrfofil (podľa BENEŠ a kol., 2002). Červený zoznam SR (ČZ SR):VU – zraniteľný; LC – najmenej ohrozený; NT – takmer ohrozený (podľa KULFAN A KULFAN 2001); Mobilita (Mob.): (1): extrémne sedentárne; (2): veľmi sedentárne; (3): sedentárne (4): skôr sedentárne; (5): menej sedentárne; (6): ochotné rozptyľenia; (7): mobilné; (8): veľmi mobilné; (9): extrémne mobilné (BARTONOVA a kol., 2014).

Table 1. A systematic overview of the captured butterflies (according to PASTORÁLIS et al., 2013) of the municipalities of the southern part of Ondavská vrchovina (Kochanovce, Lackovce, Udauske) at the A-D sites. Biotope binding (Biot.): (U): ubiquitous species; (M1): mesophil-1; (M2): mesophil-2; (M3): mesophil-3; (X1): xertermophil; (X2): xertermophil-2; (H): hygrophil; (T): tyrfophil (according to Beneš et al., 2002). Red list SR (ČZ SR):VU - Vulnerable; LC - Least Concern; NT - Near Threatened; (according to KULFAN AND KULFAN 2001); Mobility (Mob.): (1): Extremely sedentary; (2): very sedentary; (3): sedentary (4): rather sedentary; (5): less sedentary; (6): willing distractions; (7): Mobile; (8): very mobile; (9): Extremely mobile (BARTONOVA et al. 2014).

	A		B		C		D		Σ	D%	Biot.	Mob.	ČZ SR
	n	D%	n	D%	n	D%	n	D%					
Papilionidae													
<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	1	2,3			2	1,4	1	0,7	4	0,9 (Sr)	X2	4	NT
<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)	2	4,5			1	0,7			3	0,7 (Sr)	U	5	LC
Hesperiidae													
<i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)			3	2,5	5	3,6	7	4,9	15	3,4 (Sd)	X1	3	LC
<i>Pyrgus malvae</i> (Linnaeus, 1758)					2	1,4	2	1,4	4	0,9 (Sr)	M2	3	LC
<i>Carterocephalus palaemon</i> (Pallas, 1771)			1	0,8	1	0,7	5	3,5	7	1,6 (Re)	M2, H	3	LC
<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)	2	4,5	8	6,7	1	0,7	7	4,9	18	4,1 (Sd)	M1	4	LC
<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	3	6,8	6	5,0	4	2,9	10	7,0	23	5,2 (Do)	M2	3	LC

Pieridae													
<i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)	3	6,8	9	7,6	8	5,8	7	4,9	27	6,1 (Do)	X2, M2	6	LC
<i>Antiocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	1	2,3			2	1,4	1	0,7	4	0,9 (Sr)	M1	4	LC
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	4	9,1	4	3,4	8	5,8	9	6,3	25	5,6 (Do)	U	7	LC
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	6	13,6	10	8,4	14	10,1	9	6,3	39	8,8 (Do)	U	7	LC
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	3	6,8	7	5,9	11	8,0	5	3,5	26	5,9 (Do)	U	7	LC
<i>Colias croceus</i> (Fourcroy, 1785)			1	0,8	2	1,4			3	0,7 (Sr)	U	7	LC
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	1	2,3			4	2,9	1	0,7	6	1,4 (Re)	M2	7	LC
Lycaenidae													
<i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802)					2	1,4	4	2,8	6	1,4 (Re)	H	3	VU
<i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771)	1	2,3	12	10,1	7	5,1	4	2,8	24	5,4 (Do)	X1	5	LC
<i>Plebejus argus</i> (Linnaeus, 1758)	1	2,3	5	4,2	2	1,4	14	9,9	22	5,0 (Do)	X1	3	LC
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg 1775)			4	3,4	2	1,4			6	1,4 (Re)	U	3	LC
Nymphalidae													
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)			3	2,5	5	3,6	3	2,1	11	2,5 (Sd)	U	9	LC
<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758)	1	2,3	3	2,5	7	5,1	1	0,7	12	2,7 (Sd)	M2	5	LC
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)			1	0,8			1	0,7	2	0,5 (Sr)	U	7	LC
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)			2	1,7	1	0,7	1	0,7	4	0,9 (Sr)	U	7	LC
<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)					2	1,4			2	0,5 (Sr)	M3	6	LC
<i>Apatura ilia</i> (Denis, Schiffmüller, 1775)	2	4,5	4	3,4	4	2,9	2	1,4	12	2,7 (Sd)	M3	4	LC
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	6	13,6	13	10,9	18	13,0	14	9,9	51	11,5 (Ed)	U	3	LC
<i>Aphantopus hyperanthus</i> (Linnaeus, 1758)			2	1,7	4	2,9	3	2,1	9	2,0 (Sd)	M1	3	LC
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	4	9,1	9	7,6	15	10,9	17	12,0	45	10,2 (Ed)	U	4	LC
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)					2	1,4			2	0,5 (Sr)	M1	5	LC
<i>Minois dryas</i> (Scopoli, 1763)	3	6,8	12	10,1	2	1,4	14	9,9	31	7,0 (Do)	X2	3	LC
Spolu: 29	44	100	119	100	138	100	142	100	443	100			

Tento rozdiel v počte druhov, ktoré prislúchali jednotlivým lokalitám, môžeme odôvodniť odlišnou intenzitou práce v terénne, poveternostnými podmienkami a rozdielnou vegetáciou. Najmenší počet druhov bol zaznamenaný na prvej lokalite, ktorá predstavovala biotopy najviac ovplyvnené ľudskou činnosťou. Na ostatných sledovaných lokalitách sa počet zaznamenaných druhov líšil len minimálne.

Podľa biotopovej väzby bolo z celkového počtu 29 druhov zaznamenaných 11 ubikvistických druhov (U), 11 mezofilných druhov (M1 – 4 druhy, M2 – 5 druhov, M3 – 2 druhy), 6 xerotermofilných druhov (X1 – 3 druhy, X2 – 3 druhy) a 1 hygofilný druh. Na sledovaných lokalitách mali prevahu okrem ubikvistov (37,9%), ktorí sú schopní prežiť na všetkých biotopoch, mezofilné druhy (37,9%). Tieto výsledky sú v zhode aj s celkovým charakterom skúmanej lokality, pretože prevažnú väčšinu skúmaných biotopov predstavovali mezofilné lúky, ako aj biotopy na rozhraní lúky a lesa. Jedná sa o hraničný biotop s viacerými ekologickými nikami pre flóru a faunu lesnej aj otvorenej krajiny. Z pohľadu ohrozenosti druhov, ktoré boli posudzované podľa Červeného zoznamu Slovenskej republiky (KULFAN a KULFAN, 2001) až 433 odchytených jedincov (27 druhov z 29) spadalo do kategórie LC – najmenej ohrozený, 6 jedincov druhu *Lycaena dispar* predstavovali kategóriu VU – zraniteľný druh a 4 zástupcovia čeľade Papilionidae *Iphiclide podalirius* predstavoval NT – takmer ohrozený druh.

I. podalirius je xerotermofilný druh, ktorého súčasný areál výskytu je väčší ako v minulosti. Je to druh otvorenej krajiny a najmä v polohách s vyššou nadmorskou výškou je jeho výskyt častejší. Na niektorých lokalitách, kde prebieha výrazná poľnohospodárska činnosť naopak sledujeme pokles v početnosti populácií (BENEŠ a kol., 2002).

Z pohľadu mobility druhov podľa (BARTONOVA a kol., 2014) boli odchytené druhy (n = 29) rozdelené do 6 skupín: sedentárne druhy (10), skôr sedentárne (5), menej sedentárne (4), druhy ochotné rozptýlenia (2), mobilné druhy (7) a druhy extrémne mobilné (1). Približne polovica z odchytených druhov, t.j. 15 patrila medzi sedentárne druhy, ktoré podľa BARTUŠOVEJ a PANIGAJA (2004) predstavujú dôležitý ukazovateľ kvality spoločenstva, pretože sa viažu na habitaty určitej kvality a pri jej zmene reagujú zmenou svojej početnosti.

Z hľadiska dominancie, dva zaznamenané druhy *Coenonympha pamphilus* a *Maniola jurtina*, patrili do kategórie eudominantných druhov s dominanciou nad 10,1%. Druh *C. pamphilus* ako ubikvista má v rámci Európy širokú oblasť výskytu, vyskytuje sa prakticky všade na nelesných biotopoch. Stav biotopu nemá na jeho rozšírenie výrazný vplyv, patrí k častým druhom aj na trávnikoch v intravilánoch miest. Na Slovensku patrí k najpočetnejším a najrozšírenejším druhom. Rovnako aj *M. jurtina* podľa biotopovej väzby patrí tiež k ubikvistickým druhom, preferuje trávnatu bylinné biotopy a otvorené plochy. Okrem toho druh môžeme nájsť aj v ovocných sadoch, mestských parkoch a svetlých lesoch. Na Slovensku je jeho výskyt veľmi rozšírený. Ostatné druhy mali dominantné až subdominantné zastúpenie v cenóze a viaceré dokonca len recedentné a subrecedentné (Tabuľka 1) v závislosti od typu lokality.

Druh *C. pamphilus* bol pozorovaný na všetkých 4 lokalitách, kde prebiehal výskum, čo potvrdzuje aj údaj o jeho dominancii (predstavoval eudominantný druh),

a biotopovej väzbe ako ubikvistický druh. Rovnako boli pozorované aj ďalšie druhy, ktorých jedinci sa vyskytli na všetkých sledovaných lokalitách: *Thymelicus lineola*, *T. sylvestris*, *Leptidea sinapis*, *Pieris brassicae*, *P. rapae*, *P. napi*, *Cupido argiades*, *Plebejus argus*, *Araschnia levana*, *Apatura ilia*, *Maniola jurtina* a *Minois dryas*.

Čeľaď Papilionidae bola zastúpená iba dvomi druhmi *Papilio machaon* a *Iphiclides podalirius*, ktoré boli pozorované počas jarých a letných mesiacov. Ich celková početnosť 7 ex. nebola vysoká, ale ukázala, že na sledovaných lokalitách sú vytvorené podmienky pre prežitie týchto druhov.

Čeľaď Hesperiiidae bola početnejšia aj z hľadiska početnosti druhov, aj početnosti jedincov. Bola zastúpená piatimi druhmi: *Erynnis tages*, *Pyrgus malvae*, *C. palaemon*, *Thymelicus lineola* a *T. sylvestris*. Ide o druhy, ktoré podľa stupnice mobility (BARTONOVA a kol. 2014) patria medzi sedentárne až skôr sedentárne druhy, ktoré mali najmä na lokalite pri obci Udavské (D) až dominantné postavenie, ale z hľadiska celkového spoločenstva motýľov predstavovali subdominantné druhy.

Čeľaď Pieridae bola zastúpená najmä mlynárikmi rodu *Pieris* (*P. brassicae*, *P. rapae*, *P. napi*), ktoré predstavovali ubikvistické druhy s dominantným postavením (5,6 %, 8,8 % a 5,9 %) a tvorili stálu zložku lepidopterofauny počas všetkých mesiacov a na všetkých lokalitách výskumu. Okrem mlynárikov rodu *Pieris* bola čeľaď Pieridae tvorená ďalšími štyrmi druhmi, predovšetkým mezofilnými a xerotermofilnými: *Leptidea sinapis*, *Anthocharis cardamines*, *Colias croceus* a *Gonepteryx rhamni*.

Z čeľade Lycaenidae boli zaznamenané 4 druhy: *Lycaena dispar* – hygrolilný druh, ktorý sa nachádza aj v Červenom zozname SR ako zraniteľný druh, ďalej dva xerotermofilné druhy so subdominantným až dominantným postavením v rámci zisteného spoločenstva denných motýľov: *Cupido argiades* a *Plebejus argus* a ubikvistický druh *Polyommatus icarus*.

Druhovo najpočetnejšou skupinou boli motýle z čeľade Nymphalidae o počte 11 druhov. Išlo o druhy ubikvistické, ale väčšina druhov z tejto čeľade reprezentovala skupinu mezofilných druhov a jeden xerotermofilný druh. Ich druhová početnosť aj početnosť jedincov poukazuje aj na charakter biotopov na skúmaných lokalitách. Na základe hodnôt indexov identity (Jaccardovho a Sörrensenovho) vieme porovnať percentuálne zastúpenie spoločných druhov denných motýľov v skúmaných lokalitách (Tabuľka 2).

Tabuľka 2. Počty spoločných druhov a hodnoty Jaccardovho a Sörrensenovho indexu pre skúmané lokality južnej časti Ondavskej vrchoviny. Vysvetlivky: (A) intravilán a extravilán obce Kochanovce; (B) lúka pri rieke Laborec v obci Kochanovce; (C) lúka pri cintoríne obce Lackovce; (D) okraj mezofilnej lúky pri obci Udavské.

Table 2. Numbers of common species and values of the Jaccard and Sörrensen index for the studied sites of the southern part of the Ondavská vrchovina Mts. Notes: (A) sites in in- and outside of Kochanovce village; (B) meadow at the Laborec River in the village of Kochanovce; (C) meadow at the cemetery of the village of Lackovce; (D) margin of mesophilic meadow at the village of Udavské.

Porovnávané lokality	A – B	A – C	A – D	B – C	B – D	C – D
Spoločné druhy	13	16	16	20	19	23
Jaccardov index (%)	52,0	55,2	64,0	69,0	73,1	79,3
Sörrensenov index (%)	68,4	71,0	78,0	81,6	84,4	88,4

O vysokej druhovej podobnosti lokalít svedčia pomerne vysoké hodnoty Jaccardových indexov. Veľká podobnosť v počte spoločne odchytených druhov, potvrdila, že študijná lokalita D bola najviac podobná študijným lokalitám B a C a študijná lokalita A, ktorá predstavovala intravilán a extravilán obce Kochanovce sa od ostatných troch lokalít odlišovala najviac. Práve na tejto lokalite bolo možné sledovať, že biotop bol najviac ovplyvnený ľudskou činnosťou, čo sa prejavilo na najnižšom počte odchytených druhov a aj nižších hodnotách indexov. Vysoké hodnoty Jaccardovho indexu vypovedajú o homogenite biocenózy, kde prebiehal výskum, vysoké hodnoty Sörrensenovho indexu vypovedajú o podobnosti sledovaných biotopov v skúmaných lokalitách.

V tabuľke 3 sú znázornené druhové početnosti, počty jedincov a hodnoty indexov diverzity a vyrovnanosti pre sledované lokality. Na základe hodnôt indexov diverzity môžeme zhodnotiť, že bol zistený vysoký stupeň diverzity a vyrovnanosti lepidopterocenóz na sledovaných lokalitách.

Tabuľka 3. Druhovú početnosť, početnosť jedincov a hodnoty indexov diverzity (H) a vyrovnanosti (J) spoločenstva motýľov na vybraných študijných plochách (A-D) okolia obcí južnej časti Ondavskej vrchoviny. Vysvetlivky: (A) intravilán a extravilán obce Kochanovce; (B) lúka pri rieke Laborec v obci Kochanovce; (C) lúka pri cintoríne obce Lackovce; (D) okraj mezofilnej lúky pri obci Udavské.

Table 3. Species abundance, numbers and values of the diversity and balance ratios of the butterfly community in selected study areas (A-D) of the municipalities of the southern part of the Ondavská vrchovina Mts. Notes: (A) sites in in- and outside of Kochanovce village; (B) meadow at the Laborec River in the village of Kochanovce; (C) meadow at the cemetery of the village of Lackovce; (D) margin of mesophilic meadow at the village of Udavské.

Študijné plochy	A	B	C	D
Počet druhov	17	21	28	24
Počet jedincov	44	119	138	142
Shannon-Weaverov index diverzity (H)	2,65	2,81	2,98	2,85
Shannon-Weaverov vyrovnanosti (J)	0,94	0,92	0,89	0,90

Údaje z výskumu fauny denných motýľov z roku 2014 z obce Kochanovce, ktorá svojou polohou patrí do južnej časti Ondavskej vrchoviny uvádza BENDOVÁ (2015). Celkovo zaznamenala výskyt 18 druhov denných motýľov patriacich k piatim čeľadiam (Papilionidae, Hesperiiidae, Lycaenidae, Pieridae a Nymphalidae).

Počas prvého výskumu bol zaznamenaný druh *Boloria euphrosyne*, ktorý sa počas druhého výskumu realizovaného v rokoch 2015-2016 nepodarilo zaznamenať (BENDOVÁ, 2017). V rokoch 2015 a 2016 môžeme pozorovať nárast v počte zaznamenaných druhov (29 spp.), čo si možno vysvetliť dlhšie trvajúcim výskumom (2 vegetačné obdobia), intenzívnejšou prácou v terénne s lepšími determinačnými skúsenosťami.

Hodnoty Jaccardovho a Sörrensenovho indexu naznačujú, že prostredie, v ktorom sa konal výskum v roku 2014 bolo vo veľkej miere homogénne s prostredím, v ktorom bol vykonaný výskum v rokoch 2015-2016 (BENDOVÁ, 2015, 2017).

Napriek tomu, že bol zaznamenaný oveľa menší počet druhov (29 spp.) ako v severnej časti Ondavskej vrchoviny (cca 65 spp. napr. ČANÁDY 2011; 2012; 2014; 2015; MIKULA, 2013), môžeme konštatovať, že sa tu vyskytuje zachované druhové spektrum. Údaje o výskyte druhov v tejto skúmanej oblasti môžeme považovať len za predbežné, pretože v skutočnosti neodrážajú celkové spektrum denných motýľov, ktoré by sa tu mohli vyskytovať.

Zároveň tu bol potvrdený aj výskyt dvoch druhov z Červeného zoznamu Slovenskej republiky: *Lycaena dispar* a *Iphiclides podalirius*.

Čeľad Papilionidae bola vo výskume reprezentovaná dvomi druhmi: *I. podalirius* a *P. machaon*, čo je v zhode aj s predošlými publikovanými údajmi (ČANÁDY, 2011; 2014; MIKULA, 2013; VOLČKOVÁ, 2014; STOJKOVIČOVÁ, 2013). Na základe týchto údajov

môžeme zhodnotiť, že aj južná časť územia vytvára veľmi vhodné podmienky pre prežívanie druhov.

Ďalšiu skupinu denných motýľov z čeľade Pieridae predstavujú druhy, ktoré sú stálou zložkou lepidopterofauny agrárnej krajiny, čo je v zhode s vyššie publikovanými údajmi. Výskyt týchto druhov bol zaznamenaný počas celého vegetačného obdobia od neskorej jari až po obdobie neskorej jesene. Výsledky výskumu potvrdili aj prítomnosť piatich druhov čeľade Hesperidae. Prevažne išlo o sedentárne druhy, ktoré sú podľa viacerých autorov dobrým ukazovateľom kvality prostredia, pretože vyžadujú určitú kvalitu prostredia, v ktorom žijú. Okrem toho bolo zistené dominantné až subdominantné postavenie druhov rodu *Thymelicus*. Častý výskyt jedincov tohto rodu potvrdil aj ČANÁDY (2011; 2012; 2014; 2015).

Na rozdiel od výsledkov ostatných výskumov z oblasti Ondavskej vrchoviny nebola zaznamenaná prítomnosť druhu *Ochlodes venatus*, ktorá sa s pomerne veľkou početnosťou vyskytovala na viacerých porovnávaných oblastiach severnej časti Ondavskej vrchoviny. Rozdiely vo výskyte niektorých druhov denných motýľov môžeme odôvodniť odlišnými biotopmi, kde prebiehal výskum, intenzitou kosby a úpravou terénu (BARTUŠOVÁ a PANIGAJ, 2004) alebo vzácnosťou samotného nálezu druhu či determináčnými skúsenosťami.

Čeľad Lycaenidae bola reprezentovaná 4 druhmi. Počty druhov zistené na vybraných lokalitách z tejto čeľade sú nižšie v porovnaní s výsledkami iných autorov, ktorí sa venovali faunistickému výskumu motýľov v iných oblastiach Ondavskej vrchoviny. MIKULA (2013) uvádza prítomnosť 11 druhov z okolia Bardejova, ČANÁDY (2015) 16 druhov v okolí obce Tokajík a STOJKOVIČOVÁ (2013) až 17 druhov z oblasti Mnichovskej doliny (okres Bardejov). V čeľadi sa s veľkou početnosťou vyskytujú v oblasti Ondavskej vrchoviny najmä zástupcovia rodu *Polyommatus*, ktorých zaznamenali aj iní autori, napr. PANIGAJ (1984) potvrdil výskyt *Polyommatus icarus* v oblasti Cigelfky (okres Bardejov). Výskyt tohto druhu potvrdil aj ČANÁDY (2011; 2012; 2014; 2015), ktorý zaznamenal vysoké počty v sledovaných obciach. V okolí obcí Kochanovce, Udavské a Lackovce bolo zaznamenaných len 6 jedincov tohto druhu, čo nepredstavuje reálny obraz výskytu mlynárikov.

S vyššou početnosťou sa vyskytovali druhy: *Cupido argiades* o počte 24 ex. a *Plebejus argus* o počte 22 ex. Na rozdiel od výsledkov vyššie citovaných autorov sme nezaznamenali prítomnosť *Thecla betulae* alebo ostatných zástupcov rodu *Cupido* a rod *Phengaris*.

Druhovo najpočetnejšia skupina – čeľaď Nymphalidae bola reprezentovaná 11 druhmi. Na niektorých lokalitách bola táto čeľaď bohato zastúpená nielen druhovo ale aj početnosťou jedincov. V oblasti Ondavskej vrchoviny je čeľaď Nymphalidae druhovo bohato zastúpená, čo potvrdzujú aj výsledky z jej severnej časti (ČANÁDY, 2011; 2012; 2014; 2015; MIKULA, 2013; VOLČKOVÁ, 2014; STOJKOVIČOVÁ, 2013).

Druhy s najväčšou početnosťou z čeľade Nymphalidae, predstavovali zástupcovia podčeľade Satyrinae: *Maniola jurtina*, *Minois dryas*, *Melanargia galathea*, *Coenonympha pamphilus*. Častý výskyt týchto druhov potvrdzujú aj ich biotopové nároky.

Z hľadiska biodiverzity môžeme považovať za významné najmä výskyty druhov *I. podalirius* a *L. dispar*, ktoré podľa Červeného zoznamu SR zaraďujeme k skupine zraniteľných a takmer ohrozených druhov.

POĎAKOVANIE

Naše poďakovanie patrí anonymným oponentom práce za cenné pripomienky k rukopisu.

LITERATÚRA

- BARTOVÁ, A. – BENEŠ, J. – KONVIČKA, M., 2014. Generalist-specialist continuum and life history traits of Central European butterflies (Lepidoptera) – are we missing a part of the picture? *European Journal of Entomology*, 11(4): 543-553.
- BARTUŠOVÁ, Z. – PANIGAJ, L., 2004. Vplyv obhospodarovania lúčnych porastov na štruktúru cenóz denných motýľov (Lepidoptera: Zygaenoidea, Hesperioidea et Papilionoidea). *Ochrana prírody*, 23: 253-264.
- BENEŠ, J. – KONVIČKA, M. – DVOŘÁK, J. – FRIC, Z. – HAVELDA, Z. – PAVLÍČKO, A. – VRABEC, V. – WIEDENHOFFER, Z. (eds.), 2002. Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I., II. 857 pp.
- BENDOVÁ, Z., 2015. Spoločenstvá denných motýľov (Lepidoptera, Rhopalocera) kultúrnej krajiny v katastri obce Kochanovce (Ondavská vrchovina). Bakalárska práca, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, 45 pp.
- BENDOVÁ, Z., 2017. Spoločenstvá denných motýľov (Lepidoptera: Rhopalocera) kultúrnej krajiny vybraných obcí Ondavskej vrchoviny Mts.: Diplomová práca, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, 53 pp.
- ČANÁDY, A., 2011. Príspevok k výskytu denných motýľov (Hesperioidea, Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť I. – Duplín (Ondavská vrchovina). *Folia faunistica Slovaca*, 16(2): 79-83.
- ČANÁDY, A., 2012. Príspevok k faunistike denných motýľov (Lepidoptera: Rhopalocera) z východného Slovenska za roky 2008-2011. *Folia faunistica Slovaca*, 17(2): 151-157.
- ČANÁDY, A., 2014. Príspevok k výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť 2 – Potoky (Ondavská vrchovina). *Folia faunistica Slovaca*, 19(3): 251-260.
- ČANÁDY, A., 2015. Príspevok k výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť 3 – Tokajík (Ondavská vrchovina). *Folia faunistica Slovaca*, 20(1): 95-104.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D.A.T. – RYAN P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.
- HRUBÝ, K., 1964. *Prodromus Lepidopter Slovenska*. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 962 pp.
- JAKŠIĆ N.P., 1998. Male genitalia of butterflies on Balkan Peninsula with a check-list (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). *Slovakia*. 144 pp.
- JÁSZAY, T. – PANIGAJ, L., 1987. Niekoľko poznámok k prieskumu motýľov (Lepidoptera) severovýchodnej časti okresu Svidník a k problematike entomologických výskumov. *Prehľad odborných výsledkov, X. Východoslovenský TOP (Krajná Bystrá 1986)*. Bratislava. 81-90.
- KULFAN, M. – KULFAN, J., 2001. Červený (ekosozologický) zoznam motýľov (Lepidoptera) Slovenska. 134-137 pp. In: BALÁŽ D., MARHOLD K. – URBAN P., (eds.), 2001: Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. *Ochrana Prírody*, 20 (Suppl.), 160 pp.
- OKÁLI, I., 1997. Literárne pramene o faune motýľov Slovenska (1985–1995) a dodatky k predchádzajúcim bibliografiám. *Entomofauna Carpathica*, 9(4): 110-124.
- MIKULA, P., 2013. K poznaniu výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Rhopalocera) v okolí mesta Bardejova. *Folia faunistica Slovaca*, 18(3): 309-313.
- PANIGAJ, L., 1984. Príspevok k poznaniu fauny Lepidopter oblasti Cigelky, okres Bardejov. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci*, 30: 155-187.

- PANIGAJ, L., 1993. Motýle (Lepidoptera) bučín severovýchodného Slovenska. Zborník Slovenského národného múzea. Prírodne vedy, Bratislava, 39: 61-85.
- PANIGAJ, L., 1999a. Pozoruhodný nález *Euphydryas maturna* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) na východnom Slovensku. Natura Carpatica, 40: 231-234.
- PANIGAJ, L., 1999b. Poznámka k rozšíreniu *Argyronome laodice* Pall. (Lepidoptera: Nymphalidae) na Slovensku. Natura Carpatica, 40: 235-238.
- PANIGAJ, L. – REIPRICH, A., 1998. Niekoľko pozoruhodných nálezov motýľov (Lepidoptera) na východnom Slovensku. Entomofauna Carpatica, 10(3): 85-90.
- PASTORÁLIS, G. – KALIVODA, H. – PANIGAJ, L., 2013. Zoznam motýľov (Lepidoptera) zistených na Slovensku. Folia faunistica Slovaca, 18(2): 101-232.
- PETRAŠOVIČ, J. – REIPRICH, A., 1992. Motýle (Lepidoptera) pobrežného pásma vodnej nádrže Veľká Domaša. Entomologické problémy, 23: 61-86.
- POLLARD, E., 1977. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. Biological Conservation, 12: 115-134.
- REIPRICH, A., 1977. Doplnky k Prodlomu Lepidopter Slovenska. Entomologické problémy, 14: 13-69.
- REIPRICH, A. – OKÁLI, I., 1989. Dodatky k Prodlomu Lepidopter Slovenska, 3 zväzok. VEDA – vydavateľstvo SAV, Bratislava, 144 pp.
- SLAMKA, F., 2004. Die Tagfalter Mitteleuropas – östliche Teil. Bestimmung-Biotope und Bionomie-Verbreitung-Gefährdung. Bratislava. Slovakia. 288 pp.
- STOJKOVIČOVÁ, M., 2013. Štruktúra spoločenstva denných motýľov (Lepidoptera, Rhopalocera) v antropogénne zaťaženom území. Diplomová práca, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, 65 pp.
- TISCHLER, W., 1949. Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig, Friedr. Vieweg, 219 pp.
- VOLČKOVÁ, L., 2014. Výskum denných motýľov okolia Bardejovskej Novej Vsi na Východnom Slovensku (Ondavská vrchovina). Diplomová práca, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, 50 pp.

PRÍSPEVOK K POZNANIU ROZŠÍRENIA DENNÝCH MOTÝĽOV (LEPIDOPTERA) NA VÝCHODNOM SLOVENSKU

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF BUTTERFLIES DISTRIBUTION (LEPIDOPTERA: RHOPALOCERA) IN EASTERN SLOVAKIA

Alexander CSANÁDY¹

ABSTRACT

The author states the occurrence of butterflies from East Slovakia. The individuals were observed in years 2012–2018. Totally were observed 1 519 individuals belonging to 67 species of butterflies. Ten species with of European and National importance status (i.e. vulnerable (8 spp.), near threatened (1 sp.) and endangered (1 sp.) were identified (Parnassius mnemosyne, Iphiclidides podalirius, Carcharodus flocciferus, Lycaena dispar, L. alciphron, Phengaris arion, Argynnis laodice, Brenthis ino, Melitaea phoebe and M. diamina). The faunistic data helps to spread knowledge of butterflies' distribution in the territory of East Slovakia (primarily from Volovské vrchy Mts., Košická kotlina basin, Slovak Karst, Ondavská vrchovina Mts., Laborecká vrchovina Mts., Beskydské predhorie Mts.).

KEYWORDS

Lepidoptera, East Slovakia, faunistic data

ÚVOD

Výskumom denných motýľov na území východného Slovenska sa venovali viacerí autori (ČAPUTA 1985, 1987; JÁSZAY & PANIGAJ 1987; KURUC 2003; BARTUŠOVÁ & PANIGAJ 2004; MIKULA 2013; MACKOVÁ 2014; PANIGAJ 1999a, b, c, 2000; PANIGAJ & REIPRICH 1998; PANIGAJ & RICHTER 2003; ŠMAJDOVÁ 2003; HOGYOVÁ et al., 2012; KOČÍKOVÁ et al., 2012, 2014; KOČÍKOVÁ & ČANÁDY 2015; ČANÁDY 2011, 2012, 2014, 2015, 2016; CSANÁDY 2018). Napriek tomu, bolo zistené, že z mnohých oblastí boli publikované iba sporadické, alebo takmer žiadne údaje a nemáme relevantný zdroj informácií ani o približnom stave fauny našich denných motýľov (ČANÁDY 2012).

V predkladanom príspevku sú uvedené údaje o výskyte denných motýľov získané jednorazovými odchytmi a preto majú len charakter faunistických údajov z viacerých lokalít východného Slovenska.

MATERIÁL A METÓDY

V práci sú uvedené faunistické údaje so zameraním na motýle s dennou aktivitou z obdobia rokov 2012-2018 z území šiestich orografických celkov (Volovské vrchy, Košická kotlina, Slovenský kras, Ondavská vrchovina, Laborecká vrchovina, Beskydské predhorie). Motýle boli zaznamenané klasickými entomologickými metódami - odchytom pomocou entomologickej siete, alebo priamym pozorovaním. Odchytené a pozorované jedince boli determinované priamo v teréne pomocou

¹ Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, 17. novembra 1, SK-081 16, Prešov, Slovensko; e-mail: alexander.csanady@unipo.sk, alexander.canady@gmail.com

určovacích kľúčov a atlasov (SLAMKA 2004; LAŠTŮVKA 2008), zaznamenané do terénneho protokolu a len v nevyhnutnom prípade boli ťažko určiteľné druhy laboratórne spracované a determinované pomocou preparácie kopulačných orgánov (JAKŠIČ 1998; SLAMKA 2004). Jednotlivé druhy boli zaradené podľa systematiky PASTORÁLISA et al. (2013).

Podľa stupňa ohrozenosti jednotlivých druhov na základe Červeného zoznamu Slovenskej republiky (KULFAN & KULFAN 2001) a Červeného zoznamu európskych motýľov (VAN SWAAY et al. 2010) boli druhy zaradené do jednotlivých kategórií a viaceré patrili medzi druhy zraniteľné (VU) alebo medzi druhy takmer ohrozené (NT) až ohrozené (EN).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počas prieskumu bolo celkovo zaznamenaných 1 519 jedincov 67 druhov motýľov s dennou aktivitou patriacich do 5 čeladi (Tabuľka 1). Zo zistených druhov môžeme vyzdvihnúť predovšetkým druhy zraniteľné (*Parnassius mnemosyne*, *Lycaena dispar*, *L. alciphron*, *Phengaris arion*, *Brenthis ino*, *Melitaea phoebe*, *M. diamina*) a ohrozené až takmer ohrozené (*Carcharodus flocciferus*, *Iphiclides podalirius*, *Argynnis laodice*). Potvrdenie výskytu týchto druhov len zvyrazňuje neustálu potrebu faunistických prieskumov na regionálnej úrovni.

Slovenský kras (060)

Hrhov (48°34'N, 20°45'E):

Odchyt bol uskutočnený 08.09.2016 na mezofilnej lúke od 11.00 do 12.30.

Pieridae: *Pieris brassicae* (1 ex.), *P. rapae* (1 ex.), *P. napi* (2 ex.), *Pontia edusa* (1 ex.), *Colias croceus* (2 ex.), *C. hyale/alfacariensis* (10 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena tityrus* (2 ex.), *Favonius quercus* (1 ex.), *Cupido argiades* (2 ex.), *Plebejus argyrognomon* (1 ex.), *Polyommatus icarus* (15 ex.).

Nymphalidae: *Argynnis paphia* (2 ex.), *Aglais io* (1 ex.), *Vanessa cardui* (1 ex.), *Brintesia circe* (1 ex.), *Maniola jurtina* (3 ex.), *Coenonympha pamphilus* (11 ex.), *C. glycerion* (2 ex.).

Slovenský kras predstavuje relatívne rozsiahle územie a aj napriek tomu, že entomológovia sa zameriavali predovšetkým na atraktívnejšie lokality (Plešivecká planina, okolie Domice, Zádielska dolina) z lepidopterologického hľadiska je veľmi dobre preskúmané (PANIGAJ 1999c). Staršie údaje sumarizoval (HRUBÝ 1964; REIPRICH 1977; REIPRICH & OKÁLI 1988, 1989a, b). Ďalšie údaje nachádzame aj v novších prácach LAŠTŮVKA (1988, 1994), PANIGAJ (1999c), PANIGAJ et al. (2000), ELSNER et al. (2011), GREŠ & PANIGAJ (2016).

Volovské vrchy (070)

Vyšný Klatov (48°45'N, 21°08'E):

Pozorovanie bolo uskutočnené dňa 17.03.2012 v agrocenóze od 15.00 do 17.00.

Nymphalidae: *Aglais urticae* (3 ex.).

Košice – Horný Bankov (48°44'N, 21°12'E):

Odchyt bol uskutočnený 28.04.2012 na lesnej ceste bukovo-dubového lesa od 14.00 do 15.00. Hesperiiidae: *Erynnis tages* (4 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (1 ex.), *Pieris napi* (2 ex.), *Anthocharis cardamines* (10 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (2 ex.), *Pararge aegeria* (3 ex.).

Územie Volovských vrchov bolo v minulosti relatívne málo skúmané v porovnaní s okolitými, lepidopterologicky atraktívnejšími územiami (PANIGAJ 1992; ČANÁDY 2012). Napriek tomu z daného územia bolo publikovaných niekoľko údajov zhrnutých v prácach HRUBÉHO (1964), REIPRICHA (1977), REIPRICHA & OKÁLIHO (1988, 1989a, b).

Košická kotlina (400)Šemša (48°40'N, 21°08'E):

Pozorovanie bolo uskutočnené v dňoch 05.10.2013, 15.04.2016 a 17.05.2017 na mezofilnej lúke.

05.10.2013:

Pieridae: *C. hyale/alfacariensis* (1 ex.).

Lycaenidae: *Polyommatus icarus* (5 ex.).

15.04.2016:

Pieridae: *Anthocharis cardamines* (1 ex.).

17.05.2017:

Papilionidae: *Parnassius mnemosyne* (1 ex.).

Ruská Nová Ves (48°40'N, 21°08'E):

Odchyt bolo uskutočnený dňa 16.04.2016 na mezofilnej lúke od 10.00 do 11.30.

Pieridae: *Gonepteryx rhamni* (3 ex.), *Pieris napi* (1 ex.), *Anthocharis cardamines* (1 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (1 ex.).

Milhost' (48°40'N, 21°08'E):

Odchyt bol uskutočnený dňa 06.06.2016 a 07.07.2016 na ruderalných habitatoch v agrocénóze od 09.00 do 12.30.

06.06.2016:

Nymphalidae: *Apatura ilia* (1 ex.).

07.07.2016:

Hesperiiidae: *Thymelicus sylvestris* (1 ex.).

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Pieris rapae* (5 ex.), *Pontia edusa* (5 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (2 ex.), *A. urticae* (1 ex.), *Vanessa atalanta* (1 ex.), *V. cardui* (4 ex.), *Araschnia levana* (1 ex.), *Maniola jurtina* (4 ex.), *Coenonympha pamphilus* (3 ex.).

Kechnec (48°32'N, 21°14'E):

Odchyt bolo uskutočnený dňa 08.07.2016 na ruderalných habitatoch v agrocenóze od 07.00 do 09.00. Pieridae: *Pontia edusa* (1 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (2 ex.), *Vanessa atalanta* (1 ex.).

Prešov – ulica 17. novembra (48°59'N, 21°14'E):

Odchyt bol uskutočnený dňa 21.05.2018 na parkovisku pri Prešovskej univerzite.

Lycaenidae: *Polyommatus icarus* (1 ex.), *Plebejus argus* (2 ex.).

Územie Košickej kotliny predstavuje najviac preskúmané územie východného Slovenska, aj keď prevažná väčšina týchto údajov je staršieho dátá (HRUBÝ 1964; REIPRICH 1977; REIPRICH & OKÁLI 1988, 1989a, b; OKÁLI 1997; HOGYOVÁ et al., 2012; KOČÍKOVÁ et al., 2012, 2014; KOČÍKOVÁ & ČANÁDY 2015). Výsledky odchytov uvedené v príspevku rozširujú faunistické poznatky z jej územia.

Ondavská vrchovina (740)

Ladomírová (49°19'N, 21°37'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce na pasienkoch nad obcou dňa 03.05.2012 počas teplého a slnečného počasia od 07.30 do 12.00. Biotop odchytu predstavoval mezofilný trávnatý porast.

Hesperiidae: *Erynnis tages* (2 ex.).

Papilionidae: *Papilio machaon* (1 ex.), *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea juvernica* (5 ex.), *Pieris rapae* (2 ex.), *P. napi* (4 ex.), *Anthocharis cardamines* (7 ex.).

Lycaenidae: *Cupido argiades* (2 ex.)

Nymphalidae: *Nymphalis c-album* (1 ex.), *Aglais io* (4 ex.), *Araschnia levana* (2 ex.), *Pararge aegeria* (1 ex.).

Nižná Pisaná (49°22'N, 21°35'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce v ruderalnom poraste pri potoku dňa 11.05.2016 počas teplého a slnečného počasia od 09.00 do 10.00.

Nymphalidae: *Araschnia levana* (1 ex.), *Boloria dia* (1 ex.).

Dlhoňa (49°23'N, 21°34'E):

Odchyt uskutočnený v intraviláne obce v ruderalnom poraste pri potoku dňa 11.05.2016 počas teplého a slnečného počasia od 10.15 do 11.00.

Hesperiidae: *Erynnis tages* (1 ex.).

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (4 ex.), *Pieris napi* (2 ex.), *Gonepteryx rhamni* (1 ex.).

Nymphalidae: *Nymphalis xanthomelas* (1 ex.), *Araschnia levana* (1 ex.), *Pararge aegeria* (1 ex.), *Coenonympha pamphilus* (1 ex.).

Šandal (49°10'N, 21°37'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce na mezofilnej lúke dňa 09.06.2012 počas teplého a slnečného počasia od 07.30 do 12.00.

Lycaenidae: *Lycaena dispar* (3 ex.), *L. tityrus* (1 ex.), *Polyommatus icarus* (10 ex.).

Nymphalidae: *Boloria selene* (2 ex.), *Melitaea athalia* (8 ex.), *Erebia medusa* (3 ex.), *Maniola jurtina* (4 ex.), *Coenonympha pamphilus* (10 ex.), *C. glycerion* (1 ex.).

Mrázovce (49°06'N, 21°41'E):

Odchyt uskutočnený v intraviláne obce dňa 27.09.2013 na mezofilnej lúke nad obcou od 10.10 do 11.30.

Pieridae: *Pieris rapae* (1 ex.), *Colias croceus* (4 ex.), *C. hyale/alfacariensis* (8 ex.).

Nymphalidae: *Vanessa cardui* (1 ex.), *Pararge aegeria* (1 ex.).

Rafajovce (49°02'N, 21°44'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 08.10.2015 na mezofilnej lúke pri kaplnke od 12.00 do 12.25.

Pieridae: *Pieris rapae* (1 ex.).

Lycaenidae: *Polyommatus icarus* (1 ex.).

Vojtovce (49°12'N, 21°41'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.10.2015 na mezofilnej lúke od 12.00 do 12.25.

Pieridae: *Pieris rapae* (2 ex.), *C. hyale/alfacariensis* (2 ex.), *Gonepteryx rhamni* (1 ex.).

Lycaenidae: *Polyommatus icarus* (1 ex.).

Nymphalidae: *Nymphalis c-album* (1 ex.).

Veľkrop (49°14'N, 21°45'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.10.2015 od 12.30 do 13.00. Celkovo bolo odchytených 14 jedincov 4 druhov patriacich k 2 čeľadiam. Odchyt bol uskutočnený aj dňa 05.07.2018 od 07.00 do 11.00 hodiny pričom bolo celkovo zaznamenaných 261 jedincov 29 druhov z 5 čeľadí.

09.10.2015:

Pieridae: *C. hyale/alfacariensis* (6 ex.), *Gonepteryx rhamni* (1 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena phleas* (1 ex.), *Polyommatus icarus* (6 ex.).

05.07.2018:

Hesperiidae: *Erynnis tages* (2 ex.), *Thymelicus sylvestris* (35 ex.), *T. lineola* (11 ex.).

Papilionidae: *Papilio machaon* (1 ex.), *Iphiclide podalirius* (3 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (2 ex.), *L. juvernica* (6 ex.), *Pieris brassicae* (1 ex.), *P. rapae* (7 ex.), *P. napi* (1 ex.), *Gonepteryx rhamni* (5 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena virgaureae* (2 ex.), *Cupido argiades* (5 ex.), *C. decolorata* (4 ex.), *Celastrina argiolus* (5 ex.), *Phaengaris arion* (1 ex.), *Plebejus argus* (20 ex.), *Polyommatus icarus* (1 ex.).

Nymphalidae: *Nymphalis c-album* (4 ex.), *Aglais io* (5 ex.), *Araschnia levana* (35 ex.), *Vanessa atalanta* (8 ex.), *Brenthis daphne* (4 ex.), *Boloria selene* (1 ex.), *Melitaea diamina* (2 ex.), *M. athalia* (5 ex.), *Melanargia galathea* (10 ex.), *Maniola jurtina* (45 ex.), *Aphantopus hyperanthus* (30 ex.).

Korunková (49°12'N, 21°45'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 10.10.2015 na mezofilnej lúke od 13.00 do 13.30.

Pieridae: *Pieris rapae* (2 ex.).

Nižná Jedľová (49°19'N, 21°32'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 18.03.2016 na mezofilnej lúke od 08.00 do 09.00.

Nymphalidae: *Nymphalis polychloros* (1 ex.).

Kručov (49°06'N, 21°36'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 12.04.2016 od 08.00 do 09.00.

Pieridae: *Anthocharis cardamines* (1 ex.), *Gonepteryx rhamni* (2 ex.).

Olšavka (49°16'N, 21°41'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.05.2016 na mezofilnej lúke nad obcou včase od 08.00–09.30 hodiny.

Hesperiidae: *Erynnis tages* (2 ex.), *Pyrgus malvae* (1 ex.).

Papilionidae: *Papilio machaon* (1 ex.), *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (1 ex.), *L. juvernica* (2 ex.), *Pieris napi* (1 ex.), *Anthocharis cardamines* (1 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (1 ex.), *Vanessa atalanta* (1 ex.), *Araschnia levana* (1 ex.), *Boloria dia* (1 ex.), *Pararge aegeria* (1 ex.), *Coenonympha pamphilus* (10 ex.).

Bukovce (49°15'N, 21°41'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.05.2016 na mezofilnej lúke pred obcou pri družstve od 09.45 do 10.30. Hesperiidae: *Erynnis tages* (1 ex.).

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (1 ex.), *Pieris rapae* (1 ex.), *P. napi* (1 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (1 ex.), *Araschnia levana* (2 ex.).

Chotča (49°14'N, 21°40'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.05.2016 na mezofilnej lúke.

Nymphalidae: *Araschnia levana* (1 ex.).

Vislava (49°17'N, 21°39'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.05.2016 na mezofilnej lúke.

Nymphalidae: *Vanessa atalanta* (1 ex.).

Vyškovce (49°16'N, 21°40'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce dňa 09.05.2016.

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Nymphalidae: *Vanessa atalanta* (1 ex.).

Breznica (49°09'N, 21°39'E):

Pozorovanie uskutočnené v extraviláne obce v ruderálnom poraste pri potoku, dňa 10.05.2016. Nymphalidae: *Araschnia levana* (1 ex.).

Miňovce (49°08'N, 21°39'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce v ruderálnom poraste povodia rieky Ondava dňa 10.05.2016 od 10.00 do 11.00.

Hesperiidae: *Erynnis tages* (1 ex.).

Pieridae: *Pieris rapae* (1 ex.), *Anthocharis cardamines* (4 ex.).

Nymphalidae: *Nymphalis c-album* (1 ex.), *Aglais io* (1 ex.), *Araschnia levana* (3 ex.).

Turany nad Ondavou (49°05'N, 21°39'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce v ruderálnom poraste povodia rieky Ondava dňa 10.05.2016 od 10.00 do 11.00.

Hesperiidae: *Carterocephalus palaemon* (1 ex.).

Papilionidae: *Iphiclide podalirius* (2 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (3 ex.), *Gonepteryx rhamni* (2 ex.).

Nymphalidae: *Nymphalis c-album* (1 ex.), *Aglais io* (1 ex.), *Araschnia levana* (1 ex.), *Pararge aegeria* (1 ex.), *Coenonympha pamphilus* (2 ex.).

Ondavka (49°26'N, 21°19'E):

Odchyt uskutočnený v extraviláne obce v ruderálnom poraste povodia rieky Ondava dňa 05.07.2017 od 07.30 do 12.00.

Hesperiidae: *Thymelicus sylvestris* (10 ex.), *T. lineola* (9 ex.).

Papilionidae: *Papilio machaon* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (2 ex.), *L. juvernica* (2 ex.), *Pieris rapae* (8 ex.), *P. napi* (4 ex.), *Gonepteryx rhamni* (4 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena virgaureae* (11 ex.), *L. hippothoe* (1 ex.), *Satyrrium acaciae* (1 ex.), *C. argiades* (1 ex.), *Polyommatus icarus* (1 ex.).

Nymphalidae: *Apatura ilia* (3 ex.), *Nymphalis xanthomelas* (1 ex.), *N. c-album* (3 ex.), *Aglais io* (2 ex.), *A. urticae* (8 ex.), *Vanessa atalanta* (1 ex.), *Araschnia levana* (3 ex.), *Brenthis daphne* (1 ex.), *B. ino* (2 ex.), *Melitaea diamina* (1 ex.), *Melanargia galathea* (3 ex.), *Maniola jurtina* (40 ex.), *Aphantopus hyperanthus* (15 ex.), *Coenonympha glycerion* (1 ex.).

Regetovka (49°25'N, 21°16'E):

Odchyt uskutočnený na ruderáloch v intraviláne a na mezofilných lúkach v extraviláne obce dňa 06.07.2017 od 09.30 do 13.00.

Hesperiidae: *Carcharodus flocciferus* (1 ex.), *Thymelicus sylvestris* (6 ex.), *T. lineola* (7 ex.), *Ochlodes sylvanus* (1 ex.).

Pieridae: *Pieris rapae* (3 ex.), *P. napi* (2 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena virgaureae* (13 ex.), *Polyommatus icarus* (2 ex.).

Nymphalidae: *Apatura iris* (1 ex.), *Nymphalis c-album* (5 ex.), *Aglais urticae* (1 ex.), *Vanessa atalanta* (1 ex.), *Araschnia levana* (3 ex.), *Brenthis daphne* (1 ex.), *Melitaea athalia* (3 ex.), *Melanargia galathea* (1 ex.), *Maniola jurtina* (30 ex.), *Aphantopus hyperanthus* (10 ex.), *Coenonympha glycerion* (1 ex.).

Nová Polianka (49°17'N, 21°37'E):

Odchyt uskutočnený na mezofilných lúkach v extraviláne obce dňa 06.07.2017 od 09.00 do 12.00.

Hesperiidae: *Erynnis tages* (4 ex.), *Thymelicus lineola* (3 ex.), *Ochlodes sylvanus* (1 ex.).

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Pieris rapae* (6 ex.), *P. napi* (2 ex.), *Gonepteryx rhamni* (2 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena dispar* (2 ex.), *L. virgaureae* (2 ex.), *Cupido argiades* (1 ex.), *Celastrina argiolus* (1 ex.), *Plebejus argus* (9 ex.), *Polyommatus icarus* (10 ex.).

Nymphalidae: *Apatura iris* (1 ex.), *Vanessa atalanta* (2 ex.), *Araschnia levana* (1 ex.), *Argynnis laodice* (1 ex.), *A. adippe* (13 ex.), *Issoria lathonia* (1 ex.), *Boloria selene* (14 ex.), *Melitaea phoebe* (1 ex.), *M. athalia* (15 ex.), *Melanargia galathea* (1 ex.), *Minois dryas* (10 ex.), *Maniola jurtina* (30 ex.), *Aphantopus hyperanthus* (3 ex.), *Coenonympha pamphilus* (15 ex.).

Skrabské (49°00'N, 21°35'E):

Odchyt uskutočnený na mezofilných lúkach v extraviláne obce dňa 16.06.2018 od 15.00 do 17.30.

Hesperiidae: *Thymelicus sylvestris* (2 ex.), *T. lineola* (3 ex.), *Ochlodes sylvanus* (4 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (3 ex.), *Pieris rapae* (1 ex.), *P. napi* (4 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena dispar* (1 ex.), *Cupido argiades* (2 ex.), *Celastrina argiolus* (4 ex.), *Plebejus argus* (5 ex.), *Polyommatus icarus* (2 ex.).

Nymphalidae: *Apatura ilia* (1 ex.), *Nymphalis c-album* (2 ex.), *Aglais io* (4 ex.), *Vanessa atalanta* (1 ex.), *Araschnia levana* (20 ex.), *Argynnis paphia* (1 ex.), *Brenthis daphne* (7 ex.), *Melitaea diamina* (1 ex.), *Maniola jurtina* (12 ex.), *Coenonympha pamphilus* (1 ex.), *C. glycerion* (1 ex.).

Potôčky (49°12'N, 21°43'E):

Odchyt uskutočnený na mezofilných lúkach v extraviláne obce dňa 05.07.2018 od 08.30 do 11.00.

Hesperiidae: *Thymelicus sylvestris* (12 ex.), *T. lineola* (6 ex.), *Ochlodes sylvanus* (2 ex.).

Papilionidae: *Papilio machaon* (1 ex.), *Iphiclides podalirius* (2 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (4 ex.), *P. rapae* (13 ex.), *P. napi* (2 ex.), *C. hyale/alfacariensis* (2 ex.), *Gonepteryx rhamni* (1 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena virgaureae* (1 ex.), *Cupido decolorata* (4 ex.), *Plebejus argus* (29 ex.).

Nymphalidae: *Aglais io* (5 ex.), *A. urticae* (1 ex.), *Vanessa atalanta* (2 ex.), *Araschnia levana* (4 ex.), *Brenthis daphne* (1 ex.), *Melanargia galathea* (12 ex.), *Maniola jurtina* (40 ex.), *Aphantopus hyperanthus* (32 ex.).

Podrobné faunistické výskumy zamerané na spoločenstvá denných motýľov severovýchodného Slovenska na územiach patriacich do orografického celku Ondavská vrchovina uskutočnil v posledných rokoch predovšetkým ČANÁDY (2011, 2012, 2014, 2015), ktorý systematicky mapuje dané územie. V tejto práci sú uvedené ďalšie lokality s druhmi, ktoré dopĺňajú poznatky o celkovej biodiverzite územia.

Laborecká vrchovina (750)Vyšná Pisaná (49°23'N, 21°36'E):

Odchyt bol uskutočnený dňa 07.07.2017 na mezofilnej lúke nad obcou od 07.30 do 12.00.

Hesperiidae: *Carcharodus flocciferus* (1 ex.), *Thymelicus sylvestris* (9 ex.), *T. lineola* (30 ex.).

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (3 ex.), *L. juvernica* (4 ex.), *Pieris brassicae* (1 ex.), *P. rapae* (3 ex.), *P. napi* (8 ex.), *Gonepteryx rhamni* (1 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena dispar* (2 ex.), *L. virgaureae* (20 ex.), *L. alciphron* (2 ex.), *Cupido argiades* (3 ex.), *Celastrina argiolus* (1 ex.), *Polyommatus semiargus* (2 ex.).

Nymphalidae: *Apatura iris* (2 ex.), *A. ilia* (1 ex.), *Nymphalis c-album* (13 ex.), *Aglaia io* (2 ex.), *A. urticae* (2 ex.), *Vanessa atalanta* (3 ex.), *Araschnia levana* (3 ex.), *Argynnis aglaja* (1 ex.), *A. adippe* (4 ex.), *Brenthis daphne* (6 ex.), *B. ino* (3 ex.), *Boloria dia* (3 ex.), *Melanargia galathea* (7 ex.), *Maniola jurtina* (30 ex.), *Aphantopus hyperanthus* (15 ex.), *Coenonympha glycerion* (9 ex.).

Havranec (49°23'N, 21°36'E):

Odchyt bol uskutočnený dňa 11.05.2016 v ruderálnom poraste pri potoku od 11.30 do 12.00.

Pieridae: *Gonepteryx rhamni* (1 ex.).

Nymphalidae: *Pararge aegeria* (1 ex.).

Vápeník (49°23'N, 21°32'E):

Odchyt bol uskutočnený dňa 11.05.2016 v ruderálnom poraste pri potoku od 11.30 do 12.00.

Papilionidae: *Iphiclides podalirius* (1 ex.).

Na území Laboreckej vrchoviny boli uskutočnené viaceré faunistické výskumy (ČAPUTA 1985, 1987; HRUBÝ 1964; JÁSZAY & PANIGAJ 1987; KURUC 2003; BARTUŠOVÁ & PANIGAJ 2004; MACKOVÁ 2014; PANIGAJ 1994, 1999a, b, 2000; PANIGAJ & REIPRICH 1998; PANIGAJ & RICHTER 2003; ČANÁDY 2016; CSANÁDY 2018).

Beskydské predhorie (760):Zimná studňa (49°04'N, 21°23'E):

Odchyt uskutočnený dňa 19.05.2013 v extraviláne obce na mezofilnej lúke od 17.00 do 18.00.

Hesperiidae: *Carterocephalus palaemon* (1 ex.), *Ochlodes sylvanus* (1 ex.).

Pieridae: *Leptidea sinapis* (1 ex.), *Pieris napi* (2 ex.).

Lycaenidae: *Lycaena tityrus* (1 ex.), *Polyommatus semiargus* (4 ex.).

Nymphalidae: *Melitaea phoebe* (2 ex.), *M. athalia* (12 ex.), *Boloria selene* (14 ex.), *Erebia medusa* (20 ex.), *Coenonympha pamphilus* (25 ex.), *C. glycerion* (91 ex.).

Beskydské predhorie patrí k veľmi málo preskúmaným oblastiam z lepidopterologického hľadiska (PANIGAJ 2002).

Tabuľka 1. Systematický prehľad odchytených denných motýľov (podľa PASTORÁLIS et al. 2013) z východného Slovenska.

PAPILIONIDAE

Parnassius mnemosyne (Linnaeus, 1758)

Iphiclides podalirius (Linnaeus, 1758)

Papilio machaon (Linnaeus, 1758)

HESPERIIDAE

Erynnis tages (Linnaeus, 1758)

Carcharodus floccifera (Zeller, 1847)

Pyrgus malvae (Linnaeus, 1758)

Carterocephalus palaemon (Linnaeus, 1758)

Thymelicus lineola (Ochsenheimer, 1808)

Thymelicus sylvestris (Poda, 1761)

Ochlodes sylvanus (Esper, 1777)

PIERIDAE

Leptidea sinapis (Linnaeus, 1758)

Leptidea juvernica Williams, 1946

Anthocharis cardamines (Linnaeus, 1758)

Pieris brassicae (Linnaeus, 1758)

Pieris rapae (Linnaeus, 1758)

Pieris napi (Linnaeus, 1758)

Pontia edusa (Fabricius, 1777)

Colias croceus (Geoffroy, 1785)

Colias hyale (Linnaeus, 1758) /*alfacariensis* Ribbe, 1905

Gonepteryx rhamni (Linnaeus, 1758)

LYCAENIDAE

Lycaena phlaeas (Linnaeus, 1761)

Lycaena dispar (Haworth, 1802)

Lycaena virgaureae (Linnaeus, 1758)

Lycaena tityrus (Poda, 1761)

Lycaena alciphron (Rottemburg, 1775)

Lycaena hippothoe (Linnaeus, 1761)

Favonius quercus (Linnaeus, 1758)
Satyrrium acaciae (Fabricius, 1787)
Cupido argiades (Pallas, 1771)
Cupido decolorata (Staudinger, 1886)
Celastrina argiolus (Linnaeus, 1758)
Phengaris arion (Linnaeus, 1758)
Plebejus argus (Linnaeus, 1758)
Plebejus argyrognomon (Bergsträsser, 1779)
Polyommatus semiargus (Rottemburg, 1775)
Polyommatus icarus (Rottemburg, 1775)

NYMPHALIDAE

Argynnis paphia (Linnaeus, 1758)
Argynnis aglaja (Linnaeus, 1758)
Argynnis adippe (Denis & Schifermüller, 1775)
Argynnis laodice (Pallas, 1771)
Issoria lathonia (Linnaeus, 1758)
Brenthis ino (Rottemburg, 1775)
Brenthis daphne (Denis & Schifermüller, 1775)
Boloria selene (Denis & Schifermüller, 1775)
Boloria dia (Linnaeus, 1767)
Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758)
Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)
Araschnia levana (Linnaeus, 1758)
Aglais io (Linnaeus, 1758)
Aglais urticae (Linnaeus, 1758)
Nymphalis polychloros (Linnaeus, 1758)
Nymphalis xanthomelas (Denis & Schifermüller, 1775)
Nymphalis c-album (Linnaeus, 1758)
Apatura ilia (Denis & Schifermüller, 1775)
Apatura iris (Linnaeus, 1758)
Melitaea phoebe (Denis & Schifermüller, 1775)
Melitaea diamina (Lang, 1789)
Melitaea athalia (Rottemburg, 1775)
Pararge aegeria (Linnaeus, 1758)

Coenonympha glycerion (Borkhausen, 1788)

Coenonympha pamphilus (Linnaeus, 1758)

Aphantopus hyperantus (Linnaeus, 1758)

Maniola jurtina (Linnaeus, 1758)

Erebia medusa (Denis & Schiffermüller, 1775)

Melanargia galathea (Linnaeus, 1758)

Minois dryas (Scopoli, 1763)

Brintesia circe (Fabricius, 1775)

POĎAKOVANIE

Moje poďakovanie patrí doc. L. Panigajovi za pomoc pri determinácii ťažšie určiteľných druhov a anonymným oponentom práce za cenné pripomienky k rukopisu.

LITERATÚRA

- BARTUŠOVÁ, Z. – PANIGAJ, L., 2004. Vplyv obhospodarovania lúčnych porastov na štruktúru cenóz denných motýľov (Lepidoptera: Zygaenoidea, Hesperioidea et Papilionoidea). *Ochrana prírody* 23: 253–264.
- ČANÁDY, A., 2011. Príspevok k výskytu denných motýľov (Hesperioidea, Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť I. – Duplín (Ondavská vrchovina). *Folia faunistica Slovaca* 16 (2): 79–83.
- ČANÁDY, A., 2012. Príspevok k faunistike denných motýľov (Lepidoptera: Rhopalocera) z východného Slovenska za roky 2008–2011. *Folia faunistica Slovaca* 17 (2): 151–157.
- ČANÁDY, A., 2014. Príspevok k výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť 2 – Potoky (Ondavská vrchovina). *Folia faunistica Slovaca* 19 (3): 251–260.
- ČANÁDY, A., 2015. Príspevok k výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť 3 – Tokajík (Ondavská vrchovina). *Folia faunistica Slovaca* 20 (1): 95–104.
- ČANÁDY, A., 2016. Príspevok k výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť 4 – Miroľa (Laborecká vrchovina). *Folia faunistica Slovaca* 21 (1): 73–83.
- ČAPUTA, A., 1985. Inventarizačný výskum ŠPR Mokré lúky pod Čertižným. Textová časť. Manuskript. Správa CHKO Východné Karpaty, Humenné, 12 pp.
- ČAPUTA, A., 1987. Inventarizačný výskum ŠPR Haburské rašelinisko. Textová časť. Manuskript. Správa CHKO Východné Karpaty, Humenné, 6 pp.
- CSANÁDY, A., 2018. Príspevok k výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Papilionoidea) okolia obcí východného Slovenska, časť 4 – Kožuchove (Laborecká vrchovina). *Folia faunistica Slovaca* 23 (1): 1–11.
- ELSNER, G. – LIŠKA, J. – SKYVA, J., 2011. Faunistický výskum motýľů (Lepidoptera) Slovenského krasu. s. 9 – 10. In: ČANÁDY, A. – KOČÍKOVÁ, L. – PANIGAJ, L., (eds.): VI. Lepidopterologické kolokvium. Program a zborník abstraktov. PF UPJŠ, Košice, 30. septembra 2011, 24 pp.
- GREŠ, S. – PANIGAJ, L., 2016. Denné motýle (Lepidoptera, Papilionoidea) Drienoveckej mokrade v Slovenskom krase. *Natura Carpatica* 57: 67–76.
- HOGYOVÁ, Z. – KOČÍKOVÁ, L. – ČANÁDY, A., 2012. Denné motýle (Lepidoptera, Rhopalocera) Košíc a okolia: História a súčasnosť. *Natura Carpatica. Zborník Východoslovenského múzea: prírodné vedy*. Košice: Východoslovenské múzeum, 53:113–126.
-

- HRUBÝ, K., 1964. Prodrómus Lepidopter Slovenska. Vydavateľstvo SAV. Bratislava. 962 pp.
- JAKŠIČ, N.P., 1998. Male genitalia of butterflies on Balkan Peninsula with a check-list (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). František Slamka. 144 pp.
- JÁSZAY, T. – PANIGAJ, L., 1987. Niekoľko poznámok k prieskumu motýľov (Lepidoptera) severovýchodnej časti okresu Svidník a k problematike entomologických výskumov. Prehľad odborných výsledkov, X. Východoslovenský TOP (Krajná Bystrá 1986). Bratislava, 81–90.
- KOČÍKOVÁ, L. – ČANÁDY, A. 2015. Bio-monitoring of butterfly assemblages in the vicinity of the industrial park Kechnec, Slovakia. *Zoology and Ecology*, 25 (2): 120–128.
- KOČÍKOVÁ, L. – ČANÁDY, A. – PANIGAJ, L., 2014 Change in a butterfly community on a gradually overgrowing site. *Russian Journal of Ecology*. 45 (5): 391–398.
- KOČÍKOVÁ, L. – MIKLISOVÁ, D. – ČANÁDY, A. – PANIGAJ, L., 2012. Is colour an important factor influencing the behaviour of butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)? *European Journal of Entomology*, 109: 403–410.
- KULFAN, M. – KULFAN, J., 2001. Červený (ekosozologický) zoznam motýľov (Lepidoptera) Slovenska. In: BALÁŽ, D. – MARHOLD, K. – URBAN, P. (eds): Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. Ochrana Prírody 20 (Suppl.): 134–137.
- KURUC, Š., 2003. Distribúcia heliofilných motýľov (Lepidoptera: Hesperioidea a Papilionoidea) v centrálnej časti Laboreckej vrchoviny. Rigorózna práca. Deponovaná na PF UPJŠ v Košiciach. Košice, 23 pp.
- MACKOVÁ, A., 2014. Nález hnedáčka chrastavcového (*Euphydryas aurinia*) na Slovensku po 13 rokoch. Pp. 135–137. In: Manko P, Baranová B (eds): Zborník príspevkov z vedeckého kongresu „Zoológia 2014“, 19. Feriencové dni. Vydavateľstvo PU, Prešov.
- MIKULA, P., 2013. K poznaniu výskytu denných motýľov (Lepidoptera: Rhopalocera) v okolí mesta Bardejova. *Folia faunistica Slovaca* 18 (3): 309–313.
- LAŠTŮVKA, Z., 1988. Motýli (Lepidoptera) Plešivecké planiny. Výskumné práce z ochrany prírody. 6: 303–322.
- LAŠTŮVKA, Z., 1994. Motýle (Lepidoptera). 167–171. In: ROZLOŽNÍK, M. – KARASOVÁ, E., (eds.) 1994: Slovenský kras. Chránená krajinná oblasť – biosférická rezervácia. Osveta, Banská Bystrica, 479 pp.
- LAŠTŮVKA, Z., 2008. Denní motýli (Rhopalocera) zemědělské krajiny. Metodika hodnocení biodiverzity a zdravého prostředí. Biocont Laboratory. Brno. 52 pp.
- OKÁLI, I., 1997. Literárne pramene o faune motýľov Slovenska (1985-1995) a dodatky k predchádzajúcim bibliografiám. *Entomofauna Carpathica*. 9 (4): 110–124.
- PANIGAJ, L., 1992. Výsledky krátkodobého prieskumu fauny motýľov (Lepidoptera) počas XV. Východosl. TOP-u. Prehľad odborných výsledkov z XV. Východoslovenského tábora ochrancov prírody Štós – Porča. Moldava nad Bodvou. 140–150.
- PANIGAJ L., 1994. Výskyt niektorých teplomilných druhov motýľov (Lepidoptera) v Bukovských vrchoch. Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach, Prírodné vedy 35: 191–192.
- PANIGAJ, L., 1999a. Pozoruhodný nález *Euphydryas maturna* L. (Lepidoptera. Nymphalidae) na východnom Slovensku. *Natura Carpatica* 40: 231–234.
- PANIGAJ, L., 1999b. Poznámka k rozšíreniu *Argyronome laodice* Pall. (Lepidoptera: Nymphalidae) na Slovensku. *Natura Carpatica* 40: 235–238.
- PANIGAJ, L., 1999c. Charakteristika prírodných pomerov územia medzi Jablonovom n/T a Hrhovom na základe heliofilných motýľov (Lepidoptera). In: Šmídt, J. (ed.): Výskum a ochrana prírody Slovenského krasu. Zborník referátov zo seminára uskutočneného pri príležitosti 25. výročiu vyhlásenia CHKO Slovenský kras. Hrádok pri Jelšave 23.-25.9.1998. Správa CHKO-BR Slovenský kras, ZO SZOPK Moldava n/B. 95–100.
- PANIGAJ, L., 2000. Motýle Národného parku Poloniny. Štátna ochrana prírody SR, Banská Bystrica a Správa Národného parku Poloniny, Snina, Slovakia, 111 pp.
- PANIGAJ, L., 2002. Distribúcia zástupcov nadčeladi Hesperioidea a Papilionoidea (Lepidoptera) na východnom Slovensku. Habilitačná práca. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Košice. 295 pp.
- PANIGAJ, L. – REIPRICH, A., 1998. Niekoľko pozoruhodných nálezov motýľov (Lepidoptera) na východnom Slovensku. *Entomofauna Carpathica* 10 (3): 85–90.

- PANIGAJ, L. – RICHTER, I., 2003. Poznámky k faune motýľov (Lepidoptera) západnej časti CHKO Východné Karpaty. Zborník výsledkov prác odborných sekcií XXVII. Východoslovenského tábora ochrancov prírody, Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny, Krajský úrad v Košiciach, odbor ŽP, Vyšná Pisaná, 60–78.
- PANIGAJ, L. – PIRČOVÁ, E. – TURČEK, I. – MIŽURA, J., 2000. Faunisticko-ekologická charakteristika Jablonovskej mokrade v Slovenskom krase. *Ochrana prírody*, 18: 207–222.
- PASTORÁLIS, G. – KALIVODA, H. – PANIGAJ, L., 2013. Zoznam motýľov (Lepidoptera) zistených na Slovensku. *Folia faunistica Slovaca* 18 (2): 101–232.
- REIPRICH, A., 1977. Doplnky k Prodromu Lepidoptér Slovenska. *Entomologické Problémy*, 14: 13–69.
- REIPRICH, A. – OKÁLI, I., 1988. Dodatky k Prodromu Lepidopter Slovenska, 1 zväzok. VEDA - vydavateľstvo SAV. Bratislava. 140 pp.
- REIPRICH, A. – OKÁLI, I., 1989a. Dodatky k Prodromu Lepidopter Slovenska, 2 zväzok. VEDA - vydavateľstvo SAV. Bratislava. 112 pp.
- REIPRICH, A. – OKÁLI, I., 1989b. Dodatky k Prodromu Lepidopter Slovenska, 3 zväzok. VEDA - vydavateľstvo SAV. Bratislava. 144 pp.
- SLAMKA, F., 2004. Die Tagfalter Mitteleuropas – östliche Teil. Bestimmung-Biotope und Bionomie-Verbreitung-Gefährdung. František Slamka. 288 pp.
- VAN SWAAY, C. – CUTTELOD, A. – COLLINS, S. – MAES, D. – LÓPEZ MUNGUIRA, M. – ŠAŠIĆ, M. – SETTELE, J. – VEROVNIK, R. – VERSTRAEL, T. – WARREN, M. – WIEMERS, M. – WYNHOF I., 2010. European red list of butterflies Luxembourg: Publications office of the European Union, 48 pp.

INSEKTICÍDNY ÚČINOK ESENCIÁLNYCH OLEJOV VOČÍ LYKOŽRÚTOVI SMREKOVÉMU

INSECTICIDAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS AGAINST SPRUCE BARK BEETLE

Silvia MUDRONČEKOVÁ¹ – Ján FERENČÍK¹ – Daniela GRULOVÁ² – Marek BARTA³

ABSTRACT

Spruce Bark beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) belong to the important pests of spruce forests. *Ips typographus*, the most destructive species of bark beetles, has invaded the High Tatras after wind storm in 2004 and has spread to relatively uninfluenced forest environment causing huge economic losses. The aim of our study was to test the insecticidal activity of six essential oils (extracted from *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Hyssopus officinalis*, *Mentha × piperita*, *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare*) against spruce bark beetle (*Ips typographus*). In our work we analysed the insecticidal effects of different concentrations of particular EOs and we also compared the insecticidal effects of particular EOs. IT adults were exposed to different concentrations of EOs, and their effects were recorded 2–96 h post-treatment. The greatest insecticidal effect was detected for *O. vulgare*, *T. vulgaris*, and *P. anisum*; but *O. vulgare* EO was significantly more toxic at all doses or exposure times. *Mentha × piperita* EOs did not exhibited insecticidal activity against IT. To our knowledge, this is the first time that EOs biological activity against IT was studied.

KEYWORDS

Apiaceae, integrated pest management, *Ips typographus*, *Lamiaceae*, natural products

Úvod

Lesy tvoria najrozšírenejší typ vegetácie v biosfére a v rámci Slovenska tvoria takmer polovicu rozlohy našej krajiny. Zvláštnosťou našich lesov je skutočnosť, že na relatívne malej ploche sa vyskytujú pestré prírodné podmienky, čo sa odráža na výskyte rozličných typov lesov (ČABOUN a kol. 2008). Stabilitu ekosystému ovplyvňujú abiotické a biotické faktory prostredia. Najvýznamnejším činiteľom destabilizácie lesov je vietor a podkórny hmyz. Premnoženie nežiaduceho hmyzu rastie čo do veľkosti a závažnosti v celosvetovom meradle (SIX et al. 2014). Jedným z najvýznamnejších hmyzích škodcov dospelých smrekových porastov v celej Eurázii je lykožrút smrekový (IT). Predzvesťou ich premnoženia sú veterné kalamity, ktoré poskytujú podkórnikom bohaté potravové zdroje. Integrovaná ochrana pred škodcami je celosvetovo uznávaný systém kombinujúci mechanické, technologické, biologické a chemické metódy ochrany (KUNCA et al. 2011; SIX et al. 2014; WERMELINGER 2004).

¹ Výskumná stanica a múzeum Štátnych lesov TANAPu, Tatranská Lomnica 64, SK – 059 60 Vysoké Tatry, Slovensko; e-mail: mudroncekova.silvia@gmail.com,

² Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. Novembra č.1, SK – 081 16 Prešov, Slovensko; e-mail: daniela.grulova@unipo.sk

³ Ústav Ekológie lesa SAV, oddelenie fytopatológie a mykológie, Akademická 2, SK – 949 01 Nitra, Slovensko; e-mail: marek.barta@savba.sk

V súčasnosti sa silice používajú ako alternatíva k bežnej chemickej ochrane voči škodcom a predstavujú perspektívnu formu biologickej regulácie nežiadúceho hmyzu (LOPEZ et al., 2008, TRIPATHI et al., 2009, ABDELGALEIL et al. 2016; ARAÚJO a kol. 2017; KOUTSAVITI a kol. 2018). Silice resp. esenciálne oleje (EO) rastlín a ich obsahové látky najmä v posledných rokoch získavajú rastúci záujem nie len pre ľudské zdravie, ale aj v širokom využití v poľnohospodárstve ako bio-insekticídy (ORMANCEY a kol., 2001; PEIXOTO et al. 2015; RATTAN 2010; THORMAR 2012). Skutočnosť, že prírodné látky sú biologicky odbúrateľné, oživuje záujem k prírodným zdrojom bez zaťažovania ekosystémov. Vyše 1500 druhov rastlín vykazuje insekticídne účinky, aj napriek vedomiu, že syntetické insekticídy sú účinnejšie ako tie rastlinné, stále viac sa dbá o trvalo udržateľný rozvoj bez chemického zaťaženia (KUMAR a kol. 2011). Tieto sekundárne metabolity rastlín sú dôležitou súčasťou ochrany rastlín voči herbivornému hmyzu. Môžu pôsobiť toxicky kontaktne - prienikom cez integument hmyzu, fumigantne - prostredníctvom dýchacieho systému alebo prostredníctvom zaživacieho aparátu (požerový účinok) (PRATES a kol., 1998).

EO sú veľmi zložité prírodné zmesi, ktoré môžu obsahovať približne 20 až 60 zložiek v úplne odlišných koncentráciách. Zvyčajne sú charakterizované dvoma alebo tromi hlavnými zložkami, ktoré sú obsahovo vysoko zastúpené (20–70%) v porovnaní s inými zložkami prítomnými v stopových množstvách (BAKKALI et al. 2008; ISMAN 2000). EO zahŕňajú terpénové zlúčeniny, najmä monoterpény, monoterpenoidy, seskviterpény a seskviterpenoidy a rôzne iné aromatické zložky, ako sú alkoholy, aldehydy, estery, étery a ketóny. EO niekoľkých rastlín z čeľadi ako *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Lauraceae* a *Myrtaceae* môžu vykazovať toxické, repelentné, fumigantné, reprodukčné a i. účinky proti rôznym škodcom hmyzu (SHAAYA a RAFAELI 2007; EBADOLLAHI a JALALI-SENDI 2015; ISMAN a GRIENEISEN 2014). Napriek tomu, že účinky EO boli testované proti mnohým druhom hmyzu (SAMPSON et al. 2005; BHATHAL a SINGH 1993; CHOI et al. 2003, GONZALEZ-COLOMA et al. 2013), efekt na lykožrútovi smrekovom bol prvýkrát popísaný len nedávno (MUDRONČEKOVÁ et al. 2018). Zložky silíc-EO *Origanum vulgare* (L.), *Pimpinella anisum* (L.) a *Thymus vulgaris* (L.) vykazujú silnú kontaktnú toxicitu proti viacerým druhom švábov alebo chrobákov, napr. *Blattella germanica*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, *Acanthosceides obtectus* (YEOM a kol., 2012; KIM a kol., 2010; SAROUKOLAI a kol., 2010; REGNAULT-ROGER a HAMRAOUI 1995; REGNAULT-ROGER a kol. 2012). Cieľom testovania rôznych EO je vyselektovanie takých, ktoré majú vysokú účinnosť voči IT, s možnosťou ich využitia v podobe bioinsekticídov alebo repelentu v rámci ochrany lesa kombinovanými metódami.

MATERIÁLY A METÓDY

Hmyz

Imága *Ips typographus* sa vyberali z prirodzene naletených smrekových stromov lesov TANAP-u (49.167168°N, 20.138477°E) počas júla až septembra 2016. Naletené polená lykožrútni boli odkôrnené a lykožrúty opatrne vyberané z galérii, aby nedošlo k poškodeniu tela jedinca. Použili sa len dospelé jedince, okamžite vybrané z galérii, bez predchádzajúceho uchovávaní v boxoch.

Esenciálne oleje

EO sme nadobudli od spoločnosti Calendula a.s. (Nová Lubovňa, Slovensko) ako obchodné esenciálne oleje – štyri EO z rastlín *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Hyssopus officinalis* a *Mentha × piperita* L. patriace do čeľade *Lamiaceae* a dva druhy *Pimpinella anisum* a *Foeniculum vulgare* Mill. patriace do čeľadi *Apiaceae*.

Analýza GC / MS a identifikácia komponentov

Vzorky EO sme analyzovali pomocou plynovej chromatografie / hmotnostná spektrometria (GC / MS) na Prešovskej univerzite (Prešov, Slovensko). Na analýzu sme použili zariadenie Varian 450-GC spojený s hmotnostným spektrometrom Varian 220-MS IT (Varian, Inc., CA, USA). Separácia esenciálneho oleja prebiehala na kolóne Bruker Br-5ms ms (30 m x 0,25 mm ID, hrúbka filmu 0,25 μm ; Bruker Daltonics Inc., MA, USA). Injektor typu 1177 sa zahrial na teplotu 220 °C. Režim vstrekovania - mód splitless (1 μL Lanalytutv pomere 1:1,000 rozpúšťadla n-hexánu). Ako nosný plyn sa použilo hélium s konštantným prietokom kolóny 1,2 ml min⁻¹. Teplotný program kolóny bol naprogramovaný do štyroch krokov: (1) 50 °C pre 10 min, (2) 100 °C pri 3 °C min⁻¹, (3) izotermická počas 5 minúta (4) 150 °C pri 10 °C min⁻¹. Celkový čas analýzy trval 87,67 min. Záchyt MS bol zahrievaný na 200 °C, rozdeľovač 50 °C a prenosovej línii 270 °C. Hmotnostné spektrá sa skenovali každú sekundu v rozmedzí 40-650 m/z. Retenčné indexy sa stanovovali vo vzťahu k hodnotám Rt homológnych série n-alkánov (C10-C35) za rovnakých podmienok. Zložky boli identifikované porovnaním ich retenčných indexov (RI) s renomovanou literatúrou. Ďalšia identifikácia sa uskutočnila porovnaním hmotnostných spektier buď s dátami uloženými v NIST 02 alebo s literatúrou (ADAMS 2007). Relatívne koncentrácie zložiek boli hodnotené ako percento normalizácie plochy píku.

Insekticídny účinok

Insekticídny účinok EO bol stanovený metódou kontaktnej toxicity. Každá pokusná jednotka pozostávala zo sklenenej Petriho misky (60 × 15 mm), obsahujúca filtračný papier (priemer 60 mm; Whatman No. 1) umiestnený na dne misky. Použilo sa päť rôznych koncentrácií EO (0.017, 0.043, 0.084, 0.123 a 0.161 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$). Na povrch filtračného papiera sme naniesli 50 μL príslušného roztoku EO. Na kontrolu bol použitý iba acetón. Po 10 minútach, akonáhle sa rozpúšťadlo odparilo, 10 dospelých lykožrútov (bez determinácie pohlavia) sa vložilo do každej Petriho misky. Petriho misky boli uložené v tme pri teplote $23 \pm 1^\circ\text{C}$ a 70-80% relatívnej vlhkosti. Mortalitu lykožrútov sme zaznamenávali po 24, 48, 72, 96 hodinách. Jedince sme považovali za mŕtve, až v prípade, keď pod binokulárnou lupou neboli zaznamenané žiadne pohyby nôh, alebo tykadiel ani po stimulácii entomologickou pinzetou. Experimentálny dizajn bol náhodný s desiatimi opakovaniami pre každý EO a koncentráciu.

Analýza dát

Priemerná úmrtnosť lykožrútov v teste kontaktnej toxicity sa vyhodnotila štatistickým

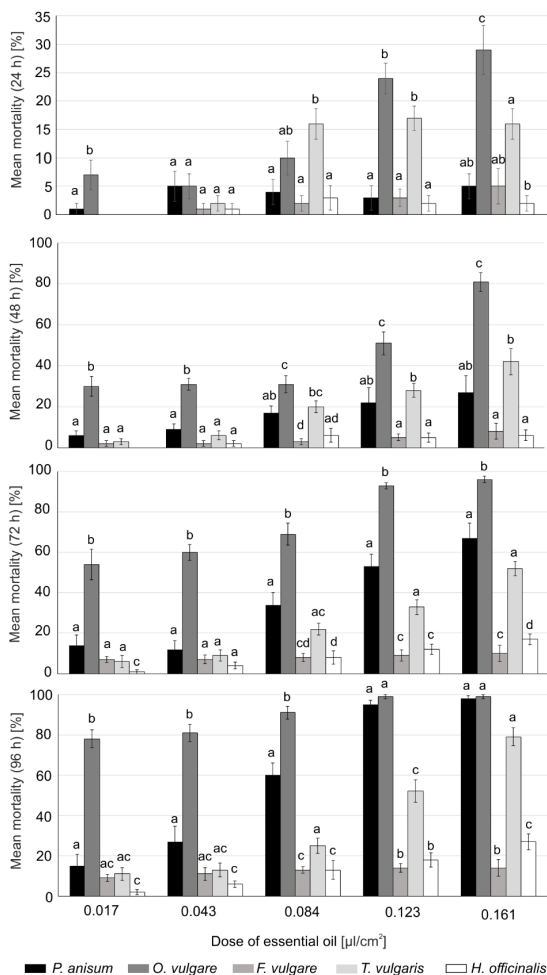
testom ANOVA na stanovenie rozdielov medzi EO a koncentráciami. Test post-hoc Tukey HSD sa použil na rozlíšenie a porovnanie priemerov v prípade, že boli zistené významné rozdiely ($p = 0,05$). Kumulatívnu mortalitu z testu toxicity sme vyhodnotili probitovou analýzou (FINNEY 1971) na výpočet letálnych dávok (LD50, LD90) a letálnych časov (LT50, LT90) s 95% intervalom spoľahlivosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýzou GC-MS sme identifikovali 25 zlúčenín v EO *O. vulgare*, 20 v EO *M. piperita*, 19 v *H. officinalis* a 18 v EO *P. anisum*, *T. vulgaris* a *F. vulgare*, čo zodpovedá 99,2; 98,4; 96,8; 98,5; 99,6 a 99,1%, v danom poradí. Chemický profil každého EO je charakterizovaný 2-3 dominantnými a niekoľkými menej významnými zložkami. Hlavné zložky EO patria hlavne do troch chemických skupín: oksyličené monoterpény, monoterpénové uhľovodíky a fenolové zlúčeniny. Mentol (49,3%), mentón (22,4%) a limonén (9,4%) dominoval v esenciálnom oleji *M. × piperita*; EO *O. vulgare* bol charakterizovaný hlavne karvacrolom (78,2%), p-cyménom (4,4%) a γ -terpinénom (3,2%); EO *T. vulgaris* obsahoval hlavne tymol (50,4%), limonén (33,6%) a fenacylacetát (4,6%); EO *H. officinalis* bol charakterizovaný cis-pinocamphone (44,4%), izopinokamfón (25,2%) a β -pinén (12,3%); EO *P. anisum* obsahoval dve hlavné zložky anetolu (88,6%) a estragolu (4,4%); a EO *F. vulgare* väčšinou anetol (65,5%), fenchón (20,2%) a estragol (5,0%). Chemický profil každého EO je podrobne popísaný v publikácii MUDRONČEKOVÁ et al. (2018). EO šiestich aromatických rastlín z *Lamiaceae* a *Apiaceae* vykazujú rozdiel v percentuálnom pomere komponentov s publikovanými údajmi v renomovaných časopisoch rôznych autorov. Tieto rozdiely v kompozícii esenciálnych olejov môžu vzniknúť z abiotických a environmentálnych faktorov (klimatické, sezónne, geografické), alebo genetické rozdiely, rôzne chemotypy, nutričný stav a zbieraná časť rastliny (Esen a kol., 2007; Kordali a kol., 2008; Kim a kol., 2010; Daferera a kol., 2003; Nenaah a kol., 2014; Perry a kol., 1999; Isman and Machial 2006; Orth a kol., 1999).

Napriek tomu, že účinky EO boli testované proti mnohým druhom hmyzu, tieto experimenty sú prvou správou o insekticídnej aktivite proti *I. typographus* (MUDRONČEKOVÁ et al. 2018). Bolo zistené, že by sa niektoré deriváty EO rastlín mohli použiť ako produkty vhodné na integrovanú ochranu proti škodcom, pretože sú charakterizované nemajú žiadny škodlivý účinok na cieľové organizmy, ani na životné prostredie (SAROUKOLAI a kol., 2010; ARNASON a kol., 1989; SCHMUTTERER 1992; HEDIN a kol., 1997; ISMAN 2000). Mnohé EO rastlín vykazujú akútnu toxicitu proti mnohým druhom hmyzu vďaka ich zložitým zmesiam monoterpenoidov a príbuzných fenolov (SINGH a kol. 1980; WANG a kol. 2009; ISMAN 2000). EO rastlín použité v našich experimentoch sú bohaté na anetol, karvakrol, estragol, fenchón, mentol, mentón, limonén (ESEN a kol., 2007; KORDALI a kol., 2008; GONZALES – COLOMA a kol., 2013) a kvôli ich vysokej prchavosti majú často silné fumigantné účinky s insekticídnu a akaricídnu aktivitou (Ho et al., 1997, CHANG a AHN 2002, SZCZEPANIK a kol. 2018, PARK a kol., 2017). V našich testoch sa insekticídny účinok prejavil u všetkých EO s výnimkou *M. piperita*. EO máty nespôsobil mortalitu v žiadnej sledovanej koncentrácii počas celej doby trvania pokusu. Pri ostatných olejoch sa miera úmrtnosti výrazne líšila v závislosti od typu EO, koncentrácie a času expozície. V kontrolnej pokusnej jednotke, počas celej doby trvania pokusu, všetky lykožrúty zostali živé a aktívne.

Toxický účinok olejov sa zvyšoval so zvyšujúcou koncentráciou, ale aj v závislosti od času. Najúčinnější bol *O. vulgare*, *P. anisum* a *T. vulgare*. Pearsonova korelačná analýza potvrdila významnú pozitívnu koreláciu medzi kumulatívnou úmrtnosťou a dávkou EO ($r = 0,975$, $p = 0,005$ pre *P. anisum*, $r = 0,963$, $p = 0,008$ pre *O. vulgare*, $r = 0,926$, $p = 0,024$ pre *F. vulgare*; $r = 0,972$, $p = 0,006$ pre *T. vulgaris*; a $r = 0,996$, $p = 0,005$ pre *H. officinalis*). Významné ($p < 0,05$) rozdiely v mortalite IT boli zaznamenané aj medzi EO v rámci rovnakého času expozície a letálnej dávky (obrázok 1).



Obrázok 1. Priemerná % mortalita dospelých *Ips typografus* po ošetroení rôznymi dávkami rastlinných silíc (*Pimpinella anisum*, *Origanum vulgare*, *Foeniculum vulgare*, *Thymus vulgaris* a *Hyssopus officinalis*) v priebehu 24-96 hodín. Slúpce predstavujúce úmrtnosť a písmená v stĺpci znázorňujú signifikantné rozdiely medzi olejmi v rámci tej istej koncentrácie ($P = 0,05$; Tukey's HSD test).

Najväčší insekticídny účinok sa zistil u troch EO, *O. vulgare*, *T. vulgaris* a *P. anisum* s celkovou úmrtnosťou 99, 98 alebo 78% na konci testu (po 96 hodinách expozície) a dávkou $0,161 \mu\text{l.cm}^{-2}$. Esenciálny olej *O. vulgare* bol významne ($p < 0,05$) toxickjší takmer vo všetkých dávkach alebo časoch expozície ako *T. vulgaris* a *P. anisum*. EO *Thymus vulgaris* vykazoval vyššiu toxicitu ako *P. anisum* počas prvých 48 hodín expozície, ale *P. anisum* bol účinnejší v dlhších expozičných časoch (te ≥ 72 hodín). *Origanum vulgare* bol pre IT najtoxickjší a spôsobil úmrtnosť od 7-78% pri najnižšej dávke ($0,017 \mu\text{l.cm}^{-2}$) a 29-99% pri najvyššej dávke ($0,161 \mu\text{l.cm}^{-2}$) v závislosti od času expozície. Esenciálne oleje *F. vulgare* a *H. officinalis* nepreukázali žiadnu alebo slabú toxicitu voči lykožrútom v závislosti od dávky a času expozície. Pri najvyššej dávke ($0,161 \mu\text{l.cm}^{-2}$) *F. vulgare* spôsobil maximálnu mortalitu 14% a *H. officinalis* 27% za 96 hodín.

V prípade troch najúčinnjších EO, *O. vulgare*, *T. vulgaris* a *P. anisum* sme probitovou analýzou stanovili hodnoty letálnych koncentrácií (LC_{50} , LC_{90}) (Tab. 1) a letálnych časov (LT_{50} , LT_{90}) (Tab.2) s 95% intervalmi spoľahlivosti. Hodnoty letálnych dávok boli vypočítané pre časy expozície 72 a 96 hodín v prípade olejov *P. anisum* a *T. vulgaris* a v prípade oleja *O. vulgare* 48, 72, 96 hodín. Doba expozície 24 alebo 48 hodín nebola zahrnutá do analýzy z dôvodu nízkej mortality. Hodnoty LD vykazujú najvyššiu toxicitu pre olej *O. vulgare* ($LD_{50} = 0,006 \pm 0,002 \mu\text{l.cm}^{-2}$, $LD_{90} = 0,054 \pm 0,008 \mu\text{l.cm}^{-2}$ 96 hodín po ošetrení). Z analyzovaných EO sa insekticídny účinok zvýšil v tomto poradí *T. vulgaris* < *P. anisum* < *O. vulgare*. Čas potrebný na zabitie 50% dospelých lykožrútov závisel od typu a dávky EO. Vo všeobecnosti najrýchlejšie usmrtil chrobáky esenciálny olej *O. vulgare* potom *P. anisum* a nakoniec *T. vulgaris*. Hodnoty letálneho času (LT) EO *O. vulgare* sa pohybovali v rozmedzí $31,34 \pm 1,46$ h pre maximálnu dávku ($0,161 \mu\text{l.cm}^{-2}$) a $64,03 \pm 2,83$ h pre minimálnu dávku ($0,017 \mu\text{l.cm}^{-2}$). Hodnoty LT neboli vyhodnocované pre dávky $\leq 0,043 \mu\text{l.cm}^{-2}$ a $\leq 0,084 \mu\text{l.cm}^{-2}$ v prípade olejov *P. anisum* a *T. vulgaris*, z dôvodu nízkej mortality.

EO z *O. vulgare*, *T. vulgaris* a *P. anisum* mali významný insekticídny účinok proti dospelým *I. typographus*. Vzhľadom na fakt, že neexistuje štúdia testujúca vplyv esenciálnych olejov na lykožrúta smrekového, výber rastlín a ich olejov sme vyberali na základe početných správ a publikácií o insekticídnych účinkoch na druhy hmyzu z radu Coleoptera (KIM a kol., 2010; PRATES a kol., 1998; GARCIA a kol., 2005; GONZALES – COLOMA a kol., 2013; NENAAH a IBRAHIM 2011; PAVELA 2011; SAROUKOLAI a kol., 2010).

Naším cieľom bolo testovať nový potenciónný bioinsekticíd pre možnosti využitia kombinovanej metódy ochrany lesa s využitím tradičných metód. Mohli by byť užitočnými prostriedkami pre ovplyvnenie preferencie a ataku smrekov lykožrútmí, ochrany jednotlivých stromov spoločenského významu alebo skládok dreva. Záverom je, že *O. vulgare* má veľmi vysoký a rýchly nástup insekticídneho účinku a *M. piperita* sa javí ako atraktant, ktorú je nutné potvrdiť ďalšími experimentmi. Pred zavedením biologickej kontroly lykožrútov prostredníctvom esenciálnych olejov do praxe sú potrebné ešte ďalšie experimenty. Testovanie by sa malo zamerať na identifikáciu tých komponentov, ktoré sú zodpovedné za vysokú účinnosť EO a na štúdium účinnosti hlavných zložiek EO voči lykožrútom. Ďalej repelentné účinky, či štúdium in vivo účinkov EO a ich jednotlivých zložiek na cieľové druhy je tiež dôležité. Dospeli sme k záveru, že EO môžu mať potenciál ako alternatíva k chemickej kontrole, a preto môžu byť posúdené pre začlenenie integrovanej ochrany proti škodcom tohto škodcu.

Tabuľka 1. Priemerná letálna dávka (LD_{50} and LD_{90}) z probitovej analýzy testujúca insekticídnu aktivitu esenciálnych olejov proti imágam lykožrúta smrekového po 48, 72 a 96 hodinách.

Essential oils	t_e (h)	$LD_{50} \pm SE^*$ ($\mu l/cm^2$)	95% CI^{**} ($\mu l/cm^2$)	$LD_{90} \pm SE^*$ ($\mu l/cm^2$)	95% CI^{**} ($\mu l/cm^2$)	Slope $\pm SE^*$	p^{***}	χ^2****
<i>Pimpinella anisum</i>	72	0.117 ± 0.011	$0.099 - 0.145$	0.645 ± 0.163	$0.428 - 1.212$	0.75 ± 0.09	< 0.001	0.511
	96	0.053 ± 0.003	$0.0473 - 0.059$	0.139 ± 0.011	$0.121 - 0.166$	1.32 ± 0.09	< 0.001	0.444
	48	0.088 ± 0.011	$0.069 - 0.118$	1.260 ± 0.584	$0.623 - 4.564$	0.48 ± 0.07	< 0.001	0.318
<i>Origanum vulgare</i>	72	0.020 ± 0.003	$0.014 - 0.027$	0.157 ± 0.027	$0.119 - 0.239$	0.63 ± 0.08	< 0.001	0.650
	96	0.006 ± 0.002	$0.002 - 0.011$	0.054 ± 0.008	$0.041 - 0.073$	0.59 ± 0.10	< 0.001	0.488
<i>Thymus vulgaris</i>	72	0.194 ± 0.026	$0.155 - 0.272$	1.035 ± 0.347	$0.610 - 2.494$	0.77 ± 0.10	< 0.001	0.431
	96	0.110 ± 0.008	$0.096 - 0.129$	0.447 ± 0.083	$0.329 - 0.699$	0.91 ± 0.09	< 0.001	0.525

*SE – stredná chyba priemeru, **CI – 95% interval spoľahlivosti, ***p- hodnota regresnej analýzy, **** Pearsonov test χ^2 dobrej zhody pre analýzu ($p = 0.05$, $df = 3$)

Tabuľka 2. Priemerný letálny čas (LT_{50} and LT_{90}) z probitovej analýzy testujúca insekticídnu aktivitu esenciálnych olejov proti imágam lykožrúta smrekového v závislosti od času expozície pri rôznych koncentráciách (c) oleja.

Essential oils	d ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)	$LT_{50} \pm SE^*$ (h)	95% CI^{**} (h)	$LT_{90} \pm SE^*$ (h)	95% CI^{**} (h)	Slope $\pm SE^*$	p^{***}	χ^2****
<i>P. anisum</i>	0.084	87.55 ± 5.34	$78.70 - 100.96$	207.70 ± 31.18	$163.31 - 304.32$	1.48 ± 0.18	< 0.001	0.225
	0.123	62.60 ± 1.96	$58.79 - 66.58$	103.82 ± 5.63	$94.58 - 117.68$	2.53 ± 0.23	< 0.001	0.315
	0.161	56.27 ± 1.82	$52.68 - 59.91$	94.19 ± 4.77	$4.77 - 105.64$	2.49 ± 0.21	< 0.001	0.145
<i>O. vulgare</i>	0.017	64.03 ± 2.83	$58.76 - 70.13$	141.59 ± 13.68	$120.46 - 178.35$	1.62 ± 0.16	< 0.001	0.747
	0.043	61.49 ± 2.43	$56.85 - 66.57$	123.76 ± 9.68	$108.39 - 148.69$	1.83 ± 0.17	< 0.001	0.505
	0.084	54.36 ± 2.12	$50.24 - 58.67$	107.04 ± 7.26	$95.23 - 125.06$	1.89 ± 0.17	< 0.001	0.112
	0.123	38.55 ± 1.65	$35.24 - 41.78$	74.47 ± 4.32	$67.24 - 84.82$	1.94 ± 0.17	< 0.001	0.025
<i>T. vulgaris</i>	0.161	31.34 ± 1.46	$28.36 - 34.15$	57.98 ± 3.17	$52.62 - 65.50$	2.08 ± 0.19	< 0.001	0.011
	0.123	112.64 ± 18.17	$87.99 - 180.63$	691.84 ± 338.90	$342.99 - 3205.12$	0.71 ± 0.14	< 0.001	0.332
	0.161	57.66 ± 3.24	$51.58 - 64.69$	168.55 ± 23.65	$134.15 - 239.02$	1.19 ± 0.14	< 0.001	0.264

*SE – stredná chyba priemeru, **CI – 95% interval spoľahlivosti, ***p- hodnota regresnej analýzy,

**** Pearsonov test χ^2 dobrej zhody pre analýzu ($p = 0.05$, $df = 2$)

LITERATÚRA

- ABDELGALEIL, S.A.M. – MOHAMED, M.I.E. – SHAWIR, M.S. – ABOU-TALEB, H.K., 2016. Chemical composition, insecticidal and biochemical effects of essential oils of different plant species from Northern Egypt on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. *J Pest Sci.*, 89: 219–229. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0665-z>
- ADAMS, R.P., 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy, 4th edn. Allured Publishing Corporation, Carol Stream
- ARAÚJO – A.M.N. – FARONI, L.R.D. – OLIVEIRA, J.V. et al. 2017. Lethal and sublethal responses of *Sitophilus zeamais* populations to essential oils. *J Pest Sci.*, 90: 589–600. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0822-z>
- ARNASON, J.T., – PHILOGENE, B.J.R. – MORAND, P. – IMRIE, K. – IYENGAR, S. – DUVAL, F., SOUCY-BREAU, C. – SCAIANO, J.C. – WERSTIUK, N.H. – HASSPIELER, B. – DOWNE, A.E.R., 1989. Naturally occurring and synthetic thiophenes as photoactivated insecticides. In: ARNASON JT, PHILOGENE BJR, MORAND P (eds) *Insecticides of plant origin*. ACS Symp series no 387. American Chemical Society, Washington DC, 164–172 pp.
- BHATHAL, S.S. – SINGH, D. 1993. Toxic and developmental effects of some neem products against mustard aphid *Lipaphis erysimi* (Kalt.) through leaf surface treatment. *J Insect Sci* 6:226–228
- ČABOUN, V. – HLÁSNÝ, T. – IŠTONA, J. – JANKOVIČ, J. – KAŠTIER, P. – KOVALČÍK, M. – KUNCA, A. – LONGAUER, R. et al. 2008. *Lesy a lesníctvo na Slovensku*, NLC, ISBN: 978-80-8093-063-9
- CHANG, K.S. – AHN, Y.J., 2002. Fumigant activity of (E)-anethole identified in *Illicium verum* fruit against *Blattella germanica*. *Pest Manag Sci.* 58: 161–166. <https://doi.org/10.1002/ps.435>
- CHOI, W.I – LEE, E.H. – CHOI, B.R. – PARK, H.M. – AHN, Y.J. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: aleyrodidae). *J Econ Entomol* 96:1479–1484. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-96.5.1479>
- DAFERERA, D.J. – ZIAGOS, B.N. – POLISSIOU, M.G., 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protect.*, 22: 39–44.
- ESEN, G. – AZAZ, A.D. – KURKCUOGLU, M – BASER, K.H.C – TINNAZ, A., 2007. Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) letswaart from the Marmara region, Turkey. *Flavour Fragr J.*, 22: 371–376. <https://doi.org/10.1002/ffj.1808>
- FINNEY, D.J., 1971. Probit analysis. Cambridge University Press, London, 68–78 pp.
- GARCÍA, M. – DONAEL, O.J. – ARDANAZ, C.E. – TONN, C.E. – SOSA, M.E., 2005. Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium castaneum*. *Pest Manag Sci.*, 61: 612–618. <https://doi.org/10.1002/ps.1028>
- GONZALEZ-COLOMA, A. – REINA, M. – DIAZ, C.E. – FRAGA, B.M. – SANTANA-MERIDAS, O., 2013. Natural product-based biopesticides for insect control. In: Mander L, Liu HW (eds) *Comprehensive natural products II*. Elsevier, Oxford, 237–268 pp.
- HEDIN, P.A. – HOLLINGSWORTH, R.M. – MASLER, E.P. – MIYAMOTO, J. – THOMPSON, D.G., 1997. Phytochemicals for pest control, In: ACS Symp series (Eds.) American Chemical Society, Washington DC., 658 pp.
- HO, S.H. – MA, Y. – HUANG, Y., 1997. Anethole, a potential insecticide from *Illicium verum* Hook F., against two stored product insects. *International. Pest Control.* 39 (2): 50–51 .
- ISMAN, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.*, 19: 603–608.
- ISMAN, M.B. – MACHIAL, C.M., 2006. Pesticides based on plant essential oils from traditional practice to commercialization. In: Rai MC, Carpinella M (eds) *Naturally occurring bioactive compounds*. Elsevier, Amsterdam, 29–44 pp.
- KIM, S.I. – YOON, J.S. – JUNG, J.W. – HONG, K.B. – AHN, Y.J. – KWON, H.W., 2010. Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. *J Asia-Pac Entomol.*, 13: 369–373. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.06.011>
- KORDIALI, S. – ÇAKIR, A. – OZER, H. – ÇAKMAKCI, R. – KESDEK, M. – MERE, E., 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Biores. Technol.*, 99: 8788–8795.

- KOUTSAVITI, A – ANTONOPOULOU, V. – VLASSI, A. et al., 2018. Chemical composition and fumigant activity of essential oils from six plant families against *Sitophilus oryzae* (Col: Curculionidae). *J Pest Sci.* 91: 873–886. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0934-0>
- KUNCA, A. – NIKOLOV, CH. – VAKULA, J. – LEONTOVÝČ, R. – GALKO, J. – ZÚBRIK, M., 2011. Vplyv aktívnej a pasívnej ochrany na šírenie kalamity sekundárnych škodlivých činiteľov. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 42s. ISBN 978–8093–135-3.
- KUMAR, P. – MISHRA, S. – MALIK, A. – SATYA, S. 2011. Insecticidal properties of *Mentha* species: a review. *Ind Crop Prod* 34:802–817. <https://doi.org/10.1016/j.indcr op.2011.02.019>
- LOPEZ, M. – JORDAN, M. – PASCUAL-VILLALOBOS, M., 2008. Toxic compounds in essential oils of coriander, caraway and basil active against stored rice pest. *J Stored Prod Res.* 44: 273–278.
- MUDRONČEKOVÁ, S. – FERENČÍK, J. – GRUEOVÁ, D. – BARTA, M., 2018. Insecticidal and repellent effects of plant essential oils against *Ips typographus*. *J Pest Sci.* <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1038-1>
- NENAAH, G.E. – IBRAHIM, S.I.A., 2011. Chemical composition and the insecticidal activity of certain plants applied as powders and essential oils against two stored-products coleopteran beetles. *J Pest Sci.* 84: 393–402. <https://doi.org/10.1007/s10340-011-0354-5>
- NENAAH, G.E., 2014. Chemical composition, insecticidal and repellence activities of essential oils of three *Achillea* species against the *Khapra* beetle (Coleoptera: Dermestidae). *J Pest Sci.* 87: 273–283. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0547-1>
- ORMANCEY, X. – SISALLI, S. – COUTIERE, P. 2001. Formulation of essential oils in functional perfumery. In: *Parfums. Cosmétiques. Actualités.* Vol. 157, pp. 30–40.
- ORTH, M. – CZYGAN, F.C. – DEDKOV, V.P., 1999. Variation in essential oil composition and chiral monoterpenes of *Achillea millefolium* l. s. from Kaliningrad. *J Essent Oil Res.* 11: 681–687. <https://doi.org/10.1080/10412905.1999.9711995>
- PERRY, N.B. – ANDERSON, R.E. – BRENNAN, N.J. – DOUGLAS, M.H. – HEANEY, A.J. – MCGRIMPSEY, J.A. – SMALLFIELD, B.M., 1999. Essential oil from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.), variations among individuals, plant parts, seasons and sites. *J Agric Food Chem.* 47: 2048–2054. <https://doi.org/10.1021/jf981170m>
- PAVELA, R., 2011. Insecticidal and repellent activity of selected essential oils against the pollen beetle, *Meligethes aeneus* (Fabricius) adults. *Ind Crop Prod.* 34: 888–892. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.02.014>
- PARK, J.H. – JEON, Y.J. – LEE, C.H. – CHUNG, N. – LEE, H.S., 2017. Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. *Sci Rep.* 7: 40902. <https://doi.org/10.1038/srep40902>
- PRATES, H.T. – SANTOS, J.P. – MAQUIL, T.M. – FABRIS, J.D. – OLIVEIRA, A.B. – FOSTER, J.E., 1998. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *J Stored Prod Res.* 34: 243–249. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(98\)00005-8](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(98)00005-8)
- PEIXOTO, M.G. – BACCI, L. – BLANK, A.F. – ARAÚJO, A.P.A. – ALVES, P.B. et al., 2015. Toxicity and repellency of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and their major monoterpenes against stored grain Insects. *Ind crop prod* 71:31–36. <https://doi.org/10.1016/j.indcrOp.2015.03.084>
- RATTAN, R.S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Prot* 29:913–920. <https://doi.org/10.1016/j.cropr o.2010.05.008>
- REGNAULT-ROGER C. – HAMRAOUI, A., 1995. Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Stored Prod Res.* 31: 291–299. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(95\)00025-3](https://doi.org/10.1016/0022-474X(95)00025-3)
- REGNAULT-ROGER, C. – VINCENT, C. – ARNASON, J.T., 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annu Rev Entomol.* 57: 405–424. <https://doi.org/10.1146/annur ev-ento-120710-100554>
- SAMPSON, B.J. – TABANCA, N. – KIRIMER, N. – DEMIRCI, B. et al. 2005. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). *Pest Manag Sci* 61:1122–1128. <https://doi.org/10.1002/ps.1100>

- SAROUKOLAI, A.T. – MOHARRAMIPOUR, S. – MESHKATASADAT, M.H., 2010. Insecticidal properties of *Thymus persicus* essential oil against *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. *J Pest Sci.* 83: 3–8. <https://doi.org/10.1007/s10340-009-0261-1>
- SIX, D.L., BIBER, E., LONG, E., 2014. Management for Mountain Pine Beetle Outbreak Suppression: Does Relevant Science Support Current Policy? *Forests.* 5: 103-133. doi: <https://doi.org/10.3390/f5010103>.
- SCHMUTTERER, H., 1992. Control of diamondback moth by application of neem extracts. In: Talekar NS (ed) *Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of Second International Workshop Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei, Taiwan*, 325–332 pp.
- SZCZEPANIK, M. – WALCZAK, M. – ZAWITOWSKA, B. – MICHALSKA-SIONKOWSKA, M. – SZUMNY, A. – WAWRZEŃCZYK, C. – BRZEZINSKA, M.S., 2018. Chemical composition, antimicrobial and insecticidal activity against the lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) and *Artemisia dracunculus* L. essential oils. *J Sci Food Agr.* 98: 767–774. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8524>
- THORMAR, H., 2012. *Lipids and essential oils as antimicrobial agents.* Wiley, London
- TRIPATHI, A. – UPADHYAY, S. – BHUIYAN, M. – BHATTACHARYA, P., 2009. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. *J Pharmacogn Phytother.* 1: 52–63.
- WANG, J.L. – LI, Y. – LEI, C.L., 2009. Evaluation of monoterpenes for the control of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Nat. Prod. Res.* 23: 1080–1088.
- WERMELINGER, B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. In: *Forest Ecology and Management* Vol. 202: 67–82.
- YEOM, H.J. – KANG, J.S. – KIM, G.H. – PARK, I.K., 2012. Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity of apiaceae plant essential oils and their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*). *J Agric Food Chem.* 60: 7194–7203. <https://doi.org/10.1021/jf302009w>

HODNOTENIE „HYPOTÉZY NOVÝCH ZBRANÍ“ PRE ÚSPEŠNOSŤ INVÁZIE *HERACLEUM* *MANTEGAZZIANUM*

EVALUATION OF THE „NOVEL WEAPON HYPOTHESIS“ FOR SUCESSFUL INVASION OF *HERACLEUM* *MANTEGAZZIANUM*

Martina MATOUŠKOVÁ¹ – Jana JUROVÁ¹ – Marek RENČO¹ – Daniela GRUŠOVÁ²

ABSTRACT

The success of some alien plant species may be due to the development of “novel weapons”, biochemical that native species have never met. Novel biochemical weapons function as unusually powerful allelopathy agents among plants. The present project tested this hypothesis in laboratory conditions with *Heracleum mantegazzianum* secondary metabolites. Essential oil (EO) was hydrodistilled from two samples of different developmental stages of *H. mantegazzianum*. Dominant components were identified in each sample. Great variability was noted between the samples. In sample from earlier developmental stage dominated terpenes, while in fully matured developmental stage aliphatic esters were the main components. Then, phytotoxic effect of EOs was tested by using six different concentrations. After EOs application on seeds of four model plants (*Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* L., *Lactuca sativa* L. and *Triticum aestivum* L.), the potential biological effect of EOs was evaluated on seeds germination as well as on roots length. Seed germination of *Lactuca sativa* and *Triticum aestivum* were inhibited in different concentrations. *Lepidium sativum* and *Raphanus sativus* were more resistant. Inhibition of roots growth was evaluated in all four plant samples after application of different concentrations of *H. mantegazzianum* EO.

KEYWORDS

allelopathy, invasive species, essential oils, GC-MS, phytotoxicity

Úvod

Boľševník obrovský (*Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier) patrí do čelade mrkvovité (*Apiaceae*). Tento druh bol introdukovaný z Kaukazu (Centrálna Ázia) ako okrasná rastlina. Prvá zmienka v Európe o ňom pochádza z Londýnskej botanickej záhrady (Kew Gardens) z roku 1817 (PERGL & PERGLOVÁ, 2006; BALEŽENTIENE & RENČO, 2014). V súčasnosti sa považuje za extrémne nebezpečnú inváznu rastlinu v rôznych európskych krajinách ako je Slovensko, Česká republika, Nemecko, Poľsko, Švajčiarsko, krajiny Beneluxu či Veľká Británia (REINHARDT et al., 2003; STARFINGER & KOWARIK, 2003; THIELE & OTTE, 2007; CSISZÁR et al., 2013; JAKUBSKA- BUSSE, 2013).

¹ Parazitologický ústav SAV, Hlinková 3, SK – 040 01 Košice, Slovensko; e-mail: matouskova@saske.sk, jjurova@saske.sk, renc@saske.sk

² Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. Novembra č.1, SK – 081 16 Prešov, Slovensko; e-mail: daniela.grulova@unipo.sk

Boľševník obrovský je bylina gigantických rozmerov. V podmienkach charakteristických pre strednú Európu dorastá do výšky 2-5 m, kým v pôvodnom ekosystéme rastie len do výšky 1,5 m. Je to monokarpická rastlina (PERG & PERGLOVÁ, 2006), čo znamená, že v prirodzených podmienkach hynie po dozretí semien (TSCHIEDEL, 2005). Táto bylina kvitne od júna do konca júla. Je špecifická tým, že vytvára enormné množstvo semien, zvyčajne 20-30 tisíc semien, v extrémnych prípadoch až 100 tisíc semien. Predpokladáme, že na územie Slovenska sa tento druh dostal po prúde rieky Uh z Ukrajiny, respektíve anemochoricky z Poľska. Lokality s najväčším výskytom sú práve na juhovýchode pri slovensko-ukrajinskej hranici a pozdĺž slovensko-poľskej hranice. Tento druh je veľmi vitálny, rýchlo rastúci s nadmernou produkciou semien a zároveň mu chýba prirodzený nepriateľ, ktorý by sa podieľal na jeho regulácii. Na základe týchto faktorov sa v súčasnosti nekontrolovane rozširuje.

Chemické látky, ktoré produkujú invázne rastliny pôsobia alelopaticky na pôvodné druhy, ktoré reagujú často veľmi senzitívne. Tento efekt sa pravdepodobne podieľa na rozširovaní inváznych rastlín na nové územia a potláča tak zároveň pôvodnú flóru (CSISZÁR et al., 2013). Od roku 2004 sa používa novodobý výraz pre takýto spôsob šírenia inváznych rastlín a to konkrétne hypotéza nových zbraní (z ang. "novel weapons hypothesis") (CALLAWAY & RIDENOUR, 2004). Táto hypotéza už bola testovaná na iných inváznych druhoch ako sú napríklad *Eucalyptus globulus* (BECERRA et al., 2018), *Plantago virginica* (WANG et al., 2015), *Solidago gigantea*, *Impatiens glandulifera*, *Erigeron annuus*, *Solidago canadensis* (DEL FABBRO et al., 2014, GRUJOVÁ et al., 2016).

Boľševník obrovský produkuje veľké množstvo chemických látok. Tvorí kumarínové deriváty, ktoré sú zodpovedné za ich fotodynamický efekt (JAKUBSKA-BUSSE, 2013), po kontakte pokožky s vylučovanou tekutinou tejto rastliny a následnom oslnení dochádza k efektu spálenia pokožky (DREVER & HUNTER, 1970). Hlavná funkcia vylučovanej tekutiny z rastliny je jej ochrana pred bezstavovcami aj stavovcami, hubami, baktériami aj vírusmi (PYŠEK et al., 2007), ktorá pôsobí repelentne ale aj toxicky. Druhú najväčšiu skupinu sekundárnych metabolitov v rode *Heracleum* predstavujú silice (SKALICKÁ-WOŹNIAK et al., 2017). Silice získané hydrodestiláciou z nadzemných častí boľševníka obrovského boli už charakterizované a bola hodnotená aj ich antimikrobiálna aktivita (SZUMNY et al., 2012; JAKUBSKA-BUSSE, 2013; SKALICKÁ-WOŹNIAK et al., 2017). Inhibičná aktivita výluhu z boľševníka obrovského bola testovaná na semenách mätonoha trváceho (*Lolium perenne* L.), repky olejnej (*Brassica napus* L.) (BALEŽENTIENÉ & RENČO, 2014) ako aj u horčice bielej (*Sinapis alba* L.) (CSISZÁR et al., 2013).

Cieľom predkladaného výskumu bolo *a)* porovnať zmeny zloženia silice počas vegetačnej sezóny ako aj *b)* hodnotiť fytotoxický vplyv silice na tri druhy dvojklíčnolistových rastlín (*Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* L. and *Lactuca sativa* L.) a jeden druh jednoklíčnolistovej rastliny (*Triticum aestivum* L.)

MATERIÁL A METÓDY

Rastlinný materiál

Rastlinný materiál bol zbieraný dvakrát počas vegetačnej sezóny v roku 2017 na lokalite Lekárovce (GPS 48.608129 E 22.140227), ktorá sa nachádza na juhovýchode Slovenska. Prvý zber bol realizovaný v máji, počas juvenilného fenologického štádia a druhý zber bol realizovaný v júli, kedy rastlina dosiahla plnú zrelosť. Odobrali sme nadzemnú časť z niekoľkých jedincov (stonka, listy, kvety a semená).

Sušenie rastlinného materiálu

Rastlinný materiál bol uložený v tenkých vrstvách na filtračný papier v laboratóriu. Pri izbovej teplote sa sušil približne 2 týždne.

Hydrodestilácia silice

Obidve vzorky boli proporcionálne rozdelené do troch menších vzoriek, suchý rastlinný materiál bol rozdrvený a vložený do 500 mL banky, ktoré bola spojená s destilačnou aparátúrou. Destilácia prebiehala 3 hodiny. Získaná silica bolo rozpustená v n-hexáne, následne vysušená dusíkom a uskladnená v tmavej vialke v chladničke do následnej analýzy. Získaná silica mala svetložltú farbu prenikavej vône.

Chromatografická analýza pre identifikáciu a kvantifikáciu zloženia silice

Kvantitatívnu a kvalitatívnu analýzu jednotlivých komponentov silice sme vykonali pomocou plynového chromatografu Varian 450-GC, ktorý bol spojený s hmotnostným spektrometrom Varian 220-MS. Separácia jednotlivých komponentov bola dosiahnutá použitím kapilárnej kolóny FactorFourTM: VF 5ms (30 m × 0,25 mm vnútorný priemer, 0,25 µm hrúbka povrchu). Injektor sa zohrial na teplotu 220°C. Riedenie bolo nasledovné: 1 µl vstreknutého roztoku bol riedený v pomere 1:1000 n-hexanom. Hélium predstavovalo mobilnú fázu - nosný plyn v kolóne, ktorej prietoková rýchlosť dosahovala 1,2 ml/min. Teplotu kolóny sme naprogramovali nasledovne: počiatočná teplota kolóny bola nastavená na 50°C počas prvých 10 min., potom začala teplota stúpať rýchlosťou 3°C/min. až dosiahla 100°C. Nasledovala izotermická fáza, ktorá trvala 5 min. a po nej stúpala teplota na 150°C v intervale 10°C/min. Celková analýza trvala spolu 46,67 min. Iónová pasca hmotnostného spektrometra bola vyhriata na 200°C, manifold na 50°C a prenosová línia dosahovala teplotu 270°C. Skenovanie hmotnostného spektra prebiehalo každú sekundu v rozsahu 40-650 m/z. Jednotlivé komponenty boli identifikované prostredníctvom porovnávania ich hmotnostného spektra s údajmi uloženými v softvérovej knižnici (NIST 02) ale aj porovnávaním retenčných indexov so štandardnými látkami. Hmotnostné spektrá jednotlivých komponentov boli porovnávané so spektrami z literatúry (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980; ADAMS, 2007).

Hodnotenie fyto toxického účinku silice

Hodnotenie vplyvu silice na klíčivosť semien a dĺžku korenkov bolo realizované na troch druhoch dvojklíčnolistových rastlín (*Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* L.

a *Lactuca sativa* L.) a jedenom druhu jenkľíčnolistovej rastliny (*Triticum aestivum* L.). Použili sme metódu podľa GRUŠOVÁ et al., (2016). *Raphanus sativus* L. var. radicula Pers. (cv. 'Duo') a *Lepidium sativum* L. (cv. 'Dánska'), *Lactuca sativa* (cv. Král Máje I.) boli zakúpené od firmy Zel Seed (Slovakia). *Triticum sativum* sme získali zo šľachtiteľskej stanice Malý Šariš.

Štatistická analýza

Získané dáta boli analyzované metódou analýzy variancie (ANOVA) a priemerné hodnoty boli porovnané pomocou LSD testu (Least Significant Difference's Test). Štatistická analýza bola realizovaná použitím programu PlotIT.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Množstvo a zloženie silice

Na základe porovnania sezónnej variability rastlinného druhu boľševník obrovský sme hodnotili aj zosušenie rastlinného materiálu. Pri prvom zbere rastlinného materiálu sme odobrali 730 g a pri druhom 440,5 g čerstvého materiálu. Po vysušení rastlinného materiálu sme získali 132,3 g suchého rastlinného materiálu z prvého zberu v máji a 140,4 g rastlinného materiálu z druhého zberu v júli. Z toho vyplýva, že v juvenilnom vývinovom štádiu bol obsah vody v rastlinných pletivách takmer 82 %, kým v neskoršom období pri druhom zbere to bolo o 14 % menej.

Priemerné množstvo silice získané pri extrakcii zo 100g suchého rastlinného materiálu bolo 0,2368 g zo vzoriek zbieraných v máji a 0,9115 g zo vzoriek zbieraných v júli. Následne sme hodnotili zloženie a množstvo komponentov. V silici z rastlín z mladšieho vývinového štádia sme identifikovali 23,3 % monoterpénov, 4,4 % kyslíkatých monoterpénov, 32,9 % seskviterpénov a 37,9 % ostatných zložiek. V tejto silici sme ako dominantné komponenty identifikovali α -pinén (19,1 %), nasledoval kadina-1,3,5-trién (13,7 %), epizonarén (6 %) a kadinén (5,1 %), ostatné komponenty boli identifikované v množstve menej ako 5 %. Odlišné zloženie sme zaznamenali v silici z rastlinného materiálu neskoršieho vývinového štádia. Kým monoterpény, kyslíkaté monoterpény a seskviterpény predstavovali 1 %, 1,5 % a 1,2 %, najväčší podiel tvorili ostatné zložky a to až 95,1 %. Išlo najmä o heterocyklické estery, z ktorých dominovali oktyl acetát (62,1 %), hexyl 2-metylbutyrát (11 %), hexyl izobutyrtát (7,5 %) a hexyl butanoát (6,3 %) (Tabuľka č. 1 a 2).

Tabuľka 1. Identifikácia skupín dominantných zložiek v silici *H. mantegazzianum*.

Skupiny chemických látok	máj	júl
monoterpény	23,3	1,0
kyslíkaté monoterpény	4,4	1,5
seskviterpény	32,9	1,2
kyslíkaté seskviterpény	0,0	0,1
ostatné zložky	37,9	95,1

Tabuľka 2. Porovnanie dominantných zložiek silíc *H. mantegazzianum* z dvoch zberov.

Obsahové látky silice <i>Heracleum mantegazzianum</i> (%)		
Názov zložky	máj	júl
oktanal	n	1,5
α -pinén	19,1	0,2
trans-3-karén-2-ol	4,4	s
β -pinene	4,2	n
dihydrokarveol	3,7	n
hexyl isobutykrát	n	7,5
hexyl butanoát	n	6,3
hexyl 2-metylbutyrát	n	11,0
oktyl acetát	n	62,1
karyofylén	4,5	0,2
epizonarén	6,0	0,1
kadinén	5,1	0,1
kadina-1,3,5-trién	13,7	0,3
kalamén	7,0	n
kadala-1(10),3,8-trién	4,4	n

n-nedetekované, s-stopové množstvo < 0,1 %

Množstvo silice extrahovanej z *M. mantegazzianum* bolo determinované pri rôznych experimentoch pre rôzne časti rastlinného tela. SZUMNY et al. (2012) uvádzajú 0,45 % silice v stonkách, a 0,95 % v semenách, kým SKALICKA-WOZNIAK et al. (2017) uvádzajú až 3 % silice extrahovanej zo semien *M. mantegazzianum*. Naše zistenia spadajú do rozsahu uvedeného rôznymi autormi. Taktiež nami identifikované dominantné komponenty zo zberu v júli, kedy rastlina dosiahla plnú zrelosť, zodpovedajú zisteniam iných autorov. Ako hlavná zložka sa uvádza oktyl acetát, ktorý nasledujú hexyl-2-methylbutanoát, oktanol, oktyl butanoát, oktyl-2-methylbutanoát, hexyl acetát, oktyl isobutanoát a hexyl isobutanoát v kvetoch a semenách, p-cymén v koreňoch a stonkách a β -guaien v listoch (SZUMNY et al., 2012; SKALICKA-WOZNIAK et al., 2017). Alifatické estery boli identifikované ako dominantná skupina silice rodu *Heracleum* (JAKUBSKA-BUSSE et al., 2013). Avšak v silici zo vzoriek z Ruska z oblasti Priozerskij, boli identifikované ako dominantné zložky oktyl butyrát (32,0%), oktyl acetát (18,0%) a hexyl butyrát (9,2%) (TKACHENKO, 1993).

Vo všeobecnosti sa množstvo a zloženie silíc získaných z aromatických rastlín mení v závislosti od niekoľkých faktorov, ako sú ekologické a klimatické podmienky, geografická poloha, čas zberu v rámci vegetačnej sezóny, vývinové štádium jedincov,

zberová metóda, pozberové spracovanie a metóda extrakcie silice (PADALIA et al., 2013). Zmeny môžu byť ovplyvnené aj chemotypovou variabilitou v rámci druhu a genetickými faktormi (SAEB & Gholamrezaee, 2012; VERMA et al., 2012). Je veľmi ťažké odlišiť, ktorý faktor má dominantný vplyv. Jeden z hlavných faktorov, ktorý má vplyv na akumuláciu a kompozíciu silice je vývinové štádium rastlín (PADALIA et al., 2013).

Sezónna variabilita zloženia silice ako aj odlišný biologický efekt boli pozorované u mnohých druhoch rastlín ako napríklad u *Mentha x piperita* L. (Lamiaceae) (GRUEOVÁ et al., 2015), *Aniba rosaedora* (Kunth) Mez (Laureaceae) (PIMENTEL et al., 2018), *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) (SCHINDLER & HEINZMANN, 2017), *Juniperus communis* L. (Cupressaceae) (FALASCA et al., 2016) a u mnohých ďalších.

Fytotoxická aktivita

Biologická aktivita silice získanej z boľševníka obrovského bola hodnotená ako (a) vplyv silice na klíčivosť semien (Tabuľka 3), (b) vplyv silice na dĺžku korenkov modelových rastlín a (c) počet koreňov u jednoklíčnolistovej modelovej rastliny pšenice ozimnej (*Triticum aestivum*) (Tabuľka 4).

Šesť rôznych koncentrácií (0,062; 0,125; 0,25; 0,625; 1,5 a 2,5 µg/mL) bolo aplikovaných na semená modelových rastlín a po 120 h bol hodnotený fytotoxický efekt aplikovanej silice. Klíčivosť semien sa hodnotila na základe počtu vyklíčených semien z počtu 10, umiestnených do Petriho misiek na začiatku experimentu. Každá koncentrácia bola aplikovaná trikrát.

Žiadna štatistická odchýlka nebola preukázaná pri hodnotení klíčivosti semien *Lepidium sativum* a *Raphanus sativus* po aplikácii silice boľševníka obrovského extrahovanej zo vzoriek zbieraných v máji a v júli. Tieto dva dvojklíčnolistové druhy pôsobili rezistentne po aplikácii rôznych koncentrácií silíc. Významný efekt bol zaznamenaný pri druhoch *Lactuca sativa* a *Triticum aestivum*. Po aplikácii silíc na semená *L. sativa* bol efekt inhibície klíčivosti porovnateľný u oboch vzoriek pri rôznych koncentráciách. Štatisticky významný vplyv silice z mája bol zaznamenaný pri troch koncentráciách (2,5; 1,25 a 0,625 µg/mL), teda v prípade dvoch najvyšších koncentrácií a pri najnižšej koncentrácii. Po aplikácii silice z júla bol efekt štatisticky významný u všetkých koncentrácií okrem dvoch (1,25 a 0,625 µg/mL). Pri hodnotení vplyvu silíc na semená jednoklíčnolistovej modelovej rastliny *T. aestivum* bol štatisticky významný vplyv silice z mája pri dvoch koncentráciách (1,25 a 0,125 µg/mL) a po aplikácii júlovej silice v troch koncentráciách (1,25; 0,25 a 0,625 µg/mL), avšak tento efekt bol rôzny. Kým po aplikácii silice z mája bol preukazný stimulačný efekt, po aplikácii silice z júla naopak inhibičný vplyv (Tabuľka 3). Biologická aktivita silice, pri ktorej je efekt rozdielny je možné vysvetliť teóriou rôznej odpovede na rôznu koncentráciu aplikovanej chemickej látky, tzv. „hormesis alebo dose-response theory“. Táto teória vysvetľuje to, že pri nižšej koncentrácii aplikovanej látky je reakcia stimulačná a pri vyššej koncentrácii sa efekt mení na inhibičný (MURADO & VÁZQUEZ, 2007). Nami vybraný koncentračný rozsah predstavoval pravdepodobne nízku koncentráciu pre *Triticum aestivum*.

Tabuľka 3. Efekt odlišných koncentrácií silice extrahovanej z nadzemných častí boľševníka obrovského v máji a v júli 2017 na klíčivosť štyroch druhov modelových rastlín 120 h po expozícii.

Počet vyklíčených semien $\pm$ SD*								
	<i>Lepidium sativum</i>		<i>Raphanus sativus</i>		<i>Lactuca sativa</i>		<i>Triticum aestivum</i>	
máj								
kontrola	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,7 $\pm$ 0,5	A	7,0 $\pm$ 0,0	A	6,7 $\pm$ 0,9	A
0,062	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	5,5 $\pm$ 1,5	B	6,3 $\pm$ 0,5	A
0,125	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,0 $\pm$ 0,0	A	8,0$\pm$0,8	B
0,250	9,7 $\pm$ 0,5	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	7,5 $\pm$ 0,5	A	7,3 $\pm$ 0,5	A
0,625	9,7 $\pm$ 0,5	A	9,0 $\pm$ 0,8	A	7,7 $\pm$ 1,2	A	7,0 $\pm$ 1,6	A
1,250	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,3 $\pm$ 0,9	A	4,7 $\pm$ 2,4	B	8,0$\pm$0,8	B
2,500	9,7 $\pm$ 0,5	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	5,0 $\pm$ 0,8	B	6,0 $\pm$ 2,2	A
júl								
kontrola	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,0 $\pm$ 1,0	A
0,065	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	5,3 $\pm$ 1,3	C	6,3 $\pm$ 0,9	B
0,125	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,7 $\pm$ 0,5	A	7,0 $\pm$ 0,8	B	8,7 $\pm$ 0,9	A
0,250	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	7,0 $\pm$ 1,4	B	6,7 $\pm$ 0,9	B
0,625	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,3 $\pm$ 0,5	A	9,8 $\pm$ 0,8	A	8,3 $\pm$ 0,5	A
1,250	10,0 $\pm$ 0,0	A	10,0 $\pm$ 0,0	A	8,0 $\pm$ 0,8	A	8,0 $\pm$ 0,0	AB
2,500	10,0 $\pm$ 0,0	A	9,3 $\pm$ 0,5	A	8,7 $\pm$ 0,5	AB	9,3 $\pm$ 0,5	A

*SD-štandardná odchýlka; (1) každá hodnota predstavuje priemer z troch opakovaní; (2) hodnoty označené rovnakým písmenom v stĺpci nepreukázali štatistickú odchýlku na základe LSD testu ($P=0,05$); hrubo označené dáta predstavujú štatisticky významný stimulačný vplyv silice.

Variabilnejší vplyv silice je možné pozorovať pri hodnotení dĺžky korenkov štyroch modelových rastlín po aplikácii silice z mája a z júla. Štatisticky významný vplyv bol zaznamenaný pri všetkých štyroch modelových rastlinách po aplikácii silice z mája a pri troch rastlín z júla. *Raphanus sativus* pôsobil rezistentne pri hodnotení dĺžky korenkov po aplikácii silice z júla. Miera odpovede na vplyv silice z mája sa javí porovnateľná medzi jednotlivými druhmi. V prípade *L. sativum* a *L. sativa* bol štatisticky významný vplyv zaznamenaný pri dvoch koncentráciách, kým pri *R. sativus* a *T. aestivum* to bolo len pri jednej koncentrácii. Významne senzitivne pôsobil druh *L. sativa* po aplikácii júlovej silice, keďže štatisticky potvrdený efekt bol zaznamenaný po aplikácii všetkých koncentrácií. Znova je potrebné poznamenať, že nebol zaznamenaný len inhibičný vplyv silíc ale aj stimulačný (Tabuľka 4 – hrubo označené dáta).

Pri hodnotení vplyvu silíc na počet korenkov sme hodnotili štatisticky preukazný

vplyv len v jedinom prípade, po aplikácii najvyššej koncentrácie silice z júla. Efekt bol však stimulačný.

Tabuľka 4. Efekt odlišných koncentrácií silice extrahovanej z nadzemných častí boľševníka obrovského v máji a v júli 2017 na dĺžku korienkov štyroch druhov modelových rastlín a počet koreňov *T. aestivum* 120 h po expozícii.

Dĺžka korienkov (cm)									Počet korienkov	
	<i>Lepidum sativum</i>	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Triticum aestivum</i>					<i>Triticum aestivum</i>	
máj										
kontrola	9,67 ⁽¹⁾	A ⁽²⁾	4,15	A	0,82	A	2,67	A	2,60	A
0,062	9,35	B	5,16	A	0,69	A	2,74	A	2,36	A
0,125	9,00	A	3,86	B	1,17	A	3,12	A	3,16	A
0,250	5,06	A	5,17	A	1,16	A	2,67	A	2,53	A
0,625	9,69	A	4,78	A	1,00	A	2,48	A	2,70	A
1,250	9,18	C	5,19	A	0,22	B	3,64	C	2,86	A
2,500	8,46	A	5,30	A	0,55	B	1,77	B	2,20	A
júl										
kontrola	10,69	A	4,52	A	1,58	A	3,13	A	2,73	A
0,065	11,82	B	4,35	A	0,55	C	2,74	A	2,53	A
0,125	10,94	A	4,11	A	0,86	BC	2,69	A	2,90	A
0,250	10,12	A	5,04	A	1,28	AB	2,00	B	2,36	A
0,625	11,11	A	4,98	A	1,15	AB	2,19	A	2,70	A
1,250	9,30	C	4,88	A	0,99	BC	3,21	A	2,63	A
2,500	11,28	A	4,52	A	1,38	AB	5,22	C	3,50	B

(1) každá hodnota predstavuje priemer z troch opakovaní; (2) hodnoty označené rovnakým písmenom v stĺpci nepreukázali štatistickú odchýlku na základe LSD testu ($P=0,05$); hrubo označené dáta predstavujú štatisticky významný stimulačný vplyv silice.

Pri porovnávaní zloženia silice extrahovanej z druhov *Heracleum sosnowskyi* a *Heracleum mantegazzianum* nebol preukázaný žiadny štatisticky rozdiel, čo potvrdzuje tvrdenie, že uvedené druhy sú si veľmi blízke (JAKUBSKA-BUSSE et al., 2013).

V súčasnosti neexistuje iná štúdia, ktorá by sa venovala hodnoteniu fyto-toxickej aktivity silice extrahovanej z *H. mantegazzianum*. Podobná štúdia však bola realizovaná metódou použitia vatových tyčiniek, pri ktorej sa hodnotil vplyv silice zo semien *H. sosnowskyi* na dĺžku stonky a korienkov *Lactuca sativa*. Dĺžka korenia a stonky u *L. sativa* boli preukázane inhibované, kým klíčivosť semien

nebola ovplyvnená silicou získanou extrakciou zo semien *H. sosnowskyi*. Ako hlavnú chemickú zložku, ktorá mala inhibičný vplyv identifikovali oktanal (MISHYNA et al., 2015).

Zloženie silíc medzi jednotlivými rastlinnými druhmi predstavuje významnú variabilitu. Ďalšie vedecké štúdie reflektujú odlišný vplyv rastlinných silíc na jednoklíčnolistové a dvojklíčnolistové druhy rastlín. Vplyv silíc druhov *Rosmarinus officinalis* L., *Satureja hortensis* L. a *Laurus nobilis* (Lamiaceae) bol hodnotený pri experimentoch, kde sa pozoroval vplyv silíc na klíčivosť a rast dvoch druhov *Amaranthus retroflexus* L. (dvojklíčnolistová r.) a *Bromus tectorum* L. (jednoklíčnolistová r.). Silice z rastlín patriacich do čeľade Lamiaceae ako napríklad *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* a niekoľko druhov rodu *Satureja* výrazne redukovali klíčivosť a rast rastlín rôznych druhov (ANGELINI et al., 2003, TABAN et al., 2013). U vyššie spomínaného experimentu, druh dvojklíčnolistovej rastliny *Amaranthus retroflexus* bol senzitivnejší na silicu *R. officinalis*, kým jednoklíčnolistový druh *B. tectorum* prejavoval vyššiu senzitivitu na silicu *S. hortensis*. Vo všeobecnosti, *B. tectorum* ako jednoklíčnolistový druh preukazoval vyššiu odolnosť voči aplikácii silíc, v porovnaní s dvojklíčnolistovým druhom *Amaranthus retroflexus*.

Ďalšie štúdie (AMRI et al., 2012; SHAO et al., 2013; ALMARIE et al., 2016) publikovali rovnaké zistenia, kde druhy jednoklíčnolistových rastlín boli rezistentnejšie voči pôsobeniu rastlinných silíc z rôznych čeľadí (Cupressaceae, Asteraceae, Anacardiaceae, Cardiopteridaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, Rutaceae) v porovnaní s dvojklíčnolistovými druhmi. Tieto výsledky sú zhodné s našimi pozorovaniami. Alelopatický efekt silíc môže byť veľmi variabilný vzhľadom na zloženie silice ako aj vzhľadom na citlivosť receptorov ovplyvnených druhov (TABAN et al., 2013; ALIPOUR & SAHARKHIZ, 2016).

ZÁVER

Ekologická otázka „Aké sú príčiny úspešnej invázie mnohých rastlinných druhov?“ pretrváva. Napriek mnohým hypotézam, je úspešného ich osídľovania stále vysoká najmä vďaka neprítomnosti prirodzených nepriateľov, ktorí by boli schopní regulovať populácie introdukovaných druhov. Taktiež chemické látky vylučované inváznymi rastlinami pravdepodobne súvisia s úspechom ich rozširovania na nových územiach. Hypotézu o využívaní týchto zbraní je možné demonštrovať čiastočne aj v našom experimente. V priebehu ontogenetického vývinu rastlín dochádza ku kvalitatívnym aj kvantitatívnym zmenám sekundárnych metabolitov, čo sme pozorovali pri hodnotení obsahového zloženia silice skúmaného druhu. Pri porovnaní zloženia silice zo vzoriek zbieraných v rôznom vývinovom období sme identifikovali odlišné zloženie. V skoršom vývinovom štádiu dominovali terpénové komponenty, v neskoršom alifatické estery zo skupiny alkoholov. Okrem toho sme hodnotili aj potenciálny fytotoxický efekt týchto chemických látok. Sekundárne metabolity, ktoré boli extrahované z invázneho druhu *Heracleum mantegazzianum* mali štatisticky preukazný vplyv na klíčivosť semien druhu *Lactuca sativa* a *Triticum aestivum*. Zatiaľ čo pri druhu *L. sativa* bol efekt pri obidvoch vzorkách inhibičný, klíčivosť semien *T. aestivum* bola po aplikácii silice z májovej vzorky skôr stimulačná, po aplikácii júlovej

vzorky už inhibičná. Pri sledovaní vplyvu silice na dĺžku korenkov modelových rastlín bol efekt štatisticky významný u všetkých modelových rastlín. Biologická aktivita silice, pri ktorej je efekt rozdielny je možné vysvetliť tzv. teóriou „hormesis alebo dose-response theory“. Táto teória vysvetľuje to, že pri nižšej koncentrácii aplikovanej látky je reakcia stimulačná a pri vyššej koncentrácii sa efekt mení na inhibičný

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol realizovaný v rámci projektu Ochrana životného prostredia pred parazitózami pod vplyvom globálnych klimatických a spoločenských zmien (ITMS kód: 26220220116). Práca vznikla za finančnej podpory projektu VEGA 2/0013/16 a projektu 001PU-2-1/2018 „Rozvoj výskumnej a technickej infraštruktúry Prešovskej univerzity, II. etapa“.

LITERATÚRA

- ADAMS, R.P., 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured, Carol Stream, IL.
- ALIPOUR, M. – SAHARKHIZ, M.J., 2016. Phytotoxic activity and variation in essential oil content and composition of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) during different phenological growth stages. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, (7): 271–278.
- ALMARIE, A.A. – MAMAT, A.S. – WAHAB, Z. – RUKUNUDIN, I.H., 2016. Chemical composition and phytotoxicity of essential oils isolated from Malaysian plants. Allelopathy Journal, 37 (1): 55-70.
- AMRI, I. – HAMROUNI, L. – HANANA, M. – JAMOSSI, B., 2012. Herbicidal potential of essential oils from three Mediterranean trees on different Weeds. Current Bioactive Compounds, 8(1): 3–12.
- ANGELINI, L.G. – CARPANESE, G. – CIONI, P.L. – MORELLI, I. – MACCHIA, M. – FLAMINI, G., 2003. Essential oils from Mediterranean lamiaceae as weed germination inhibitors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (21): 6158–6164.
- BALEŽENTENÉ, L. – RENČO, M. 2014. Phytotoxicity and accumulation of secondary metabolites in *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae). Allelopathy Journal, 33 (2): 267-276 (2014).
- BECERRA, P.I. – CATFORD, J.A. – INDERJIT – MCLEOD, M.L. – ANDONIAN, K. – ASCHEHOUG, E.T. – MONTESINOS, D. – CALLAWAY, R.M., 2018. Inhibitory effects of *Eucalyptus globulus* on understorey plant growth and species richness are greater in non-native regions. Global Ecology and Biogeography, 27 (9):68–76.
- CALLAWAY, R.M. – RIDENOUR, W.M., 2004. Novel weapon: invasive success and the evolution of competitive ability. Frontiers in Ecology and the Environment, 2 (8): 436–443.
- CSISZÁR, Á. – KORDA, M. – SCHMIDT, D. – ŠPORCIC, D. – SÜLE, P. – TELEKI, B. – TIBORCZ, V. – ZAGYVAI, G. – BARTHA, D., 2013. Allelopathic potential of some invasive plant species occurring in Hungary. Allelopathy Journal, 31 (2): 309-318.
- DEL FABBRO, C. – GÜSEWELL, S. – PRATI, D., 2014. Allelopathic effects of three plant invaders on germination of native species: a field study. Biological Invasions 16 (5): 1035–1042.
- DREVER, J.C. – HUNTER, J.A., 1970. Giant Hogweed dermatitis. Scottish Medical Journal, (15): 315-319.
- FALASCA, A. – CAPRARI, C. – DE FELICE, V. – FORTINI, P. – SAVIANO, G. – ZOLLO, F. – IORIZZI M., 2016. GC-MS analysis of the essential oils of *Juniperus communis* L. berries growing wild in the Molise region: Seasonal variability and in vitro antifungal activity. Biochemical Systematics and Ecology, 69:166-175.
- GRUEOVÁ, D. – BARANOVÁ, B. – IVANOVA, V. – DE MARTINO, L. – MANCINI, E. – DE FEO, V., 2016. Composition and biological activity of essential oils of *Solidago* species and the possible impact on their invasions. Allelopathy Journal, 39 (2): 129-142.

- GRUEOVÁ, D. –, DE MARTINO, L. – MANCINI, E. – SALAMON, I. – DE FEO, V., 2015. Seasonal variability of the main components in essential oil of *Mentha×piperita* L. Journal of Science of Food and Agriculture, 95(3): 621-627.
- JAKUBSKA-BUSSE, A. – ŚLIWIŃSKI, M. – KOBYLKA, M., 2013. Identification of bioactive components of essential oils in *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae). Archives of Biological Sciences, 65 (3): 877-883.
- JENNINGS, W. – SHIBAMOTO, T., 1980. Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. Academic Press, New York (1980).
- MISHYNA, M. – LAMAN, N. – PROKHOROV, V. – MANINANG, J.S. – FUJII, Y., 2015. Identification of Octanal as Plant Growth Inhibitory Volatile Compound Released from *Heracleum sosnowskyi* Fruit. Natural Product Communication, 10 (5): 771-775.
- MURADO, M.A. – VÁZQUEZ, J.A., 2007. The notion of hormesis and the dose–response theory: A unified approach. Journal of Theoretical Biology, 244(3): 489-499.
- PADALIA, R.C. – VERMA, R.S. – CHAUHAN, A. – CHANOTIYA, C.S., 2013. Changes in aroma profiles of 11 Indian Ocimum taxa during plant ontogeny. Acta Physiol Plant, 35(8): 2567–2587.
- PERGL, J. – PERGLOVÁ, I. (2006). *Heracleum mantegazzianum*. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE).
- PIMENTEL, R. B.Q. – SOUZA, D. P. – ALBUQUERQUE, P.M. – FERNANDES, A.V. – SANTOS, A.S. – DUVOISIN, J. S. – GONÇALVES, J.F.C., 2018. Variability and antifungal activity of volatile compounds from *Aniba rosaeodora* Ducke, harvested from Central Amazonia in two different seasons. Industrial Crops & Products, 123: 1–9.
- PYŠEK, P. – COCK, M.J.W. – NENTWIG, W. – H.P. RAVN, 2007. Master of all traits: Can we successfully fight Giant Hogweed, In: Ecology and management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*), (Eds. P. Pyšek, M.J.W. Cock, Nentwig, W. and H.P. Ravn), 297-312.
- REINHARDT, F. – HERLE, M. – BASTIANSEN, F. – STREIT, B., 2003. Economic Impact of Spread of Alien Species in Germany. Environmental Research, Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Research Report 201 86 211, UBA-FB 000441e, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin, DE, 229 p.
- SAEB, K. – GHOLAMREZAEI, S., 2012. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2(2): S547–549.
- SHAO, H. – ZHANG, Y.M. – NAN, P. – HUANG X.L. – ZHANG CH., 2013. Chemical composition and phytotoxic activity of the volatile oil of invasive *Xanthium italicum* Moretti from Xinjiang, China. J Arid Land (2013) 5(3): 324–330.
- SCHINDLER, B. – HEINZMANN, B.M., 2017. Piper gaudichaudianum Kunth: Seasonal Characterization of the Essential Oil Chemical Composition of Leaves and Reproductive Organs. Brazilian Archives of Biology and Technology, 60: e17160441.
- SKALICKA-WOŹNIAK, K. – GRZEGORCZYK, A. – ŚWIĄTEK, Ł. – WALASEK, M. – WIDELSKI, J. – RAJTAR, B. – POLZ-DACEWICZ, M. – MALM, A. – ELANSARY, H. O., 2017. Biological activity and safety profile of the essential oil from fruits of *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier (Apiaceae). Food and Chemical Toxicology, 109(2): 820-826.
- STARFINGER, U. – KOWARIK, I., 2003. *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier (Apiaceae), Riesen-Barenklau. In: NeoFlora (Ed., Bundesamt f. Naturschutz), <http://www.neophyten.de>.
- SZUMNY, A. –, ADAMSKI, M. – WINSKA, K. – MACZKA, W. – NOWAKOWSKI, P., 2012. Chemical composition of volatile oils of giant-hogweed. Przemysł Chemiczny, 91(5): 1024-1027.
- TABAN, A. – SAHARKHIZ, M.J. – HADIAN, J., 2013. Allelopathic potential of essential oils from four *Satureja* spp. Biological agriculture & horticulture, 29 (4): 244–257.
- THIELE, J. – OTTE, A., 2007. Impact of *Heracleum mantegazzianum* on invaded vegetation and human activities. In: Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) (Eds., P. Pyšek, M.J.W. Cock, W. Nentwig and H.P. Ravn), CAB International, Wallingford, U.K. , pp. 144-156.
- TKACHENKO, K., 1993. Constituents of essential oils from fruits of some *Heracleum* L. species. Journal of essential oil research, 5(6): 687-689.

- TSCHIEDEL, K. (2005). Wenn Neophyten zum Problem werden (invasive Pflanzenarten in Ostsachsen). Naturschutzbehörde des Landeskreis Löbau-Zittau.
- VERMA, R.S. – PADALIA, R.C. – CHAUHAN, A., 2012. Variation in the volatile terpenoids of two industrially important basil *Ocimum basilicum* L. cultivars during plant ontogeny in two different cropping seasons from India. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92(3): 626–631.
- WANG, H. – ZHOU, Y. – CHEN, Y. – WANG, Q. – JIANG, L. – LUO, Y., 2015. Allelopathic Potential of Invasive *Plantago virginica* on Four Lawn Species. PLoS ONE 10(4): e0125433.

DIURNÁLNA A PRIESTOROVÁ DISTRIBÚCIA ZOOPLANKTÓNU V LITORÁLNEJ ZÓNE HOSPODÁRSKEHO RYBNÍKA ZÁHRADNÉ

DIURNAL AND SPATIAL DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON IN LITTORAL ZONE OF ZÁHRADNÉ FISHPOND

Sebastián PAVLINSKÝ¹ – Radoslav SMOLÁK¹

ABSTRACT

The work brings information about diurnal migrations of zooplanktonic organisms from groups Copepoda, Cladocera and Rotifera distributed in Záhradné fishpond. The samples were collected from surface layer of littoral zone, during 5 months from October 2016 to February 2017. The samples were collected one time every month, in light phase of the day and in dark phase of the day. We found out presence 8 taxons of the class Rotifera, 3 taxons of the order Cladocera and non – specified taxons of the subclass Copepoda, in different ontogenetic stages. Resulting from analysis, in light phase of the day, abundance of the group Rotatoria in surface layer was statistically higher as in dark phase of the day (night cycle/day cycle – 9,22 Ind.l⁻¹/ 5,94 Ind.l⁻¹). By contrast, the concentration of the group Copepoda (night cycle/day cycle – 18,14 Ind.l⁻¹/ 16,03 Ind.l⁻¹) and Cladocera (night cycle/day cycle – 19,00 Ind.l⁻¹/ 10,18 Ind.l⁻¹) was statistically higher in dark phase of the day. We hypothesize that it is consequence of predatory pressure of the fishes on crustaceoplankton (Copepoda, Cladocera), which is migrating to the depth in light phase of the day, because of fish predators. Contrary, Rotifera migrate to surface in light phase of the day, because its present potential food for crustaceoplankton that is in depth, in this phase of the day.

KEYWORDS

zooplankton, diurnal cycle, vertical migration

ÚVOD

Vertikálna diurnálna migrácia zooplanktónu je široko rozšírený jav, čo sa týka morského aj sladkovodného zooplanktónu (GLIWICZ, 1986; DAWIDOWICZ a LOOSE, 1992; DINI a CARPENTER, 1992). Migrácia z hornej teplejšej povrchovej vrstvy, bohatej na potravu, do nižšej vrstvy, ktorá je chudobná na potravu a ktorá má nižšiu teplotu, musí poskytovať druhom, ktoré túto migráciu podstupujú určité výhody. Nižšia potravná ponuka a nižšia teplota v hĺbke negatívne vplývajú aj na reprodukciu zooplanktónu (DINI a CARPENTER, 1992). Podľa CASTRA a kol., (2007) je únik pred predátormi najčastejšie predpokladaným dôvodom pre diurnálne migrácie planktonických druhov v jazerách a moriach. Táto hypotéza sa testovala na druhu veslonôžky *Acartia hudsonica* (Pinhey, 1926). Tento druh bol vystavený v akváriu chovaným aj voľne distribuovaným jedincom druhu *Gasterosteus aculeatus* (Linnaeus 1758), čo je druh ryby, ktorý sa prirodzene živí týmito veslonôžkami. Po niečo viac

¹ Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, ul. 17. novembra č. 1, SK-08116 Prešov, Slovensko; e-mail: sebastian.pavlinsky@smail.unipo.sk, radoslav.smolak@unipo.sk,

ako týždni, adultné veslonôžky zmenili vertikálne rozšírenie a migračné správanie v závislosti na prítomnosti alebo absencii predátora. To, podľa BOLLENSA a FROSTA (1989) naznačuje, že vertikálna migrácia zooplanktónu nie je jednoduchá, chemicky podmienená odpoveď na prítomnosť ryby ale že sa jedná skôr o vizuálne alebo mechanicky podmienené správanie. Jedná sa o správanie založené na fenotypovej plasticite konkrétnych jedincov zooplanktónu, nie o geneticky podmienené správanie ako sa predpokladalo predtým (BOLLENS a FROST, 1989).

Podľa experimentu, ktorý uskutočnil DAWIDOWICZ a LOOSE (1992), kde bol druh *Daphnia magna* (Straus, 1820) v jednom prípade v kontakte s predátorskými rybami a v druhom prípade bez kontaktu, dochádzalo v prítomnosti rýb k diurnálnym vertikálnym migráciám a v prípade absencie predátora nie. Jedince, ktoré neboli vystavené rybím predátorom zostávali v teplejšej vrchnej vrstve vody aj cez deň. To podporuje teóriu, že väčšie druhy zooplanktónu migrujú počas svetlej fázy dňa do nižších vrstiev vodného stĺpca (aby sa vyhli zrakom sa orientujúcim predátorom) a naopak, počas tmavej fázy dňa migrujú vyššie (DAWIDOWICZ a LOOSE, 1992). Kompetícia a predácia planktonických kôrovcov (Cladocera a Copepoda) a rýb môže viesť k horizontálnemu a vertikálnemu pohybu vírnikov (CASTRO a kol., 2007; COMPTE a kol., 2016; BALKIČ a kol., 2018).

Vertikálnu diurnálnu migráciu zooplanktónu však nemožno vysvetľovať takto zjednodušene a nemá na ňu vplyv len jeden faktor ale existuje určitá hierarchia. Z experimentov, ktoré uskutočnil DINI a CARPENTER (1992) vyplýva, že primárnou príčinou vertikálnej migrácie zooplanktónu je predačný tlak a sekundárnou dostupnosť potravy. Pri veslonôžke druhu *Pseudocalanus newmani* (Frost, 1989) bolo zistené, že dokáže meniť a prispôbovať svoje denné migračné vzorce v závislosti od početnosti predátorov a druhu predátora, ktorý ho ohrozuje. Boli tu dokumentované aj reverzné migrácie (počas svetlej fázy dňa sa presúva bližšie k hladine a počas tmavej fázy dňa klesá nižšie). Pravdepodobne sa jedná o správanie spojené s fenotypovou plasticitou jedincov tohto druhu (BOLLENS a FROST, 1991).

Ďalším tvrdením v prospech teórie antipredačne závislých diurnálnych migrácií je výskum, ktorý realizoval GLIWICZ (1986), v poľskej časti Vysokých Tatier. V tejto štúdii boli skúmané nemigrujúce a migrujúce populácie druhu *Cyclops abyssorum* (G. O. Sars, 1863) v čistých tatranských jazerách v Poľsku. Z výskumov vyplynulo, že migrácie neprebiehali v jazerách/plesách bez výskytu predátorských rýb, kým krátkosiahle migrácie boli zaznamenané v jazerách, v ktorých boli introdukované planktivorné ryby niekoľko desaťročí a rozsiahle migrácie boli evidentné v jazerách, kde sa planktivorné ryby vyskytovali dlhodobo. HANEY (1988), vo svojej práci podporuje teóriu predačne závislej diurnálnej migrácie zooplanktónu ale tvrdí, že sa tiež môže jednať o správanie zabezpečujúce únik daných planktonických druhov pred slnečnou radiáciou v svetlej perióde dňa.

Predmetom tejto štúdie je zooplanktón vyskytujúci sa v hospodárskom rybníku v obci Záhradné, ležiacej približne 10 km severne od mesta Prešov. Hlavným cieľom štúdie bolo zistiť kvantitatívnu priestorovú distribúciu zooplanktonických taxónov počas diurnálnych zmien v litorálnej zóne rybníka.

MATERIÁL A METÓDY

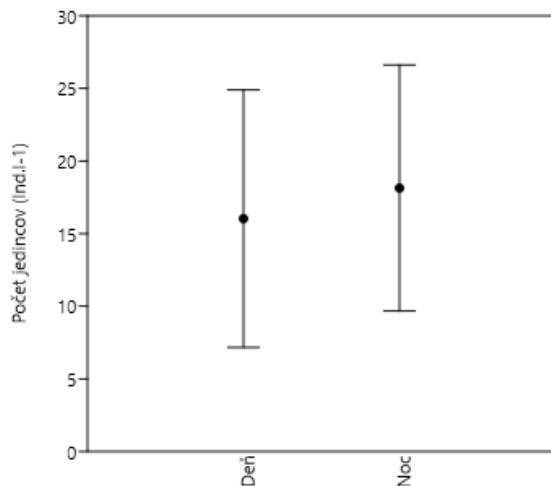
Zber vzoriek zooplanktónu prebiehal v mesiacoch október 2016 až február 2017, raz do mesiaca. Spolu sme realizovali 5 odberov popoludní (svetlý cyklus) a 5 odberov po zotmení (tmavý cyklus). Denný odber prebiehal v čase medzi 14:00 – 15:00, večerný medzi 19:00 – 21:00. Odber vzoriek prebiehal v dňoch piatok, sobota alebo nedeľa. Odbery sme uskutočnili v dátumoch 14.10.2016, 18.11.2016, 18.12.2016, 20.01.2017 a 24.02.2017. Odber vzoriek zooplanktónu sme vždy uskutočňovali zo 4 miest v litorálnej zóne rybníka, 2 odbery z blízkosti príbrežnej vegetácie a 2 odbery z voľnej hladiny bez vegetácie. Z každého odberového miesta sme filtrovali 30 litrov vody cez planktonickú sieť (veľkosť ôk, 80 μ m) do zbernej nádoby. Následne sme odobraný materiál prelievali do plastových nádobiek s objemom 50 ml. Za celé skúmané obdobie sme odobrali 40 vzoriek, 20 v svetlej a 20 v tmavej fáze dňa.

Nazbieraný materiál sme zakonzervovali na neskoršie laboratórne určovanie. Na konzervovanie sme použili fixačný roztok formaldehydu s koncentráciou 40% - formalín. Vzorky sme fixovali na výslednú koncentráciu približne 4%, to znamená v pomere (vzorka : fixačný roztok = 10 : 1).

Vzorky sme určovali v laboratórnych priestoroch FHPV, pomocou mikroskopu. Mikroskopickým sledovaním vzoriek pri zväčšení 200-400x sme určovali kvalitatívno - kvantitatívne zloženie zooplanktónu. Z každej odobratej vzorky boli 3 krát pomocou kolkwitzovej komôrky o objeme 5 ml (t.j. spolu prezretých/prepočítaných 15ml z celkového objemu 50ml vzorky) spočítané jedince. Pre taxonomickú determináciu sme použili knižné určovacie kľúče (RUTTNER-KOLISKO 1974; AMOROS, 1984; ILLYIOVÁ a BALÁŽI, 2004).

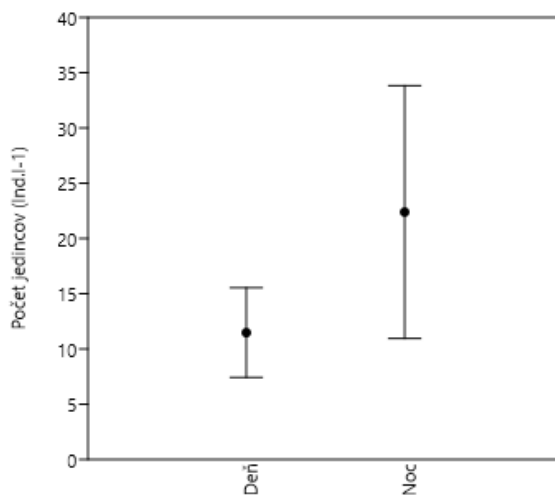
VÝSLEDKY

Na základe porovnania početnosti jednotlivých skupín zooplanktonického spoločenstva sme nezaznamenali rozdiely v početnosti jedincov medzi priestorom v príbrežnej zóne v blízkosti vegetácie a v priestore bez vegetácie. Zjavné rozdiely v početnosti sme zaznamenali medzi svetlou fázou dňa (denný cyklus) a tmavou fázou dňa (nočný cyklus). Nočný cyklus preferoval výskyt väčších druhov. Priemerná početnosť jedincov skupiny Copepoda bola vyššia v nočnom cykle: 18,14 Ind.l⁻¹ (denný cyklus: 16,03 Ind.l⁻¹) (Fig. 1). V skupine Cladocera sme taktiež zistili vyššiu priemernú početnosť počas nočného cyklu (19,00 Ind.l⁻¹) v porovnaní s denným cyklom (10,18 Ind.l⁻¹) (Fig. 2). Opačný pomer početnosti sme zaznamenali v prípade malých druhov, t.j. zástupcov skupiny Rotifera kde sme vyššiu priemernú početnosť jedincov zistili počas denného cyklu (9,22 Ind.l⁻¹/ 5,94 Ind.l⁻¹) (Fig. 3).



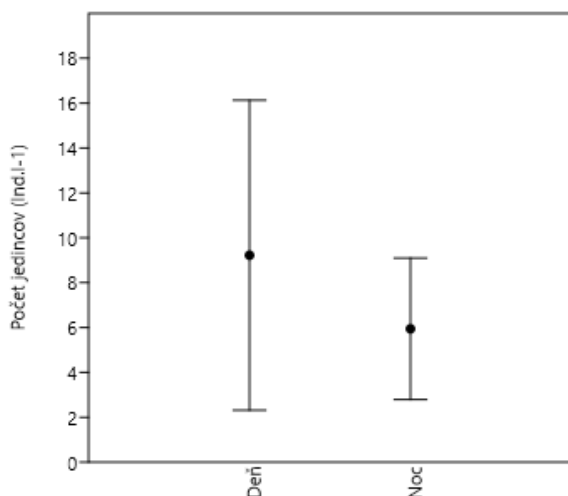
Obrázok 1. Porovnanie priemernej, resp. maximálnej a minimálnej absolútnej počtnosti zástupcov skupiny Copepoda v diurnálnom cykle dňa.

Figure 1. Comparison of mean, maximal and minimal absolute quantity of the Copepoda group in diurnal cycle of the day.



Obrázok 2. Porovnanie priemernej, resp. maximálnej a minimálnej absolútnej hodnoty počtnosti zástupcov skupiny Cladocera v diurnálnom cykle dňa .

Figure 2. Comparison of mean, maximal and minimal absolute quantity of the Cladocera group in diurnal cycle of the day.



Obrázok 3. Porovnanie priemernej, resp. maximálnej a minimálnej absolútnej hodnoty početnosti zástupcov skupiny Rotifera v diurnálnom cykle dňa.

Figure 3. Comparison of mean, maximal and minimal absolute quantity of the Rotifera group in diurnal cycle of the day.

Počas sledovaného obdobia sme celkovo zistili prítomnosť 8 taxónov triedy vírniky (Rotatoria), 3 taxóny radu perloočky (Cladocera) a bližšie nešpecifikovaných zástupcov podtriedy veslonôžok (Copepoda) s rôznymi vývinovými štádiami. Zástupcovia podtriedy veslonôžky (Copepoda) sa vo vzorkách vyskytovali celkovo v najväčšom množstve a vo všetkých 3 základných vývinových štádiách. Taxóny triedy perloočky (Cladocera) boli zastúpené 3 zistenými druhmi a to *Alona rectangula* (Sars, 1861), *Alona guttata* (Sars, 1862) a *Bosmina longirostris* (O. F. Muller, 1776), práve posledný spomínaný druh sa vyskytoval v kvantitatívne najvyššom počte. Taxónov triedy vírniky (Rotatoria) bolo na rybníku počas sledovaného obdobia zistených 8, a to *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1830), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Polyarthra minor* (Voigt, 1904), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925), *Kellicottia sp.*, *Trichocerca sp.*, *Filinia terminalis* (Plate, 1886) a *Lecane luna* (Muller, 1776).

Najvyššiu početnosť, nielen u perloočiek ale aj v prípade celého zooplanktonického spoločenstva v nočnom cykle sme zaznamenali 14.10.2016 u druhu *B.longirostris* (12,70 ind.l⁻¹). Prítomnosť zástupcov rodu *Alona* sme v období mesiacov október a november sledovali v priemernej početnosti 0,15 ind.l⁻¹ (*A. guttata*) resp. 0,20 ind.l⁻¹ (*A. rectangula*). Následne, v mesiacoch december a január sme *A. guttata* nezaznamenali, opätovne sa tento druh objavil v druhej polovici mesiaca február s abundanciou 0,07 ind.l⁻¹.

Najvyššiu absolútnu početnosť za celé sledované obdobie v rámci skupiny veslonôžky, predstavovali vývinové štádiá nauplius (15,17 ind.l⁻¹), nasledované adultnými jedincami (15,07 ind.l⁻¹). Najvyššiu početnosť v rámci jedného odberu sme

zaznamenali 14.10.2016 u vývinového štádia nauplius (5,60 ind.l⁻¹) v dennom cykle. V nočnom cykle boli zo všetkých troch základných vývinových štádií najpočetnejšie a veľkosťou tela najväčšie adultné jedince (10,23 ind.l⁻¹).

Zo skupiny Rotifera bol vo vzorkách najpočetnejším druhom *E. dilatata*, ktorý bol zaznamenaný len v mesiaci október, v dennom cykle (3,07 ind.l⁻¹) a v nočnom cykle (1,20 ind.l⁻¹). Najmenej početný taxón skupiny vírniky vo vzorkách predstavoval rod *Kellicottia* (jeden jedinec vyskytujúci sa v nočnom odbere v mesiaci október), druh *F. terminalis* (2 jedince vyskytujúce sa v dennom cykle v decembri a nočnom cykle vo februári), rod *Trichocerca* (3 jedince prítomné vo vzorke z nočného cyklu 24.02.2017) a druh *L. luna* (3 jedince v dennom cykle v októbri a decembri a 2 jedince v nočnom cykle v októbri). Druhy *P. minor*, *P. dolichoptera* a *K. cochlearis* sa vyskytovali vo vzorkách najmä v mesiaci február. Celkovo hodnotíme zloženie zooplanktonického spoločenstva so sumárnym počtom 12 taxónov ako chudobné.

DISKUSIA

Na základe zistených výsledkov, môžeme konštatovať, že abundancia zástupcov skupín Copepoda a Cladocera bola v príbežnej zóne vyššia počas nočných odberov v porovnaní s odberom počas dňa. Je to pravdepodobne zapríčinené vplyvom predačného tlaku zo strany vizuálne orientovaných predátorov, loviacich počas svetlej fázy dňa, za pomoci zraku. To spôsobuje vertikálne migrácie väčšieho zooplanktónu do nižších zón vodného stĺpca a ďalej od litorálnej zóny a naopak, vertikálne migrácie týchto taxónov smerom k hladine v tmavej fáze dňa (GLIWICZ, 1986; HANEY, 1988; BOLLENS a FROST, 1989 a 1991; DAWIDOWICZ a LOOSE, 1992; DINI a CARPENTER, 1992).

Vertikálna migrácia sa prejavuje tak u mikrokôrovcov ako aj u vírnikov. Nakoľko vírniky sú lovené perloočkami a veslonôžkami a naopak, pre väčšinu rýb netvoria potravnú zložku z dôvodu malých telesných rozmerov, diurnálna migrácia vírnikov má opačný smer ako pri mikrokôrovcoch, ktorým sa snažia vyhnúť. Počas svetelnej fázy dňa sa vírniky pohybujú smerom k osvetlenej povrchovej vrstve vody.

Prítomnosť rýb má jednoznačný silný vplyv na zooplanktonické kôrovce a to predovšetkým na zástupcov charakteristických veľkým telom, ako je rod *Daphnia*. Jediné prirodzené vodné objekty, pretrvávajúce bez predačného vplyvu ichtyofauny na mikrokôrovce sú temporárne nádrže (WILLIAMS a MOSS, 2003). Tie neumožňujú prežívanie ichtyofauny, keďže sezónne vysychajú. Dominancia planktivorných rýb môže vyvolať zníženie počtosti perloočiek a zvýšenie počtosti vírnikov (KOZAK a kol., 2015; DONDAJEWSKA a kol., 2017). Podľa výsledkov našej štúdie, najpočetnejšie zastúpenie mali bližšie nešpecifikované taxóny skupiny Copepoda, nasledované perloočkami druhu *Bosmina longirostris*. ILLYOVÁ (2012), zaraďuje druh *B. longirostris* medzi menšie druhy zooplanktónu. V našich výsledkoch však obidve skupiny, Copepoda aj Cladocera, podnikali podobne orientované diurnálne migrácie, t. j. počas tmavej fázy dňa vykazovali priemerne vyššiu abundanciu v povrchovej vrstve litorálu, (aj keď z grafu vyplýva, že rozdiel v počtosti medzi svetlým a tmavým cykom nie je pri skupine Cladocera taký výrazný, ako pri skupine Copepoda). Z toho môžeme usudzovať, že *B. longirostris* je pravdepodobne rovnako, ako veslonôžky,

pod predačným tlakom zrakom sa orientujúcich rýb. Nie len planktivórne druhy rýb ale aj celková biomasa ichthyofauny môže byť rozhodujúca pri dynamike, ako aj celkovej štruktúre zooplanktonického spoločenstva (ATTAYDE a MENEZES, 2008). Početnosť vírnikov môže byť znižovaná perloočkami dvoma spôsobmi. Cez potravnú konkurenciu o limitované zdroje potravy, ako aj prostredníctvom ich priameho mechanického poškodzovania (MACISAAC a GILBERT, 1989; KUCZYŃSKA-KIPPEN, 2001a). Vírniky tak môžu mať prospech z prítomnosti rýb a ich predácie na mikrokôrovcach. Je známe, že vírnikom sa tiež dobre darí vo vysoko eutrofných vodách s vysokou biomasou rýb (TELESH, 1993; EJSMONT-KARABIN, 2012), kde je zvýšený prístup k baktériám pochádzajúcim z detritu. Zaujímavým zistením v našom prípade je, rovnako ako pri VIŠŇOVskej (2003), že podiel vírnikov, na celkovej druhovej diverzite bol relatívne veľký, ale po kvantitatívnej stránke nepredstavovali konkurenciu pre skupiny Copepoda a Cladocera. Najčastejšie zastúpeným druhom zo skupiny Rotifera v našich vzorkách bol druh *E. dilatata*. Pri tomto druhu sme zaznamenali aj rozdiely v diurnálnom výskyte medzi dvoma odbermi v mesiaci október. Kvantitatívny výskyt druhu bol približne 2,5 násobne vyšší v svetlej perióde dňa, ako v tmavej. To môže byť dôsledok reverznej migrácie, ktorá je spôsobená krustaceoplanktónom (Copepoda a Cladocera), ktorý je predátorom vírnikov.

Pre makrofity je známe, že modifikujú podmienky biotopu (TAKAMURA a kol., 2003; ŠPOLJAR a kol., 2012) a výrazne ovplyvňujú výskyt zooplanktónu (KUCZYŃSKA-KIPPEN, 2001b; HABDIJA a kol., 2002; BASIŇSKA a kol., 2014; KUCZYŃSKA-KIPPEN a PRONIN, 2018). V našej štúdii však nebola zaznamenaná významná odlišnosť v početnosti a distribúcii zooplanktónu pri odberoch v priestore voľnej hladiny a v priestore príbrežnej vegetácie litorálnej zóny, keďže tá bola tvorená len nevýznamným počtom trsov kompaktnej vegetácie.

Štúdium environmentálnych premenných ukazuje, že signifikantne najsilnejší vplyv na druhovú skladbu zooplanktónu má predácia rýb a hydroperióda, t.j. vodný režim (KUCZYŃSKA-KIPPEN a PRONIN, 2018). Podľa tejto štúdie, najsilnejší vplyv na spoločenstvo vírnikov má výskyt druhu *Cyclops vicinus* (Ulyanin, 1875). Predačný tlak niektorých mikrokôrovcov, ako je *C. vicinus* a *Cyclops strenuus* (Fischer, 1851) je pravdepodobne hlavným faktorom redukujúcim vírniky v danom rezervoári.

DEVETTER (1998) uvádza, že predácia mikrokôrovcami pri formovaní spoločenstva vírnikov v ním študovanom rezervoári je veľmi významná, menší význam má faktor kompetície vo vnútri spoločenstva vírnikov. Podľa viacerých autorov (AKOPIAN a kol., 1999; MENG a ORSI 1991; ROMARE a kol., 1999; CHANG a kol., 2008) ryby nemajú negatívny vplyv na zloženie spoločenstva vírnikov.

Naopak, výsledky práce RICHARDSONA a BARTSCHA (1997) poukazujú na to, že abundancia *K. cochlearis* je viac redukovaná v prítomnosti rýb. Je preto ťažké jednoznačne opísať vplyv rýb na veľkostne malé vírniky (JACK a THORP, 2002). Nepopierateľné však je, že negatívny vplyv rýb na spoločenstvo vírnikov je menší ako ich vplyv na spoločenstvo mikrokôrovcov (CZERNIAWSKI a DOMAGALA, 2013). Vo všeobecnosti, po znížení početnosti mikrokôrovcov rodu *Daphnia* je očakávané zvýšenie početnosti vírnikov (BURNS a GILBERT, 1986; PORCUNA a kol., 1994; WOLFINBARGER, 1999). Na základe predačnej hypotézy bezstavovcov, predácia (alebo

redukcia) bezstavovcami na malom zooplanktónu je výraznejšia v prostredí bez intenzívnej rybej predácie (DODSON, 1974; LYNCH, 1978) (množstvo invertebrátnych predátorov je početnejších pri zníženom množstve rýb, keďže sú prirodzenou korisťou rýb). Hlavnou potravnou zložkou dravých bezstavovcov je korisť malých rozmerov, ktorej sa dokážu ľahko zmocniť a stráviť ju (WILLIAMSON a BUTLER, 1986; WILLIAMS, 1987). Pri absencii rybích predátorov, môžu dravé bezstavovce akými sú aj veslonôžky dosiahnuť vysokú hustotu, čím môžu mať výrazný vplyv na populácie malého zooplanktónu (YAN a kol., 1991; RIESEN a kol., 1988; VANNI, 1988; HANAZATO a YASUNO, 1989). Niektoré štúdie poukazujú na vnútornú kompetíciu (GILBERT, 1985; VANNI, 1988; MAY a JONES, 1989), iné vyzdvihujú predáciu (NEILL, 1984; MACKAY a kol., 1990) ako determinátora dynamiky zooplanktónu v jazerách. Iné výskumy prinášajú zistenia o relatívnom význame oboch faktorov, kompetície ako aj predácie (NEIL, 1984; VANNI, 1988, ARNOTT a VANNI, 1993). Predácia dravých bezstavovcov rodu *Diaptomus* je dôležitým determinantom štruktúry zooplanktonického spoločenstva pri absencii rýb. Výsledky tiež naznačujú význam abiotických faktorov. ARNOTT a VANNI (1993) nepotvrdili jednoznačný vplyv dravých bezstavovcov ani rýb v prípade špecifických skupín vírnikov (*Keratella sp.*, *Polyarthra sp.*, *Lecane sp.*). Invertebrátna predácia hrá dôležitú úlohu v prevencii invázie malých zástupcov zooplanktónu v jazerách bez rýb (ARNOTT a VANNI, 1993).

ZÁVER

Na základe zistených výsledkov, môžeme konštatovať, že zástupcovia väčšieho krustaceoplanktónu (perloočky a veslonôžky) boli v povrchovej vrstve litorálnej zóny zaznamenaní v kvantitatívne väčšom množstve počas nočných odberov čo môže byť vyvolané predačným tlakom vizuálnych predátorov (rýb) loviacich počas svetlej fázy dňa za pomoci zraku. Výsledkom únikovej reakcie je vertikálna migrácia väčšieho zooplanktónu do nižších zón vodného stĺpca a ďalej od litorálnej zóny a naopak, vertikálne migrácie týchto taxónov smerom k hladine v tmavej fáze dňa. Opačnú tendenciu sledujeme u vírnikov, malých zástupcov zooplanktónu, ktoré sú lovené perloočkami a veslonôžkami a zároveň pre väčšinu rýb netvorí významnú potravnú zložku z dôvodu malých telesných rozmerov. Diurnálna migrácia vírnikov má opačný smer ako pri mikrokôrovcoch, ktorým sa snažia vírniky vyhnúť. Počas svetelnej fázy dňa sa vírniky pohybujú smerom k osvetlenej povrchovej vrstve vody. Druhovú zložku zooplanktónu na rybníku je v porovnaní s prácami iných autorov pomerne nízke. Môže to byť spôsobené aj tým, že taxóny podtriedy Copepoda sme neurčovali do konkrétnych druhov. Pravdepodobne je to ale spôsobené sezónou, v ktorej sme odbery realizovali. Na komplexnejšie zhodnotenie priestorovej distribúcie a druhového zloženia zooplanktónu na tomto rybníku je potrebné vykonať rozsiahlejší výskum aj vo vegetačnom období.

LITERATÚRA

- AKOPIAN, M. - GARNIER, J. - POURRIOT, R., 1999. A large reservoir as a source of zooplankton for the river: structure of the populations and influence of fish predation. *Journal of Plankton Research*, 21(2), 285-297.

- AMOROS, C. 1984. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises - 5. Crustacés Cladocères. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 53(3), 71-143.
- ARNOTT, S. E. - VANNI, M. J., 1993. Zooplankton assemblages in fishless bog lakes: influence of biotic and abiotic factors. Ecology, 74, 2361-80.
- ATTAYDE, J. L. - MENEZES, R. F., 2008. Effects of fish biomass and planktivore type on plankton communities. J. Plankton Res., 30, 885-892.
- BALKIĆ, A. G. - TERNJEJ, I. - ŠPOLJAR, M., 2018. Hydrology driven changes in the rotifer trophic structure and implications for food web interactions. Ecohydrology, 11, 1-12.
- BASIŃSKA, A. M. - ŚWIDNICKI, K. - KUCZYŃSKA-KIPPEN, N., 2014. Effect of surrounding trees and dry rush presence on spring zooplankton community in an urban pond complex.
- BOLLENS, S. M. - FROST, B. W., 1989. Predator-induced diel vertical migration in a planktonic copepod, 11(5), 1047-1065.
- BOLLENS, S. M. - FROST, B. W., 1991. Diel vertical migration in zooplankton : Rapid individual response to predators, 13(6), 1359-1365.
- BURNS, C. W. - GILBERT, J. J., 1986. Direct observations of the mechanisms of interference between *Daphnia* and *Keratella cochlearis*. Limnol. Oceanogr., 31, 859-866.
- CASTRO, B. - MARQUES, S. M. - GONÇALVES, F., 2007. Habitat selection and diel distribution of the crustacean zooplankton from a shallow Mediterranean lake during the turbid and clear water phases. Freshwater Biology, 52, 421-433.
- COMPTE, J. - MONTENEGRO, M. - RUHÍ, A. - GASCÓN, S. - SALA, J. - BOIX, D., 2016. Microhabitat selection and diel patterns of zooplankton in a Mediterranean temporary pond. Hydrobiologia, 766, 201-213.
- CZERNIAWSKI, R. - DOMAGAŁA, J., 2013. Reduction of zooplankton communities in small lake outlets in relation to abiotic and biotic factors. Oceanological and Hydrobiological Studies. The International Journal of Oceanography and Hydrobiology, 42, 123-131.
- DAWIDOWICZ, P. - LOOSE, J. C., 1992. Metabolic costs during predator-induced diel vertical migration of *Daphnia*. Limnology and Oceanography, 37(8), 1589-1595.
- DEVETTER, M. 1998. Influence of environmental factors on the rotifer assemblage in an artificial lake. Hydrobiologia. 387/388, 171-178.
- DINI, M. L. - CARPENETER, S. R., 1992. Fish predators, food availability and diel vertical migration in *Daphnia*. 14 (3), 359-377.
- DODSON, S. I., 1974. Zooplankton competition and predation: An experimental test of the size-efficiency hypothesis. Ecology, 55, 605-13.
- DONDAJEWSKA, R. - KOZAK, A. - KOWALCZEWSKA-MADURA, K. - BUDZYŃSKA, A. - GOŁDYN, R. - PODSIADŁOWSKI, S. - TOMKOWIAK, A., 2017. The response of a shallow hypertrophic lake to innovative restoration measures – Uzarzewskie Lake case study. Ecological Engineering, 121, 72-82.
- EJSMONT-KARABIN, J., 2012. The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: Rotifer Trophic State Index. Polish Journal of Ecology, 60, 339-350.
- GILBERT J. J., 1985. Competition between rotifers and *Daphnia*. Ecology, 66, 1943-1950.
- GLIWICZ Z. M., 1986. Predation and the evolution of vertical migration behavior in zooplankton. Nature, 320, 746-748.
- HABDIJA, I. - RADANOVIĆ, I. - PRIMC-HABDIJA, B. - ŠPOLJAR, M., 2002. Vegetation cover and substrate type as factors influencing the spatial distribution of trichopterans along a Karstic River. Int. Rev. Hydrobiol., 87, 423-437.
- HANAZATO T. - YASUNO, M., 1989. Zooplankton community structure driven by vertebrate and invertebrate predators. Oecologia, 8, 450-458.
- HANEY, J. F., 1988. Diel Patterns of Zooplankton Behavior.
- CHANG, K. H. - DOI, H. - IMAI, H. - GUNJI, F. - NAKANO, S. I., 2008. Longitudinal changes in zooplankton distribution below a reservoir outfall with reference to river planktivory. Limnology, 9, 125-133.
- ILLYIOVÁ a BALÁŽI, 2004. Hydrobiologický determinatívny atlas Konsument IV. (Vrtníky-Rotifera). Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave. I. vydanie. 81 pp.

- ILLYOVÁ, M., 2012. Zooplanktón štrkoviskových jazier na Borskej nížine. *Folia faunistica Slovaca*, 17(1), 81 – 90.
- JACK, J. D. - THORP, J. T., 2002. Impacts of fish predation on an Ohio River zooplankton community. *Journal of Plankton Research*, 24, 119–127.
- KOZAK, A. - GOLDYN, R. - DONDAJEWSKA, R., 2015. Phytoplankton composition and abundance in restored Maltański reservoir under the influence of physico-chemical variables and zooplankton grazing pressure. *PLoS ONE*, 10, e0124738.
- KUCZYŃSKA-KIPPEN, N. - PRONIN, M., 2018. Diversity and zooplankton species associated with certain hydroperiods and fish state in field ponds. *Ecological Indicators*, 90, 171–178.
- KUCZYŃSKA-KIPPEN, N., 2001a. Diurnal vertical distribution of rotifers (Rotifera) in the Chara zone of Budzyńskie Lake, Poland. *Hydrobiologia*, 446 (447), 195–201.
- KUCZYŃSKA-KIPPEN, N., 2001b. Seasonal changes of the rotifer community in the littoral of a polymictic lake. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 27, 2964–2967.
- MAY, L. - JONES, D. H., 1989. Does interference competition from *Daphnia* affect populations of *Keratella* cochlearis in Loch Leven, Scotland? *Journal of Plankton Research*, 11 (3), 445–461.
- LYNCH, M., 1978. Complex Interactions between Natural Coexploiters-*Daphnia* and *Ceriodaphnia*, *Ecology*, 59 (3), 552–564.
- MACISAAC, H. J. - GILBERT, J. J., 1989. Competition between rotifers and cladocerans of different body sizes. *Oecologia*, 81, 295–301.
- MACKAY, N. A. - CARPENTER, S. R. - SORRANO, P. A. - VANNI, M. J., 1990. The impact of two *Chaoborus* species on a zooplankton community. *Canadian Journal of Zoology*, 68, 981–985.
- MENG, L. - ORSI J. J., 1991. Selective predation by larval striped bass on native and introduced copepods. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 120(2), 187–192.
- NEIL, W. E., 1984. Regulation of rotifer densities by crustacean zooplankton in an oligotrophic mountain lake in British Columbia. *Oecologia*, 61, 175–181.
- PORCUNA, J. M. - MORALES-BAQUERO, R. - CRUZ-PIZZARO, L., 1994. Effects of *Daphnia Longispina* on rotifer populations in a natural environment: Relative importance of food limitation and interference competition. *Journal of Plankton Research*, 16, 691–706.
- RIESSEN, H. P. - SOMMERVILLE, J. P. - CHIAPPARI, C. - GUSTAFSON, D., 1988. *Chaoborus* predation, prey vulnerability and their effect in zooplankton communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45, 1912–1920.
- RICHARDSON, W.B. - BARTSCH, L. A., 1997. Effects of zebra mussels on food webs: Interactions with juvenile bluegill and water residence time. *Hydrobiologia*, 354, 141–150.
- ROMARE, P. - BERGMAN, E. - HANSSON, L. A., 1999. The impact of larval and juvenile fish on zooplankton and algal dynamics. *Limnology and Oceanography*, 44, 1655–1666.
- RUTTNER-KOLISKO, A. 1974. Planktonic rotifers: biology and taxonomy. *Die Binnengewässer* (Supplement). 26, 1–146. ŠPOLJAR, M. - DRAŽINA, T. - ŠARGAČ, J. - KRALJ-BOROJEVIĆ, K. - ŽUTINIĆ, P., 2012. Submerged macrophytes as a habitat for zooplankton development in two reservoirs of a flow through system (Papuk Nature Park, Croatia). *Annales de Limnologie International Journal of Limnology*, 48, 161–175.
- TAKAMURA, N. - KADONO, Y. - FUKUSHIMA, M. - NAKAGAWA, M. - KIM, B.-H. O., 2003. Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes. *Ecol. Res.*, 18, 381–395.
- TELESH, I. V., 1993. The effect of fish on planktonic rotifers. *Hydrobiologia*, 255, 289–296.
- VANNI, M. J., 1988. Freshwater zooplankton community structure: Introduction of large invertebrate predators and large herbivores to a small species community. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45, 1758–1770.
- VIŠŇOVSKÁ, Z., 2003. Zooplanktón rybníka Spišská Belá (povodie Popradu, Slovensko). *Folia Faunistica Slovaca*, 8, 39 – 45.
- WILLIAMS D. D., 1987. *The Ecology of Temporary Waters*. Timber Press, Portland, OR, USA.
- WILLIAMS, A. E. - MOSS, B., 2003. Effects of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake. *Hydrobiologia*, 491, 331–346.

- WILLIAMSON, C. E. - BUTLER, N. M., 1986. Predation on rotifers by the suspension-feeding calanoid copepod *Diaptomus pallidus*. Limnology and Oceanography, 31, 393-402.
- WOLFINBARGER, W. C., 1999. Influences of biotic and abiotic factors on seasonal succession of zooplankton in Hugo Reservoir, Oklahoma, USA, Hydrobiologia, 400, 13-31, 1999.
- YAN, N. D. KELLER, W. - MACISAAC, H. J. - MCEACHERN, L. J., 1991. Regulation of Zooplankton Community Structure of an Acidified Lake by Chaoborus. Ecological Applications, 1(1) 52-65.

Časopis je jedným z výsledkov realizácie projektu: „Inovácia vzdelávacieho a výskumného procesu ekológie ako jednej z nosných disciplín vedomostnej spoločnosti“, ITMS: 26110230119, podporeného z operačného programu Vzdelávanie, spolufinancovaného zo zdrojov EÚ.

Editor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Recenzenti: RNDr. Beáta Baranová, PhD.
RNDr. Miloslav Devetter, Ph.D.
PaedDr. Jakub Fedorčák, PhD.
Mgr. Tomáš Jászay, PhD.
RNDr. Ján Kulfan, CSc.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
RNDr. Silvia Mudrončeková, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
Ing. Miroslav Očadlík, PhD.
RNDr. Vincent Sedlák, PhD.
doc. Ing. Michal Wiezik, PhD.

Redakčná rada:

Predseda: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.

Výkonný redaktor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Členovia: RNDr. Mária Balážová, PhD.
RNDr. Michal Baláž, PhD.
RNDr. Alexander Csanády, PhD.
RNDr. Lenka Demková, PhD.
prof. PaedDr. Ján Koščo, PhD.
doc. Mgr. Peter Manko, PhD.
doc. Ruslan Maryichuk, CSc.
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

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: 1/2019
Dátum vydania: jún 2019
Foto na obálke: *Accipiter nisus* (autor Stanislav Greš)

Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú autori.

ISSN 1338-080X (print)

ISSN 2585-9242 (online)

EV 3883/09



Európska únia
Európskv sociálny fond



**VÝSKUMNÁ
AGENTÚRA**

*„Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ“*



VYDAVATELSTVO
PREŠOVSKÉJ
UNIVERZITY

ISSN 1338-080X



9 771338 080002