

ACTA UNIVERSITATIS PREŠOVIENSIS

PRÍRODNÉ VEDY

FOLIA OECOLOGICA

Ročník 8., číslo 2.



**VÝSKUMNÁ
AGENTÚRA**

Prešov 2016

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

Editor:

RNDr. Adriana ELIAŠOVÁ, PhD.

Recenzenti:

RNDr. Adriana ELIAŠOVÁ, PhD.

Ing. Jozef FEJÉR, PhD.

Ing. Igor GALLAY, PhD.

doc. Ing. Miroslav HABÁN, PhD.

Mgr. Juraj HAJDU, PhD.

prof. RNDr. Jozef HALGOŠ, DrSc.

doc. Mgr. Martin HROMADA, PhD.

doc. Ing. Ivan KRON, CSc.

doc. Ing. Vladimír KUBOVČÍK, PhD.

Mgr. Peter MANKO, PhD.

prof. Piotr TRYJANOWSKI, PhD.

Redakčná rada:

Predseda:

doc. Mgr. Martin HROMADA, PhD.

Výkonný redaktor:

RNDr. Adriana ELIAŠOVÁ, PhD.

Členovia:

RNDr. Ema GOJDIČOVÁ, PhD.

Mgr. Tomáš JÁSZAY, PhD.

prof. PaedDr. Ján KOŠČO, PhD.

Mgr. Peter MANKO, PhD.

doc. RNDr. Ivan ŠALAMON, CSc.

RNDr. Marcel UHRIN, PhD.

Adresa redakcie:

Acta Universitatis Prešovensis – Folia Oecologica

Katedra ekológie FHPV PU

Ulica 17. novembra 1,

081 16 Prešov

Slovensko

Tel: 051 / 75 70 358, e-mail: foliaoec@fhpv.unipo.sk

Vydavateľ:

Vydavateľstvo Prešovskej univerzity v Prešove

Sídlo vydavateľa:

Ulica 17. novembra 15, 080 01 Prešov

IČO vydavateľa:

17 070 775

Periodicita:

2x ročne

Jazyk:

slovenský

Poradie vydania:

2/2016

Dátum vydania:

december 2016

ISSN1338-080X

EV 3883/09

OBSAH / CONTENTS

Alexander ČANÁDY – Ladislav Mošanský

*Plumage colour patterns and density of feral pigeon from urban areas of the Stropkov and Svidník cities (Ondavská vrchovina Mts, Slovakia).....*5

Martina KOHÚTOVÁ – Jozef OBOŇA

*Príspevok k poznaniu inváznych druhov hmyzu z územia Slovenska Contribution to the knowledge of invasive insect species from Slovakia.....*14

Jana RUŽIČKOVÁ – Blanka LEHOTSKÁ – Marta NEVŘELOVÁ

*Stanovenie spoločenskej hodnoty biotopov a druhov lesa Lindava Assessment of socio-economic value of biotopes and species in the area of Lindava forest.....*37

Jozef TEREK – Jaroslav BRÁZDA – Jozef OBOŇA – Radoslav SMOEÁK

*Macrozoobenthos of two hydromelioration channels (Hraň area, Eastern Slovak Lowland, Slovakia) in different time periods.....*52

Jozef FEJÉR – Martin PASTIRČÁK

*In vitro antifungálny efekt silíc proti hubovým patogénom ozimnej formy pšenice letnej (Triticum aestivum) In vitro antifungal effect of essential oils against fungal pathogens of winter wheat (Triticum aestivum L.).....*60

Viktória BARTOŠOVÁ – Dominika DOMBIOVÁ

*Stručný prehľad metód stanovenia antioxidačnej aktivity pri rôznych druhoch liečivých rastlín A brief review of methods for the determination of antioxidant activity in various species of medicinal plants.....*68

PLUMAGE COLOUR PATTERNS AND DENSITY OF FERAL PIGEON FROM URBAN AREAS OF THE STROPKOV AND SVIDNÍK CITIES (ONDAVSKÁ VRCHOVINA MTS, SLOVAKIA)

Alexander ČANÁDY¹ – Ladislav MOŠANSKÝ²

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the population size and plumage phenotypes in the feral pigeon population in two small cities from north-eastern Slovakia (Stropkov, 49°12'8.8"N, 21°39'6.9"E and Svidník, 49°18'22.5"N, 21°34'6.0"E). The censuses carried out in built-up areas of both cities estimated the total abundance of feral pigeons at 97. The analysis of plumage patterns showed that melanistic birds (checker, T-pattern and spread phenotype) dominated in the both populations (59.6%) in Stropkov and (56.4%) in Svidník respectively. We did not found significant differences among plumage phenotypes in pigeons occupying both cities.

KEYWORDS

Columba livia forma urbana, plumage polymorphism, density, urban environment, north-eastern Slovakia

INTRODUCTION

The feral pigeon *Columba livia* var. *urbana* is one of the most numerous bird species of urban environment in Slovakia (JANIGA 1987, 1991, MOŠANSKÝ 1991, DAROLOVÁ 2002, ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013). Moreover, local populations vary between a few hundred individuals to more than one hundred thousand individuals. Large concentrations of these birds were usually observed in city centres (e.g. HUDEC 1977, BOZSKO & JUHÁSZ 1982, JANIGA 1987, 1991, JOHNSTON & JANIGA 1995, SAARI 1997, DAROLOVÁ 2002, SACCHI et al. 2002, ŠŤASTNÝ et al. 2006, HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ 2008, FERMAN et al. 2010, KOWALSKI et al. 2011, HETMAŃSKI et al. 2011, PRZYBYLSKA et al. 2012). Aforementioned authors proved that birds breed primarily in old town centres, in church towers, museums, theatres, railway stations and attics, under roofs and niches of old houses, on balconies of panel blocks of flats and also in factories and bridge construction. The highest number of pigeons in towns and cities was recorded in autumn due to the simultaneous presence of young individuals of several generations (SAARI 1997, DAROLOVÁ 2002).

¹ Institute of Biology and Ecology, Faculty of Science, P.J. Šafárik University, Šrobárova 2, SK-054 41 Košice, Slovakia, e-mail: alexander.canady@gmail.com

² Institute of Parasitology, Slovak Academy of Science, SK-040 01 Košice, Slovakia, e-mail: mosansky@saske.sk

The results obtained to date show a significant diversity in pigeon plumages among populations (e.g. JANIGA 1991, JOHNSTON & JANIGA 1995, HETMAŃSKI 2008, HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ 2008, FERMAN ET AL. 2010, KOWALSKI et al. 2011, HETMAŃSKI et al. 2011, PRZYBYLSKA et al. 2012 and ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013). Moreover, it was confirmed that the great diversity of the feral pigeon's plumage is the result of its descent from the domestic pigeon, which has been selectively bred over thousands of years for various traits. Feral pigeons are characterised by uniform blue plumage and two bars on each wing. This type of plumage is called "blue-bar" or "wild". Rock pigeon populations are often no longer genetically pure as they are crossed with feral or domestic pigeons. It was surmised from these findings that these patterns are mainly genetically determined. Important factors determining the polymorphism of a population are the environment and selection (JOHNSTON & JANIGA 1995, JACQUIN et al. 2013).

This study was undertaken because reports of feral pigeons from Slovakia are very few (JANIGA & KOCIAN 1985, JANIGA 1987, 1991, DAROLOVÁ 2002, ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013). The main aim of this study was to determine the population size of the species in two small cities in north-eastern Slovakia and to establish plumage phenotypes in the feral pigeon population.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in two small cities in north-eastern Slovakia (Stropkov and Svidník). Censuses of birds were conducted by walking through transects (Table 1), in built-up areas during the period 14 September 2012 (Stropkov, 49°12'8.8"N, 21°39'6.9"E) and 15 September 2012 (Svidník, 49°18'22.5"N, 21°34'6.0"E). Autumn or early winter are the best periods to study the distribution and numbers of pigeons in cities, because at this time only a few birds are breeding or breeding has stopped altogether (HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ 2008). At this time, pigeons were found away from buildings at foraging sites. Urban areas of the both cities were characterized by panel blocks, high buildings, churches, cafés and shops. The pigeon density (individuals per km²) was calculated from the census transects per area. Plumage phenotypes were recorded and determined using binoculars (Bresser Hunter 10x50, Grossfeld 119m/1000m) as recommended by several authors (JOHNSTON & JANIGA 1995, HETMAŃSKI 2008, HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ 2008, RÉCAPET 2010, KOWALSKI et al. 2011, JACQUIN et al. 2011, ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013). On the basis of our observations, six phenotypes and one group of individuals that had not been classified with any of these forms were distinguished (Table 2, Figure 1):

- A) The "Blue-bar" or "Wild" phenotype. This phenotype is characterized by the dominant bluish-grey colour with two dark stripes on the wings, and stripes of the same colour on the tip of the tail. Birds representing this phenotype have a distinct metallic green gloss on the neck.
- B) The "Blanc" or "White" phenotype. It is characterized by a uniformly white or almost white plumage, absence of stripes on the tail and wings, and a metallic gloss on the neck. This category included albino birds.

- C) Birds of the “*Spread*” or “*Black*” phenotype had a uniformly black plumage, stripes on the tail and wings and on the tail invisible or lacking, in many individuals a metallic green gloss on the neck.
- D) The “*Checker*” or “*Light checker*” phenotype had a steel blue-grey plumage, with two dark stripes on the wings and one on the tail, with green gloss on the neck. A typical feature of this phenotype was spotting on the wing covert, which formed a checkerboard.
- E) The “*T-pattern*” or “*Dark checker*” phenotype resembled the “*checker*” form with a dark blue-grey colour instead of the light blue-grey. Dark spotting on the wings was more abundant, so the spots might merge. Stripes on wings were poorly visible. The neck had a metallic gloss.
- F) The “*Rufous*” form had a beige-and-grey plumage, sometimes with white elements, two brown stripes on the wings but no stripe on the tail, and gloss on the neck.
- G) The group “*Others*” included individuals of the phenotype that had not been classified with any of these forms.

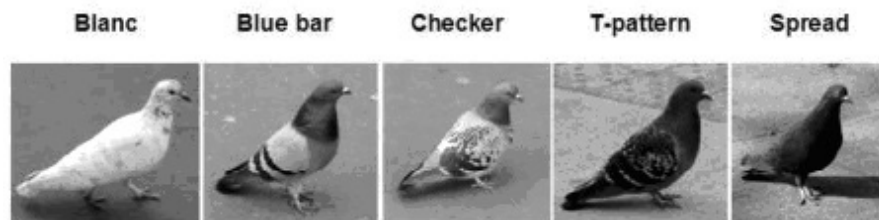


Figure 1. Main coloration morphs in feral pigeons taken and modified from work by RÉCAPET (2010).

The differences of plumage phenotypes between cities were compared using the chi-square (χ^2) test. Statistical comparison of the data was performed using standard methods (McDONALD 2008). All analyses were performed using the statistical analysis system GraphPad Prism version 5.01 (GraphPad Software, Inc., San Diego, California, USA).

RESULTS

The censuses carried out in built-up areas of both cities estimated the total abundance of feral pigeons at 97. A total of 42 (Stropkov) and 55 (Svidník) feral pigeons were recorded (Table 1). It should be noted, that at the time of counting of pigeons in Stropkov two flocks (30 birds and 12 birds) were formed. On the contrary in Svidník one large aggregation (flock) with 37 pigeons and three smaller groups (together 18 birds) was observed.

Table 1. Density of feral pigeons (*Columba livia* forma *urbana*) in the study area of the Stropkov and Svidník cities.

	<i>Transects</i>	<i>Area in km²</i>	<i>Observed Ind.</i>	<i>Ind./km²</i>	<i>Ind./area</i>
Stropkov	1	0.748	42	56.2	56.2
Svidník	1	0.593	37	62.4	65.1
	2	0.252	18	71.4	

Plumage colour polymorphism was evaluated in total of 97 birds (Table 2). Our results confirmed six basic phenotypes and one group of individuals that had not been classified with any of these forms were distinguished. The analysis of plumage patterns showed that melanistic birds (checker, T-pattern and spread phenotype) dominated in the both populations (59.6% in Stropkov city and 56.4% in Svidník city, respectively). The most frequent groups included pigeons of the T-pattern, checker and spread phenotypes. Blue-bar birds comprised (26.2%) in Stropkov and (27.3%) in Svidník (Table 2, Figure 2). The chi-square test confirmed non-statistically significant differences among plumage phenotypes in pigeons occupying both cities ($\chi^2 = 8.48$, $df = 5$, $p = 0.132$).

Table 2. The number of phenotype forms distinguished in the feral pigeon (*Columba livia* forma *urbana*) population in the urban environment of the Stropkov and Svidník cities.

<i>Phenotype forms</i>	<i>Stropkov</i>	<i>Svidník</i>
Blue-bar	11	15
White	2	-
Spread	7	3
Checker	5	13
T- pattern	13	15
Rufous	1	4
Others	3	5
Total	42	55

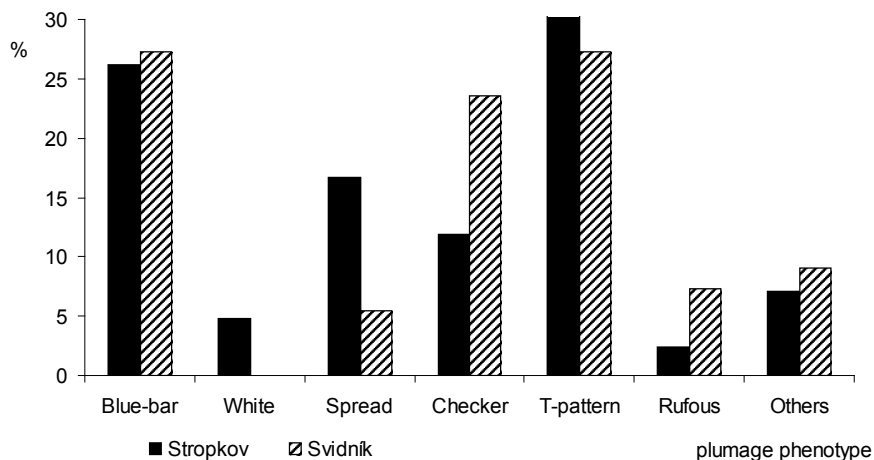


Figure 2. Plumage phenotypes distinguished in the population of feral pigeons (*Columba livia* forma *urbana*) in the urban environment of the Stropkov and Svidník cities. Results of chí-square test confirmed non-statistically significant differences among plumage phenotypes in pigeons living in both cities ($\chi^2 = 8.48$, $df = 5$, $p = 0.132$).

DISCUSSION

The study results showed that the density of feral pigeons in built-up areas of two cities from north-eastern Slovakia was balanced. Numbers of individuals recorded during observation were similar to those obtained by KINASOVÁ (2000 cited by DAROLOVÁ 2002) in two smaller cities of central Slovakia (Martin – 70 ex., Žilina – 50 ex.). It should be noted, that pigeons in these cities were directly counted in winter season (February and March). Despite this fact, author indicates that this technique significantly underestimates the abundance of pigeons in cities. Nevertheless, the data obtained provide important information on the extension of the species in a given territory. In contrast, ČANÁDY & MOŠANSKÝ (2013) obtained 128.9 ind./km² in built-up areas of the second largest city of Slovakia (Košice city). Moreover, authors confirmed differences in density among the four districts (Košice I.–IV.), but the differences were statistically non-significant. The several authors proved that population size is the city size dependent. High densities of feral pigeons were reported from several European cities such as Hungary, Slovakia, Warsaw, Milan, Zagreb, Prague, Brno, Kraków, Gdańsk, Gdynia and Słupsk (HUDEC 1977, BOZSKO & JUHÁSZ 1982, JANIGA 1987, SACCHI et al. 2002, ŠŤASTNÝ et al. 2006, KOWALSKI et al. 2011, HETMAŃSKI et al. 2011, PRZYBYLSKA et al. 2012). On the other hand, HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ (2008), KOWALSKI et al (2011) showed that in Gdańsk, Poznań and Olsztyn densities were significantly lower. HETMAŃSKI et al. (2011) evaluated the census of pigeons in 33 towns located in the Pomeranian Province (northern Poland). Research showed that the feral pigeons were observed only in 19

out of 33 (57.6%) towns under study. Moreover, more than 1,000 individuals were noted only in Gdańsk, Gdynia and Słupsk. Authors proved that the number of pigeons was positively correlated with the area of the town, and it was significantly higher in towns localized in agricultural landscape than in towns surrounded by forests. They also confirmed a significant effect of interactions between type of a landscape surrounding a town and residual number of inhabitants on the abundance of pigeons. While on the one side, in the largest towns the feral pigeons were concentrated mainly in central quarters. On the other side, in smaller towns, pigeons were noted in central parts or in areas with blocks of flats and even the suburbs. Based on results authors suggest that food conditions in small and middle towns may be not sufficient for colonization by pigeons. PRZYBYLSKA et al. (2012) investigated how local food resources and the composition of the urban landscape affect densities of feral pigeons in the city of Poznań (Western Poland). They showed that the density of pigeons was highest in plots with more tall buildings (over four floors), a large number of human-related food resources, schools, and a high proportion of green space. In contrast, the density of pigeons was lower in plots with a higher density of streets and located further from the city centre. Moreover, DAROLOVÁ (2002) stated that the number of pigeons in the city reached the peak in autumn due to simultaneous presence of young individuals of several generations. However, she also reported that in winter pigeon numbers decreased to one third or even one fourth of the autumn numbers. It should be noted, that results obtained in this study were in accordance with the literature data that feral pigeons concentrated mainly in areas with older buildings, and that their highest densities were regularly recorded in city centres. (e.g. SACCHI et al. 2002, HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ 2008, FERMAN et al. 2010, KOWALSKI et al. 2011, ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013, HETMAŃSKI et al. 2011, PRZYBYLSKA et al. 2012). Similarly, observation proved that during the time of pigeon count, birds were aggregated in several flocks with several individuals. These data were very similar to these recorded in Košice city (ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013).

The plumage colour polymorphism observed in both populations (Stropkov and Svidník) was in accordance with literature data showed by several authors (JOHNSTON & JANIGA 1995, HETMAŃSKI & JAROSIEWICZ 2008, KOWALSKI et al. 2008 and ČANÁDY & MOŠANSKÝ 2013). The aforementioned authors confirmed that melanistic birds (i.e. checker, T-pattern and spread phenotype) are more common than blue-bars (i.e. wild phenotype). ČANÁDY & MOŠANSKÝ (2013) proved that most frequent groups in Košice city were pigeons of “T-pattern” (27.4%), “checker” (20.1%) and “spread” (6.0%) phenotypes. Meanwhile, blue-bar birds constituted 35.3% of the population. In contrast, FERMAN et al. (2010) showed that the most frequently phenotype recorded in both areas (urban and suburban) of the city Jena (Germany) was blue-bar phenotype.

The causes of this variability were discussed by several authors (HETMAŃSKI 2008, KOWALSKI et al. 2011 and JACQUIN et al. 2011, 2012 and 2013). The study by KOWALSKI et al. (2011) disproved the thesis that climatic conditions significantly shaped the polymorphism of feral pigeons. Moreover, HETMAŃSKI (2008) proved that the size of

a city does not significantly affect the proportion of melanistic birds in a population. He reported that the most important factor determining the frequency of colour and phenotype forms in a population of feral pigeons was probably the “*founder's effect*”, i.e. a different history of each population and varying environmental conditions in cities. KOWALSKI et al. (2011) also accepted the opinion on the founder's effect, i.e. a group of pigeons from which all the individuals in a population originated.

JACQUIN et al. (2011, 2012 and 2013) devoted greater attention to ecological issues related to the maintenance of coloration polymorphism. Aforementioned authors confirmed that melanin-based coloration in feral pigeons is a good precondition to investigate some ecological issues. On the basis of results, the authors showed that parasitism could play a crucial role in the maintenance of colour polymorphism in natural populations (JACQUIN et al. 2011). Moreover, it was confirmed that differently coloured individuals may display alternative reaction strategies to different food conditions, suggesting that eumelanin-based coloration reflects how birds cope with variations in food availability. Spatiotemporal heterogeneity of food availability in natural systems may thus play a central role in the evolution of melanin-based coloration in wild bird populations (JACQUIN et al. 2012). In study JACQUIN et al. (2013) were investigated whether melanin-based coloration could signal the ability of mothers to mount a humoral response and transfer maternal antibodies (Ab) to their young. In the above mentioned study, differently coloured (pale and dark) female feral pigeons were injected with *Chlamydiae* (a natural antigen) and Keyhole Limpet Haemocyanin (KLH, an artificial antigen). The study showed no significant difference in humoral response between differently coloured females. However, darker females transferred more Ab against *Chlamydiae* into their eggs than paler ones, despite similar circulating levels of Ab. Similarly, melanin-based coloration showed a high heritability value. These results suggested that a genetically based coloured trait might be linked to the ability of females to transfer specific Ab against *Chlamydiae* (but not against KLH) to their offspring, independent of their ability to produce Ab. Moreover, transmission of maternal Ab was antigen dependent, and that melanin-based coloration might signal female ability to transmit specific Ab against natural pathogens.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Slovak Scientific Grant Agency VEGA no. 2/0137/10.

REFERENCES

- BOZSKO, SZ. – JUHÁSZ, L., 1982. Population dynamics of the Collared Dove's (*Streptopelia decaocto* Friv.) population in Debrecen city. *Aquila* 88: 91–115.
- ČANÁDY, A. – MOŠANSKÝ, L., 2013. Population size and plumage polymorphism of feral pigeon (*Columba livia* forma *urbana*) from the urban environment of the Košice city (Slovakia). *Zoology and Ecology* 25(2): 104–110.
- DAROLOVÁ, A., 2002: Feral pigeon (*Columba livia* f. *domestica*). In: DANKO, Š.,

- DAROLOVÁ A. – KRIŠTÍN A. (eds.), Birds distribution in Slovakia, Veda – Slovak Academy of Sciences (SAS) Publishing House, Bratislava, 345–346.
- FERMAN, L.M. – PETER, H.-U. – MONTALTI, D., 2010. A study of feral pigeon *Columba livia* var. in urban and suburban areas in the city of Jena, Germany. *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 8: 1–8.
- HETMAŃSKI, T., 2008. Variation in plumage colours and patterns of the Feral Pigeon *Columba livia* in Pomerian cities. In: INDYKIEWICZ, P., JERZAK L. – BARCZAK T. (eds.), *Fauna Miast. Ochronić Różnorodność Biotyczną W Miastach*, Bydgoszcz: Uniwersytet Technologiczno-Pryrodniczy w Bydgoszcz oraz Uniwersytet Zielonogórski w Zielonej Górze, 623–628.
- HETMAŃSKI, T. – JAROSIEWICZ, A., 2008. Plumage polymorphism and breeding parameters of various feral pigeon (*Columba livia* GM.) morphs in urban area Gdańsk (Poland). *Polish Journal of ecology* 56(4): 683–691.
- HETMAŃSKI, T. – BOCHEŃSKI, M. – TRYJANOWSKI, P. – SKÓRKA, P., 2011. The effect of habitat and number of inhabitants on the population sizes of feral pigeons around towns in northern Poland. *European Journal of Wildlife Research* 57(3): 421–428.
- HUDEC, K., 1977. Number of Feral Pigeons (*Columba livia* f. *domestica*) in Brno. *Folia Zoologica* 26 (4): 355–362.
- JACQUIN, L. – LENOUEVE, P. – HAUSSY C. – DUCATEZ, S. – GASPARINI, J., 2011. Melanin-based coloration is related to parasite intensity and cellular immune response in an urban free living bird: the feral pigeon *Columba livia*. *Journal of Avian Biology* 42: 11–15.
- JACQUIN L. – RÉCAPET C. – BOUCHE P. – LÉBOUCHER G. – GASPARINI J., 2012. Melanin-based coloration reflects alternative strategies to cope with food limitation in pigeons. *Behavioral Ecology* 23: 907–913.
- JACQUIN, L. – HAUSSY, C. – BERTIN, C., LAROUCAU, K. & GASPARINI, J., 2013. Darker female pigeons transmit more specific antibodies to their eggs than do paler ones. *Biological Journal of the Linnean Society* 108: 647–675, with 3 figures.
- JANIGA, M., 1987. Seasonal aspects of intensity and course of daily translocations of pigeons (*Columba livia* f. *domestica*) for food from Bratislava to its surroundings. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae – Zoologia* 32: 42–59.
- JANIGA, M., 1991. Colour polymorphism in Feral Pigeons (*Columba livia* Gm. 1789). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae – Zoologia* 34: 31–36.
- JANIGA, M., – KOCIAN, L., 1985. Some aspects of nidobiology of the pigeon (*Columba livia* f. *domestica*) in Bratislava. *Folia Zoologica* 34(2): 133–147.

- JOHNSON, R.F. – JANIGA, M., 1995. Feral pigeons. Oxford University Press. New York. 336 pp.
- KOWALSKI, J. – INDYKIEWICZ, P. – FRIESKE, A., 2011. Population size and plumage polymorphism in Feral Pigeon *Columba livia* var. urbana in the city of Bydgoszcz (Poland). In: INDYKIEWICZ, P., JERZAK L., BÖHNER J. – KAVANAGH B. (eds.), Urban Fauna. Studies of Animal Biology, Ecology and Conservation in European Cities, Bydgoszcz: University of Technology and Life Science in Bydgoszcz. 435–447.
- KINASOVÁ, V., 2000. Regional differences in polymorphism of urban pigeons at the time of low abundance. Diploma thesis, Faculty of Natural Science, Comenius University in Bratislava. 62 pp.
- LOFTS, B. – MURTON, R.K. – WESTWOOD, N.J., 1966. Gonadal cycles and the evolution of breeding seasons in British Columbidae. Journal of Zoology. 150: 249–272.
- MCDONALD, J.H., 2008. Handbook of Biological Statistics. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. 287 pp.
- MOŠANSKÝ, A., 1991: Avifauna of the city Košice. Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach. Prírodné vedy 31: 49–158.
- OBUKHOVA, N.Y., 2001. Geographic variation of color in the synanthropic Blue Rock Pigeon. Russian Journal of Genetics 37: 649–658.
- PRZYBYLSKA, K. – HAIDT, A. – MYCZKO, Ł. – EKNER-GRZYB, A. – ROSIN, Z. M. – KWIECIŃSKI, Z. – TRYJANOWSKI, P. – SUCHODOLSKA, J., – TAKACS, V. – JANKOWIAK, Ł. – TOBOŁKA, M. – WASIELEWSKI, O. – GRACLIK, A. – KRAWCZYK, A.J. – KASPRZAK, A. – SZWAJKOWSKI, P. – WYLEGAŁA, P. – MALECHA, A.W. – MIZERA, T. – SKORKA P., 2012. Local and landscape-level factors affecting the density and distribution of the Feral Pigeon *Columba livia* var. *domestica* in an urban environment. Acta Ornithologica 47(1): 37–45.
- RÉCAPET, CH., 2010. Melanin-based coloration as a signal of alternative life-history strategies in feral pigeon *Columba livia*. Rapport de stage soutenu le 18 octobre 2010 dans le cadre du diplôme de l'École Normale Supérieure, Paris. 21 pp.
- SAARI, L., 1997. *Columba livia*. In: HAGEMEIJER, W.J.M., BLAIR, M.J. – Poyser, A.D., (eds.), The EBCC Atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. London. 380–381.
- SACCHI, R. – GENTILLI, A. – RAZZETTI, E. – BARBIERI, F., 2002. Effects of building features on density and flock distribution of feral pigeons *Columba livia* var. *domestica* in an urban environment. Canadian Journal of Zoology 80: 48–54.
- ŠŤASTNÝ, K. – BEJČEK, V. – HUDEC, K., 2006. Atlas of Breeding Bird Distribution in the Czech Republic 2001–2003. Aventinum, Praha. 463 pp.

PRÍSPEVOK K POZNANIU INVÁZNYCH DRUHOV HMYZU Z ÚZEMIA SLOVENSKA

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF INVASIVE INSECT SPECIES FROM SLOVAKIA

Martina KOHÚTOVÁ – Jozef OBOŇA¹

ABSTRACT

Biological invasions of different organisms present a threat especially for their ecological and economic impacts. They invoke and cause a number of important disturbances in nature with a significant impact for human life. Invasive insects, compared to other invasive species, whether plants or animals, is often marginalized, with the exception of major agricultural or forestry pests. The work therefore provides a detailed list of invasive insect species from Slovakia. According to available information, there occur 386 non-native insect species in Slovakia, of which 89 invasive (Insecta – Coleoptera: 21, Diptera: 6, Heteroptera: 7, Hemiptera: 29, Hymenoptera: 12, Lepidoptera: 14).

KEYWORDS

overview, insects, invasion, Slovakia

Úvod

Mnoho publikovaných prác poukazuje na fakt, že viaceré druhy, najmä počas posledných desaťročí, menia svoje pôvodné areály (napr. TILMAN 1997, STOHLGREN et al. 2006, VILA et al. 2007, PINKE et al. 2011). Niektoré druhy ustupujú a iné sa zas prudko rozširujú do nových, viac či menej vzdialených území. Náhle rozšírenie nejakého druhu označujeme ako expanzia alebo invázia. Pod pojmom expanzia rozumieme náhle rozšírenie areálu (VAKULA et al. 2011). Chápanie samotného pojmu invázia sa ale mnohokrát líši. Zväčša si pod týmto termínom predstavujeme, že niečo invázne je zároveň aj škodlivé alebo to spôsobuje nejaké problémy. Teda tieto druhy buď priamo (napr. druhy, ktoré produkujú toxíny, prenášajú choroby) alebo nepriamo (napr. druhy, ktoré zamorujú prírodné rezervácie) spôsobujú škody (napr. RUPP 1996, GOODSSELL & KATS 1999, FULLER et al. 1999). Pod pojmom „invázne“ tiež rozumieme aj niečo, čo je nepôvodné (napr. GOODWIN et al. 1999, RADFORD & COUSENS 2000) alebo cudzie (RICHARDSON et al. 2000).

Na základe výsledkov vyhodnotených z rôznych výskumov invázií na rôznych stanovištiach, na viacerých geografických úrovniach (regionálne; VILA et al. (2007),

¹ *Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17 novembra č. 1, SK – 081 16 Prešov; e-mail: martinakohutova41092@gmail.com, obo-naj@centrum.sk*

národnej: MASKELL et al. (2006) a kontinentálnej: CHYTRÝ et al. (2008)) bolo zistené, že antropogénne biotopy patria medzi najviac napádané typy biotopov. Na základe analýz s veľkým objemom dát z Európskeho regiónu boli medzi najvýznamnejšie faktory ovplyvňujúce invázie vybrané (1) narušenia (disturbancie) biotopov (LONSDALE 1999), (2) využívanie biotopov a ich okolitého územia (PINO et al. 2005, CELESTA-GRAPOW et al. 2006), (3) diverzita pôvodných druhov (PYŠEK et al. 2002, CHYTRÝ et al. 2005, VILA et al. 2007, PINO et al. 2005, SIMONOVÁ & LOSOSOVÁ 2008) a (4) nadmorská výška súvisiaca s klimatickými faktormi (PINO et al. 2005, SIMONOVÁ & LOSOSOVÁ 2008). Niekoľko štúdií, ktoré sa zamerali na priebeh invázie pozdĺž výškového gradientu v horských ekosystémoch (napr. PAUCHARD & ALABACK 2004, AREVALO et al. 2005, BECKER et al. 2005, FOWLER et al. 2008) preukázali, že množstvo inváznych druhov klesá s rastúcou nadmorskou výškou. Horské ekosystémy sú teda vo všeobecnosti menej náchylné na invázie ako okolité oblasti. Tento stav môže súvisieť napríklad s menšou intenzitou ľudskej činnosti (menej pravdepodobná je pri vyšších nadmorských výškach) a určitou vnútornou odolnosťou horských ekosystémov voči inváziám (PAUCHARD et al. 2009, McDUGALL et al. 2011).

Invázne druhy sa na naše územie môžu dostať z celého sveta. O tom, či sú schopné na našom území žiť a reprodukovať sa rozhoduje viacero vyššie spomínaných faktorov. Vo všeobecnosti majú väčšiu šancu na rozmnožovanie a udržanie životaschopnej populácie tie druhy organizmov, ktoré sú z prostredia podobného nášmu s podobnými klimatickými podmienkami. Preto sa k nám dostalo najviac nepôvodných druhov z Ázie, Severnej Ameriky a Stredomoria (napr. ŠEFROVÁ & LAŠTŮVKA 2005, MEDVECKA et al. 2014). Takmer pri každom transporte druhu sa spolu s ním zavlečú aj rôzne patogény, škodcovia a parazity. Mnoho druhov sa dováža neúmyselne (pasívne) v kontajneroch, vlakoch či kamiónoch. V posledných desaťročiach sa čas potrebný na transport tovaru neustále skracuje, a tak dnes môžu organizmy doraziť k inému kontinentu omnoho rýchlejšie ako v minulosti. Mnohé druhy sú prevážané v klimatizovaných nákladných priestoroch, takže stúpa množstvo druhov, ktoré prepravu prežijú. Transporty sú často cyklické, čím sa zvyšuje šanca na prežitie a osídlenie nového prostredia novými kolonizátormi (NENTWIG 2014).

Invázie majú spravidla závažné environmentálne a ekonomické dopady (napr. ŠEFROVÁ & LAŠTŮVKA 2005, NENTWIG 2014). Medzi najzávažnejšie environmentálne dopady invázií možno zaradiť znižovanie biodiverzity pôvodných druhov, ako aj ich schopnosť krížiť sa s domácimi druhmi. Takéto druhy často sprevádzajú aj ich choroby a parazity, ktoré môžu mať fatálny dopad na naše podobné druhy. Medzi najvýznamnejšie ekonomické dopady invázií patria priame alebo nepriame straty na poľnohospodárskej alebo lesohospodárskej produkcii. Vďaka nedostatku predátorov a dobrým podmienkam v novo obsadených územiach často patria ku kalamitným škodcom a spôsobujú obrovské hospodárske škody. Spôsobujú aj straty zapríčinené nutnosťou nadmernej údržby invadovaných území (okraje komunikácií, brehy vodných tokov, atď.). Do veľkej miery znižujú estetickú a krajinnú ekologickú hodnotu rekreačných oblastí. V súčasnosti sa do popredia dostávajú aj medicínske dopady invázií, najmä z pohľadu inváznych rastlín, ktoré zapríčiňujú alergie.

Rovnako závažné je aj možné rozširovanie vektorov rôznych ochorení človeka a zvierat prostredníctvom zmeny klímy. Takto sa do Európy dostalo už množstvo donedávna pre nás cudzích chorôb (žltá zimnica, dengue atď.) (MEDLOCK et al. 2015). Na Slovensku a v jeho blízkom okolí je zaznamenaný a evidovaný už pomerne veľký počet zavlečených druhov, ktoré majú invazívny alebo expanzívny charakter (napr. ŠEFROVÁ & LAŠTŮVKA 2005, DAISIE 2015, VAKULU et al. 2015, NEVŘELOVÁ & BECKOVÁ 2015). Do legislatívy (zákon č. 543/2002 Z. z o ochrane prírody a krajiny) však nebolo možné zahrnúť všetky nepôvodné druhy (ich zoznam sa neustále aktualizuje). Preto bol spracovaný výber druhov, ktoré boli publikované v príslušnej vyhláške 24/2003 Z.z. v znení neskorších predpisov. Tento zoznam obsahuje len 5 druhov invázijských bezstavovcov (2 mäkkýše a 3 kôrovce) a 21 druhov invázijských stavovcov. Neobsahuje ani jedného zástupcu hmyzu.

Slovensko je stredoeurópska krajina, ktorá sa nachádza na prechode medzi mierne oceánskym a kontinentálnym podnebí. Väčšina územia je hornatá a má relatívne široký výškový gradient (min. 94 m n. m. v Panónii do max. 2 655 m n. m. v Západných Karpatoch) (ŠUCHA 2011). Tieto vlastnosti predurčujú územie Slovenska za vhodnú modelovú oblasť pre výskum invázií (MEDVECKA et al. 2014).

MATERIÁL A METÓDY

Hlavným cieľom tejto práce bolo podať podrobný prehľad invázijských druhov hmyzu z územia Slovenska na základe publikovaných údajov (do roku 2015). Zoznam bol inšpirovaný prácou ŠEFROVÁ & LAŠTŮVKA (2005), kde bol výskyt jednotlivých taxónov hmyzu konfrontovaný s viacerými databázami (napr. de JONG et al. 2014, INVASIVE SPECIES DATABASES 2011) a vedeckými prácami (viď. Tab. 2 – literárne zdroje). Výsledný zoznam bol následne spracovaný do prehľadovej tabuľky s názvom invázneho taxónu, pôvodom, dôvodom invázijskosti s odkazom na relevantnú literatúru a odkazom na relevantný literárny údaj z územia Slovenska.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z triedy Insecta sa na území Slovenska vyskytuje takmer 400 nepôvodných druhov hmyzu, z ktorých je okolo 90 invázijských (Insecta – Coleoptera: 21, Diptera: 6, Heteroptera: 7, Hemiptera: 29, Hymenoptera: 12, Lepidoptera: 14). Avšak predpokladáme, že tieto údaje už momentálne nemusia byť aktuálne a počet medzičasom vzrástol. Viaceré invázijské druhy sú už totiž zaznamenané v blízkosti našich hraníc (ŠEFROVÁ & LAŠTŮVKA 2005) a preto je len otázkou času, kedy bude ich výskyt potvrdený aj z územia Slovenska.

PRÍSPEVOK K POZNANIU INVÁZNYCH DRUHOV
HMYZU Z ÚZEMIA SLOVENSKA

Tabuľka 1. Prehľadová tabuľka nepôvodných/inváznych druhov hmyzu na území Slovenska

Insecta: skupiny	počet nepôvodných druhov	počet inváznych druhov
ANOPLURA	3	0
BLATTARIA	9	0
COLEOPTERA	110	21
DERMAPTERA	1	0
DIPTERA	15	6
HEMIPTERA	120	29
HETEROPTERA	15	7
HYMENOPTERA	28	12
LEPIDOPTERA	35	14
ORTHOPTERA	3	0
PHTHIRAPTERA	9	0
PSOCOPTERA	22	0
THYSANOPTERA	15	0
ZYGENTOMA	1	0
spolu	386	89

Tabuľka 2. Prehľad inváznych druhov hmyzu zaznamenaných na území Slovenska

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
COLEOPTERA			
<i>Acanthoscelides pallidipennis</i> (Motschulsky, 1874)	Severná Amerika	fytofágny druh živiaci sa na rode <i>Amorpha</i> (napr. MIHAJLOVIĆ & STANIVUKOVIĆ 2009)	STREJČEK 1991
<i>Anoplophora glabripennis</i> (Motschulsky, 1853)	Východná Ázia	škodca listnatých drevín (napr. KREHAN 2003)	TOMICZEK 2003, VAKULA et al. 2011
<i>Atomaria lewisi</i> Reitter, 1877	Východná Ázia	fytofágny druh (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	de JONG et al. 2014
<i>Brachypterolus vestitus</i> (Kiesenwetter, 1850)	Stredomorie	fytofágny druh živiaci sa na rode <i>Antirrhinum</i> (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	de JONG et al. 2014
<i>Carpophilus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)	Južná Ázia	fytofágny škodca živiaci sa najmä uskladneným ovocím (napr. BLUMBERG et al. 1985)	de JONG et al. 2014
<i>Carpophilus marginellus</i> Motschulsky, 1858	Juhovýchodná Ázia	fytofágny škodca živiaci sa najmä uskladneným ovocím (napr. BLUMBERG et al. 1985)	de JONG et al. 2014
<i>Carpophilus pilosellus</i> Motschulsky, 1858	Juhovýchodná Ázia	fytofágny škodca živiaci sa najmä uskladneným ovocím (napr. HODGES et al. 1985)	de JONG et al. 2014
<i>Cercyon laminatus</i> Sharp, 1873	Juhovýchodná Ázia	fytofágny škodca (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	de JONG et al. 2014

Tabuľka 2. - pokračovanie.

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
<i>Diabrotica virgifera</i> LeConte, 1858	Stredná Amerika	fytofágny škodca kukurice (<i>Zea</i> sp.) (napr. LEMIC et al. 2015)	NENTWING 2014
<i>Glischrochilus quadrisignatus</i> (Say, 1835)	Severná Amerika	polyfágny škodca (živí sa miazgov a plodmi ovocných stromov (napr. CUPPEN et al. 1996)	de JONG et al. 2014
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	Ázia	predátor, nepríjemne zapácha, poškodzuje vinič (<i>Vitis</i> sp.), môže uhryznúť človeka (napr. KATSANIS 2014)	PANIGAJ et al. (2014), NENTWING 2014
<i>Ips duplicatus</i> (C.R. Sahlberg, 1836)	Ázia a Severná Európa	fytofágny druh – podkôrny (napr. TURČÁNI & ZÚBRIK 1999)	ROUBAL 1937–41, ZÚBRIK et al. 2006
<i>Kalcapion semivittatum</i> (Gyllenhal 1833)	Stredomorie	fytofágny druh živiaci sa na rode <i>Mercurialis</i> (napr. MACHADO & OROMÍ 2000)	MAJZLAN & JASZAY 1994, SABO 1996
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824)	Amerika	škodca zemiakov (napr. UYGUN & KARACA 2015)	NENTWING 2014
<i>Lithocharis nigriceps</i> (Kraatz, 1859)	Juhovýchodná Ázia	agresívny predátor (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	de JONG et al. 2014
<i>Oxytelus migrator</i> Fauvel, 1904	Juhovýchodná Ázia	agresívny predátor (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	BENEDIKT et al. 2015
<i>Philonthus rectangulus</i> Sharp, 1874	Východná Ázia	agresívny predátor (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	de JONG et al. 2014
<i>Philonthus spinipes</i> Sharp, 1874	Východná Ázia	agresívny predátor (napr. PEDERSEN 1993)	de JONG et al. 2014
<i>Rhopalapion longirostre</i> (Olivier, 1807)	Juhozápadná Ázia	fytofágny druh živiaci sa na rastlinách Malvaceae (napr. INVASIVE SPECIES DATABASES 2011)	de JONG et al. 2014
<i>Tarsostenus univittatus</i> (Rossi, 1792)	Austrália	agresívny predátor (napr. Invasive Species Databases 2011)	de JONG et al. 2014
<i>Xylosandrus germanus</i> (Blandford, 1894)	Východná Ázia	polyfágny druh živiaci sa listnatými aj ihličnatými drevinami (napr. VAKULA et al. 2015)	VAKULA et al. 2011, 2015
DIPTERA			
<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	Južná a Juhovýchodná Ázia	hemofágny škodca schopný roznášať rôzne patogény zvierat a človeka (napr. MEDLOCK et al. 2015)	BOCKOVÁ et al. 2013
<i>Clogmia albipunctata</i> (Williston, 1893)	Tropický až subtropický druh	Pôvodca urogenitálnych myiáz u človeka, možný vplyv na pôvodné druhy (napr. JEŽEK et al. 2012)	JEŽEK et al. 2012, OBOŇA & JEŽEK 2012

PRÍSPEVOK K POZNANIU INVÁZNYCH DRUHOV
HMYZU Z ÚZEMIA SLOVENSKA

Tabuľka 2. - pokračovanie.

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
<i>Dasineura gleditchiae</i> Osten Sacken, 1866	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Gleditsia</i> (napr. RÍPKA 1996)	HRUBÍK 2007
<i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura, 1931)	Ázia	fytofágný škodca, poškodzuje plody ovocných stromov (napr. ASPLEN et al. 2015)	ASPLEN et al. 2015
<i>Janetiella siskiyoi</i> Felt, 1917	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Chamaecyparis</i> (napr. COUTIN 1976)	JUHÁSOVÁ & HRUBÍK 1984
<i>Obolodiplosis robiniae</i> (Haldemann, 1847)	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Robinia</i> (napr. ZÚBRIK et al. 2007)	ZÚBRIK et al. 2007
HEMIPTERA			
AUCHENORRHYNCHA			
<i>Graphocephala fennahi</i> Young, 1977	Severná Amerika	fytofágný druh živiaci sa na rastlinách rodu <i>Rhododendron</i> (napr. PAPP et al. 2012)	de JONG et al. 2014
<i>Japananus hyalinus</i> (Osborn, 1900)	Východná Ázia	fytofágný druh živiaci sa na rastlinách rodu <i>Acer</i> (napr. WALCZAK et al. 2012)	de JONG et al. 2014
<i>Metcalfa pruinosa</i> (Say, 1830)	Severná Amerika	fytofágný škodca, spôsobuje tvorbou medovice na ovocných stromoch (napr. Lauterer 2002)	Janský & Semelbauer 2010
<i>Opsius stactogalus</i> Fieber, 1866	Stredomorie	fytofágný druh živiaci sa na rastlinách rodu <i>Tamarix</i> (VIRLA et al. 2010)	de JONG et al. 2014
<i>Scaphoideus titanus</i> Ball, 1932	Severná Amerika	fytofág, prenášajúci karanténny patogén viniča (<i>Vitis</i>) (napr. GABEL 2014)	GABEL 2015
<i>Stictocephala bisonia</i> Kopp & Yonke, 1977	Severná Amerika	fytofágný druh živiaci sa hlavne na ovocných stromoch (napr. JÁNSKÝ et al. 1988)	JÁNSKÝ et al. 1988
STERNORRHYNCHA			
<i>Dreyfusia nordmannianae</i> (Eckstein, 1890)	Ázia	spôsobuje škody na ihličnatých stromoch (napr. RAVN et al. 2013)	VAKULA et al. 2015
APHIDINEA			
<i>Aphis forbesi</i> Weed, 1889	Severná Amerika	spôsobuje škody a rozširuje vírusy na rastlinách rodu <i>Fragaria</i> (napr. BABOVIC 1973)	HOLMAN & PINTERA 1977, HOLMAN 2009
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	Amerika ?	spôsobuje škody na viacerých druhoch zeleniny (napr. LOKESHWARI et al. 2015)	DAISIE 2015
<i>Aphrastasia pectinatae</i> (Cholodkowsky, 1888)	Severná Ázia	spôsobuje škody na listoch a tvorí háľky na mladých ihličnatých stromoch z rodu <i>Picea</i> a <i>Abies</i> (napr. FANG 1981)	HOLMAN & PINTERA 1977

Tabuľka 2. - pokračovanie.

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
<i>Appendiseta robiniae</i> (Gillette, 1907)	Severná Amerika	spôsobuje škody na rastlinách rodu <i>Robinia</i> (e.g. BOROWIAK-SOBKOWIAK & DURAK 2012)	HOLMAN 2009
<i>Cinara curvipes</i> (Patch, 1912)	Severná Amerika	spôsobuje škody na rode <i>Abies</i> (e.g. HALAJ & OSIADACZ 2015)	KOLLÁR 2014
<i>Cinara tujaefilina</i> (Del Guercio, 1909)	Juhozápadná Ázia	spôsobuje škody na rastlinách rodu <i>Thuja</i> (napr. PIRONE 1978)	HOLMAN & PINTERA 1977, BARTA 2009a, HOLMAN 2009
<i>Diuraphis noxia</i> (Kurdjumov, 1913)	Juhozápadná Ázia	spôsobuje škody na obilninách (Poaceae) (napr. HOPPER et al. 1994)	LUKÁŠ et al. 2001
<i>Dreyfusia prelli</i> Grossmann, 1935	Juhozápadná Ázia	spôsobuje škody na rastlinách rodu <i>Picea</i> (napr. EICHHORN 1967)	HOCHMUT 1968; HOLMAN & PINTERA 1977; BARTA 2009a; HOLMAN 2009
<i>Eopineus strobus</i> (Hartig, 1837)	Severná Amerika	spôsobuje škody na rastlinách rodu <i>Pinus</i> (napr. RADDI et al. 1991)	KOLLAR et al. 2009
<i>Eriosoma lanigerum</i> (Hausmann, 1802)	Severná Amerika	spôsobuje škody a rozširuje vírusy na jabloniach (<i>Malus</i> spp.) (napr. ASANTE 1997)	HOLMAN & PINTERA 1977, KOLESÁROVÁ 2008, HOLMAN 2009
<i>Hyadaphis tataricae</i> (Aizenberg, 1935)	Juhozápadná Ázia	spôsobuje škody na viacerých rastlinách čeľade Caprifoliaceae (napr. VOEGTLIN 1988)	HOLMAN & PINTERA 1977, HOLMAN 2009
<i>Illinoia lambersi</i> (MacGillivray, 1960)	Severná Amerika	spôsobuje škody na okrasných rastlinách rodu <i>Rhododendron</i> (napr. SOIKA & LABANOWSKI 2011)	HOLMAN 2009
<i>Impatiens asiaticum</i> Nevsky, 1929	Stredná Ázia	spôsobuje škody na rastlinách rodu <i>Impatiens</i> (napr. RÍPKA & CSISZÁR 2008)	HOLMAN 2009
<i>Macrosiphum albifrons</i> Essig, 1911	Severná Amerika	spôsobuje škody na rastlinách rodu <i>Lupinus</i> (napr. STARÝ & HAVELKA 1990)	STARÝ & HAVELKA 1990
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)	Severná Amerika	spôsobuje škody na rastlinách Solanaceae (napr. BADO et al. 2001)	HOLMAN & PINTERA 1977, BARTA & CAGÁN 2006, BARTA 2009b, 2009c, HOLMAN 2009, STARÝ & LUKÁŠ 2009
<i>Myzocallis walshii</i> (Monell, 1879)	Severná Amerika	poškodzuje rastliny rodu <i>Quercus</i> (napr. MODIC 2010)	BARTA 2009a, 2009b, 2009c
<i>Pemphigus fuscicornis</i> (Koch, 1857)	?	spôsobuje škody na repe (<i>Beta</i> sp.) (napr. ČAMPRAK et al. 2003)	TÓTH et al. 2004
<i>Pineus orientalis</i> (Dreyfuss, 1889)	Juhozápadná Ázia	poškodzuje a tvorí hálky na rastlinách rodu <i>Picea</i> (napr. COVASSI & BINAZZI 1981)	PAŠEK 1954a, HOLMAN 2009

PRÍSPEVOK K POZNANIU INVÁZNYCH DRUHOV
HMYZU Z ÚZEMIA SLOVENSKA

Tabuľka 2. - pokračovanie.

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
<i>Uroleucon erigeronense</i> (Thomas, 1878)	Severná Amerika	spôsobuje škody na viacerých rastlinách (napr. <i>Erigeron</i> , <i>Eriophyllum</i>) (napr. NIETO NAFRÍA et al. 2011)	HOLMAN & PINTERA 1977, BARTA & CAGÁN 2006, HOLMAN 2009
COCCOIDEA			
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (Targioni Tozzetti, 1886)	Ázia	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Catalpa</i> (napr. JANSEN 1995)	KOLLÁR 2014
<i>Pulvinaria hydrangeae</i> Steinweden, 1946	Ázia	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Tilia</i> a <i>Hydrangea</i> (napr. GRAORA et al. 2013)	KOLLÁR 2014
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i> (Comstock, 1881)	Východná Ázia	fytofágný škodca na viacerých okrasných a ovocných drevinách (napr. DICKLER 1976)	de JONG et al. 2014
HETEROPTERA			
<i>Amphiareus obscuriceps</i> (Poppius, 1909)	Ázia	agresívny predátor (napr. KMENT et al. 2003)	KMENT et al. 2003
<i>Anisops sardus</i> (Herrich-Schäffer, 1849)	Stredomorie	agresívny predátor (napr. REDUCIENDO-KLEMENTOVÁ & SVITOK 2014)	REDUCIENDO-KLEMENTOVÁ & SVITOK 2014
<i>Arocatus longiceps</i> Stål, 1872	Stredomorie	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Platanus</i> (napr. KMENT & BRYJA 2001)	KMENT & BRYJA 2001, BIANCHI & ŠTEPANOVICHOVÁ 2003
<i>Belonochilus numenius</i> (Say, 1832)	Severná Amerika	fytofágný škodca (napr. KMENT & CUNEV 2013)	KMENT & CUNEV 2013
<i>Corythucha ciliata</i> (Say, 1832)	Severná Amerika	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Platanus</i> (napr. STEHLÍK 1997)	STEHLÍK 1997, KMENT & BRYJA 2001
<i>Leptoglossus occidentalis</i> (Heidemann, 1910)	Severná Amerika	fytofágný škodca mladých ihličnatých stromov (napr. BARTA 2008)	MAJZLAN & ROHÁČOVÁ 2007, BARTA 2008, 2009D, HRADIL et al. 2008
<i>Oxycarenus lavatae</i> (Fabricius, 1787)	Stredomorie	fytofágný škodca na Malvacea (napr. BIANCHI & STEHLÍK 1999)	BIANCHI & STEHLÍK 1999
HYMENOPTERA			
<i>Aphidius smithi</i> Sharma & Subba Rao, 1959	Južná Ázia	parazitoid vošiek rodu <i>Acyrtosiphon</i> (napr. STARÝ & LUKÁŠ 2009)	YU et al. 2012
<i>Aphidius transcaspicus</i> Telenga, 1958	Stredomorie	parazitoid vošiek (napr. STARÝ 1975)	STARÝ & LUKÁŠ 2009
<i>Aproceros leucopoda</i> Takeuchi, 1939	Východná Ázia	škodca stromov rodu <i>Ulmus</i> (napr. DOYCHEV 2015)	BLANK et al. 2010
<i>Bruchidius siliquastri</i> Delobel, 2007	Ázia	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Cercis</i> (napr. BODOR & GYÖRGY 2014)	KOLLÁR 2014
<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasamatsu, 1951	Východná Ázia	fytofág tvoriaci hálky na rôznych rastlinách (napr. REALE et al. 2016)	SLIACKY 2007, HRUBÍK 2007

Tabuľka 2. - pokračovanie.

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
<i>Encarsia formosa</i> Gahan, 1924	Severná Amerika	parazitoid na rode <i>Aleurodina</i> (napr. SZABÓ et al. 1995)	SUVÁK 2011
<i>Encarsia perniciosi</i> (Tower, 1913)	Východná Ázia	parazitoid Aphelinidae (napr. FREITAS 1966)	KOSZTARAB & KOZAR 1988
<i>Eurytoma amygdali</i> Enderlein, 1907	Ázia	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Amygdalus</i> (napr. ZEROVA & FURSOV 1991)	KOLLÁR 2014
<i>Megabruchidius tonkineus</i> (Pic, 1904)	Ázia	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Gleditsia</i> (napr. GAVRILOVIĆ & SAVIĆ 2013)	KOLLÁR 2014
<i>Nematus tibialis</i> Newman, 1837	Severná Amerika	fytofágný škodca na rastlinách rodu <i>Robinia</i> (napr. LISTON 2010)	KOLLÁR 2014
<i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard, 1910)	Východná Ázia	parazitoid na rode <i>Limantria</i> (napr. HAJIZADEH et al. 2011)	LUKÁŠOVÁ & VRÁNA 2014
<i>Sceliphron curvatum</i> (Smith, 1870)	Južná Ázia	agresívny predátor (napr. BOGUSH et al. 2005)	BOGUSH et al. 2005
LEPIDOPTERA			
<i>Argyresthia thuella</i> (Packard, 1871)	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Thuja</i> (napr. HRUBÍK 2007)	HRUBÍK 2007
<i>Argyresthia trifasciata</i> Staudinger, 1871	Južná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Juniperus</i> (napr. HRUBÍK 2007)	TOKÁR et al. 2010, HRUBÍK 2007
<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimić, 1986	Stredomorie	fytofágný škodca na rode <i>Aesculus</i> (napr. HRUBÍK 2007)	MATLÁK 1994, ZÚBRIK et al. 2006, HRUBÍK 2007
<i>Coleophora spiraeella</i> Rebel, 1916	?	fytofágný škodca na rode <i>Spiraea</i> (napr. REIPRICH 1980)	PASTORÁLIS et al. 2013b
<i>Coleotechnites piceaella</i> (Kearfott, 1903)	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Picea</i> (napr. HRUBÍK 2007, NOVOTNÝ & ZÚBRIK 2000)	REIPRICH 1991, KULEAN et al. 1998, ZÚBRIK et al. 2006, ZÚBRIK & KUNCA 2011
<i>Cydalima perspectalis</i> (Walker, 1859)	Ázia	fytofágný škodca na rode <i>Buxus</i> (napr. WAN et al. 2014)	PASTORÁLIS et al. 2013a
<i>Hyphantria cunea</i> (Drury, 1773)	Severná Amerika	fytofágný škodca na listoch rôznych druhov stromov (napr. HRUBÍK 2007)	JASIC 1964, VAKULA et al. 2011
<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Quercus</i> (napr. PATOČKA & CAPEK 1971)	PATOČKA & CAPEK 1971, ZÚBRIK & KUNCA 2011
<i>Parectopa robinella</i> (Clemens, 1863)	Severná Amerika	fytofágný škodca na rode <i>Robinia</i> (napr. HRUBÍK 2007)	KULEAN 1989, TURČANI et al. 2001, ZÚBRIK & KUNCA 2011, HRUBÍK 2007
<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963)	Východná Ázia	fytofágný škodca na listoch rodu <i>Tilia</i> (napr. HRUBÍK 2007)	TOMICZEK et al. 2005, ZÚBRIK et al. 2006, VAKULA et al. 2011
<i>Phyllonorycter leucographella</i> (Zeller, 1850)	Stredná Ázia	fytofágný škodca na rode <i>Pyracantha</i> (napr. HRUBÍK 2007)	VÁVRA 1999, TOMICZEK et al. 2005

Tabuľka 2. - pokračovanie.

názov	pôvod	poznámka	literárne zdroje
<i>Phyllonorycter platani</i> (Staudinger, 1870)	Stredomorie	fytofágný škodca na rode <i>Platanus</i> (napr. ŠEFROVÁ 2001)	PRINCIPI 1953, ŠEFROVÁ 2001
<i>Phyllonorycter robinella</i> (Clemens, 1859)	Severná Amerika	fytofágný škodca na drevine <i>Robinia</i> (napr. NOVOTNÝ & ZÚBRIK 2000)	TURČÁNI et al. 2001, VÁVRA 1999, VAKULA et al. 2011, HRUBÍK 2007
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Stredomorie	fytofágný škodca na rode <i>Pinus</i> (napr. MIRCHEV et al. 2011)	VAKULA et al. 2011

Ako bolo už vyššie uvedené, chápanie pojmu invázia je nejednotné. Ak sa za invázny druh považujeme druh, ktorý priamo alebo nepriamo spôsobuje škody, nie je možné túto definíciu všeobecne aplikovať na všetky invázne organizmy. Napríklad živorodka komária (*Gambusia affinis*) bola umelo rozšírená v trópoch na miesta s nadmerným výskytom komárov, pretože požíra ich larvy a pomerne rýchlo sa rozširuje (FULLER et al. 1999), no tiež redukuje aj početnosť a diverzitu miestnej vodnej fauny (hmyz, drobné ryby a obojživelníky) (napr. RUPP 1996, GOODSSELL & KATS 1999). Z pohľadu miestnej vodnej fauny tento druh živorody spôsobuje škody, no nie je jasné, či je invázny. Iní autori zase chápu pod pojmom invázne aj niečo, čo je nepôvodné (napr. GOODWIN et al. 1999, RADFORD & COUSENS 2000) alebo cudzie (RICHARDSON et al. 2000). V Spojených štátoch je napríklad za invázny druh považovaný karas striebristý (*Carassius auratus*), ktorý sa vyskytuje takmer na celom území, ale zriedka dosahuje vysokú populačnú hustotu (FULLER et al. 1999). Alternatívou je invázny poddruh jeleňa (*Cervus unicolor unicolor*), ktorý sa vyskytuje na Novom Zélande, ale len na obmedzenej ploche, no dosahuje tam vysokú populačnú hustotu (KING 1990). Rovnaký termín invázne bol použitý v oboch príkladoch, jedná sa však o organizmy, ktoré sú síce nepôvodné no problémy s nimi spojené sú úplne odlišné. Podobný terminologický problém nastáva aj vtedy, ak sa pozeráme na rovnaký druh, ktorý sa rovnako expanzívne šíri na dvoch lokalitách. Avšak na jednej je pôvodný a na druhej je nepôvodný (RICHARDSON et al. 2000).

Pre časté nejasnosti pri používaní tohto termínu DAVIS & THOMPSON (2000, 2001) klasifikovali kolonizácie druhov do ôsmich kategórií založených na rozptylovej vzdialenosti, pôvodnosti a vplyve „kolonizátora“ na nové biotopy. Tieto kategórie kolonizátorov je následne možné rozdeliť do 3 hlavných kategórií. Prvá sú v zásade nadväzujúci kolonizátori (kolonizácia alebo rekolonizácia stanovišť) po určitej disturbancii. Tiež ich možno označiť ako sukcesní kolonizátori. Druhá kategória sa líšia od nadväzujúcich kolonizátorov v tom, že sa dostávajú do prostredia, kde sa predtým nevyskytovali. Ich prítomnosť na novom stanovišti má však len nepatrný vplyv na nové prostredie. Preto by sa nemali podľa DAVISNA & THOMPSONNA (2000, 2001) označovať termínom invázne druhy, skôr ich treba považovať za nových, neinváznych kolonizátorov. Tretiu kategóriu tvoria druhy, ktoré sú tiež nové pre prostredie, ale oproti predchádzajúcim majú veľký vplyv, zvyčajne nežiadúci, na toto nové prostredie. Jedná sa teda o kolonizátorov, ktorí sú noví, invazívni, a preto by sa

mali, podľa vyššie uvedených autorov, správne označovať ako invázne druhy. Táto klasifikácia je však značne subjektívna. Ľuľok zemiakový (*Solanum tuberosum*) je v Európe nepôvodný. Malo by sa teda jednať o diaľkovú kolonizáciu nepôvodným druhom v regióne, s veľkým dopadom na nové prostredie. Keďže ho človek úmyselne rozširuje, má negatívny (človekom podmienený, no ignorovaný) vplyv na prostredie a pôvodné spoločenstvá. Z čisto prírodného pohľadu by to mal byť invázny druh. Jeho významným škodcom je pásavka zemiaková (*Leptinotarsa decemlineata*), tiež nepôvodný druh, ktorý konzumuje listy a môže spôsobiť holožer na rastline *S. tuberosum*. Je to teda nepôvodný druh, ktorý potláča inváziu iného nepôvodného druhu a je považovaný za invázny. Ako je už zrejmé, ešte stále je mnoho otázok, ktoré by bolo dobré vysvetliť a mnohé pojmy v tejto oblasti, ktoré by bolo vhodné dôkladnejšie zadefinovať. Rovnako by bolo vhodné venovať väčšiu pozornosť tejto problematike aj z legislatívneho pohľadu. Rozšíriť zoznam inváznych druhov (v príslušnej vyhláške) aj o zástupcov z triedy hmyz a navrhnúť (ak je to možné) opatrenia na prevenciu, minimalizáciu a zmiernenie nepriaznivého vplyvu týchto druhov na biodiverzitu Slovenska.

POĎAKOVANIE

Naše poďakovanie patrí recenzentom tejto práce za ich cenné rady a pripomienky k rukopisu a viacerým kolegom za poskytnutie cenných literárnych zdrojov. Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0059-11.

LITERATÚRA

- AREVALO, J.R. – DELGADO, J.D. – OTTO, R. – NARANJO, A. – SALAS, M. – FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M., 2005. Distribution of alien vs. native plant species in roadside communities along an altitudinal gradient in Tenerife and Gran Canaria (Canary Islands). *Perspectives in Plant Ecology*, 7(3): 185–202.
- ASANTE, S.K., 1997. Natural enemies of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae): a review of the world literature. *Plant Protection Quarterly*, 12(4):166–172;
- ASPLEN, M.K. – ANFORA, G. – BIONDI, A. – CHOI, D.S. – CHU, D. – DAANE, K.M. – DESNEUX, N. 2015. Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*. 88(3): 469–494.
- BABOVIC, M. V., 1973. Investigation of strawberry virus diseases in Yugoslavia. *Acta Horticulturae*, 1976: 19–23.
- BADO, S. G. – FOLCIA, A. M. – CERRI, A. M. – VILELLA, F. 2001. Population parameters of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Homoptera: Aphididae) in *Physalis*

- peruviana* (L.) (Solanaceae) crops. Revista de la Facultad de Agronomía (Universidad de Buenos Aires) 21(3): 265–269.
- BARTA, M. – CAGÁŇ, L. 2006. Observations on the occurrence of Entomophthorales infecting aphids (Aphidoidea) in Slovakia. BioControl, 51: 795–808.
- BARTA, M., 2008. Obrubnica západná, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae), nový škodca ihličnatých drevín na Slovensku. (The western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae), a new pest of conifers in Slovakia). Pp. 307–314. In: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2008. Zborník referátov z vedeckej konferencie. Days of dendrology in the Arboretum Mlynany SAS 2008. Proceedings of papers from scientific conference. Arborétum Mlyňany SAV, 15.–16. Október 2008. 379 pp.
- BARTA, M., 2009a. Výskyt živočíšnych škodcov na introdukovaných drevinách v podmienkach Arboréta Mlyňany SAV v rokoch 2007–2009. Zborník referátov z vedeckej konferencie Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2009 (Nitra), 32–41.
- BARTA, M., 2009b. Entomophthoralean fungi associated with aphids in woody plants in the Arboretum Mlyňany SAS. Folia oecologica (Zvolen), 36 (1): 1–7.
- BARTA, M., 2009c. Entomopathogenic Fungi from the Order Entomophthorales in Populations of Aphids Inhabiting Woody Plants of Urban Greenery. Zborník konferencie Dreviny vo verejnej zeleni (Nitra), 281–285.
- BARTA, M., 2009d. New facts about distribution and host spectrum of the invasive Nearctic conifer pest, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in south-western Slovakia. Lesnícky Časopis – Forestry Journal 55: 139–144.
- BECKER, T. – DIETZ, H. – BILLETER, R. – BUSCHMANN, H. – EDWARDS, P.J., 2005. Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps. Perspect. Plant Ecology, Evolution and Systematics, 7: 173–183.
- BENEDIKT, S. – MANTIČ, M. – VÁVRA, CH., 2015. Nové a potvrzené druhy drabčiek (Coleoptera: Staphylinidae) pro Slovensko (New and confirmed species of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) for Slovakia). – Západočeské entomologické listy, 6: 18–27.
- BIANCHI, Z. – STEHLÍK, J.L., 1999. *Oxycarenus lavaterae* (FABRICIUS, 1787) in Slovakia (Heteroptera: Lygaeidae). Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae 84: 203–204.
- BIANCHI, Z. – ŠTEPANOVIČOVÁ, O., 2003. Some notes on the occurrence of *Arocatus* genus (Heteroptera, Lygaeidae) in Slovakia. Folia Faunistica Slovaca 8: 75–77.
- BLANK, S.M. – HARA, H. – MIKULÁS, J. – CSÓKA G. – CIORNEI, C. – CONSTANTINEANU, R. – CONSTANTINEANU, I. – ROLLER, L. – ALTENHOFER, E. – HUFLEJT, T. – VÉTEK, G., 2010. *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera, Argidae): An East Asian
-

- pest of elms (*Ulmus*) invading Europe. European J. of Entomology, 107 (3): 357–367.
- BLUMBERG, D. – DORON, S. – BITTON, S., 1985. Effect of triflumuron on two species of nitidulid beetles, *Carpophilus hemipterus* and *Urophorus humeralis*. Phytoparasitica 13(1): 9–19.
- BOCKOVÁ, E. – KOČIŠOVÁ, A. – LETKOVÁ, V., 2013. First record of *Aedes albopictus* in Slovakia. Acta Parasitologica 58(4): 603–606.
- BODOR, J. – GYÖRGY, Z., 2014. Damage caused by Judas tree seed-beetle (*Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007) in Hungary. Növényvédelem 50(8): 379–381.
- BOGUSH, P. – LIŠKA, P. – LUKÁŠ J. – DUDICH A., 2005. Spreading and summary of the knowledge of the invasive sphecid wasp *Sceliphron curvatum* (Smith 1870) in the Czech Republic and Slovakia (Hymenoptera: Apocrita, Sphecidae)“ Linzer Biologische Beiträge 37 (1): 215–221.
- BOROWIAK-SOBKOWIAK, B. – DURAK, R., 2012. Biology and ecology of *Appendiseta robiniae* (Hemiptera: Aphidoidea) - an alien species in Europe. Central European Journal of Biology 7(3): 487–494.
- ČAMPRAK, D. – SEKULIC, R. – KEREŠI, T., 2003. Sugar beet root aphid (*Pemphigus fuscicornis* Koch) with a survey to integrated control against the most important sugar beet pests. Poljoprivredni fakultet, Institut za zaštitu bilja i životne sredine, Novi Sad, 133 pp.
- CELESTA-GRAPOW, L. – PYŠEK, P. – JAROŠÍK, V. – BLASI, C., 2006. Determinants of native and alien species richness in the urban flora of Rome. Diversity and Distributions 12(5): 490–501.
- CHYTRÝ, M. – MASKELL, L.C. – PINO, J. – PYŠEK, P. – VILA, M. – FONT, X. – SMART, S.M., 2008. Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. Journal of Applied Ecology 45: 448–458.
- CHYTRÝ, M. – PYŠEK, P. – TICHÝ, L. – KNOLLOVÁ, I. – DANIHELKA, J., 2005. Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. Preslia 77(4): 339–354.
- COUTIN, R., 1976. Une Cécidomyie nouvelle en France, ravageur des graines du Cypres de Lawson *Janetiella siskiyoi* Felt, 1917 (= *Craneiobia lawsonianae* De Meijere, 1935) (Dipt. Cecidomyiidae). Bulletin de la Société Entomologique de France 81: 2–8.
- COVASSI, M. – BINAZZI, A. 1981. Contributions to the knowledge of aphids of conifers. IV. Notes on some species of adelgids found in Italy (Homoptera Adelgidae). Redia 64: 303–330.
- CUPPEN, J. G. M. – OUDE, J. E. DE 1996. The genus *Glischrochilus* in The Netherlands

- (Coleoptera: Nitidulidae). Entomologische Berichten 56 (1): 1–6.
- DAISIE – DELIVERING ALIEN INVASIVE SPECIES INVENTORIES FOR EUROPE 2015. 100 of The Worst, [online]. www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do [cit.19.3.2016]. Dostupné online
- DAVIS, M.A. – THOMPSON, K., 2000. Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader: a proposed nomenclature scheme for invasion ecology. *ESA Bulletin* 81: 226–230.
- DAVIS, M.A. – THOMPSON, K., 2001. Invasion terminology: should ecologists define their terms differently than others? No, not if we want to be of any help. *ESA Bulletin* 82: 206.
- DE JONG, Y. ET AL. 2014. Fauna Europaea - all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal* 2: e4034. doi: 10.3897/BDJ.2.e4034.
- DICKLER, E. 1976. The effect of cold storage and controlled-atmosphere storage of apples from Italy on the mortality and fertility of the San José scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 28: 67–73.
- DOYCHEV, D.. 2015. First record of invasive elm sawfly *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae) in Bulgaria. *Silva Balcanica* 16: 1.
- EICHHORN, O., 1967. On methods of differentiating the species of the harmful white woolly aphids (genus *Dreyfusia* CB = *Adelges* An.) on Fir, and the consequences for forest protection. Technical Bulletin. Commonwealth Institute of Biological Control 8: 53–82.
- FANG, S. Y. 1981. A study on the fir and spruce aphid (*Aphrastasia pectinatae* Chol.) in Lesser Xingan Mountains. *Journal of North-Eastern Forestry Institute, China* 3, pp 1–4.
- FOWLER, J.F. – SIEG, CH. – DICKSON, B.G. – SAAB, V., 2008. Exotic plant species diversity: influence of roads and prescribed fire in Arizona ponderosa pine forests. *Rangeland Ecology & Management*, 61(3): 284–293.
- FREITAS, A. DE, 1966. The bio-ecological behaviour of the San José scale (*Quadraspidiotus perniciosus* [Comst.]) in continental Portugal. I. Annual cycle on apple. *Agronomia Lusitanica* 26: 289–335.
- FULLER, P.L. – NICO, L.G. – WILLIAMS, J.D., 1999. Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States. *US Geological Survey, Bethesda, US*.
- GABEL, B., 2014. Karanténne a invazívne druhy –akútna hrozba pre slovenské vinohrady. *Vinič a Víno* 6/2014: 188–191.
- GABEL, B., 2015. *Scaphoideus titanus* Ball, 1932 –už je za dverami. *Vinič a Víno* 4/2015: 118.
-

- GAVRILOVIĆ, B. – SAVIĆ, D. 2013. Invasive bruchid species *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 and *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1914) (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) new in the fauna of Serbia - review of the distribution, biology and host plants. Acta Entomologica Serbica 18(1/2): 129–136.
- GOODSELL, J.A. – KATS, L.B., 1999. Effect of introduced mosquitofish on Pacific treefrogs and the role of alternative prey. Conservation Biology 13: 921–924.
- GOODWIN, B.J. – MCALLISTER, A.J. – FAHRIG, L., 1999. Predicting invasiveness of plant species based on biological information. Conservation Biology 13: 422–426.
- GRAORA, D. – SPASIĆ, R. – DERVIŠEVIĆ, M., 2013. Biology and harmfulness of *Pulvinaria hydrangeae* Steinweden (Hemiptera: Coccidae) in Belgrade area. Biljni Lekar (Plant Doctor) 41(4): 419–424.
- HAJIZADEH G. – KAVOSI M.R. – MOSHASHAEI E., 2011. Natural enemies of the gypsy moth *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae). International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science 8: 301–306.
- HAŁAJ, R. – OSIADACZ, B. 2015. On foreign land: the conquest of Europe by *Cinara curvipes* (Patch, 1912). Deutsche Entomologische Zeitschrift 62: 261–265.
- HOCHMUT, R., 1968. Výskyt některých méně známých savých škůdců na lesních dřevinách v ČSSR. Lesnická práce 47: 80–85.
- HODGES, R. J. – HALID, H. – REES, D. P. – MEIK, J. – SARJONO, J., 1985. Insect traps tested as an aid to pest management in milled rice stores. Journal of Stored Products Research 21(4): 215–229.
- HOLMAN, J. – PINTERA, A., 1977. Aphidoidea. In: Enumeratio insectorum Bohemoslovakiae (Check-list Tschechoslowakische insektenfauna) 4, Národní Muzeum, Praha, pp. 101–116.
- HOLMAN, J., 2009. Host Plant Catalog of Aphids – Palaearctic Region. Springer. 1216 p.
- HOPPER, K. R. – LACEY, L. A. – KAZMER, D. J., 1994. Report on European Biological Control Laboratory program on *Diuraphis noxia*. Annual Report: 23–25.
- HRADLIK, K., – KMENT, P. – BRYJA, J. – ROHÁČOVÁ, M. – BAŇAR, P. – ĎURČOVÁ K., 2008. New and interesting records of true bugs (Heteroptera) from the Czech Republic and Slovakia IV. (Nové a zajímavé nálezy ploštic (Heteroptera) z České republiky a ze Slovenska IV.). Klapalekiana 44: 165–206.
- HRUBÍK, P., 2007 Alien insect pests on introduced woody plants in Slovakia. Acta entomologica serbica 12(1): 81–85.
- INVASIVE SPECIES DATABASES, 2011. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE) <http://www.europe-aliens.org/>

- JANSEN, M. G. M., 1995. *Pseudaulacaspis pentagona* (Homoptera: Coccoidea, Diaspididae), a new species for the Dutch fauna? Entomologische Berichten 55(11): 174–176.
- JANSKÝ, V. – KRIŠTÍN, A. – OKÁLI, I., 1988. Der gegenwärtige Stand der Verbreitung und neue Erkenntnisse über die Bionomie der Art *Stictocephala bisonia* (Homoptera, Membracidae) in der Slowakei. Biológia, Bratislava 43: 527–533.
- JANSKÝ, V. – SEMELBAUER, M., 2010. Prvý nález cikády *Metcalfa pruinosa* (Insecta, Auchenorrhyncha, Flatidae) na Slovensku. Acta Rer. Natur. Mus. Nat. Slov. Vol. LVI: 59–61.
- JASIC, K., 1964. Fall Webworm Moth (*Hyphantria cunea*). SAV Bratislava, 320 p.
- JEŽEK, J. – LUKÁŠ, J. – KVIFTE, G.M. – OBOŇA, J., 2012. New faunistic records of non-biting moth flies (Diptera: Psychodidae) from the Czech Republic and Slovakia. Klapalekiana 48: 121–126.
- JUHÁSOVÁ, G. – HRUBÍK, P., 1984. Choroby a škodcovia cudzokrajných drevín na Slovensku. Bratislava : Veda, Acta Dendrobiologica. 165 pp.
- KATSANIS, A., 2014. Nedobré víno/slunéčko východní. In: NENTWIG, W. (ed.): Nevítaní vetřelci: invázní rostliny a živočichové v Evropě, Praha: Academia, pp.101–108.
- KING, C.M. 1990. The handbook of New Zealand mammals. Oxford University Press, Oxford, UK. 630 pp.
- KMENT, P. – BRYJA, J. – JINDRA, Z. – HRADIL, K. – BAŇAR, P., 2003. New and interesting records of true bugs (Heteroptera) from the Czech Republic and Slovakia II. Klapalekiana 39: 257–306.
- KMENT, P. – BRYJA, J., 2001. New and interesting findings of true bugs (Heteroptera) from the Czech Republic and Slovakia. Klapalekiana 37: 231–248.
- KMENT, P. – CUNEV, J., 2013. První nález nepůvodní ploštičky *Belonochilus numenius* (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) na Slovensku. Entomofauna carpathica 25(2): 15–20.
- KOLESÁROVÁ, M., 2008. Faunistický prehľad vošiek (Aphidoidea) na území NPR Devínska Kobyla. Zborník príspevkov ŠVK (Bratislava)1: 168–170.
- KOLLÁR, J. – HRUBÍK, P. – TKÁČOVÁ, S., 2009. Monitoring of harmful insect species in urban conditions in selected model areas of Slovakia. Plant Protect. Sci., 45: 119–124.
- KOLLÁR, J., 2014. Alien pest species on woody plants in urban conditions of Slovakia, Plants in Urban Areas and Landscape. pp. 71–74.
- KOSZTARAB, M. – KOZAR, F., 1988. Scale insects of Central Europe. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 455 pp.
-

- KREHAN, H. 2003. Asian longhorned beetle in Austria: Critical comments on phytosanitary measures and regulations. Proceedings of the US Department of Agriculture interagency forum on gipsy moth and other invasive species (Eds Fosbroke, SLC & Gottschalk, KW) pp. 5–6.
- KULFAN, J. – PATOČKA, I. – ZACH, P. 1998. New pest of decorative spruce, *Coleotechnites piceaella*. Zahrada Park Krajina, SZKT, Praha. pp. 12–15.
- KULFAN, M., 1989. Occurrence of the American species *Parectopa robiniella* (Clemens) (Lepidoptera, Gracillariidae) in South Slovakia. Biológia 44(2): 185–188.
- LAUTERER, P., 2002. Citrus flatid planthopper – *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae), a new pest of ornamental horticulture in the Czech Republic. Plant Protect. Sci., 38 (4): 145–148.
- LEMIĆ, D. – MIKAĆ, K. M. – IVKOŠIĆ, S. A. – BAŽOK, R., 2015. The temporal and spatial invasion genetics of the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in Southern Europe. PLoS ONE10(9): e0138796.
- LISTON, A. D., 2010. New hostplant records for European sawflies (Hymenoptera, Tenthredinidae). Entomologist's Monthly Magazine 146: 189–193.
- LOKESHWARI, D. – KUMAR, N. K. K. – MANJUNATHA, H., 2015. Record of ants (Hymenoptera: Formicidae) tending aphids with special reference to the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Pest Management in Horticultural Ecosystems 21(1): 31–37.
- LONSDALE, W.M., 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. Ecology 80(5): 1522–1536.
- LUKÁŠ, J. – TÓTH, P. – VRÁBLOVÁ, M. – LUKÁŠOVÁ, Z. – CAGÁŇ, L., 2001. First records of *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) from Slovakia. Biologia (Bratislava) 5: 482.
- LUKÁŠOVÁ, K. – VRÁNA, J., 2014. Parazitoididi *Lymantria dispar* a jejich vliv na populační dynamiku ve střední evrope: review. Zprávy lesnického výzkumu 59(4): 225–233.
- MACHADO, A. – OROMÍ, P., 2000. Elenco de los Coleópteros de las islas Canarias (Catalogue of the Coleoptera of the Canary Islands) 306 p.
- MAJZLAN, O. – JÁSZAY, T. 1994. Faunistic Records. Entomol. Problems 25(2): 54.
- MAJZLAN, O. – ROHÁČOVÁ, M., 2007. Faunistické správy zo Slovenska. Heteroptera: Coreidae. Naturae Tutela 11: 199–200.
- MASKELL, L.C. – FIRBANK, L.G. – THOMPSON, K. – BULLOCK, J.M. – SMART, S.M., 2006. Interactions between non-native plant species and the floristic composition of common habitats. Journal of Ecology 94(6): 1052–1060.

- MATLÁK, J., 1994. Expert judgment for the Office of the Government of Slovak Republic about damage to horse chestnut trees by *Cameraria ohridella* Deschka a Dimic.
- MCDUGALL, K.L. – ALEXANDER, J.M. – HAIDER, S. – PAUCHAR, A. – WALSH, N.G. – KUEFFER, C., 2011. Alien flora of mountains: global comparisons for the development of local preventive measures against plant invasions. *Diversity and Distributions* 17(1): 103–111.
- MEDLOCK, J.M. – HANSFORD, K.M. – VERSTEIRT, V. – CULL, B. – KAMPEN, H. – FONTENILLE, D. – HENDRICK, G. – ZELLER, H. – VAN BORTEL, W. – SCHAFFNER, F., 2015. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. *Bulletin of Entomological Research* 105: 637–663.
- MEDVECKA, J. – JAROLÍMEK, J. – SENKO, D. – SVITOK, M. 2014. Fifty years of plant invasion dynamics in Slovakia along a 2,500 m altitudinal gradient. *Biological Invasions* 16: 1627–1638.
- MIHAJLOVIĆ, L. – STANIVUKOVIĆ, Z., 2009. Allochthonous insect species on forest and ornamental woody plants in the Republic Srpska. *Glasnik Šumarskog Fakulteta, Univerziteta u Banjoj Luci*, 11, pp 1–26.
- MIRCHEV, P. – GEORGIEV, G. Ts. – MATOVA, M., 2011. Prerequisites for expansion of pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Bulgaria. *Journal of Balkan Ecology* 14(2): 117–130.
- MODIC, Š. 2010. *Myzocallis (Lineomyzocallis) walshii*, an invasive aphid on *Quercus rubra*, new to Slovenia. *Acta Entomologica Slovenica* 18(2): 163–167.
- NENTWIG, W., 2014. Nevítaní vetřelci, invazní rostliny a živočichové v Evropě. Pergl, J., Praha : Nakladatelství Academia. 248 pp.
- NEVŘELOVÁ, M. – BECKOVÁ, B., 2015. Invázne druhy živočíchov na Slovensku – pôvod, šírenie, opatrenia. Univerzita Komenského v Bratislave. 128 pp.
- NIETO NAFRÍA, J. M. – MIER DURANTE, M. P. – PÉREZ HIDALGO, N., 2011. Mexican *Uroleucon* (Hemiptera: Aphididae) from the collection of the Muséum national d'Histoire naturelle of Paris with eleven new species. *Florida Entomologist* 94(3): 622–648.
- NOVOTNÝ, J. – ZÚBRIK, M., 2000. Biotic pests of Slovak forests. Lesnícka sekcia Ministerstva pôdohospodárstva SR, Bratislava, 207 p.
- OBOŇA, J. – JEŽEK, J., 2012. Range expansion of the invasive moth midge *Clogmia albipunctata* (Williston, 1893) in Slovakia (Diptera: Psychodidae). *Folia Faunistica Slovaca*, 17: 387–391.
- PANIGAJ, L. – ZACH, P. – HONĚK, A. – NEDVĚD, O. – KULFAN, J. – MARTINKOVÁ, Z. – SELÝEMOVÁ, D. – VIGLÁŠOVÁ, S. – ROY, H. E., 2014. The invasion history, distribution and colour pattern forms of the harlequin ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Pall.) (Coleoptera, Coccinellidae) in Slovakia, Central Europe. *ZooKeys* (412): 89–112.
-

- PAPP, V. – KONDOROSY, E. – MARÁCZI, L. – HALTRICH, A. – VÉTEK, G., 2012. First record of rhododendron leafhopper (*Graphocephala fennahi* Young, 1977) (Hemiptera: Cicadellidae) in Hungary. *Növényvédelem* 48(11): 523–526.
- PAŠEK, V., 1954. Vošky našich lesných drevín. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 94 pp.
- PASTORÁLIS, G. – ELSNER, G. – KOPEČEK, F. – KOSORÍN, F. – LAŠTŮVKA, A. – LENDEL, A. – LIŠKA, J. – NĚMÝ, J. – RICHTER, I. – ŠTEFANOVIČ, R. – ŠUMPICH, J. – TOKÁR, Z., 2013a. Fourteen Lepidoptera species new to the fauna of Slovakia. *Folia faunistica Slovaca* 18(1): 1–12.
- PASTORÁLIS, G. – KALIVODA, H. – PANIGAJ, L., 2013b. Checklist of Lepidoptera recorded in Slovakia. *Folia faunistica Slovaca* 18 (2): 101–232.
- PATOCKA, J. – CAPEK, M., 1971. Population changes of certain oak defoliators (Lepidoptera) in Slovakia. *Acta Instituti Forestalis Zvolenensis* 2: 461–485.
- PAUCHARD, A. – ALABACK, P.B., 2004. Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. *Conservation Biology* 18(1): 238–248.
- PAUCHARD, A. – ALABACK, P.B., 2004. Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. *Conservation Biology* 18(1): 238–248.
- PAUCHARD, A. – KUEFFER, C. – DIETZ, H. – DAEHLER, C.C. – ALEXANDER, J. – EDWARDS, P.J. – ARÉVALO, J.R. – CAVIERES, L.A. – GUISAN, A. – HAIDER, S. – JAKOBS, G. – MCDUGALL, K. – MILLAR, C.I. – NAYLOR, B.J. – PARKS, C.G. – REW, L.J. – Seipel, T., 2009. Aint no mountain high enough: plant invasions reaching new elevations. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(9): 479–486.
- PEDERSEN, J., 1993. The rovebeetle *Philonthus spinipes* Sharp, 1874 found in Denmark (Coleoptera, Staphylinidae). *Entomologiske Meddelelser* 61(3): 77–80.
- PINKE, G. – KARÁCSONY, P. – CZÚCZ, B. – BOTTA-DUKÁT, Z., 2011. Environmental and land-use variables determining the abundance of *Ambrosia artemisiifolia* in arable fields in Hungary. *Preslia* 83: 219–235.
- PINO, J. – FONT, X. – CARBÓ, J. – JOVÉ, M. – PALLARÉS, L., 2005. Large-scale correlates of alien plant invasion in Catalonia (NE of Spain). *Biological Conservation* 122 (2): 339–350.
- PIRONE PASCAL, P., 1978. Diseases and Pests of Ornamental Plant. Hardcover, 584 pp.
- PRINCIPI, M. M., 1953. S viluppop ostembrionale detologie della „*Lithocolletisp latani*“ Stgr. („Lepidoptera Gracillariidae“). *Boll. Ist. Ent. Univ. Stud. Bologna* 19: 171–250.
- PYŠEK, P. – JAROŠÍK, V. – KUČERA, T. 2002. Patterns of invasion in temperate nature reserves. *Biological Conservation* 104(1): 13–24.

- RADDI, P. – CAPRETTI, P. – TIBERI, R., 1991. Diseases and insect pests in forest nurseries in Italy.“ IUFRO Working Party 82.07-09 (Diseases and Insects in Forest Nurseries) 7: 69.
- RADFORD, I.J. – COUSENS, R.D. 2000. Invasiveness and comparative life-history traits of exotic and indigenous *Senecio* species in Australia. *Oecologia* 125: 531–542.
- RAVN, H. P. – HAVILL, N. P. – AKBULUT, S. – FOOTIT, R. G. – SERIN, M. – ERDEM, M. – MUTUN, S. – KENIS, M., 2013. *Dreyfusia nordmannianae* in Northern and Central Europe: potential for biological control and comments on its taxonomy. *Journal of Applied Entomology* 137(6): 401–417.
- REALE, L. – TEDESCHINI, E. – RONDONI, G. – RICCI, C. – BIN, F. – FRENGUELLI, G. – FERRANTI, F., 2016. Histological investigation on gall development induced by a worldwide invasive pest, *Dryocosmus kuriphilus*, on *Castanea sativa*. *Plant Biosystems* 150(1): 35–42.
- REDUCIENDO-KLEMENTOVÁ, B. – SVITOK, M., 2014. *Anisops sardeus* (Heteroptera): A new expansive species in Central Europe. *Biologia* 69(5): 676–680.
- REIPRICH, A, 1991. New members of the entomofauna in Slovakia in 1990. *Správy Slovenskej entomologickej spoločnosti pri SAV* 3. 20–23.
- REIPRICH, A. 1980. K bionómii rúrkovčeka *Coleophora spiraeella* Rebel, 1916 (Lepidoptera Coleophoridae). *Zprávy Československé Společnosti Entomologické Při ČSAV* 16: 98–100.
- RICHARDSON, D.M. – PYŠEK, P. – REJMÁNEK, M. – BARBOUR, M.G. – PANETTA, D.F. – WEST, C.J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93–107.
- RIPKA, G. – CSISZÁR, Á., 2008. *Impatiens asiaticum* Nevsky, 1929 (Hemiptera: Aphidoidea), new for the Hungarian fauna from *Impatiens parviflora*. *Folia Entomologica Hungarica* 69: 15–18.
- RIPKA, G., 1996. Damage to honey locust trees by *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae). *Növényvédelem* 32 (10): 529–532.
- ROUBAL, J. 1937–41. *Katalog Coleopter Slovenska a Východních Karpat*. Díl 3, Praha: 363 pp.
- RUPP, H.R. 1996. Adverse assessments of *Gambusia affinis*: an alternate view for mosquito control practitioners. *Journal of the American Mosquito Control Association* 12: 155–159.
- SABO, P. 1996. *Navrh národnej ekologickej siete Slovenska – NECONET*. Nadacia IUCN, Bratislava 371 pp.
- ŠEFROVÁ, H. – LAŠTUVKA, Z. 2005. Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 53(4): 151–170.

- ŠEFROVÁ, H. 2001. *Phyllonorycter platani* (Staudinger) - a review of its dispersal history in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun. 49: 71–75.
- SIMONOVÁ, D. – LOSOSOVÁ, Z., 2008. Which factors determine plant invasions in man-made habitats in the Czech Republic? Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 10(2): 89–101.
- SLIACKY, P. 2007: Dangerous chestnut pests. *Zahradníctví*, 2, 2007, pp. 36–37. [in Czech]
- SOIKA, G. – ŁABANOWSKI, G., 2011. Alien invasive species of insects and mites occurring on ericaceous ornamental plants in Poland. Progress in Plant Protection 51(4): 1582–1589.
- STARÝ, P. – HAVELKA, J., 1990. The aphid *Macrosiphum albifrons*, a new pest of *Lupinus* species in Czechoslovakia. Ochrana rostlin 26: 53–58.
- STARÝ, P. – LUKÁŠ, J., 2009. Aphid parasitoids and their tritrophic associations in Slovakia. Folia Hymenopterologica I., Bratislava, 63 pp.
- STARÝ, P. 1975. *Aphidius colemani* Viereck: its taxonomy, distribution and host range (Hymenoptera, Aphidiidae). Acta Entomologica Bohemoslovaca 72(3): 156–163.
- STEHLÍK, J.L., 1997. *Corythucha ciliata* (SAY), a pest of plane trees, now also in the Czech Republic (Tingidae, Het.). Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturales 81: 299–306.
- STOHLGREN, T.J. – JARNEVICH, C. – CHONG, G.W. – EVANGELISTA, P.H., 2006. Scale and plant invasions: a theory of biotic acceptance. Preslia 78(4): 405–426.
- STREJČEK, J., 1991. Faunistic records from Czechoslovakia. Acta Entomologica Bohemoslovaca 88: 157–160.
- ŠUCHA, I. 2011. Životné prostredie v Slovenskej republike (vybrane ukazovatele v rokoch 2005–2009). Statistical office of the Slovak Republic, Bratislava.
- SUVÁK, M., 2011. Predatory and parasitic insects in greenhouses of Botanical Garden of PJ Šafárik University in Košice, Slovakia. Thaiszia–J. Bot., Košice 21: 185–205.
- SZABÓ, P. – LENTEREN, J. C. VAN – HUISMAN, P. W. T., 1995. The development, lifespan, fecundity and mortality of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* in the hosts *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. Növényvédelem 31(2): 67–70.
- TILMAN, D. 1997. Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity. Ecology 78(1): 81–92.
- TOKÁR, Z. – RICHTER, I. – RICHTER, I. – LIŠKA, J. – PASTORÁLIS, G. – KOSORÍN, F. – ELSNER, G. – NĚMÝ, J., 2010. Faunistic records from Slovakia. Lepidoptera: Micropterigidae, Eriocraniidae, Nepticulidae, Incurvariidae, Prodoxidae, Psychidae, Tineidae, Bucculatricidae, Gracillariidae, Yponomeutidae,

- Glyphipterigidae, Autostichidae, Blastobasidae, Oecophoridae, Lypusidae, Elachistidae, Coleophoridae, Scythrididae, Gelechiidae, Tortricidae, Pyralidae, Crambidae. Entomofauna carpathica 22: 31–40.
- TOMICZEK, C. – CECHE, T. – KREHAN, H. – PERNY, B. – HLUCHÝ, M. 2005. Atlas of diseases and pests of ornamental woody plants. Biocont Laboratory, Brno 224 p.
- TOMICZEK, C. 2003. The Asian longhorn beetle *Anoplophora glabripennis* – distribution and control measures in Austria. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 55: 79–80.
- Topercer, E. 1992. *Chováme exotický a úžitkový hmyz*. Bratislava : Príroda. ISBN 80-07-00424-6.
- TÓTH, P. – TÓTHOVÁ, M. – LUKÁŠ, J., 2009. Natural Enemies of *Diuraphis noxia* (Sternorrhyncha: Aphididae) in Slovakia. Journal of Central European Agriculture 2: 159–166.
- TURČÁNI, M. – CSOKA, G. – GRODZKI, W. – ZAHRADNIK, P. 2001. Recent invasions of exotic forest insects in eastern central Europe. IUFRO World Series. Vienna (AT) 11: 99–106.
- TURČÁNI, M. – ZÚBRIK, M. 1999. *Ips duplicatus* (Sahlberg) – present occurrence in Slovakia. Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proceedings of the Second Workshop of the IUFRO WP 7.03.10 (Eds Forster, B, Kníček, M & Grodzki, W), Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf (CH). pp. 244–245.
- UYGUN, Z. – KARACA, İ. 2015. Dispersal, natural enemies and population fluctuation of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Tokat province. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 19(2): 184–189.
- VAKULA, J. – GUPKA, A. – ZÚBRIK, M. – KUNCA, A. 2011. Nové metódy ochrany lesa proti lykožrútovi severskému a iným inváznym druhom. Zvolen : Národné lesnícke centrum.
- VAKULA, J. – ZÚBRIK, M. – GALKO, J. – GUBKA, A. – KUNCA, A. – NIKOLOV, CH., 2015. Výskyt lesnícky významných invázných druhov hmyzu v lesoch Slovenska. http://www.los.sk/pdf/inv_zist.pdf [cit. 20.4.2015] Dostupné online
- VÁVRA, I. 1999. Uninvited pests migrants in our parks. Živa 2: 80–82.
- VILA, M. – PINO, J. – FONT, X. 2007. Regional assessment of plant invasions across different habitat types. Journal of Vegetation Science 18 (1): 35–42.
- VIRLA, E. G. – LOGARZO, G. A. – PARADELL, S. L. 2010. Occurrence of the tamarix leafhopper, *Opsius stactogalus* Fieber (Hemiptera: Cicadellidae), in Argentina. Journal of Insect Science (Madison) 10: 23.

- VOEGTLIN, D.J. 1988. *Hyadaphis tataricae* (Homoptera: Aphididae): 10 years after its introduction into North America. Proceedings of the Entomological Society of Washington 90: 256–257.
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 158/2014 Z. z. ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov.
- WALCZAK, M. – MUSIK, K. – MOKRZYCKA, A. 2012. *Japananus hyalinus* (Osborn, 1900) – a new leafhopper for Polish fauna (Hemiptera: Cicadomorpha). Wiadomości Entomologiczne 31(4): 242–250.
- WAN, H. – HAYE, T. – KENIS, M. – NACAMBO, S. – XU, H. –ZHANG, F. – LI, H., 2014. Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: Is there biological control potential in Europe? Journal of Applied Entomology 138: 715–722.
- YU, D.S. – VAN ACHTERBERG, K. – HORSTMANN, K. 2012. Taxapad 2012. Ichneumonoidea 2011 – Database on flash-drive. Ottawa, Ontario, Canada.
- ZEROVA, M. D. – FURSOV, V. N. 1991. The Palaearctic species of *Eurytoma* (Hymenoptera: Eurytomidae) developing in stone fruits (Rosaceae: Prunoideae). Bulletin of Entomological Research 81: 209–219.
- ZÚBRIK, M. – KUNCA, A. – TURANI, M. – VAKULA, J. – LEONTOVYC, R. 2006. Invasive and quarantine pests in forests in Slovakia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 36: 402–408.
- ZÚBRIK, M. – KUNCA, A. – VAKULA, J. 2007. Invázne nepovodné druhy hmyzu a húb na Slovensku a ochrana Európskeho priestoru zabezpecovana “EPPO“. Kunca A (ed.) Aktuálne problémy v ochrane lesa. Zvolen: Národné Lesnícke Centrum, 83–88.
- ZÚBRIK, M. – KUNCA, A., 2011. Hmyz a huby našich lesov, Atlas škôd na drevinách spôsobených hmyzími a hubovými škodlivými činiteľmi. Zvolen : Národné lesnícke centrum.

STANOVENIE SPOLOČENSKEJ HODNOTY BIOTOPOV A DRUHOV LESA LINDAVA

ASSESSMENT OF SOCIO-ECONOMIC VALUE OF BIOTOPES AND SPECIES IN THE AREA OF LINDAVA FOREST

Jana RUŽIČKOVÁ¹ – Blanka LEHOTSKÁ² – Marta NEVŘELOVÁ¹

ABSTRACT

The contribution is focused on the assessment of socio-economic value of biotopes and protected species recorded in the study area according to valid legislation on nature and landscape protection. In the study area Lindava forest 4 types of biotopes of European and national importance and 61 protected species from several taxonomical groups were recorded, of which 21% are the species of the European importance. Based on the species presence (if we calculate a value of one individual of each species), the minimum socio-economic value of interested area is 28 133 €. Total socio-economic value of biotopes in the Lindava forest was calculated on 183 065 €/ha. In the area (20.58 €/m²) the highest socio-economic value (according to current regulations) has the forest biotopes: 91G0 Pannonic woods with *Quercus petraea* and *Carpinus betulus* and 91M0 Pannonian-Balkan turkey oak-sessile oak forests. Expression of the socio-economic value of species and habitats in terms of the financial value should be implemented as economic instrument in nature and landscape conservation, in the territorial planning, etc.*

KEYWORDS

oak-turkey oak forest, NATURA 2000, European importance, non-productive functions

Úvod

Biologická diverzita je rôznorodosť všetkých foriem života a ich vzájomného spolupôsobenia na Zemi.

Spoločenská hodnota chránených rastlín, živočíchov, drevín, biotopov európskeho významu a biotopov národného významu vyjadruje najmä ich biologickú, ekologickú a kultúrnu hodnotu, ktorá sa určuje s prihliadnutím na ich vzácnosť, ohrozenosť a plnenie mimoprodukčných funkcií. V súčasnosti je vysoko aktuálna požiadavka na

¹ Katedra environmentálnej ekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, e-mail: ruzickova@fns.uniba.sk, nevrela@fns.uniba.sk

² Katedra krajinskej ekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, e-mail: lehotska@fns.uniba.sk

determináciu ekonomickej a spoločenskej hodnoty druhov, biotopov aj celých ekosystémov v súvislosti s rozširovaním antropogénnej činnosti v krajine. Hodnotením druhov, biotopov a ekosystémov v kontexte s komplexným hodnotením ekosystémových služieb sa zaoberalo viacero autorov, napr. DAILY (1997), SEJÁK et al. (2003), FARBER et al. (2006), HANSON et al. (2012), MORAVČÍK et al. (2008), SALLES (2011), KOVALČÍK et al. (2012) a VO QUOC et al. (2012), ktorí sa venovali najmä ekologickeému a ekonomickému hodnoteniu pre potreby manažmentu ekosystémov, hodnoteniu tzv. prírodných služieb a hodnoteniu biodiverzity v kontexte ekosystémových služieb. Vzťahom medzi komplexným ukazovateľom biodiverzity a ekonomickou hodnotou lesného pozemku a porastu sa zaoberali MERGANIČ & MERGANIČOVÁ (2008).

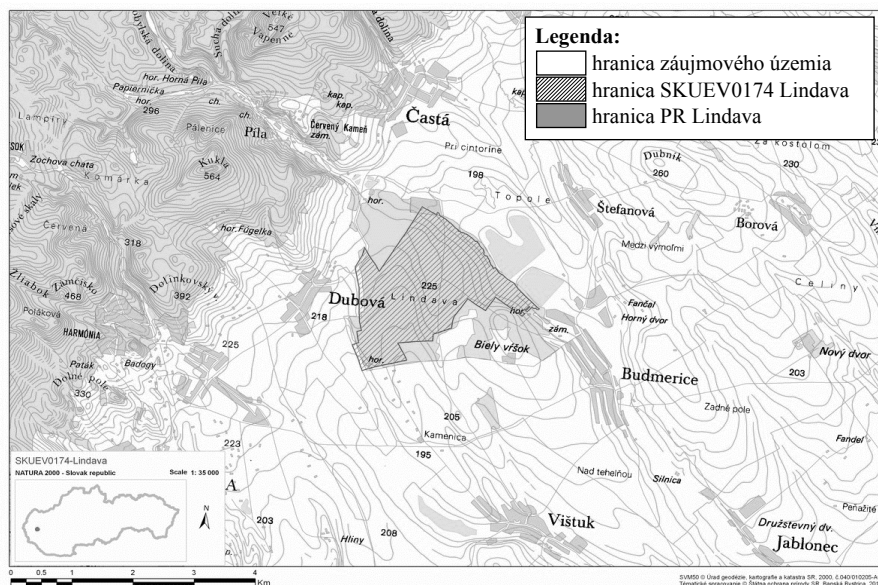
Cieľom príspevku je zhodnotenie významnosti záujmového územia na základe spoločenskej hodnoty (v zmysle platných právnych predpisov, ako sú vyhláška MŽP SR č. 24/2003 Z. z., vyhláška MŽP SR č. 579/2008 Z. z. a vyhláška MŽP SR č. 158/2014 Z. z.) biotopov európskeho aj národného významu a zákonom chránených druhov, ktorých výskyt bol v záujmovom území zaznamenaný.

CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Záujmovým územím je fragment lesa Lindava v katastrálnom území obce Budmerice, ktorého nosnú časť tvorí územie európskeho významu Lindava (obr. 1). Územie sa nachádza v kontaktnej zóne Malých Karpát a Trnavskej pahorkatiny, v nadmorskej výške 188 – 240 m n. m. Les Lindava bol zrejme ešte začiatkom 19. storočia spojený s lesným komplexom Malých Karpát, čo na základe archívnych záznamov uviedol TIBENSKÝ (1996, 1998). Z fyto geografického hľadiska leží územie na rozhraní dvoch oblastí – oblasti panónskej flóry a oblasti západokarpatskej flóry (FUTÁK, 1984). Na základe fytocenologických zápisov a pomocou numerickej klasifikácie zaradili HEGEDÜŠOVÁ & RUŽIČKOVÁ (2014) vegetáciu lesa Lindava medzi dubovo-hrabové lesy karpatské (as. *Carici pilosae-Carpinetum* Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1964) a teplomilné dubovo-cerové lesy (as. *Quercetum petraeae-cerris* Soó 1957).

Celková rozloha záujmového územia je 643,23 ha, z toho územie európskeho významu SKUEV0174 Lindava tvorí 403 ha a územie Prírodnej rezervácie Lindava 46,2 ha. Cieľovými biotopmi, ktoré sú predmetom ochrany, sú lesné biotopy európskeho významu (Výnos MŽP SR č. č. 3/2004-5.1): 91G0* Karpatské a panónske dubovo-hrabové lesy (Ls 2.2 Dubovo-hrabové lesy panónske), 91M0 Panónsko-balkánske cerové lesy (Ls 3.4. Dubovo-cerové lesy) a 91I0* Eurosibírske dubové lesy na spraši a piesku (Ls 3.2 Teplomilné ponticko-panónske dubové lesy na spraši a piesku).

Les Lindava predstavuje biocentrum nadregionálneho významu (HRDINA et al., 2001, 2013; SABO et al., 2002; RUŽIČKOVÁ et al., 2011) a zároveň je súčasťou regionálneho biokoridoru Hajdúky (Malé Karpaty) – Lindava (STANÍKOVÁ et al., 1993; KALISKÁ et al., 2010).



Obrázok 1. Vymedzenie záujmového územia (zdroj: www.sopsr.sk, upravené).

METÓDY

Spoločenská hodnota druhov a biotopov bola stanovená na základe príloh k vyhláške MŽP SR č. 24/2003 Z. z., v znení neskorších predpisov, v ktorých je uvedený zoznam a spoločenská hodnota biotopov národného významu, biotopov európskeho významu a prioritných biotopov (príloha č. 1), zoznam chránených druhov rastlín a ich spoločenská hodnota (príloha č. 5) a zoznam chránených druhov živočíchov a ich spoločenská hodnota (príloha č. 6). Spoločenská hodnota biotopov je v platnej vyhláške stanovená v sume (€) za m² daného biotopu.

Fytocenologický výskum lesných porastov Lindavy metodikou züriišsko-montpelier-skej školy (BRAUN-BLANQUET, 1964; BARKMANN et al., 1964; WESTHOFF & VAN DER MAAREL, 1973; DENGLE et al., 2008) bol realizovaný v roku 1999 a v roku 2012 (HEGEDÜŠOVÁ & RUŽIČKOVÁ, 2014). Identifikácia biotopov európskeho a národného významu bola stanovená na základe výsledkov fytocenologického výskumu a podľa Programu starostlivosti o lesy (PSoL, pôvodne LHP – Lesný hospodársky plán) lesného celku Píla na r. 2009 – 2019 (NLC, 2016), kde boli zisťované lesné typy, ich plošné vymedzenie a zastúpenie a druhové zloženie drevín. Lesné typy boli prevedené na biotopy podľa prevodného kľúča jednotiek lesníckej typológie na lesné biotopy (STANOVÁ & VALACHOVIČ, eds., 2002). Z celkového hodnotenia boli vynechané lokality bez porastov drevín, mladiny do 25 rokov a porasty s nízkym podielom (menej ako 40 %) drevín, typických pre daný biotop. V rámci hodnotenia porastov jednotlivých lesných dielcov sa zohľadňovalo percentuálne zastúpenie druhov drevín, typic-

kých pre daný biotop, ako aj výskyt najčastejších inváznych druhov drevín (korekčný koeficient k_i) v zmysle metodiky hodnotenia priaznivého stavu biotopov (POLÁK & SAXA, eds., 2005). Spoločenská hodnota biotopov lesných dielcov, na území prírodnej rezervácie bola v zmysle § 38 vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 v znení neskorších predpisov zvýšená o 100 % (korekčný koeficient k_2). Celkovú spoločenskú hodnotu biotopov záujmového územia (SH_B) sme stanovili podľa vzorca:

$$SH_B = \sum_{i=1}^n SH_{LDi} * k_{i1} * k_{2i}, \text{ pričom } SH_{LDi} = \sum P_{Bi} * SH_{Bi},$$

kde SH_B – spoločenská hodnota biotopov hodnoteného územia, SH_{LDi} – spoločenská hodnota biotopov jedného lesného dielca, k_{i1} – korekčný koeficient podľa tab. 1, k_{2i} – korekčný koeficient, ktorý nadobúda hodnotu 2 na území prírodnej rezervácie a hodnotu 1 mimo územia prírodnej rezervácie, P_{Bi} – rozloha jednotlivých biotopov v rámci jednotlivých lesných dielcov, SH_{Bi} – spoločenská hodnota jednotlivých biotopov v zmysle vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení neskorších predpisov.

Tabuľka 1. Hodnota korekčného koeficientu k_i v závislosti od percentuálneho zastúpenia drevín typických pre daný biotop a percentuálneho zastúpenia agátu bieleho (*Robinia pseudoacacia*) ako najčastejšej inváznej dreveniny v hodnotených biotopoch.

		Percentuálne zastúpenie druhu <i>Robinia pseudoacacia</i>			
		(60 ; 100>	(20 ; 60>	<1 ; 20>	<0 ; 1)
Percentuálne zastúpenie drevín typických pre daný biotop	<0 ; 40)	0,00	0,00	0,00	0,00
	<40 ; 55)	0,00	0,50	0,50	0,50
	<55 ; 70)	0,00	0,50	0,75	0,75
	<70 ; 100>	0,00	0,50	0,75	1,00

V prípade spoločenskej hodnoty druhov ide o sumu za jedného jedinca daného druhu. Pri vyčíslení spoločenskej hodnoty druhov nebolo možné stanoviť celkovú spoločenskú hodnotu pre celú populáciu z dôvodu nesúrodosti dostupných údajov, preto vyčíslená hodnota zodpovedá len minimálnej spoločenskej hodnote druhov (v prípade, ak bol na území determinovaný aspoň 1 jedinec daného druhu). Prítomnosť druhov bola stanovená na základe publikovaných údajov (KALIVODOVÁ et al., 2010; NEVŘELOVÁ, 2010; RUŽIČKOVÁ et al., 2011, 2015a; KIMS, 2016), ako aj vlastných nepublikovaných výsledkov výskumu realizovaného v r. 2008 – 2013.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hodnotenie biotopov

Z lesných typov sú v území zastúpené prevažne hrabové duby na spraši a rôznych horninách a bukové duby (NLC, 2016), ktoré podľa prevodného kľúča jednotiek lesníckej typológie zodpovedajú štyrom typom biotopov európskeho a národného významu (tab. 2). Pre uvedené lesné typy sú charakteristické druhy dubov, *Quercus petraea* agg. a *Q. cerris*, ktoré dosahujú vysoké zastúpenie (50 – 100 %) na 80 % plochy

územia Lindavy. Z ďalších domácich druhov drevín sa vyskytuje *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* a ďalšie.

Pre biotop Ls 3.51 Sucho- a kyslomilné dubové lesy sú typické druhy *Quercus petraea* agg., *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, v bylinnej vrstve *Avenella flexuosa*, *Genista germanica* a ďalšie. Biotop Ls 3.4 Dubovo-cerové lesy (91M0) tvoria druhy *Quercus cerris*, *Q. petraea* agg., *Q. robur* agg., *Acer campestre* a *Tilia cordata*. Z krovín sa vyskytuje *Ligustrum vulgare*, *Swida sanguinea* a iné, v bylinnej vrstve sú prítomné napr. *Genista tinctoria*, *Lembotropis nigricans*, *Luzula luzuloides*, *Melica uniflora* a *Poa nemoralis*.

V biotope Ls 2.2 Dubovo-hrabové lesy panónske (91G0*) dominuje *Quercus petraea* agg., *Q. robur* agg. a *Acer campestre*, z ďalších druhov sú prítomné *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus torminalis*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*, *Euonymus verrucosus* a *Ligustrum vulgare*, v bylinnom podrade sa nachádza napr. *Dactylis polygama*, *Lathyrus vernus* a *Melica uniflora*.

Pre biotop Ls 2.1 Dubovo-hrabové lesy karpatské sú typické druhy *Quercus petraea* agg., *Carpinus betulus*, *Cerasus avium*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Lonicera xylostemum*, *Swida sanguinea*, *Tilia cordata*, v bylinnej vrstve rastie *Carex pilosa*, *Galeopsis speciosa*, *Galium odoratum*, *Lathyrus vernus* a iné.

Dubovo-hrabové lesy karpatské (as. *Carici pilosae-Carpinetum* Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1964) na skúmanom území podľa HEGEDŮŠOVEJ & RUŽIČKOVEJ (2014) uprednostňujú vlhšie a na živiny bohatšie kyslejšie pôdy, porasty sú veľmi dobre zapojené s priemernou pokryvnosťou stromového poschodia 75 %. Výrazne dominantnou drevinou je *Quercus petraea* agg., *Carpinus betulus* sa vyskytuje len ojedinele. Sprievodnými drevinami sú *Acer pseudoplatanus*, *Cerasus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* a *T. platyphyllos*. Krovínové poschodie je pomerne druhovo chudobné, tvorené prevažne *Crataegus laevigata* a *Rosa canina*. Priemerná pokryvnosť je nízka a nedosahuje hodnotu viac ako 3 %. V podrade sa striedajú druhy *Carex pilosa* a *Melica uniflora*, miestami prevláda aj *Poa nemoralis*. Z diagnostických druhov sú prítomné *Lathyrus vernus*, *Dactylis polygama*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum tuberosum* a *Viola reichenbachiana*.

Porasty asociácie *Quercetum petraeae-cerris* Soó 1957 pozvoľne striedajú asociáciu *Carici pilosae-Carpinetum* na suchších stanovištiach. Priemerná pokryvnosť stromového poschodia je 80 % a výrazne dominuje *Quercus cerris*, ktorý môže nahradiť *Quercus petraea* agg. Sprievodnými drevinami sú *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Cerasus avium* a *Quercus robur*. Krovínové poschodie je druhovo chudobné a dosahuje priemernú pokryvnosť 4 %. Najčastejšie sa vyskytujú druhy *Acer campestre*, *Crataegus laevigata*, *C. monogyna*, *Ligustrum vulgare* a *Tilia cordata*. Bylinné poschodie je druhovo pomerne bohaté, s pokryvnosťou do 75 %. Prevládajú trávky *Melica uniflora* a *Poa nemoralis*. Z ďalších druhov tu rastie *Convallaria majalis*, *Genista tinctoria*, *Lembotropis nigricans*, *Luzula luzuloides*, *Pulmonaria mollis* a *Steris viscaria*. Z diagnostických druhov sú prítomné napr. *Avenella flexuosa*, *Hieracium murorum*, *H. sabaudum* a *Veronica officinalis*.

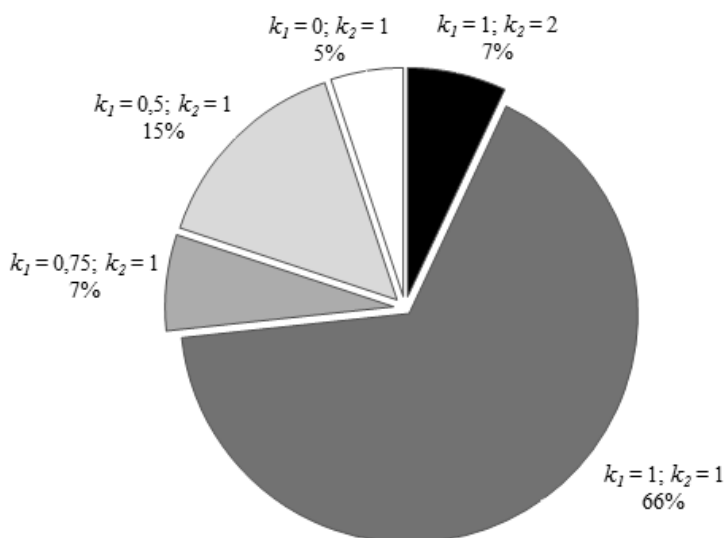
Tabuľka 2. Prevodný kľúč jednotiek lesníckej typológie na biotopy podľa práce STANOVÁ & VALACHOVIČ, eds. (2002).

Lesný typ	Názov lesného typu	Zodpovedajúci biotop
1112	Dúbrava normálneho vzrastu a dúbrava	Ls 3.51 Sucho- a kyslomilné dubové lesy
1113	Dúbrava s bukom	
1305	Suchá hrabová dúbrava na spraši	Ls 3.4 Dubovo-cerové lesy (91M0)
1306	Lipnicová hrabová dúbrava na spraši	
1308	Produkčná hrabová dúbrava na spraši	
1309	Medničková hrabová dúbrava na spraši	
1311	Suchá hrabová dúbrava na rôznych horninách	Ls 2.2 Dubovo-hrabové lesy panónske (91G0*)
1313	Produkčná hrabová dúbrava na rôznych horninách	
1402	Chochlačková hrabová dúbrava s javorom na rôznych horninách	
2303	Presychavá medničková buková dúbrava	Ls 2.1 Dubovo-hrabové lesy karpatské
2307	Buková dúbrava sprašových hĺn a spraši	
2308	Ostricovo-medničková buková dúbrava s chlpaňou	
2311	Živná medničková buková dúbrava	
2312	Živná ostricová buková dúbrava	

Na viacerých plochách s nízkym podielom typických drevín hodnotených biotopov dominovali nepôvodné druhy drevín ako *Populus x canadensis*, *Robinia pseudoacacia* a *Pinus nigra*. Porasty s vysokým zastúpením (60 – 100 %) nepôvodných druhov tvoria 3,4 % celkovej rozlohy záujmového územia. Roztrúsene sa vyskytuje aj stano-
vištne nepôvodný druh *Pinus sylvestris*, ktorý v južnej časti lesa dosahuje v porastoch zastúpenie 60 – 100 % (6,3 % rozlohy územia).

Pre zistenie rozlohy lesných biotopov sme využili porastovú mapu a údaje z PSoL Píla (NLC, 2016). Hodnota biotopov európskeho a národného významu bola stanovovaná na ploche 610,29 ha (95 %) z celkovej rozlohy 643,2 ha. Nehodnotených bolo 5 % porastov s nízkym podielom (menej ako 40 %) drevín, typických pre daný biotop. Pre 66 % porastov sme uplatnili spoločenskú hodnotu biotopov v plnej výške, na území PR Lindava bola vypočítaná dvojnásobná spoločenská hodnota biotopov (obr. 2). V prípade biotopov s nižším zastúpením typických druhov biotopov a/alebo s vyšším zastúpením nepôvodných druhov (22 %) sme uplatnili korekčný koeficient na zníženie spoločenskej hodnoty vo výške 0,5 (15 %) a 0,75 (7 % porastov).

Celková spoločenská hodnota biotopov bola vyčíslená na vyše 111 mil. € (tab. 2). Najvyššiu spoločenskú hodnotu v území (20,58 €/m²) majú podľa platnej vyhlášky biotopy európskeho významu Ls 2.2 Dubovo-hrabové lesy panónske (91G0*) a Ls 3.4 Dubovo-cerové lesy (91M0).



Obrázok 2. Uplatnenie korekčných koeficientov pri vyčíslení spoločenskej hodnoty biotopov v hodnotenom území Lindavy.

Tabuľka 2. Spoločenská hodnota biotopov európskeho a národného významu v zmysle vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení neskorších predpisov, ktoré boli zaznamenané v záujmovom území.

Biotop	V	SH v €/m ²	Rozloha v ha	Celková SH v €
Ls 2.1 Dubovo-hrabové lesy karpatské	N	14,60	145,349	25 402 978,0
Ls 2.2 Dubovo-hrabové lesy panónske (91G0*)	E	20,58	199,953	33 762 107,4
Ls 3.4 Dubovo-cerové lesy (91M0)	E	20,58	240,538	48 012 008,1
Ls 3.51 Sucho- a kyslomilné dubové lesy	N	17,92	24,450	4 545 766,4
Spolu			610,290	111 722 859,9

Vysvetlivky: V – významnosť biotopu, E – biotop európskeho významu, N – biotop národného významu, SH – spoločenská hodnota, * – prioritný biotop

V Českej republike bol spracovaný zoznam 192 typov prírodných aj antropogénnych biotopov a každú časť územia ČR je možné priradiť k niektorému z týchto typov. Hodnota určitého typu biotopu je vyjadrená bodmi na základe ôsmich ekologických charakteristík (zrelosť, prirodzenosť, diverzita štruktúr, diverzita druhov, vzácnosť biotopu, vzácnosť druhov, citlivosť, ohrozenie). Metóda hodnotenia biotopov ČR (SEJÁK et al., 2003), ktorá vychádza z tzv. hesenskej metódy, je prispôbená potrebám ochrany biodiverzity, ako aj potrebám ochrany území NATURA 2000. Peňažná hodnota jedného bodu bola odvodená z priemerných nákladov v ČR na prírastok

bodovej hodnoty skutočných revitalizačných akcií. Na základe ekonomickej analýzy 136 revitalizačných projektov bola stanovená hodnota jedného bodu vo výške 12,36 Kč (SEJÁK et al., 2003; SEJÁK & POKORNÝ, 2009). Hodnota bodu bola neskôr valorizovaná na 14,50 Kč podľa miery inflácie v období rokov 2003 až 2008 (SEJÁK et al., 2010a).

Podľa metodiky oceňovania biotopov ČR (SEJÁK et al., 2003) dosahuje napr. biotop Ls 2.2 Dubovo-hrabové lesy panónske (91G0*), zodpovedajúci biotopu L3.4 Panonské dubohabřiny (CHYTRÝ et al., 2010), celkovú hodnotu 61 bodov (v škále 0 – 100), čo pri prepočte predstavuje 884,5 Kč/m², t. j. 32,42 €/m² (pri priemernom kurze za r. 2015 1 EUR = 27,279 CZK). Vyššia hodnota bodu znamená vyššiu mieru biodiverzity (SEJÁK et al., 2010b).

Porovnanie spoločenskej hodnoty biotopov na Slovensku podľa vyhlášky MŽP SR 24/2003 Z. z. v znení neskorších predpisov (konkrétne vyhlášky MŽP SR č. 579/2008 Z. z.) s hodnotením biotopov v Českej republike je uvedené v tabuľke 3. Rádovo porovnateľné hodnoty biotopov v Českej republike sú mierne vyššie ako na Slovensku, kde spoločenská hodnota biotopov nebola od r. 2003 valorizovaná. Pre biotop Ls 3.4 Dubovo-cerové lesy (91M0) sme zvolili na základe druhového zloženia a ekologických podmienok porovnávaci biotop L6.2 Panonské teplomilné doubravy na spraši, nakoľko biotop (91M0) nie je uvedený v Katalógu biotopov ČR (CHYTRÝ et al., 2010).

Tabuľka 3. Porovnanie spoločenskej hodnoty (SH) biotopov, ktoré boli zaznamenané v záujmovom území na Slovensku a v Českej republike.

Biotop podľa Katalógu biotopov SR (STANOVÁ & VALACHOVIČ, eds., 2002)		SH v €/m ²	Zodpovedajúci biotop podľa Katalógu biotopů ČR (CHYTRÝ et al., 2010)		SH v €/m ²
Ls 2.1	Dubovo-hrabové lesy karpatské	14,60	L3.3	Karpatské dubohabřiny	30,83
Ls 2.2	Dubovo-hrabové lesy panónske (91G0*)	20,58	L3.4	Panonské dubohabřiny	32,42
Ls 3.4	Dubovo-cerové lesy (91M0)	20,58	L6.2	Panonské teplomilné doubravy na spraši	38,27
Ls 3.51	Sucho- a kyslomilné dubové lesy	17,92	L6.5	Acidofilní teplomilné doubravy	27,11

Z výsledkov nášho hodnotenia vyplýva, že priemerná spoločenská hodnota biotopov lesa Lindava je 183 065 €/ha. Porovnateľnou metódou bola vyčíslená aj spoločenská hodnota biotopov Martinského lesa a Šenkvicekého hája (RUŽIČKOVÁ et al., 2015b), kde priemerná spoločenská hodnota biotopov dosiahla 233 989 €/ha. V prípade Lindavy sme uplatnili korekčné koeficienty – dvojnásobné zvýšenie spoločenskej hodnoty porastov na území prírodnej rezervácie a zníženie spoločenskej hodnoty v prípade biotopov s nižším zastúpením typických druhov biotopov. Významným biotopom Martinského lesa a Šenkvicekého hája je biotop Ls 3.2 Teplomilné ponticko-panónske dubové lesy na spraši, ktorý má podľa platnej vyhlášky vyššiu spoločenskú hodnotu

(28,54 €/m²) ako biotopy, zaznamenané a hodnotené v lese Lindava, z čoho tiež vyplynula vyššia priemerná spoločenská hodnota biotopov.

Hodnotenie druhov

Z hľadiska spoločenskej hodnoty a zastúpenia zákonom chránených druhov bol doteraz v záujmovom území zaznamenaný výskyt 61 druhov z viacerých taxonomických skupín (tab. 3), z ktorých 13 druhov (21 %) patrí k druhom európskeho významu. K najpočetnejšie zastúpeným skupinám patria vtáky (Aves) – 44 druhov a cicavce (Mammalia) – 9 druhov. K menej zastúpeným taxonomickým skupinám patria obojživelníky (Amphibia) – 2, plazy (Reptilia) – 2, chrobáky (Coleoptera) – 2, motýle (Lepidoptera) – 1 a rastliny (Plantae) – 1.

Minimálna spoločenská hodnota záujmového územia na základe druhového zastúpenia (ak počítame za každý druh hodnotu 1 jedince) je 28 133 €. Reálne je táto hodnota omnoho vyššia, nakoľko je predpoklad, že územie nie je osídlené solitérnymi jedincami, ale populáciami jednotlivých druhov. Presné údaje o početnosti populácií jednotlivých druhov však chýbajú.

K druhom s najvyššou spoločenskou hodnotou patrí vlha obyčajná (*Oriolus oriolus*, 3 220 €/ex.), ďateľ veľký (*Dendrocopos major*, 1 840 €/ex.), červienka obyčajná (*Erithacus rubecula*, 1 840 €/ex.) a krutohlav hnedý (*Jynx torquilla*, 1 380 €/ex.). Spoločenská hodnota ostatných zaznamenaných druhov sa pohybuje v rozmedzí 23 – 920 €/ex. (tab. 4).

V porovnaní s komplexom Martinského lesa a Šenkvicekého hája (RUŽIČKOVÁ et al., 2015b) bolo v lese Lindava zaznamenaných menej chránených a ohrozených druhov, čo môže súvisieť s menšou rozlohou hodnoteného územia, s nižšou rozmanitosťou biotopov, ako aj s rozdielnou podrobnosťou výskumu. V komplexe Martinského lesa a Šenkvicekého hája boli dostupné aj výsledky výskumu húb (JANITOR & ČERVENKA, 2011) a viaceré chránené a ohrozené druhy rastlín boli zaznamenané v teplomilných lemových a plášťových spoločenstvách, ktoré sme na území Lindavy nezistili.

Spoločenská hodnota druhov sa, v zmysle vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení neskorších predpisov, počíta samostatne a nie je duplicitne zahrnutá v spoločenskej hodnote biotopov. Zistené druhy, ktorých spoločenská hodnota je uvedená v spomenutej vyhláške na vybraných územiach túto hodnotu zvyšujú. V jednotlivých biotopoch môžu byť chránené druhy zastúpené v rozdielnej miere.

Tabuľka 4. Spoločenská hodnota zákonom chránených druhov európskeho a národného významu v zmysle vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení neskorších predpisov, ktoré boli zaznamenané v záujmovom území.

Taxón	Významnosť druhu	Spoločenská hodnota (v €)
Plantae – rastliny		
<i>Cephalanthera longifolia</i> L.	N	23
Coleoptera – chrobáky		
<i>Lucanus cervus</i> (Linné, 1758)	N	230
<i>Limoniscus violaceus</i> (Ph.Müller, 1843)	N	230
Lepidoptera – motýle		
<i>Maculinea arion</i> (Linnaeus, 1758)	E	90
Amphibia – obojživelníky		
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Rana dalmatina</i> (Bonaparte, 1840)	E	230
Reptilia – plazy		
<i>Anguis fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Coronella austriaca</i> (Laurenti 1768)	E	460
Aves – vtáky		
<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)	N	920
<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	N	920
<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Carduelis chloris</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Certhia brachydactyla</i> Brehm, 1820	N	460
<i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	N	690
<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758	N	140
<i>Cyanistes caeruleus</i> Linnaeus, 1758	N	230
<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	E	1 840
<i>Dendrocopos medius</i> (Linnaeus, 1758)	N	920
<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus, 1758	N	230
<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	N	1 840
<i>Falco tinunculus</i> Linnaeus, 1758	E	920
<i>Ficedula albicollis</i> (Temminck, 1815)	N	920
<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	N	140
<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	N	460
<i>Hippolais icterina</i> Vieillot, 1817	N	230
<i>Jynx torquilla</i> Linnaeus, 1758	E	1 380
<i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehm, 1831)	N	460
<i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)	N	920
<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	N	3 220
<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	N	230
<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	N	140
<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	N	230

STANOVENIE SPOLOČENSKEJ HODNOTY BIOTOPOV
A DRUHOV LESA LINDAVA

Tabuľka 4. - pokračovanie

Taxón	Významnosť druhu	Spoločenská hodnota (v €)
<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	N	230
<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	N	140
<i>Picus viridis</i> Linnaeus, 1758	N	230
<i>Poecille palustris</i> Linnaeus, 1758	N	920
<i>Serinus serinus</i> (Linnaeus, 1766)	N	140
<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	N	140
<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	N	920
<i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758	N	920
<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	N	90
<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	N	230
<i>Sylvia curruca</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	N	230
<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	N	140
<i>Turdus philomelos</i> Brehm, 1831	N	230
<i>Turdus pilaris</i> Linnaeus, 1758	N	230
Mammalia – cicavce		
<i>Crocidura leucodon</i> (Hermann, 1780)	N	90
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	E	230
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	E	90
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	E	460
<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	E	230
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	E	230
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	E	460
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	E	460
<i>Sorex araneus</i> (Linnaeus, 1758)	N	90

Vysvetlivky: E – druh európskeho významu, N – druh národného významu

ZÁVER

Na základe spoločenskej hodnoty 4 biotopov a 61 zákonom chránených druhov, zaznamenaných v záujmovom území, sme stanovili celkovú spoločenskú hodnotu biotopov lesa Lindava na 111 722 859,90 €, minimálna spoločenská hodnota druhov je 28 133 €. Spoločenská hodnota chránených druhov sa od r. 2003 zvýšila (napr. *Cephalanthera longifolia* r. 2003, 2008 – 16,59 €, r. 2014 – 23,– €). Reálna spoločenská hodnota druhov bude oveľa vyššia, nakoľko z dôvodu chýbajúcich relevantných údajov nebolo možné zohľadniť početnosť populácií jednotlivých druhov a možno predpokladať rozšírenie poznatkov o výskyte chránených druhov na základe ďalšieho výskumu.

Kombinovanú metodiku terénneho výskumu fauny, flóry a vegetácie s využitím údajov z Programu starostlivosti o lesy je možné efektívne uplatniť pri praktickom stanovení spoločenskej hodnoty lesných biotopov. Podobne je uplatňovaná metóda oceňovania biotopov v Českej republike, ktorá bola primárne spracovaná na účely

všeobecnej ochrany biodiverzity a kvantifikácie ekologickej ujmy na biotopoch. Vypočítané hodnoty biotopov podľa slovenskej a českej metodiky sú rádovo porovnateľné, aj keď podľa českej metodiky vychádzajú vyššie. V ČR sa uskutočnila valorizácia hodnoty bodu na základe reálnych nákladov, vynaložených na revitalizačné projekty. Na Slovensku by bolo potrebné spoločenskú hodnotu biotopov stanoviť exaktnejšie s pravidelnou valorizáciou v súvislosti s hodnotením biodiverzity a ekosystémových služieb.

Monetárne vyjadrenie hodnoty druhov a biotopov nemôže dostatočne vyjadriť význam a hodnotu prírodného kapitálu, ale predstavuje nástroj, ktorý možno uplatniť v územnom plánovaní, pri oceňovaní straty kvality biotopov a pri zavádzaní konkrétnych ekonomických nástrojov na ochranu prírody a krajiny.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol s podporou projektu VEGA 1/0098/14.

LITERATÚRA

- DAILY, G.C., 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, 698 pp.
- FARBER, S. – COSTANZA, R. – CHILDERS, D.L. – ERICKSON, J. – GROSS, K. – GROVE, M. – HOPKINSON, C.S. – KAHN, J. – PINCETL, S. – TROY, A. – WARREN, P. – WILSON, M., 2006. Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management. *Bioscience*, 56(2): 121–133.
- FUTÁK, J., 1984. Fytogeografické členenie Slovenska. In: BERTOVIÁ, L. (ed.), *Flóra Slovenska*. IV/1. Veda, Bratislava: 418–419.
- HANSON, C. – RANGANATHAN, J. – ICELAND, C. – FINISDORE, J., 2012. *The Corporate Ecosystem Services Review : Guidelines for Identifying Business Risks and Opportunities Arising from Ecosystem Change (Version 2.0)*. World Resources Institute. Washington, DC, USA, 37 pp.
- HEGEDÜŠOVÁ, K. – RUŽIČKOVÁ, J., 2014. Lesné spoločenstvá Lindavy, kontaktná zóna Malých Karpát a Trnavskej pahorkatiny. *Phytopedon (Bratislava)*, 13(2): 1–8.
- HRDINA, V. – KOSTOVSKÝ, D. – CHUDÍK, M. – KLAUČO, E. et al., 2001. *Koncepcia územného rozvoja Slovenska*. AUREX s.r.o., Bratislava, 140 pp. + 9 výkresov.
- HRDINA, V. – MRÁZOVÁ, Z. – HLEDÍKOVÁ, E. – HUSOVSKÁ, Ľ. – SKÝVA, M. – LACHOVÁ, T. – MACÁK, Ľ. – ŠTIFFEL, M. – MOZDÍKOVÁ, M. – BALÁŽI, A., 2013. *Územný plán regiónu Bratislavský samosprávny kraj*. AUREX s.r.o., Bratislava, 375 pp. + grafická časť. Dostupné na: <http://www.region-bsk.sk/-nove-navrh.aspx>
- CHYTRÝ, M. – KUČERA, T. – KOČÍ, M. – GRULICH, V. – LUSTYK, P. (eds.), 2010. *Katalog biotopů České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 445 pp.

- JANITOR, A. – ČERVENKA, J., 2011. Mykofloristické spracovanie makromycétov tried Ascomycotina (vreckaté huby) a Basidiomycotina (bazídiové huby) na území Martinského lesa a Šenkvicekého hája. In: RUŽIČKOVÁ J. & LEHOTSKÁ B. et al.: Vybrané terestrické biokoridory a biocentrá v kontaktnej zóne Trnavskej pahorkatiny a Malých Karpát. Univerzita Komenského v Bratislave, p. 83–97.
- KALIVODOVÁ, E. – RUŽIČKOVÁ, J., 2012. Avifauna dubových porastov v povodí Stoličného potoka (Trnavská pahorkatina). *Folia faunistica Slovaca*, 17(2): 173–178.
- KALIVODOVÁ, E. – PUCHALA, P. – NEMČEK V, 2010. Avifauna povodia Stoličného potoka a Gidry (južná časť Trnavskej pahorkatiny). Ústav krajinej ekológie SAV Bratislava, 115 pp.
- KALISKÁ, D. – STANÍKOVÁ, K. – PAVLÍK, P., 2010. Územný plán obce Dubová. Výkres ochrany prírody a tvorby krajiny. [cit. 20. 8. 2016] Dostupné na: http://www.dubova.sk/docs/upn/07_ochrana_10000%20komplexna.pdf
- KIMS (Komplexný informačný a monitorovací systém), 2016. Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Banská Bystrica [cit. 10. 9. 2016] Dostupné na: www.biomonitoring.sk
- KOVALČÍK, M. – SARVAŠOVÁ, Z. – TUTKA, J., 2012. Hodnota vybraných verejnoprospešných funkcií lesa. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 54(1): 131–146.
- MICHALKO, J. – BERTA, J. – MAGIC, D., 1986. Geobotanická mapa ČSSR, časť SSR. Veda, Bratislava, 165 pp.
- MERGANIČ, J. – MERGANIČOVÁ, K., 2008. Návrh komplexnej kvantifikácie biodiverzity lesných ekosystémov v prepojení na ekonomickú hodnotu lesných pozemkov a porastov. FORIM, Sobrance, 18 pp. [cit. 9. 9. 2016] Dostupné na: http://www.forim.sk/index_soubory/Merganic_Merganicova_2008_APVV_Tutka.pdf
- MORAVČÍK, M. – ČABOUN, V. – TUTKA, J., 2008. Výskum, klasifikácia a uplatňovanie funkcií lesa v krajine. Správa pre priebežnú oponentúru úlohy výskumu a vývoja, Národné lesnícke centrum Lesnícky výskumný ústav, Zvolen, 179 pp. [cit. 9. 9. 2016] Dostupné na: nlsk.org/images/docs/projekty/ZS_Moravcik.pdf
- NEVŘELOVÁ, M., 2010. Cicavce vybraných typov biotopov Trnavskej pahorkatiny (modelové územia Martinský les a Lindava), Tribun, s.r.o, Brno, 90 pp.
- NLC, 2016. Lesný hospodársky plán LC Píla na r. 2009 – 2019. Lesnícky geografický informačný systém, Zvolen. [cit. 20. 8. 2016] Dostupné na: <http://gis.nlsk.org/lgis/>
- POLÁK, P. – SAXA, A. (eds.), 2005. Priaznivý stav biotopov a druhov európskeho významu. ŠOP SR, Banská Bystrica, 736 pp.
- RUŽIČKOVÁ, J. – LEHOTSKÁ, B. – ĎUGOVÁ, O. – GOMBÍKOVÁ, Z. – HACEKOVÁ, Z. – KALIVODOVÁ, E. – JANITOR, A. – MORAVČÍKOVÁ, Z. – NEVŘELOVÁ, M. – PETROVIČ, F., 2011. Vybrané terestrické biokoridory a biocentrá v kontaktnej

- zóny Trnavskej pahorkatiny a Malých Karpát. Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 204 pp.
- RUŽIČKOVÁ, J. – LEHOTSKÁ, B. – KALIVODOVÁ, E., 2015a. Vybrané hydrické biokoridory a biocentrá v kontaktnej zóne Trnavskej pahorkatiny a Malých Karpát, Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 180 pp.
- RUŽIČKOVÁ, J. – NEVŘELOVÁ, M. – LEHOTSKÁ, B., 2015b. Stanovenie spoločenskej hodnoty biotopov a druhov Martinského lesa a Šenkvicekého hája. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae* (Bratislava), 23(1): 66–76.
- SABO, P. – KOREŇ, M. – ŠTEFFEK, J. – KRAMÁRIK, J. – MAGLOCKÝ, Š. – STRAKA, P. – RUŽIČKOVÁ, J., 2002. Národná ekologická sieť – NECONET, M 1 : 1 000 000. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica: 256.
- SALLES, J.-M., 2011. Valuing biodiversity and ecosystem services: Why put economic values on Nature? *Comptes Rendus Biologies*, 334(5–6): 469–482.
- SEJÁK, J. – DEJMAL, I. et al., 2003. Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Český ekologický ústav, Praha, 429 pp.
- SEJÁK, J. – POKORNÝ, J., 2009. Voda a peněžní hodnocení biotopů a služeb ekosystémů. *Vodní hospodářství*, 1: 12–14.
- SEJÁK, J. – CUDLÍN, P. – DEJMAL, I. – PETŘÍČEK, V. – ČERNÝ, K. et al., 2010a. Metodika oceňování biotopů. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 66 p. [cit. 9. 9. 2016] Dostupné na: http://users.prf.jcu.cz/kucert00/HABIT/METODIKA_OCENOVANI_BIOTOPU.pdf
- SEJÁK, J. – CUDLÍN, P. – POKORNÝ, J. – ZAPLETAL, M. – PETŘÍČEK, V. – GUTH, J. – CHUMAN, T. – ROMPORTL, D. – SKOŘEPOVÁ, I. – VACEK, V. – VYSKOT, I. – ČERNÝ, K. – HESSLEROVÁ, P. – BUREŠOVÁ, R. – PROKOPOVÁ, M. – PLCH, R. – ENGSTOVÁ, B. – STARÁ, L., 2010b. Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky. Fakulta životního prostředí UJEP, Ústí nad Labem, 98 pp.
- STANÍKOVÁ, K. – MIKLÓS, L. – ŠTEFFEK, J. – MAJZLÁNOVÁ, E. – BARANČOK, P. – ŠTEFUNKOVÁ, D. – IZAKOVIČOVÁ, Z. – VARŠAVOVÁ, M. – DOBROVODSKÁ, M., 1993. Regionálny ÚSES okresu Bratislava-vidiek. ÚKE SAV, Bratislava, 86 pp.
- STANOVÁ, V. – VALACHOVIČ, M. (eds.), 2002. Katalóg biotopov Slovenska. Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 pp.
- TIBENSKÝ, J., 1996. Poctivá obec budmerická. Každodenný život slovenskej dediny na konci feudálnej éry. Vydavateľstvo RAK v spolupráci s Obecným úradom Budmerice, 480 pp.
- TIBENSKÝ, J., 1998. Poctivá obec budmerická. Starodávna história. Každodenný život slovenskej dediny od najstarších čias do začiatku 18. storočia. Vydavateľstvo RAK, obec Budmerice, 560 pp.

VO QUOC, T. – KUENZER, C. – VO QUANG, M. – MODER, F. – OPPELT, N., 2012.
Review of Valuation Methods for Mangrove Ecosystem Services. Journal of
Ecological Indicators, 23: 431–446.

VYHLÁŠKA MŽP SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z.
o ochrane prírody a krajiny.

VYHLÁŠKA MŽP SR č. 579/2008 Z. z. ktorou sa mení vyhláška MŽP SR č. 24/2003
Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny
v znení neskorších predpisov.

VYHLÁŠKA MŽP SR č. 158/2014 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č.
24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody
a krajiny v znení neskorších predpisov.

VÝNOS MŽP SR č. 3/2004-5.1 zo 14. júla 2004, ktorým sa vydáva národný zoznam
území európskeho významu.

WWW.SOPSR.SK

MACROZOOBENTHOS OF TWO HYDROMELIORATION CHANNELS (HRAŇ AREA, EASTERN SLOVAK LOWLAND, SLOVAKIA) IN DIFFERENT TIME PERIODS

Jozef TEREK¹ – Jaroslav BRÁZDA² – Jozef OBOŇA³ –
Radoslav SMOEÁK³

ABSTRACT

In four profiles of two hydromelioration channels, relatively high diversity of macrozoobenthos species (100 taxa) was found. Samples taken from this channel consisted of the following higher taxonomical groups: Oligochaeta, Hirudinea (3 taxa), Amphipoda (2 taxa), Isopoda (1 taxa), Mollusca (13 taxa), Diptera (30 taxa), Odonata (17 taxa), Ephemeroptera (3 taxa), Trichoptera (8 taxa), Heteroptera (10), Megaloptera (1 taxa), Lepidoptera (2 taxa), and Coleoptera (9 taxa).

KEYWORDS

zoobentos, hydromelioration channels

INTRODUCTION

Lowland area of Eastern Slovakia was periodically flooded in past. The risk of flood damage in agriculture was reduced by restoring and modernizing of hydromelioration channels, which helped to protect agricultural land. Especially from the years 1970-1980, when mass building of hydromelioration channels were in progress. The Eastern Slovakia hydromelioration channels were the subject of studies especially of KOKORČÁK (1974, 1977, 1982); BRÁZDA & TEREK (1996); FERIANC (1990) and FERIANC & TOTH (1993a, b). However, currently is this problem probably uninteresting. These anthropogenic habitats are filling up by sediments from the surrounding agricultural landscape and are overgrown by plants.

The main aim of the present paper is to characterize the macrozoobenthos of channels from this area.

MATERIAL AND METHODS

The research subjects in this study are two hydromelioration channels (K3 and K4) in two profiles near Hraň village, different in size and in the way of agricultural utilisation of the surrounding country.

¹ Department of Environmental Management, Faculty of Management, University of Prešov, 17. novembra 1, SK – 081 16 Prešov, Slovakia, jozef.terek@unipo.sk

² Františkánska 2, SK – 811 01 Bratislava, Slovakia

³ Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, SK – 081 16 Prešov, Slovakia, obonaj@centrum.sk a radoslavsmolak@gmail.com



Figure 1. Location of studied area.

In years 1986-1988, quantitative samples were taken by Birge-Eckman sampler (15 x 15 cm) from dominant substrates and washed by sieve with mesh size 0.8 mm. The concentrated content was placed in the transport PVC containers and fixed using 4% formaldehyde solution. Samples of natant vegetation and macroinvertebrates living on it were collected by sieve with 15 cm in diameter and mesh size 1x1 mm from every acquisition place four times in vegetation season. In years 2003, 2012, 2013, and 2014, qualitative samples were collected using sieve with 15 cm in diameter and mesh size 1x1 mm from dominant substrates and plants at each channel in each profile twice in vegetation season. In laboratory, the material was sorted and identified to the lowest possible taxonomical level using general and specialized keys to identify benthic macroinvertebrates (e.g. ROZKOŠNÝ 1980; NILSSON 1996, 1997; etc.). Heteroptera from 2003, 2012, 2013 and 2014 were identified by Barbora Reduciendo Klementová (Department of Biology and General Ecology, Technical University in Zvolen). Odonota from the same season were identified by Zuzana Matúšová (Department of Biology and General Ecology, Technical University in Zvolen).

RESULTS

Through this research, altogether 100 taxa of macrozoobenthos were recorded (Table 1).

Table 1. List of collecting taxa (“x” indicates the presence of taxa at a study site during the research; “cf.” indicates the specimen is difficult to identify so actual identification cannot be certain).

Taxa	1986-1988	2003	2012-2014
Oligochaeta			
<i>Oligochaeta</i> sp. div.	x		x
Hirudinea			
Glossiphoniidae			
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	x		
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Piscicolidae			
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Amphipoda			
Niphargidae			
<i>Niphargus hrabei</i> Schellenberg, 1933	x		
Gammaridae			
<i>Gammarus</i> sp.			x
Isopoda			
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x
Mollusca			
Bithyniidae			
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Lymnaeidae			
<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)			cf.
<i>Lymnaea peregra</i> (O. F. Müller, 1774)		x	x
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	x		x
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud, 1805)	x		
<i>Stagnicola palustris</i> (O. F. Müller, 1774)	x		
Valvatidae			
<i>Valvata</i> sp.			x
<i>Valvata cristata</i> O. F. Müller, 1774		x	x
Viviparidae			
<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Planorbidae			
<i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x
<i>Planorbis planorbis</i> (Linnaeus, 1758)			cf.
Sphaeriidae			
<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Unionidae			
<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Diptera			
Ceratopogonidae			
<i>Ceratopogon</i> sp.	x		
<i>Ceratopogonidae</i> pupa indet.			x
<i>Palpomyia lineata</i> (Meigen, 1804)	x		
<i>Sphaeromyia fasciatus</i> (Meigen, 1804)	x		

MACROZOOBENTHOS OF TWO HYDROMELIORATION CHANNELS (HRAŇ AREA,
EASTERN SLOVAK LOWLAND, SLOVAKIA) IN DIFFERENT TIME PERIODS

Table 1. - continued

Chironomidae			
Chironomidae indet			x
<i>Microtendipes</i> sk. <i>chloris</i> (Meigen, 1818)	x		
<i>Anatopynia plumipes</i> (Fries, 1823)	x		
<i>Clinotanytus nervosus</i> (Meigen, 1818)	x		
<i>Cricotopus</i> sp.	x		
<i>Einfeldia</i> sk. <i>pagana</i> (Meigen, 1838)	x		
<i>Endochironomus</i> sp.	x		
<i>Endotendipes</i> sk. <i>abbranchius</i> Kieffer, 1913	x		
<i>Glyptotendipes cauliginellus</i> (Kieffer, 1913)	x		
<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i> (Linnaeus, 1758)	x		
<i>Chironomus</i> sp.	x	x	x
<i>Polypedilum pedestre</i> (Meigen, 1830)	x		
<i>Polypedilum</i> sk. <i>nubeculosum</i> (Meigen, 1804)	x		
<i>Polypedilum</i> sk. <i>scalaenum</i> (Schränk, 1803)	x		
<i>Procladius</i> sp.	x		
<i>Tanytus punctipennis</i> Meigen, 1818	x		
Culicidae			
<i>Anopheles</i> sl. <i>maculipennis</i> Meigen, 1818			x
Dixidae			
<i>Dixella</i> sp.			x
Ephydriidae			
<i>Setacera</i> sp.			x
Chaoboridae			
<i>Chaoborus flavicans</i> (Meigen, 1830)	x		x
Limoniidae			
<i>Helius longirostris</i> (Meigen, 1818)	x		
Stratiomidae			
<i>Stratiomys</i> sp.			x
<i>Oplodontha viridula</i> (Fabricius, 1775)			x
<i>Odontomyia</i> sp.			x
<i>Odontomyia ornata</i> (Meigen, 1822)	x		
Tabanidae			
<i>Chrysops relictus</i> Meigen, 1820	x		
Odonata			
Platycnemididae			
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)			cf.
Coenagrionidae			
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	x		
<i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden, 1823)		x	x
<i>Coenagrion</i> / <i>Ischnura</i> indet		x	x
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	x	x	x
<i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)			x
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	x		
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	x	x	x
Corduliidae			

Table 1. - continued

<i>Somatochlora</i> sp.			cf.
Aeshnidae			
<i>Aeshna grandis</i> (Linnaeus, 1758)		x	x
<i>Anaciaeschna isoceles</i> (Müller, 1767)			x
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	x	x	x
<i>Brachytron pratense</i> (O. F. Müller, 1764)			x
Libellulidae			
<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)		x	x
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	x		
<i>Orthetrum albistylum</i> (Sélys, 1848)		x	x
<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	
Ephemeroptera			
Caenidae			
<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x
Baetidae			
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	x	x	x
<i>Procloeon pennulatum</i> (Eaton, 1870)	x		
Trichoptera			
Leptoceridae			
<i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens, 1836)	x		
Polycentropidae			
<i>Cyrnus flavidus</i> McLachlan, 1864	x		
Limnephilidae			
Limnephilidae indet.			x
Leptoceridae			
<i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834	x		
<i>Mystacides longicornis</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Phryganeidae			
<i>Phryganea bipunctata</i> Retzius, 1783	x		
<i>Phryganea grandis</i> Linnaeus, 1758	x		
<i>Phryganea</i> sp.			x
Heteroptera			
Corixidae			
<i>Cymatia coleoprata</i> (Fabricius, 1777)		x	
<i>Hesperocorixa linnaei</i> (Fieber, 1848)			x
Gerridae			
<i>Aquarius paludum</i> (Fabricius, 1794)		x	x
<i>Gerris argentatus</i> Schummel, 1832			x
<i>Gerris lateralis</i> Schummel, 1832			x
Naucoridae			
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)		x	x
Nepidae			
<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758			x
<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)			x
Notonectidae			
<i>Notonecta glauca</i> Linnaeus, 1758			x

Table 1. - continued

Pleioidea			
<i>Plea minutissima</i> Leach, 1817		x	x
Megaloptera			
<i>Sialis lutaria</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x
Lepidoptera			
Crambidae			
<i>Cataclysta lemnata</i> (Linnaeus, 1758)	x		
<i>Parapoynx stratiotata</i> (Linnaeus, 1758)	x		
Coleoptera			
Hydrophilidae			
<i>Chaetarthria seminulum</i> (Herbst, 1797)	x		
Hydrophilidae indet.	x		
Dytiscidae			
<i>Agabus</i> sp.	x		x
<i>Hygrotus</i> sp.			x
<i>Ilybius</i> sp.			x
<i>Ilybius fenestratus</i> (Fabricius, 1781)	x		
Halipidae			
<i>Peltodytes</i> sp.			x
Halipidae			
<i>Halipus ruficollis</i> (De Geer, 1774)	x		
<i>Noterus</i> sp.			x

In the studied channels, relatively high species diversity was found. Total 100 taxa belong to groups: Oligochaeta, Hirudinea (3 taxa), Amphipoda (2 taxa), Isopoda (1 taxa), Mollusca (13 taxa), Diptera (30 taxa), Odonata (17 taxa), Ephemeroptera (3 taxa), Trichoptera (8 taxa), Heteroptera (10), Megaloptera (1 taxa), Lepidoptera (2 taxa), and Coleoptera (9 taxa).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

As indicated above, altogether 100 macrozoobenthos taxa were found in the study. Similarly, high diversity was found in the Danube lowlands channels (NAGY & BASTL 1992) where the assemblage consisted of 141 zoobenthic taxa. In Ukraine, though of different type and of much larger range, which reached for example in channel Donec-Donbas 141 taxa and Dnepr-Krivý Rog 119 taxa, Krasnozamskaja irrigation system contained 107 taxa (KAFTANIKOVA 1968). In Ukrainian channels which dry out in winter, for example Severokrymský and Ingulecký, around 100 taxa, in Tatrabanarský irrigation system only 57 taxa were found (OKSIJUK et al. 1990). Also in other types of channels a high abundance of species was found. For example, BANASZAK (1979) mentions 61 taxa of zoobentos, BANASZAK & KASPRZAK (1980) found 84 taxa in various types of water in the agricultural countryside area. When comparing the abundance of a melioration channel and a lake, or its littoral part, four times higher abundance was found in channels (BANASZAK 1984).

The biotops of hydromelioration channels are showing an oxygen deficit near the bottom which influences the decomposition processes of organic material of autochthonic origin accomplished by micro-organisms, while mainly amination is in progress, and nitrification, which is very limited (FERIANC 1991). Therefore, in these ecosystems in all seasons dominated taxa, which are not with great oxygen requirements or to breathe the atmospheric oxygen (e.g. Diptera).

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank to Barbora Reduciendo Klementová and Zuzana Matúšová (Department of Biology and General Ecology, Technical University in Zvolen) for help by identification of groups Heteroptera and Odonata. We would especially like to thank to anonymous reviewers helped by providing constructive comments. This work was supported by project VEGA-1/0749/14.

LITERATURE

- BANASZAK, J., 1979. Chironomidae (Diptera) from bottom sediments in various types of water bodies in agricultural areas. *Acta hydrobiol.*, 21(2): 167-176.
- BANASZAK, J., 1984. Density and biomass of benthic Chironomidae (Diptera) in a lake and melioration channel, situated in agricultural landscape. *Polskie Arch. Hydrobiol.*, 31(4): 353-363.
- BANASZAK, J. – KASPRZAK, K. 1980. Evaluation of occurrence and density of Oligochaeta, Mollusca and Chironomidae in bottom deposits of Lake Zbechy and in melioration channel with agricultural landscape. *Pol. Ecol. Stud.*, 6: 221-245.
- BRÁZDA, J. – TEREK, J. 1996. Zoobentos hydromelioračných kanálov oblasti Hrane. *Natura Carpatica* 37: 109-118.
- FERIANC, P., 1990. Changes in bacterial community of two hydro melioration channels in east slovakian lowlands. *Biologia (Bratislava)* 45(7): 579-592.
- FERIANC, P., 1991. Bacterial decomposition of leaf litter of selected kinds of wood in hydromelioration channel in Eastern Slovakia lowlands. *Biológia*: 43: 623-632.
- FERIANC, P., – TOTH, D. 1993. Annual dynamics of organic matter and basic nutrients in sediments of two hydromelioration channels in the Eastern Slovakia lowlands. *Biologia (Bratislava)* 48(6): 657-670.
- FERIANC, P., – TOTH, D. 1993. Microbial numbers, biomass and microbial activity in sediments of 2 hydromelioration channels in the Eastern Slovakia Lowlands. *Biologia (Bratislava)* 48(3): 319-330.

- KAFTANIKOVA, O.G., 1968. Zoobentos i životnoje obrastani kanalov juga USSR In. Kanaly SSSR, Izd. Naukova dumka, p. 156-179.
- KOKORĎÁK, J., 1974. Zarastanie odvodňovacích kanálov VSN a možnosti jeho odstránenia biologickou cestou. Sbor. Vých. slov. Múz., Košice, 15, p. 45-71.
- KOKORĎÁK, J., 1977. Mikrobentos vybraných kanálov na východoslovenskej nížine. Sbor. Vých. slov. Múz., Košice, 18 AB, p. 35-54.
- KOKORĎÁK, J., 1982. Introduction to macrozoobentos of selected locations in Eastern Slovakia lowlands. Ochrana prírody 3, p. 309-323. Zbor. referátov z konferencie Ichtyol. sekcie SZS, Bratislava, p. 42-47.
- NAGY, S. – BASTL, I., 1992. Zoobenthos and ichthyofauna of channels on Žitný ostrov. Spravodaj oblastného podunajského múzea v Komárne, 10: 141-171.
- NILSSON, A. N., 1996. Aquatic Insects of North Europe. A taxonomic handbook. Vol. 1: Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Magaloptera, Neuroptera, Coleoptera, Trichoptera and Lepidoptera., Apollo Books: Stenstrup, Denmark, Volume 2, 274 pp.
- NILSSON, A.N., 1997. Aquatic Insects of North Europe: A Taxonomic Handbook. Odonata-Diptera; Apollo Books: Stenstrup, Denmark, Volume 2, 440pp.
- OKSIJUK, O.P., – OLEJNIK, G.N., – ŠEVCOVÁ, L.V. 1990. Hidrobiol. kanálov Ukrajinskej SSR. Inst. gydrobiolog. Kiev, Naukova dumka, 240 pp.
- ROZKOŠNÝ, R., 1980. Klíč vodních larev hmyzu, Academia, Praha, Czech Republic, 523 pp.

IN VITRO ANTIFUNGÁLNY EFEKT SILÍC PROTI HUBOVÝM PATOGENOM OZIMNEJ FORMY PŠENICE LETNEJ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

IN VITRO ANTIFUNGAL EFFECT OF ESSENTIAL OILS AGAINST FUNGAL PATHOGENS OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Jozef FEJÉR¹ – Martin PASTIRČÁK²

ABSTRACT

Fungal pathogens attack the field crops and they have negative impact on the quality and quantity of production. Their control with the pesticides is not possible in the ecological systems of cultivation because of the pesticides have an adverse impact on the environment. The aim of this work was to estimate the effect of the natural biologically active substances against fungal pathogens in the in vitro conditions. Twenty-two fungal pathogens isolated from a grain of the winter wheat, and two essential oils from Mentha piperita and Origanum vulgare were used in the experiment. Mint oil was found to have inhibitory effect against pathogens Fusarium poae, Fusarium graminearum, Fusarium culmorum, Pyrenophora tritici-repentis, Alternaria infectoria and Alternaria alternata. The mint oil inhibition zone ranged from 5.91 to 22.25 mm. Oregano essential oil showed antifungal activity against all tested pathogens, with inhibition zone from 18.75 to 25.00 mm.

KEYWORDS

essential oil, fungal pathogens, Mentha piperita, Origanum vulgare

Úvod

Hubové patogény rastlín spôsobujú veľké škody na úrode a tým aj významné ekonomické straty a v niektorých oblastiach sveta dokonca vedú až k hladomoru veľkej časti ľudskej populácie (ŮRGEOVÁ & KOPÁNI, 2004). Straty spôsobené fytopatogénmi sa pri vybraných plodinách odhadujú nasledovne: ryža 15 %, pšenica 12,5 %, jačmeň 10 %, kukurica 11 %, zemiaky 16 %, sója 9 %, bavlna 10,5 %, káva 15 % (BAKER et al., 1997). Aj keď je snaha znížiť straty hospodárskej úrody spôsobované chorobami používaním agrochemikálií, za posledných 30 rokov sa tieto nezmenili a sú na

¹ Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov, Slovensko; e-mail: jozef.fejer@unipo.sk

² Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

úrovni približne 10 % (WILM, 2003). Z uvedeného vyplýva, že konvenčné postupy v ochrane poľnohospodárskych kultúr v agroekosystémoch používaním chemických prípravkov neprispievajú k úplnej eliminácii škodlivosti patogénov. Navyše výrazne zaťažujú životné prostredie rezíduami pesticídov, ktoré sa dostávajú aj do potravinového reťazca a ohrozujú zdravie ľudí a zvierat. Jedným z možných riešení je využitie biologicky aktívnych látok – sekundárnych metabolitov rastlinného pôvodu, ktoré nemajú negatívne účinky. Rastliny produkujú sekundárne metabolity ako obranný mechanizmus na atak rôznymi patogénmi, alebo ako odpoveď na stres. Uvedené vlastnosti týchto produktov sekundárneho metabolizmu je možné účelne využiť pri regulácii patogénnych húb napádajúcich kultúrne rastliny. Cieľom prezentovaného výskumu bolo overiť antifungálny efekt silíc vybraných druhov rastlín proti spektru hubových patogénov napádajúcich pšenicu letnú, formu ozimnú.

MATERIÁL A METÓDY

Mikroskopické huby (23 izolátov) bolo izolovaných zo zrna pšenice ozimnej formy letnej (*Triticum aestivum* L.) v laboratórnych podmienkach NPPC, Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch z lokalít na území Slovenska (Tab. 1.).

Mikroskopické huby boli izolované v *in vitro* podmienkach na umelých živných pôdach (PDA, SNA) a identifikované na základe prítomnosti reprodukčných štruktúr charakteristických pre jednotlivé druhy húb s použitím binokulárneho stereo mikroskopu Olympus SZ61 a mikroskopu Olympus BX 51 a identifikačných manuálov v súčasnosti používaných pri identifikácii húb (GERLACH & NIRENBERG, 1982; CHAMPION, 1997; KIFFER & MORELET, 2000; MALONE & MUSKETT, 1997; NELSON et al., 1983). Identifikované izoláty húb boli uložené vo forme čistých izolátov na umelých živných pôdach pri teplote 20 ± 2 °C v *in vitro* podmienkach pre ďalšie fytopatologické štúdie – testovanie antifungálnych účinkov.

Na testovanie antifungálnych účinkov boli použité čisté silice mäty piepornej (*Mentha x piperita* L.) a pamajoránu obyčajného (*Origanum vulgare* L.). Tieto boli získané z firmy Calendula a.s Nová Lubovňa. V silici mäty dominovali zložky mentol (44,14 %), menthyl acetát (14,70 %) a cineol (12,50 %). Pamajoránova silica sa vyznačoval vysokým obsahom tymolu (63,00 %). Druhú dominantnú zložku tvoril mentol (18,23 %).

Tabuľka 1. Zoznam izolátov mikroskopických húb zo zrna pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.).

Izolát	Izolovaná huba	Lokalita zberu vzoriek zrna
1	<i>Alternaria alternata</i>	Tekovské Lužany
2	<i>Fusarium poae</i>	Tekovské Lužany
3	<i>Fusarium graminearum</i>	Zlatná na Ostrove
4	<i>Fusarium poae</i>	Zlatná na Ostrove
5	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Liptovská Teplá
6	<i>Fusarium sporotrichoides</i>	Liptovská Teplá
7	<i>Fusarium anthophyllum</i>	Liptovská Teplá
8	<i>Fusarium avenaceum</i>	Velčice
9	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Palárikovo
10	<i>Fusarium poae</i>	Palárikovo
11	<i>Chaetomium globosum</i>	Palárikovo
12	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Palárikovo
13	<i>Fusarium poae</i>	Palárikovo
14	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Palárikovo
15	<i>Fusarium sp.</i>	Palárikovo
16	<i>Fusarium graminearum</i>	Palárikovo
17	<i>Alternaria alternata</i>	Palárikovo
18	<i>Alternaria infectoria</i>	Palárikovo
19	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Palárikovo
20	<i>Alternaria alternata</i>	Palárikovo
21	<i>Alternaria alternata</i>	Tekovské Lužany
22	<i>Fusarium culmorum</i>	Spišské Vlachy
23	<i>Fusarium graminearum</i>	Malý Šariš

Na sterilnú Petriho misku (priemer 90 mm) sa napipetovalo 15 ml vopred pripraveného a sterilizovaného živného média Czapek dox agar – modified. Do stredu Petriho misky sa umiestnil sterilizovaný filtračný papier s priemerom 5 mm. Z pripravených izolátov hubových patogénov sa pomocou skalpela vyrezali štyri segmenty s rozmerom 5 x 5 mm, ktoré sme vložili do Petriho misky na živnú pôdu vo vzdialenosti 25 mm od stredového disku (hrana disku kultivovaného segmentu k okraju stredového disku = 25 mm). Na stredový sterilný disk sa aplikovalo 5 µl silice. Misky sa následne vložili do fytokomory s teplotným režimom 22 °C, svetelnými podmienkami 12 hodín svetlo a 12 hodín tma. Po ôsmich dňoch sa merala inhibičná zóna, t.j. vzdialenosť od okraja kolónie hubového patogéna po okraj stredového disku, na ktorý bola aplikovaná silica. *In vitro* testovanie antifungálnych účinkov silíc bolo uskutocnené na 22 izolátoch hubových patogénov izolovaných zo zrna pšenice (patogén č. 11 bol vylúčený z dôvodu nedostatočnej sporulácie). Každý izolát bol hodnotený v troch variantoch:

1. variant: neošetrená kontrola - izolát bez aplikácie silice,
2. variant: aplikácia silice mäty piepornej (*Mentha x piperita* L.),
3. variant: aplikácia silice pamajoránu obyčajného (*Origanum vulgare* L.).

Získané dáta boli zhodnotené analýzou variancie (Statgraphics 6.0; metóda LSD 95 %).

IN VITRO ANTIFUNGÁLNY EFEKT SILÍC PROTI HUBOVÝM PATOGÉNOM
OZIMNEJ FORMY PŠENICE LETNEJ
(TRITICUM AESTIVUM L.)

VÝSLEDKY

Dosiahnuté výsledky – veľkosť inhibičnej zóny a štatistická preukaznosť rozdielov je uvedená v tabuľke 2.

Tabuľka 2. Veľkosť inhibičnej zóny jednotlivých variantov proti hubovým patogénom.

Izolát	Hubový patogén	Variant	Inhibičná zóna v mm	Preukaznosť rozdielov
1.	<i>Alternaria alternata</i>	kontrola	3,497	b
		mäta	4,227	b
		pamajorán	23,750	a
2.	<i>Fusarium poae</i>	kontrola	0,000	c
		mäta	8,052	b
		pamajorán	23,740	a
3.	<i>Fusarium graminearum</i>	kontrola	0,000	c
		mäta	6,500	b
		pamajorán	24,750	a
4.	<i>Fusarium poae</i>	kontrola	0,000	b
		mäta	0,000	b
		pamajorán	25,000	a
5.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	kontrola	2,750	b
		mäta	4,750	b
		pamajorán	25,000	a
6.	<i>Fusarium sporotrichoides</i>	kontrola	0,000	b
		mäta	0,000	b
		pamajorán	19,750	a
7.	<i>Fusarium anthophyllum</i>	kontrola	0,750	b
		mäta	2,500	b
		pamajorán	19,500	a
8.	<i>Fusarium avenaceum</i>	kontrola	6,750	b
		mäta	7,250	b
		pamajorán	18,750	a
9.	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	kontrola	11,512	b
		mäta	13,462	b
		pamajorán	25,000	a

Tabuľka 2. - pokračovanie.

Izolát	Hubový patogén	Variant	Inhibičná zóna v mm	Preukaznosť rozdielov
10.	<i>Fusarium poae</i>	kontrola	0,000	b
		mäta	0,000	b
		pamajorán	25,000	a
12.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	kontrola	7,505	b
		mäta	7,800	b
		pamajorán	25,000	a
13.	<i>Fusarium poae</i>	kontrola	0,000	c
		mäta	5,912	b
		pamajorán	25,000	a
14.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	kontrola	3,142	c
		mäta	9,675	b
		pamajorán	25,000	a
15.	<i>Fusarium</i> sp.	kontrola	18,232	b
		mäta	18,387	b
		pamajorán	25,000	a
16.	<i>Fusarium graminearum</i>	kontrola	0,000	c
		mäta	19,330	b
		pamajorán	25,000	a
17.	<i>Alternaria alternata</i>	kontrola	4,900	b
		mäta	9,023	
		pamajorán	25,000	a
18.	<i>Alternaria infectoria</i>	kontrola	2,320	c
		mäta	22,253	b
		pamajorán	25,000	a
19.	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	kontrola	2,985	c
		mäta	15,068	b
		pamajorán	25,000	a
20.	<i>Alternaria alternata</i>	kontrola	3,798	b
		mäta	6,603	b
		pamajorán	25,000	a
21.	<i>Alternaria alternata</i>	kontrola	3,368	c
		mäta	20,998	b
		pamajorán	25,000	a
22.	<i>Fusarium culmorum</i>	kontrola	0,000	c
		mäta	8,028	b
		pamajorán	25,000	a
23.	<i>Fusarium graminearum</i>	kontrola	0,000	c
		mäta	7,325	b
		pamajorán	25,000	a

Ako z údajov vyplýva, pamajoránová silica vykazovala antifungálny efekt proti všetkým hodnoteným hubovým patogénom. Pri šiestich patogénoch (Izoláty č. 1, 2, 3, 6, 7 a 8) bola zistená inhibičná zóna od 18,75 mm do 24,75 mm. Proti ostatným hodnoteným patogénom bol antifungálny efekt sto percentný, t.j. veľkosť inhibičnej zóny

bola 25 mm. Štatistické zhodnotenie získaných údajov potvrdilo preukazne vyšší antifungálny efekt pamajoránovej silice v porovnaní s kontrolnými variantmi ako aj v porovnaní so všetkými variantmi kde bola použitá mäťová silica.

Mäťová silica nemala pri väčšine patogénnych húb žiadny antifungálny účinok. Tento bol zistený pri 11 izolátoch (č. 2, 3, 13, 14, 15, 16, 18, 19 a 21 až 23). Veľkosť inhibičnej zóny sa pohybovala od 5,91 mm do 22,25 mm. Najsilnejší účinok mala mäťová silica proti *Fusarium graminearum*, *Alternaria infectoria* a *Alternaria alternata*. Antifungálny efekt na vyššie spomenuté patogény bol štatisticky preukazný v porovnaní s kontrolnými variantami, okrem izolátu č. 15 (*Fusarium* sp.). Pri variante č. 15 nedošlo k výraznej sporulácii huby (veľkosť inhibičnej zóny = 18,23 mm aj pri kontrole), z tohto dôvodu nemôžeme jednoznačne posúdiť antifungálny efekt obidvoch testovaných silíc. Medzi účinkom mäťovej a pamajoránovej silice bol rozdiel taktiež štatisticky preukazný. Pamajoránová silica preukazovala vyšší účinok (Tab. 2).

DISKUSIA

Podľa KALEMBA & KUNICKA (2003) antifungálna aktivita môže byť klasifikovaná vplyvom nasledovných komponentov vo vzostupnom poradí: fenoly > aldehydy > ketóny > alkoholy > estery > uhľovodíky. V súlade s týmto konštatujú, že existuje vzťah medzi vysokou aktivitou tymianovej silice a vysokým percentom fenolových zložiek, akou je napríklad tymol. TABASSUM & VIDYASAGAR (2013) uvádza ako jednu z najaktívnejších silíc inhibujúcich rast húb silicu pamajoránu obyčajného (*Origanum vulgare* L.) vďaka prítomnosti fenolových zlúčenín ako je tymol a karvakrol. Podobne uvádza antifungálnu aktivitu silice mäty piepornej (*Mentha x piperita* L.), v ktorej dominujú mentol a tymol proti mykotoxínom, ktoré produkujú *Aspergillus flavus* a *A. parasiticus*. CLEFF et al. (2010) dosiahol dobrý účinok pamajoránovej silice proti *Candida* spp. pri obsahu tymolu od 10,2 % do 8,42 %, karvakrolu od 12,67 % do 9,44 % a 4-terpineolu od 21,32 % do 47,95 %. ČOŠÍČ et al. (2010) popisuje účinok tymianovej silice na inhibíciu myceliárneho rastu viacerých druhov húb z rodu *Fusarium*. Dominantnými zložkami tymianovej silice boli tymol (38,6 %) a p-Cymén (25,0 %). Preukaznú biologickú aktivitu silice mäty a medovky v agroekologických podmienkach Slovenska počas rokov 2004 až 2008 potvrdil HABÁN et al. (2015). DE LIRA MOTA et al. (2012) hodnotil antifungálny účinok esenciálneho oleja tymianu a samotného tymolu proti *Rhizopus oryzae*. Výsledky potvrdili, že silica aj tymol preukazne inhibovali vývoj mycélia a klíčenia sporangiospór. Mechanizmus antifungálneho účinku preukázal interakciu silice a tymolu s ergosterolom.

V literatúre je popisované rôzne zloženie pamajoránovej silice, v ktorej dominujú monoterpénové fenoly, ako tymol a karvakrol, ktorých množstvo dosahuje 80,2 až 98,0 % z celkového obsahu všetkých komponentov silice (RODRIGUES et al., 2004). V nami testovanej pamajoránovej silici bol zistený vysoký obsah tymolu (63,00 %) a v mäťovej silici mentolu (44,14 %). Tieto biologicky aktívne látky zrejme zodpovedajú za zistený vysoký antifungálny efekt, predovšetkým pamajoránovej silice.

ZÁVER

Mnohé rastliny produkujú sekundárne metabolity, ktoré sa syntetizujú a akumulujú v organizme ako ich reakcia na biotické a abiotické stresy. Poznanie funkcií a účinkov sekundárnych metabolitov je predpokladom pre ich využitie v rôznych priemyselných odvetviach. Jednou z možností ich uplatnenia v praxi je použitie v ochrane rastlín proti biotickým stresom, napr. proti hubovým patogénom napádajúcim kultúrne plodiny v agroekosystémoch. Je to aplikovateľné predovšetkým v ekologických systémoch hospodárenia, kde je použitie syntetických pesticídov zakázané. Výsledky získané štúdiom antifungálneho účinku silíc mäty piepornej a pamajoránu obyčajného preukázali antifungálny efekt. Mätová silica účinkovala proti 11 hubovým patogénom. Pamajoránová silica inhibovala rast všetkých testovaných patogénov. Potvrdili to výsledky štatistického zhodnotenia veľkosti inhibičných zón analýzou variancie porovnaním testovaných silíc s neošetrenými kontrolnými variantmi. To dáva predpoklad pre využitie týchto sekundárnych metabolitov v biologickej ochrane pestovaných rastlín.

LITERATÚRA

- BAKER, B. - ZAMBRYSKI, P. - STANKAWICZ, B. - DINESH-KUMAR, S.P. 1997. Signalling in plant-microbe interactions. *Science*, 276, 26-733.
- ĆOSIĆ, J. – VRANDEČIĆ, K. – POSTIĆ, J. – DRAŽENKA, J. – RAVLIĆ, M., 2010. IN VITRO ANTIFUNGAL Activity of Essential Oils on Growth of Phytopathogenic Fungi. *Poljopriveda*, 16 (2), 25 – 88.
- DE LIRA MOTA, K.S. – DE OLIVIERA PERREIRA, F. – DE OLIVIERA, W.A. – OLIVIERA LIMA, I. - DE OLIVIERA LIMA, E., 2012. Antifungal Activity of *Thymus vulgaris* L. Essential Oil and Its Constituent Phytochemicals against *Rhizopus oryzae*: Interactions with Ergosterol. *Molecules*, 17, 14118 – 14433.
- GERLACH, W. & NIRENBERG, H. 1982. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 209, Paul Parey, Berlin, 406.
- HABÁN, M. – LUŠČÁKOVÁ, D. – HABÁNOVÁ, M. – GAŽO, J. - KOBIDOVÁ, R., 2015. Evaluation results of the quantitative-qualitative indicators of lemon balm and peppermint grow in the cold agro-climatic macroregion. *Research Journal of Agricultural Science*, 47 (2), 62 – 71.
- CHAMPION, R. 1997. Identifier les champignons transmis par les semences. INRA, Paris, 398 pp.
- KALEMBA, D. & KUNICKA, A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.*, 10, 813 – 829.
- KIFFEER, E. & MORELET, M. 2000. The Deuteromycetes. Mitosporic fungi, classification and genera keys. Science Publishers Inc.

- MALONE, J.P. & MUSKETT, A.E. 1997. Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. ISTA, 191 pp.
- NELSON P. E. - TOUSSON T. A. - MARASAS W. F. O. 1983. Fusarium species. An illustrated manual for identification. – Pennsylvania state University Press. 193 pp.
- RODRIGUES, M.R.A. – KRAUSE, L.C. – CARAMÃO, E.B. - SANTOS, J.G. - DARIVA, C. – OLIVIERA, J.V., 2004. Chemical composition and extraction yield of the extracts of *Origanum vulgare* obtained from sub- and supercritical CO₂. J. Agric. Food Chem., 52(10), 3042 – 3047.
- TABASSUM, N. & VIDYASAGAR, G.M., 2013. Antifungal investigations on plant essential oils. A review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceuticals Sciences. 5, (2), 19 – 28.
- ŮRGEROVÁ, E. & KOPÁNI, J. 2004. Vplyv sekundárných metabolitov rastlín na fytopatogénne vláknité huby. In: Nova Biotechnologica. Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave. Fakulta prírodných vied, 71 – 82.
- WILM, K.H. 2003. Our Food. Database of Food and Related Science, 412 p. Dostupné: www.ourfood.com/Phytopathology_diseases_pla.html.

STRUČNÝ PREHLAD METÓD STANOVENIA ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY PRI RÔZNYCH DRUHOCH LIEČIVÝCH RASTLÍN

A BRIEF REVIEW OF METHODS FOR THE DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY IN VARIOUS SPECIES OF MEDICINAL PLANTS

VIKTÓRIA BARTOŠOVÁ¹ – DOMINIKA DOMBIOVÁ²

ABSTRACT

As a general rule, the plants respond to environmental conditions by producing a variety of secondary metabolites. The secondary metabolites have antioxidant properties of various intensity and protect the organism against stress. Natural antioxidants in particular, are currently being examined for their ability to protect organisms and cells from damage caused by oxidative stress, which is considered a cause of aging and degenerative diseases. In present article, we try to briefly describe the different methods for determining antioxidant activity (elimination of free radicals, redox properties of substances, and determination of natural antioxidants) in the case of medicinal plants, which are considered a major source of natural antioxidants.

KEYWORDS

antioxidant properties, natural antioxidants, lemon balm, peppermint, marigold

Úvod

Každý organizmus disponuje mechanizmami umožňujúcimi do určitej miery zvládať zmeny v životnom prostredí, ktoré môžu u organizmu vyvolať stresovú reakciu. Čo sa týka rastlín, tie sa prispôbujú zmenám, prípadne sa ubránia útokom patogénnych mikroorganizmov, produkciou sekundárnych metabolitov. Napríklad MIKKELSEN et al. (2015) vo svojej práci uvádzajú, že zvýšená teplota a ozón v prostredí vykazujú silný vplyv na akumuláciu sekundárnych metabolitov v tele rastliny, čo naznačuje, že tieto metabolity zohrávajú úlohu pri prispôbovaní sa nepriaznivým rastovým podmienkam. To sa potvrdilo aj v prípade listov napadnutých škodcom, kedy rastlina vykazovala zvýšený obsah týchto látok. Liečivé rastliny sú charakteristické tým, že medzi ich hlavné účinné zložky patria práve sekundárne metabolity (napr. fenolové

¹ Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov, Slovensko; e-mail: viktoria.birknerova@smail.unipo.sk

² Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov, Slovensko; e-mail: dominikadombiova@gmail.com

zlúčeniny). Tieto zložky vznikajú prirodzene pri procese metabolického rastu rastliny a sú dôležitým antioxidantom (AHMAD et al., 2012).

Antioxidanty obmedzujú účinok oxidantov (voľných radikálov) alebo znemožňujú ich tvorbu. Voľné radikály sú nestabilné atómy alebo molekuly, ktoré dokážu ľahko vytvoriť elektrónový pár s elektrónmi inej látky, vďaka svojim vlastným nespáreným elektrónom. Ich zdrojom môžu byť metabolické procesy v organizme ako aj znečistenie životného prostredia. Pri ich nadmernej produkcii je organizmus vystavený takzvanému oxidačnému stresu, ktorý je pre telo škodlivý (ĎURAČKOVÁ et al., 1999). Pojem oxidačný stres definoval v roku 1997 Helmut Siese, ako nerovnováhu medzi oxidantmi a antioxidantmi v prospech oxidantov (HERBERT, 2001).

Proti toxickému účinku pôsobenia voľných radikálov a reaktívnych metabolitov má organizmus vybudované ochranné mechanizmy. Tie znižujú negatívny vplyv voľných radikálov v organizme. Dajú sa rozdeliť na tri skupiny. Do prvej skupiny patria mechanizmy, ktoré zabráňujú tvorbe voľných radikálov (kataláza). V druhej skupine sa nachádzajú mechanizmy, ktoré zachytávajú alebo lapajú už vytvorené voľné radikály. Môžeme ich ďalej rozdeliť na zachytávače - *scavengers* (superoxid dismutáza), lapače - *trappers* (vitamín E) a zhášače - *quenchers* (β -karotén). Tretia skupina tvorí reparačné systémy, ktoré odstraňujú poškodené molekuly z organizmu (ĎURAČKOVÁ, 1998).

Aby mohli byť porovnávané antioxidačné účinky rôznych zmesí zaviedol sa pojem celková antioxidačná aktivita. Antioxidačná aktivita kvantifikuje kapacitu vzorky biologického materiálu eliminovať radikály. Medzi základné metódy stanovenia antioxidačnej aktivity patria metódy založené na eliminácii radikálov a na hodnotení redoxných vlastností látok.

Pri eliminácii radikálov sa môže jednať o syntetické či kyslíkové radikály alebo o elimináciu lipidovej väzby. Hodnotenie redoxných vlastností látok sa uskutočňuje pomocou chemických alebo elektrochemických metód. Vo vzorkách sa v týchto súvislostiach stanovujú aj prirodzené antioxidanty obsiahnuté v biologických materiáloch. Tieto látky rozdeľujeme na hydrofilné (napr. kyselina askorbová, polyfenoly), lipofilné (napr. tokoferol, β -karotén) a amfofilné (napr. fenoly).

V poslednej dobe sa skúmanie nových zdrojov prírodných antioxidantov stáva pre ľudské zdravie veľmi dôležité. Hlavným zdrojom prírodných antioxidantov sú liečivé rastliny (KOKSAL et al., 2011). V tejto práci sa zaoberáme liečivými rastlinami, ktoré sú v našej zemepisnej šírke používané v značnej miere a to medovkou lekárskou (*Melissa officinalis*, L.) a mäťou piepornou (*Mentha $\times$ piperita*, L.) patriacimi do čeľade *Lamiaceae* a nechtíkom lekársnym (*Calendula officinalis*, L.) z čeľade *Asteraceae*.

V nasledujúcej časti sa začneme zaoberať prácami zameranými na hodnotenie eliminácie syntetických radikálov, kde boli použité radikály DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl) a ABTS (kyselina 2,2'-azino-bis(3-etylbenzotiazolín-6-sulfónová).

HODNOTENIE ELIMINÁCIE SYNTETICKÝCH RADIKÁLOV – DPPH

Vychytávanie voľných radikálov pri rastlinnom extrakte z medovky bolo v prípade CAPECKA et al. (2005) stanovované pomocou metódy s DPPH. Etanolový roztok DPPH (0,1 mM) bol použitý ako referenčný bod pre monitorovanie poklesu absorbancie pri 516 nm po pridaní rastlinného extraktu (konečná koncentrácia 0,41 %). Nameraná zachytávacia schopnosť DPPH bola vyššia u čerstvej rastlinnej vzorky v porovnaní so sušenou vzorkou. MIRON et al. (2013) použili pri metóde DPPH štandardný postup, pri ktorom bol roztok pripravený rozpustením 23,5 mg DPPH v 100 ml metanolu. Tento zásobný roztok bol neskôr riedený metanolom na pomer 1:10. Obe zmesi boli skladované pri teplote 4 °C. Testovaných bolo niekoľko koncentrácií extraktov. Z týchto roztokov bolo 25 µl zmiešaných s 975 µl DPPH. Po 4 hodinách v tme pri izbovej teplote bolo 300 µl každej reakčnej zmesi prenesených do 96-jamkovej mikrotitračnej doštičky. Absorbancia bola meraná pri 516 nm. Ako kontrolná vzorka bol použitý roztok DPPH-metanol. Koncentrácia DPPH bola vypočítaná z kalibračnej krivky. Potom bolo vynesené percento zostávajúceho DPPH oproti koncentrácií extraktu, aby sa získalo množstvo antioxidantov nevyhnutné na zníženie počiatočnej koncentrácie DPPH o 50 % (hodnota EC₅₀). Čím nižšiu hodnotu EC₅₀ získame, tým je antioxidačná aktivita vyššia. Meranie bolo uskutočnené triplicítne. Aj GARCÍA-ÍNIGUEZ DE CIRIANO et al. (2010) merali pokles absorbancie pri 516 nm. Zriedený lyofilizovaný extrakt *M. officinalis* v rôznych koncentráciách nechali reagovať s roztokom DPPH počas 30 minút v tme pri izbovej teplote. Kontrolná vzorka bola pripravená s metanolom. Percento inhibície bolo vynesené oproti koncentracii extraktov a na výpočet antioxidačnej kapacity bola následne použitá kalibračná krivka s Troloxom. Výsledky boli vyjadrené ako mg Troloxu na g lyofilizovaného extraktu. KAMDEM et al. (2013) merali absorbanciu rovnako po 30 minútach, ale pri 504 nm. DUDA et al. (2015) merali absorbanciu pri 515 nm. Ako pozitívnu kontrolu použili rôzne koncentrácie Troloxu (0,0-0,025 mM/l). Percentá inhibície boli stanovené pre všetky koncentrácie Troloxu a následne bola zostavená kalibračná krivka. Antiradikálová aktivita bola vyjadrená tromi spôsobmi: ako percento inhibície, podľa vzorca $I = [(A_{\text{kontrola}} - A_{\text{vzorka}}) / A_{\text{kontrola}}] \times 100$ z 2,5 mg.ml⁻¹ rastlinného extraktu (1 %); ako aktivita zachytávania voľných radikálov (RSA³) bola vyjadrená v mM ekvivalentu Troloxu na g sušiny; a ako hodnota EC₅₀ z 2,5 mg.ml⁻¹ extraktu (1 %). V tomto prípade použili 40 µl 4-krát riedeného extraktu a 100 µl roztoku DPPH (0,02 mg.ml⁻¹) v metanole. Inkubácia prebiehala 20 minút v tme a absorbancia bola meraná pri 517 nm spolu s kontrolnou vzorkou roztoku DPPH a metanolom. CHRPOVÁ et al. (2010) metódu kalibrovali pomocou askorbovej kyseliny. Princíp tejto metódy je založený na intenzite DPPH meranej pri 522 nm, kde je tento radikál odfarbovaný fenolovými zložkami, ktoré sú antioxidačne aktívne.

FIALOVÁ et.al. (2014) sa zamerali na antioxidačný potenciál a analýzu silíc rôznych druhov mäty. Zložky silice izolovali pomocou CG-MS. Antiradikálovú aktivitu silíc testovali použitím DPPH voľného radikálu. Najvyššia antioxidačná aktivita bola zaznamenaná u silice z mäty klasnatej (*Mentha spicata*) (SC₅₀ = 0,02 µl.ml⁻¹). Nižšiu antioxidačnú aktivitu zaznamenali u *M. piperita* (SC₅₀ = 3,8 µl.ml⁻¹). Na antioxidačné

vlastnosti éterických olejov mäty sa zamerali aj GONCALVES et al. (2009). Na identifikáciu látok použili rovnako plynovú chromatografiu (GC). Z tejto štúdie vyplynulo, že všetky druhy mäty majú nejakú antioxidačnú kapacitu avšak v porovnaní s predošlou štúdiou mala najvyššiu antioxidačnú kapacitu mäta jemná (*Mentha × gentilis*). V tejto štúdii bola *M. spicata* najviac bohatá na pulegón (55,49 %) a *M. piperita* na mentol (42,70 %), čo sa preukázalo aj v predošlej štúdii. DORMAN et al. (2003) sa vo svojej práci zamerali na redukčnú schopnosť, chelatačnú aktivitu a schopnosť zachytávať syntetický radikál DPPH extraktov rodu *Mentha* rozpustných vo vode. Na analýzu použili kvapalinovú chromatografiu s detekciou PDA (UV-Vis detektor). Všetky extrakty preukázali rôzny stupeň účinnosti v každom antioxidačnom teste, avšak *M. piperita* bola najlepším zdrojom prírodných antioxidantov. Najvyšší obsah dosahovali fenoly za použitia činidla Folin-Ciocalteu a HPLC metódy. Naopak najmenej aktívny zo všetkých výťažkov bol hybridný extrakt mäty praseľatej (*Mentha × verticillata*). NEUGEBAUEROVÁ a VÁBKOVÁ (2011) sa vo svojej štúdii zamerali na celkovú antioxidačnú kapacitu v usušenej vňati rastlín rodu *Mentha*, ktorú stanovovali použitím metódy DPPH. Z hodnotených rastlín bola najvyššia celková antioxidačná kapacita stanovená v *M. piperita* var. *piperita* 'Agnes' a *M. piperita* var. *citrata* 'Lemon'. Naopak najnižšiu celkovú antioxidačnú kapacitu vykazovala mäta dlholistá (*Mentha longifolia*). MOLDOVAN et al. (2014) sa zamerali na antioxidačnú a antimikrobiálnu aktivitu piatich druhov mäty kultivovaných v Rumunsku. Na identifikáciu a kvantifikáciu fenolov použili kvapalinovú chromatografiu a na zistenie antioxidačnej aktivity použili metódu DPPH. Zistili, že najvyššiu antioxidačnú aktivitu vykazovali mäta okrúhlostá (*Mentha × rotundifolia*) a mäta pieporná, čo súvisí aj s ich celkovým obsahom fenolových zlúčenín. SROKA et al. (2005) vo svojej štúdii skúmali antiradikálovú a anti-H₂O₂ aktivitu polyfenolov vo vodnom extrakte z listov mäty piepornej. Na analýzu využili metódu DPPH. Najvyššiu antiradikálovú aktivitu vykazovali luteolin-7-O-rutinosid, eriocitrín a kyselina rozmarínová. Najnižšiu antiradikálovú aktivitu vykazovali isorhoifolin, narirutin a diosmin. Najvyššia anti-H₂O₂ aktivita bola zaznamenaná pri eriocitríne, o niečo nižšia pri kyseline rozmarínovej. Ich výsledky poukazujú na to, že eriocitrín je silný antioxidant mäty piepornej a voľných radikálov.

Štúdiu zameranú na antioxidačnú aktivitu látok z kvetov nechtíka lekárskeho vypracovali KAUR et al. (2015). Etanolový extrakt bol pripravený maceráciou a antioxidačná štúdia bola vykonaná použitím metódy s DPPH. Extrakty a štandardy boli pripravené v koncentrácii 10, 20, 40, 60, 80 a 100 µg.ml⁻¹. Zistilo sa, že antioxidačná aktivita sa zvyšuje so zvyšujúcou sa koncentráciou vo všetkých drogách. Absorbancia bola meraná pri 517 nm. Po 30 minútach nastal pokles absorbancie v dôsledku zachytávačov radikálov. Antioxidačnou aktivitou extraktov z listov nechtíka sa taktiež zaoberali ANUPAM et al. (2014). Štúdiu vykonávali rovnakou metódou ako KAUR et al. (2015). V oboch štúdiách bola stanovená schopnosť redukcie DPPH radikálov pri absorbancii 517 nm, s tým rozdielom, že v štúdii podľa KAUR et al. (2015) bola meraná po 30 minútach a v tejto štúdii bola meraná po 20 minútach. In vitro antioxidačné štúdie preukázali účinky *C. officinalis* potlačujúce zápal a artritídu.

HODNOTENIE ELIMINÁCIE SYNTETICKÝCH RADIKÁLOV – ABTS

Radikál ABTS sa využíva pri metóde TEAC⁴, ktorá slúži na porovnanie aktivity anti-oxidantu s Troloxom (kyselina 6-hydroxy-2,5,7,8-tetrametylchróman-2-karboxylová). Princíp spočíva vo vychytávaní radikálmi ABTS pričom vzniká modro-zelené sfarbenie a antioxidačná aktivita je vyjadrená ako mg ekvivalentu vitamínu C (VCE) na g suchej vzorky. Stručne opísané, radikálny iniciátor AAPH (2,2'-azobis-(2-amidinopropán dihydrochlorid)) sa zmieša s ABTS vo fyziologickom roztoku, ktorý je tlmivým roztokom fosfátu (PBS). Výsledný modro-zelený roztok ABTS je upravovaný pri 734 nm pridávaním PBS. Vzorka sa zmieša s roztokom ABTS a inkubuje v tme pri 37 °C. Kontrolná vzorka pozostáva z roztoku metanolu a ABTS a eliminácia radikálov sa hodnotí pri vlnovej dĺžke 734 nm (Bouayed et al., 2007). Chromogénny radikál ABTS•+ bol v prípade GARCÍA-ÍÑIGUEZ DE CIRIANO et al. (2010) vytvorený pomocou chemickej reakcie zmiešaním vodného roztoku ABTS s dithioničitánom draselným (K₂S₂O₈), aby bola dosiahnutá konečná koncentrácia ABTS 7mM. Zásobný roztok bol držaný 12-16 hodín v tme pri izbovej teplote. Pred použitím bol 1ml ABTS•+ zriedený s 50 % etanolom na absorbanciu 0,70 (± 0,02) pri 741 nm (pracovný roztok). Tento pracovný roztok (3ml) reagoval s 300 µl vhodne zriedeného lyofilizovaného vodného extraktu medovky alebo kontrolným roztokom (50 % etanol) počas 6 minút a absorbancia bola následne meraná pri 741 nm. Pokles absorbancie bol vyjadrený ako percento inhibície a bol prepočítavaný podľa vzorca: % I = [(Abs kontrola - Abs vzorka) / Abs kontrola] × 100; kde Abs kontrola aj Abs vzorka je hodnota absorbancie po 30 minútach od začiatku reakcie. Percento inhibície bolo vynesené oproti koncentrácii extraktov. Pre stanovenie TEAC bol v ďalšom prípade použitý radikál ABTS•+ vyrobený reakciou 7 mM ABTS a 2,45 mM persíranu draselného (K₂S₂O₈) počas 16 hodín v tme pri izbovej teplote (MIRON et al., 2013). Vodný roztok ABTS•+ bol nariadený pomocou 5mM tlmivého roztoku fosfátu (pH 7,4) na absorbanciu 0,7 (± 0,02) pri 734 nm. Bolo zmiešaných 10 µl vzorky v 5 rôznych koncentráciách (0,062 - 2 mg.ml⁻¹) a 1 ml roztoku ABTS•+. Z každého z týchto roztokov bolo 300 µl prenesených do 96-jamkovej mikrotitračnej doštičky. Absorbancia bola meraná pri 734 nm v priebehu 45 minút s frekvenciou 5 minút. Ako referenčný štandard bol použitý Trolox a výsledky boli vyjadrené ako hodnoty TEAC (mmol Troloxu na g extraktu). Každý testovaný extrakt meraný týmto testom vykazuje lineárnu závislosť medzi 20 % a 80 % absorbancie referenčnej vzorky.

HODNOTENIE ELIMINÁCIE LIPIDOVEJ VÄZBY

Antioxidačná aktivita bola u CAPECKA et al. (2005) hodnotená na základe eliminácie lipidovej väzby. Peroxidácia kyseliny linolovej, iniciovaná EDTA (kyselinou etylen-diamintetraoctovou) bola spektrofotometricky meraná v zmesi rastlinného extraktu (0,82 %) a kontrolnej vzorky pri 232 nm.

Na hodnotenie antioxidačnej aktivity bol použitý aj Schaalov test, ktorý spočíva na gravimetrickom sledovaní priebehu oxidácie tukov s voľným prístupom kyslíka v tme pri 60°C (CHRPVÁ et al., 2010). Hmotnostné zmeny boli sledované vo vzorke tuku

⁴ Trolox Equivalent Antioxidant Capacity

s a bez pridaného rastlinného extraktu. Sušený extrakt bol rozpustený v dietyléteri a vzniknutý roztok bol pridaný do tuku. Zo získaných hodnôt bola stanovená dĺžka indukčnej periódy. Z nej bol ďalej vypočítaný protekčný faktor, ktorý určuje aktivitu antioxidantov v extrakte. Peroxidáciou lipidov membrán sa zaoberali aj Luňo et al. (2015). Metóda je založená na reakcii chromogénneho činidla NMPI (N-metyl-2-fenylindol) a MDA (malondialdehyd) pri 45°C, kde vzorkou boli semená inkubované za prítomnosti síranu železnateho a askorbátu sodného, aby sa podporila lipoperoxidácia a uvoľňovanie MDA. Vo výsledku sa ukázalo, že pridanie medovky pomohlo pri redukcii peroxidácie lipidovej membrány spermií, ale neochránilo to DNA pred oxidačným poškodením počas kryokonzervácie.

HODNOTENIE REDOXNÝCH VLASTNOSTÍ LÁTOK

Medzi chemické metódy používajúce sa na hodnotenie redoxných vlastností látok sa radí metóda FRAP⁵ a medzi elektrochemické metódy radíme metódu s použitím HPLC⁶ s elektrochemickou detekciou. DUDA et al. (2015) uskutočnili test založený na schopnosti flavonoidov redukovať Fe³⁺. V tomto prípade bol použitý postup podľa BENZIE a STRAIN (1996) s určitými zmenami. Roztoky boli čerstvé, zarobené a použité v ten istý deň. Na prípravu FRAP činidla bol pripravený roztok z 2 ml TPTZ (tripirydiltiazínový komplex) (10 mM v 40 mM kyseliny chlorovodíkovej), 20 ml octanového tlmivého roztoku (300 mM, pH 3,6), 2 ml FeCl₃ (20 mM) a 24 ml destilovanej vody. Následne 300 µl činidla FRAP a 10 µl vzorky bolo umiestnených do mikrotitračnej doštičky a absorbancia bola meraná pri 593 nm po 15 minútach. Antioxidačná kapacita vzorky bola vypočítaná ako referencia na absorbanciu danú roztokom Fe²⁺ so známou koncentráciou (0,1-1,0 mM FeSO₄ × 7H₂O) a vyjadrená ako hodnota FRAP. Tento parameter môže byť vyjadrený aj v porovnaní s pozitívnou kontrolou- ekvivalentmi Troloxu. Štúdiu zameranú na antioxidačnú aktivitu stanovenú metódami FRAP vypracovali aj ERCETIN et al. (2012), ktorý navyše porovnávali aj cholinesterázové vlastnosti extraktov *Calendula arvensis* (nechtík roľný) a *C. officinalis*. Merania boli vykonávané pri vlnovej dĺžke 760 nm po 30 minútach. Antioxidačné zložky v extraktach obidvoch štúdií boli identifikované pomocou kombinovanej metódy HPLC a spektrofotometrickej analýzy. Najvyššia antioxidačná aktivita korelovala s obsahom polyfenolov.

STANOVENIE PRIRODZENÝCH ANTIOXIDANTOV

CAPECKA et al. (2005) porovnávali čerstvý a sušený materiál z *M. officinalis*, čo do obsahu kyseliny L-askorbovej, obsahu karotenoidov a fenolov. Na stanovenie kyseliny L-askorbovej použili jodometrickú metódu Tillmans (KREŁOWSKA-KUŁAS, 1993). V prípade sušených vzoriek bol preukázaný veľký úbytok tejto zložky- zaznamenaný bol 10-násobný pokles, pričom sušený materiál bol skladovaný 6 mesiacov. Obsah karotenoidov bol stanovený spektrofotometricky, po extrakcii acetónom (80 %). Ob-

⁵ Ferric Reducing Antioxidant Potential

⁶ High-performance liquid chromatography

sah látok v sušenej vzorke bol dvakrát nižší ako vo vzorke čerstvej (DIAS et al. 2012). MIRON et al. (2013) na analýzu celkových polyfenolov použili extrakty medovky získané neenzymatickou, enzymatickou a vodnou extrakciou. Tieto extrakty boli odhadnuté ako ekvivalenty kyseliny gallovej (GA⁷) a vyjadrené ako mg GA na g sušiny. 10 µl extraktu, s koncentráciou od 5 do 10 mg.ml⁻¹, bolo zmiešaných s 600 µl ultračistej vody a následne s 50 µl činidla Folin-Ciocalteu. Po 1 minúte bolo k zmesi pridaných 150 µl uhličitanu sodného (20% Na₂CO₃) a vzorky boli inkubované na 2 hodiny pri 25°C v tme. Potom bolo 300 µl z každej reakčnej zmesi prenesených do 96-jamkovej mikrotitračnej doštičky. Absorbancia bola meraná pri 760 nm na spektrofotometrickej čítačke pre mikrodostičky. Pre kalibráciu bola použitá kalibračná krivka s GA. Výsledné údaje vychádzali z priemeru 3 opakovaní analýzy. Vzorky tiež analyzovali pomocou kvapalinového chromatografu vybaveného detektorom s diódovým polom (DAD) a autosamplerom. DAD zaznamenal spektrá od 190 do 550 nm.

KAPP et al. (2013) sa vo svojej štúdii zamerali na polyfenoly nachádzajúce sa v čaji z mäty piepornej (27 vzoriek z rôznych krajín). Analýzu vykonávali pomocou kvapalinovej chromatografie s metódou HPLC-UV-MS/MS. Najvyšší výskyt dosahovali eriocitrín, ktorý bol najvyšší vo vzorke 17, ktorá pochádzala z Estónska (61,4 %) a najnižší vo vzorke 12, ktorá pochádzala z Nemecka (8,8 %), druhým najviac sa vyskytujúcim polyfenolom bol luteolin-o-rutinosid v rozmedzí 3,2-28,9 % a tiež kyselina rozmarínová v rozmedzí 2,1-54,2 %. Najnižšie koncentrácie dosahovali eriodictyol a apigenin-O-rutinosid.

Pre celkový obsah fenolov bol použitý metanolvý extrakt (80 %) a následne fotometrická metóda s činidlom Folin-Ciocalteu, kde bola použitá GA ako štandard (CAPECKA et al., 2005). V prípade GARCÍA-ÍNIGUEZ DE CIRIANO et al. (2010), kde bol použitý lyofilizovaný vodný extrakt, reakčný roztok pozostával z vhodne nariadenej vzorky, 7,9 ml destilovanej vody, 0,5 ml činidla Folin-Ciocalteu a 1,5 ml 20% bezvodného roztoku uhličitanu sodného (pridaného 2 minúty po činidle). Po 2 hodinách na tmavom mieste bol modro sfarbený reakčný roztok meraný pri 765 nm a celkový obsah fenolov bol vyjadrený, pomocou zodpovedajúcej kalibračnej krivky a s ohľadom na koncentráciu zriedených extraktov, ako mg GA na g lyofilizovaného extraktu z *M. officinalis*. DUDA et al. (2015) pracovali so spektrofotometrickou čítačkou. 25 µl extraktu a 125 µl činidla Folin-Ciocalteu (0,2N) bolo umiestnených do jamiek mikrotitračnej doštičky, kam po 5 minútach pridali 100 µl uhličitanu sodného (75 g.l⁻¹). Roztok bol po 2 hodinách v tme meraný na spektrofotometri pri 760 nm. Pre kalibračnú krivku bola použitá GA. Na vyhodnotenie bola používaná spektrofotometrická analýza a absorbancia bola meraná pri 725 nm (KAMDEM et al., 2013), 750 nm (BOUAYED et al., 2007). Celkový obsah fenolov bol vyjadrený ako mg ekvivalentu GA na g suchej vzorky.

Stanovenie kyseliny rozmarínovej v extrakte z medovky bolo uskutočnené analýzou HPLC-UV⁸ (GARCÍA-ÍNIGUEZ DE CIRIANO et al., 2010). 20 mg.ml⁻¹ vodného roztoku sušeného extraktu bolo filtrovaných cez 0,45 µm membránový filter (FECKA

⁷ Gallic Acid

⁸ vysokoúčinná kvapalinová chromatografia s UV-Vis detektorom absorbancie

a TUREK, 2008). Profil bol zaznamenaný pri 264 nm. Identifikácia kyseliny rozmarínovej bola vykonaná použitím retenčného času čistého štandardu a charakteristiky jeho UV spektra, jej kvantifikácia prebehla pomocou kalibračnej krivky. LUÑO et al. (2015) charakterizovali antioxidačnú kapacitu určením obsahu flavonoidov a rozmarínovej kyseliny pomocou HPLC. Extrakt obsahoval 5,95 mg na 100 g flavonoidovej zložky a 15,6 mg na 100 g kyseliny rozmarínovej. Stanovenie celkového obsahu flavonoidov bolo merané aj podľa kolorimetrického testu (BOUAYED et al., 2007). Absorbancia zmesi bola stanovená pri 510 nm. Celkový obsah flavonoidov bol vyjadrený ako mg ekvivalentu katechínu (CE) na g suchej vzorky. SHEKARCHI et al. (2011) sa vo svojej štúdii zamerali na 29 druhov rastlín čeľade *Lamiaceae*, pri ktorých stanovovali obsah kyseliny rozmarínovej pomocou kvapalinovej chromatografie. Na stanovovanie využili metódu HPLC. Obsah kyseliny rozmarínovej sa v jednotlivých druhoch pohyboval v rozmedzí 0,0 až 58,5 mg na g sušených rastlín. Najvyšší obsah kyseliny rozmarínovej zaznamenali v rode *Mentha*, konkrétne pri druhu *M. spicata* ($58,5 \pm 1,4$ mg/g).

Štúdiu zameranú na spektrofotometrické vyhodnotenie obsahu fenolových zlúčenín a flavonoidov pomocou metód s DPPH a FRAP metódy, vypracovali BUTNARIU a CORADINI (2012). Pomocou spektrofotometrickej analýzy extraktov v rozsahu UV-viditeľného spektra boli identifikované konkrétne fenolové kyseliny a flavonoidy. Merania sa uskutočnili medzi vlnovými dĺžkami 440 a 750 nm počas 30 minút. ELMASTAS et al., (2015) porovnávali celkový obsah fenolov a antioxidačnú kapacitu vo viacerých genotypoch mäty používaných ako korenie. Na zistenie antioxidačnej kapacity použili analytickú metódu FRAP a TEAC. Celkové obsahy fenolov stanovovali pomocou metódy Folin-Ciocalteu. Celkový obsah fenolov v mäte piepornej sa pohyboval v rozmedzí 0,43 a 18570 μg . Najvyšší obsah fenolov v tejto štúdii dosahovala *M. piperita*- 23,99 μg GAE na g destilovanej vody (DW^9), *M. spicata*- 23,00 μg GAE na g DW a 28,27 μg GAE na g DW. Naopak najnižší obsah fenolov zaznamenali v *Mentha* $\times$ *villosa-nervata*- 9,92 μg GAE na g DW a tiež v *M. spicata* 9,39 μg GAE na g DW.

OLENNIKOV a KASCHENKO (2013) sa zamerali na štúdiu fenolových látok kvetov nechtíka. Chromatografická separácia extrahovaných látok izolovala 41 zlúčenín, z toho 39 známych a 2 nové flavonoidy, konkrétne isorhamnetin-3-O(2“-acetyl)- β -D-glukopyranozid a isorhamnetin-3-O (2“-6“-diacetyl)- β -D-glukopyranozid. Bolo zistené, že periférne kvety mali najvyšší obsah flavonoidov ($36,66 \text{ mg.g}^{-1}$); rúrkové kvety ($9,95 \text{ mg.g}^{-1}$) a listy ($9,65 \text{ mg.g}^{-1}$) fenylypropanoidov. V štúdiu bola použitá metóda HPLC. OLENNIKOV a KASCHENKO (2014) vypracovali aj štúdiu, v ktorej bol v etanole extrakte a jeho zmesi etylacetátu z listov nechtíka preukázaný inhibičný efekt na amylázu. Zo surového extraktu bol izolovaný 1 nový glukozid kyseliny fenolovej, 6-O-vanillyl- β -D-glukopyranóza, a 24 známych zlúčenín a to glukozidy kyseliny fenolovej, fenylypropanoidy, kumaríny a flavonoidy. Ich štruktúry boli objasnené na základe chemických a spektrálnych dát. Hlavné zložky ako isoquercitrin, isorhamnetín-3-O- β -D-glukopyranozid, vykazovali silné inhibičné účinky na amylázu. Bolo zistené, že surový extrakt vykazuje inhibičnú aktivitu na amylázu s inhibičnou hod-

⁹ Distilled Water

notou (IC₅₀) $38,02 \pm 1,29 \mu\text{g.mL}^{-1}$. V rovnakom teste, etylacetátová rozpustná frakcia stále vykazovala silnú inhibičnú aktivitu s nižšou hodnotou $24,52 \pm 0,88 \mu\text{g.mL}^{-1}$.

ZÁVER

Antioxidačná aktivita rastlín sa líši ako od druhu rastliny tak aj od podmienok prostredia, v ktorých jedince konkrétneho druhu vyrastajú. Faktory prostredia, ktoré vplyvajú na obsahové látky rastliny je možné rozpoznať pomocou charakteristiky stanovišť skúmaných jedincov a následnej analýzy ich extraktov. Takto by sme dokázali určiť, aké podmienky stanovišťa sú najvýhodnejšie pre konkrétny druh rastliny tak, aby sme dosiahli želaný účinok, teda čo najvyšší obsah antioxidantov. Antioxidanty majú schopnosť zastaviť tvorbu voľných radikálov a reťazových reakcií, ktoré by inak spôsobili poškodenie buniek alebo aj ich smrť (WAHLQVIST, 2013), preto je pre človeka užitočné prijímať tieto látky z čo najbohatších zdrojov. Keďže rozličné antioxidanty disponujú rôznym pôsobením na voľné radikály, pre elimináciu celého radu voľných radikálov pôsobiacich v organizme je vhodné, aby boli tieto antioxidanty kombinované. Spomínané metódy určovania antioxidačnej aktivity rastlinných extraktov spočívajú na rôznych mechanizmoch odbúravania oxidantov a kombináciou týchto metód je možné dosiahnuť komplexnejší obraz o celkovej antioxidačnej aktivite skúmaného materiálu.

LITERATÚRA

- ANUPAM, S. – KSHITIJ, A. – PREM, S. – JANGRA, M., 2014. In vitro antioxidant activity of different extracts of *Calendula officinalis* leaves. Journal of Drug Delivery & Therapeutics, 4(4): 74-76.
- BENZIE, I.F. – STRAIN, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Anal. Biochem. 239, 70–76.
- BOUAYED, J. et al. 2007. Comparative evaluation of the antioxidant potential of some Iranian medicinal plants. Food Chemistry. ISSN: 0308-8146, vol. 104, p. 364–368.
- BUTNARIU, M. – Coradini, C., 2012. Evaluation of Biologically Active Compounds from *Calendula officinalis* Flowers using Spectrofotometry. Chemistry Central Journal, 6: 1-7.
- CAPECKA, E. – MARECZEK, A. – LEJA, M., 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. Food chemistry, 93: 223-226.
- DIAS, M. I. et al. 2012. Systematic comparison of nutraceuticals and antioxidant potential of cultivated, in vitro cultured and commercial *Melissa officinalis* samples. Food and Chemical Toxicology. ISSN 0278-6915, vol. 50, p. 1866–1873.

- DORMAN, D. – KOSAR, M. – KAHLOS, K. – HOLM, Y. – HILTUNEN, R., 2003. Antioxidant Properties and Composition of Aqueous Extracts from *Mentha* Species, Hybrids, Varieties, and Cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 4563 – 4569.
- DUDA, S. C. et al. 2015. Changes in major bioactive compounds with antioxidant activity of *Agastache foeniculum*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis* and *Nepeta cataria*: Effect of harvest time and plant species. In *Industrial Crops and Products*. ISSN 0926-6690, vol. 77, p. 499–507.
- ĎURAČKOVÁ, Z., 1998. Voľné radikály a antioxidanty v medicíne (I). Bratislava: Slovak Academic Press, p. 315.
- ELMASTAS, M. – AKSIT, I. – ERENLER, R., 2015. Comparison of total phenolic contents and antioxidant capacities in mint genotype used as spices. *Turkish Journal of Biochemistry- Türk Biyokimya Dergisi*, 40 (6): 456-462.
- ERCETIN, T. – SENOL, F. – ORHAN, I. – TOKER, G., 2012. Comparative assessment of antioxidant and cholinesterase inhibitory properties of the marigold extracts from *Calendula arvensis* L. and *Calendula officinalis* L. *Industrial Crops and Products*, 36: 203-208.
- FECKA, I., – TUREK, S., 2008. Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from *Lamiaceae*: Thyme, wild thyme and sweet marjoram by chromatographic techniques. *Food Chemistry*, 108, 1039–1053.
- FIALOVÁ, S. – OČKOVÁ, V. – ŤAŽKÝ, A. – TEKELOVÁ, D. – GRANČAI, D., 2014. Antioxidantný potenciál a analýza silíc rôznych druhov rodu *Mentha* L. *Chem. Listy*, 108: 984-989.
- GARCÍA-ÍNIGUEZ DE CIRIANO, M. et al. 2010. Effect of lyophilized water extracts of *Melissa officinalis* on the stability of algae and linseed oil-in-water emulsion to be used as a functional ingredient in meat products. *Meat Science*. ISSN 1873-4138, vol. 85, p. 373–377.
- GONCALVES, R. – BATTISTIN, A. – PAULETTI, G. – ROTA, L. – SERAFINI, L., 2009. Antioxidant properties of essential oils from *Mentha* species evidenced by electrochemical methods. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 11: 372-382.
- CHRPOVÁ, D. et al. 2010. Antioxidant Activity of Selected Phenols and Herbs Used in Diets for Medical Conditions. *Czech Journal of Food Sciences*. ISSN 1805-9317, vol. 28, p. 317–325.
- KAMDEM, J. P. et al. 2013. Antioxidant activity, genotoxicity and cytotoxicity evaluation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) ethanolic extract: Its potential role in neuroprotection. *Industrial Crops and Products*. ISSN 0926-6690, vol. 51, p. 26-34.

- KAPP, K. – HAKALA, E. – ORAV, A. – POHJALA, L. – VUORELA, P. – PÜSSA, T. – VUORELA, H. – RAAL, A., 2013. Commercial peppermint (*Mentha x piperita* L.) teas: Antichlamydial effect and polyphenolic composition. Food Research International, 53: 758-766.
- KAUR, J. – SIDHU, S. – KHAN, M., 2015. In vitro antioxidant and anti inflamantory activity of *Calendula officinalis* and *Mimosa pudica*. World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences, 5: 1388-1397.
- KOKSAL, E. – BURSAL, E. – DIKICI, E. – TOZOGLU, F. – GULCIN, I., 2011. Antioxidant activity of *Melissa officinalis* leaves. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(2), pp. 217-222.
- KREŁOWSKA-KUŁAS, M., 1993. Badanie jakości produktów spożywczych (pp. 163–169). Warszawa: PWE.
- LUÑO, V. et al. 2015. Antioxidant effect of lemon balm (*Melissa officinalis*) and mate tea (*Ilex paraguensis*) on quality, lipid peroxidation and DNA oxidation of cryopreserved boar epididymal spermatozoa. Andrologia. ISSN: 1439-0272, vol. 47, p. 1004–1011.
- MIRON, T. L., HERRERO, M., IBÁÑEZ, E. 2013. Enrichment of antioxidant compounds from lemon balm (*Melissa officinalis*) by pressurized liquid extraction and enzyme-assisted extraction. Journal of Chromatography A. ISSN: 0021-9673, vol. 1288, p. 1– 9.
- MOLDOVAN, R. – OPREAN, R. – BENEDEC, D. – HANGANU, D. – DUMA, M. – ONIGA, I. – VLASE, L., 2014. LC-MS analysis, antioxidant and antimicrobial activities for five species of *Mentha* cultivated in Romania. Digest Journal of Nanometrials and Biostructures, 9: 559-566.
- NEUGEBAUEROVÁ, J. – VÁBKOVÁ, J., 2011. Antioxidační aktivita a látky fenolické povahy v rodu Máta (*Mentha* L.), 2011: 395-401.
- OLENNIKOV, D. – KASCHENKO, N., 2013. New isorhamnetin glycosides and other phenolic compounds from *Calendula officinalis*. Chemistry of Natural Compounds, 49: 830-840.
- OLENNIKOV, D. – KASCHENKO, N., 2014. Componential Profile and Amylase Inhibiting Activity of Phenolic Compounds from *Calendula officinalis* L. Leaves. The Scientific World Journal, 2014: 1-9.
- SHEKARCHI, M. – HAJIMEHDIPOOR, H. – SAEIDNIA, S. – GOHARI, A. – HAMEDANI, M., 2011. Comparative study of rosmarinic acid content in some plants of *Labiatae* family. Pharm acognosy Magazine, 2012: 37 – 41.
- SROKA, Z. – FECKA, I. – CISOWSKI, W., 2005. Antiradical and Anti-H2O2 Properties of Polyphenolic Compounds from an Aqueous Peppermint Extract. Z. Naturforsch., 60: 826-832.

POKYNY PRE AUTOROV

FOLIA OECOLOGICA AKCEPTUJE:

1. originálne vedecké a teoretické práce (5-20 strán vrátane zoznamu použitej literatúry, obrázkov a tabuliek)
2. stručné prehľadové práce (5-10 strán)
3. recenzie kníh (max. 2 strany)
4. krátke správy o vedeckom dianí a "short communications" (max. 5 strán)

Rukopisy predkladané na publikovanie v časopise Folia Oecologica nesmú byť publikované alebo predložené na publikovanie inému časopisu.

PREDKLADANIE RUKOPISOV:

1. elektronicky e-mailom a jednu vytlačenú kópiu poštou
2. poštou na CD alebo DVD nosiči spolu s jednou vytlačenou kópiou

Rukopisy majú byť písane zrozumiteľne, štylisticky a gramaticky správne v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku. Všetky časti rukopisu majú byť písané fontom Times New Roman, veľkosť 12, okraje 2 cm, text zarovnaný vľavo, jednoduché riadkovanie, bez tabulátorov a odrážok. Rukopisy predkladajte vo formátoch .doc alebo .odf. Všetky obrázky a tabuľky majú byť vložené do textu a zároveň musia byť dodané v osobitných súboroch, alebo na osobitných hárkoch (obrázky vo formáte .jpg, .jpeg, .jpe, .tiff, .tif, alebo .gif, tabuľky vo formáte .xls, alebo .ods).

Veľičiny a skratky: autori musia používať výlučne jednotky SI, s výnimkou starších jednotiek ak je to nevyhnutné v historických súvislostiach. Jednotky nepíšte kurzívou. Všetky akronymy agentúr, orgánov a inštitúcií musia byť prvýkrát v texte uvedené aj ako plné názvy. Skratky okrem SI jednotiek sú neprípustné.

Príklady: 0,12 m; 0,04 m³.s⁻¹, International Assotiation for Danube Research (IAD)

Názvy taxónov: rodové a druhové mená musia byť kompletne uvedené jedenkrát v každej práci a musia byť písané kurzívou.

Príklady: *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Ecdyonurus picteti* (Meyer-Dür, 1864), *Verbascum* sp.

RUKOPIS MÁ BYŤ ČLENENÝ NASLEDOVNE:

NÁZOV – SLOVENSKY, ANGLICKY

Má byť krátky, ale dostatočne informatívny, písaný tučne kapitálkami. Autorov vedeckých mien taxónov v názve vynechajte.

AUTOR(I)

Uvádzajte plné krstné meno tučne a priezvisko tučne kapitálkami.

ABSTRACT

Má obsahovať jeden odstavec a maximálne 200 slov v angličtine, písaný má byť kurzívou. V krátkosti v ňom opíšte výsledky a závery, bez opisu metód, diskusie, citácií a skratiek.

KEYWORDS

Uvedte maximálne 6 kľúčových slov tak, aby sa neopakovali v názve, píšete ich kurzívou, anglicky.

ŠTANDARDNÉ ČLENENIE ORIGINÁLNEJ VEDECKEJ PRÁCE MÁ BYŤ NASLEDOVNÉ:**ÚVOD**

Krátko uvádza do problematiky a opisuje ciele výskumu prezentovaného v článku.

MATERIÁL A METÓDY

V tejto kapitole majú byť popísané postupy a podrobnosti pokusov, ktoré umožnia zopakovať výskum. (Táto časť môže obsahovať aj charakteristiku územia.)

VÝSLEDKY

Majú byť stručné, bez komentárov a diskusie.

DISKUSIA

Nemá uvádzať nové poznatky uvedené vo výsledkoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tieto dve časti môžu byť kombinované.)

POĎAKOVANIE

Táto časť má byť čo najstručnejšia, píšete ju kurzívou.

LITERATÚRA

Striktne sa pridržujte uvedených príkladov.

V texte majú byť odkazy písané kapitálkami. Dva a viac odkazov v zátvorkách musia byť uvádzané chronologicky.

Príklady: KOŠČO (2008), (FAZEKAŠOVÁ a kol., 2007; KOŠČO a BALÁZS, 2009), TEREK (1998a, 1998b).

V časti Literatúra môžu byť názvy časopisov písané skratkami v súlade s „World list of scientific periodicals“, alebo píšete plný názov časopisu. Názvy článkov majú byť v pôvodnom jazyku, ak neboli vytlačené v latinke (ale napr. v azbuke), majú byť prepísané do latinky podľa pravidiel na stránke: <http://www.unipo.sk/fhvp/index.php?sekcia=katedry-fakulty&id=21> (môže byť uvedený aj anglický preklad názvu v hranatých zátvorkách).

Príklady:

KOŠČO, J. – LUSK, S. – PEKÁRIK, L. – KOŠUTHOVÁ, L. – KOŠUTH, P., 2008. The occurrence and status of species of the genera *Cobitis*, *Sabenejewia*, and *Misgurnus* in Slovakia. *Folia Zool.*, 57(1-2): 26-34.

BARUŠ, V. – OLIVA, O. (eds.), 1995. *Mihulovci – Petromyzontes a ryby – Osteichthyes*. Fauna ČR a SR, vol. 28/2. Academia, Praha, 698 pp.

HENSEL, K., – MUŽÍK, V., 2001. Červený (ekosozologický) zoznam mihúľ (Petromyzontes) a rýb (Osteichthyes) Slovenska. In: BALÁŽ, D., MARHOLD, K. – URBAN, P. (eds.), Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. Ochrana prírody, 20, Suppl.: 143-145.

BERG, L.S., 1949. Ryby presnych vod SSSR i sapredel'nyh stron. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva-Leningrad: 470-925.

ADRESA AUTORA / ADRESY AUTOROV

Píšte plné mená, pracoviská, adresy a e-mailové adresy všetkých autorov článku kurzívou.

TABUĽKY A OBRÁZKY:

Majú byť informatívne, relevantné a vizuálne atraktívne. Písmo v tabuľkách a na obrázkoch má byť totožné s textom. Odkazy na tabuľky a obrázky v texte musia byť číslované arabskými číslicami v poradí ako sú uvádzané (napr. pozri tabuľku/obrázok 1–4; tab/obr. 5). Každá tabuľka a obrázok musí mať samostatný opisný názov, ktorý vysvetlí ich zmysel vo vzťahu k textu. Každý stĺpec v tabuľke má mať vlastnú hlavičku. Názov v slovenčine (alebo češtine) a angličtine má byť umiestnený nad tabuľkou, resp. pod obrázkom. Vyhnite sa vertikálnemu orámovaniu v tabuľkách. Tie isté údaje sa nemajú opakovať v texte, tabuľkách, či na obrázkoch. Obrázky dodávajte v odtieňoch sivej. Uistite sa, že všetky obrázky (najmä grafy) sú zrozumiteľné a prehľadné. Preskenované obrázky majú mať náležité rozlíšenie (1200 dpi pre perovky, 600 dpi pre obrázky v odtieni sivej.)

POSTUP PRI SPRACOVANÍ PRIJATÝCH RUKOPISOV:

Hodnotenie:

Všetky rukopisy, ak nie sú odmietnuté bez recenzie kvôli zrejším nedostatkom v štýle, formáte, alebo vedeckej úrovni, sú posudzované dvoma recenzentami. Autori by mali zvážiť všetky ich odporúčania a korekcie, ako aj pripomienky editora. Po kompletnej pozitívnej revízii a prijatí finálnej verzie rukopisu rozhodne redakčná rada o akceptovaní, či neakceptovaní rukopisu. Author(i) budú následne informovaní o výsledku.

Výtlačky:

Prvý autor dostane elektronickú pdf verziu článku a jednu tlačенú kópiu čísla časopisu, v ktorom je článok uvedený.

COPYRIGHT:

Autori súhlasia s prenosom autorských práv (vrátane práva na publikovanie, kopírovanie a rozmnožovanie článku všetkými spôsobmi a médiami) na vydavateľa po akceptovaní rukopisu.

RUKOPISY POSIELAJTE NA ADRESU REDAKČNEJ RADY:

Folia Oecologica
Katedra ekológie FHPV PU
17. novembra 1
081 16 Prešov
Slovensko

foliaoec@fhpv.unipo.sk

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

FOLIA OECOLOGICA ACCEPTS:

1. original research and theoretical papers (5-20 pages including the list of literature, figures and tables)
2. concise review articles (5-10 pages)
3. book reviews (max. 2 pages)
4. short reports from scientific events and short communications (max. 5 pages).

Manuscripts submitted to Folia Oecologica must not have been published or submitted for publication to any other journal.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS:

1. electronically by e-mail and one printed copy by post
2. by post on single CD or DVD and one printed copy

Manuscripts should be in clear and grammatically correct Slovak, Czech or English. All parts of the manuscript should be written with font Times New Roman, size 12, margins 2 cm, text aligned to left, simple line spacing, no indents or tabs. Manuscript should be submitted in .doc or .odf format. All figures and tables should be embedded in the text and must be on separate sheets or in separate files together (figures in .jpg, .jpeg, .jpe, .tiff, .tif, or .gif format, tables in .xls, or .ods format).

Units and abbreviations: authors must adhere to SI units except where older units are required for historical appropriateness. Units are not italicised. All acronyms for agencies, examinations, etc., should be spelt out the first time they are introduced in text. Any abbreviations (except SI units) are inadmissible.

Examples: 0,12 m; 0,04 m³.s⁻¹, International Association for Danube Research (IAD)

Taxonomic names: generic and specific names must be cited completely once in each paper and should be typed in italics.

Examples: *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Ecdyonurus picteti* (Meyer-Dür, 1864), *Verbascum* sp.

MANUSCRIPT SHOULD BE ORGANIZED AS FOLLOWS:

TITLE

It should be short, but enough informative, use bold, capital letters. Authors of scientific taxa names should be omitted.

AUTHOR(S)

Give full first name(s) in bold, middle initials and surname(s) in capital letters.

ABSTRACT

It should consist of only one paragraph up to 200 words in English, use italics. Describe briefly main results and conclusions with no description of methods, discussion, references and abbreviations.

KEYWORDS

It should not exceed 6 words, not repeating already those contained in the title. Use italics.

THE STANDARD ORDER OF SECTIONS IN ORIGINAL RESEARCH PAPER SHOULD BE:

INTRODUCTION

It briefly describes backgrounds and aims of research presented in the paper.

MATERIAL AND METHODS

It should describe procedural and experimental details enabling other researchers to repeat the work. (This section can contain the study area characteristics.)

RESULTS

These should be concise, without comments and discussion.

DISCUSSION

It should not introduce the new findings from the Results section.

RESULTS AND DISCUSSION

these two sections may be combined.)

ACKNOWLEDGEMENTS

This section should be short, use italics.

LITERATURE

Follow strictly examples.

Within the text should be references written with small capitals. Two or more references in parentheses must be arranged chronologically.

Examples: KOŠČO (2008), (FAZEKAŠOVÁ et al., 2007; KOŠČO and BALÁZS, 2009), TEREK (1998a, 1998b).

In the section Literature can be written the references with abbreviations in accordance with the "World list of scientific periodicals", or with full name of the journal. Titles of papers should be given in the original language, references printed in characters other than Latin (for example Russian alphabet) should be transcribed in the Latin according to rules on the web site: <http://www.unipo.sk/fhvp/index.php?sekcia=katedry-fakulty&id=21> (English translation in square brackets can be added).

Examples:

KOŠČO, J. – LUSK, S. – PEKÁRIK, L. – KOŠUTHOVÁ, L. – KOŠUTH, P., 2008. The occurrence and status of species of the genera *Cobitis*, *Sabenejewia*, and *Misgurnus* in Slovakia. *Folia Zool.*, 57(1-2): 26-34.

BARUŠ, V. – OLIVA, O. (EDS.), 1995. MIHULOVCI – PETROMYZONTES A RYBY – OSTEICHTHYES. FAUNA ČR A SR, VOL. 28/2. ACADEMIA, PRAHA, 698 PP.

HENSEL, K., – MUŽÍK, V., 2001. ČERVENÝ (EKOSOZOLOGICKÝ) ZOZNAM MIHÚE (PETROMYZONTES) A RÝB (OSTEICHTHYES) SLOVENSKA. IN: BALÁŽ, D., MARHOLD, K. – URBAN, P. (EDS.), ČERVENÝ ZOZNAM RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV SLOVENSKA. OCHRANA PRÍRODY, 20, SUPPL.: 143-145.

BERG, L.S., 1949. RYBY PRESNYCH VOD SSSR I SAPREDEL'NYCH STRON. IZDATEL'STVO AKADEMII NAUK SSSR, MOSKWA-LENINGRAD: 470-925.

ADRESESS

All the authors of a paper should include their full names, affiliations, postal addresses, and email addresses. One author should be identified as the Corresponding Author.

TABLES AND FIGURES:

They should be informative, relevant and visually attractive. The style and spelling of lettering in figures must correspond to the main text of the manuscript. Tables and figures must be referred to in the text and numbered with Arabic numerals in the order of their appearance (see table/figure 1; see tables/figures 1–4). Each table and figure should have a stand-alone descriptive caption that explains its purpose without reference to the text; each table column should have an appropriate heading. The caption in both English and Slovak (or Czech) should be above the table and below the figure. Avoid the use of vertical lines in tables. The same data not should be given in text, tables and figures. The figures should be supplied in greyscale. Please be sure that all figures (especially diagrams) are distinguishable and all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for greyscale.

PROCEDURE OF RECEIVED MANUSCRIPTS:

Evaluation:

All manuscripts, if not refused without review because of apparent insufficiency in style, format or scientific level, are reviewed by 2 reviewers. The author(s) should consider all recommendations and corrections suggested by reviewers and editor. After completed positive revision and receipt of improved final version of manuscript, the editorial board makes decision on the acceptance. Author(s) will be informed about it.

Offprints:

The (first or corresponding) author will be provided with an electronic pdf copy of the published paper and one free copy of the relevant issue.

COPYRIGHT:

Authors agree, after the manuscript acceptance, with the transfer of copyright to the publisher, including the right to reproduce the articles in all forms and media.

MANUSCRIPTS SHOULD BE ADDRESSED TO THE EDITORIAL OFFICE:

Folia Oecologica
Katedra ekológie FHPV PU
17. novembra 1
081 16 Prešov
Slovensko

foliaoec@fhpv.unipo.sk

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

Editor: RNDr. Adriana ELIAŠOVÁ, PhD.
Recenzenti: RNDr. Adriana ELIAŠOVÁ, PhD.
Ing. Jozef FEJÉR, PhD.
Ing. Igor GALLAY, PhD.
doc. Ing. Miroslav HABÁN, PhD.
Mgr. Juraj HAJDU, PhD.
prof. RNDr. Jozef HALGOŠ, DrSc.
doc. Mgr. Martin HROMADA, PhD.
doc. Ing. Ivan KRON, CSc.
doc. Ing. Vladimír KUBOVČÍK, PhD.
Mgr. Peter MANKO, PhD.
prof. Piotr TRYJANOWSKI, PhD.

Redakčná rada:
Predseda: doc. Mgr. Martin HROMADA, PhD.
Výkonný redaktor: RNDr. Adriana ELIAŠOVÁ, PhD.
Členovia: RNDr. Ema GOJDIČOVÁ, PhD.
Mgr. Tomáš JÁSZAY, PhD.
prof. PaedDr. Ján KOŠČO, PhD.
Mgr. Peter MANKO, PhD.
doc. RNDr. Ivan ŠALAMON, CSc.
RNDr. Marcel UHRIN, PhD.

Adresa redakcie: Acta Universitatis Prešovensis – Folia Oecologica
Katedra ekológie FHPV PU
Ulica 17. novembra 1,
081 16 Prešov
Slovensko
Tel: 051 / 75 70 358, e-mail: foliaoec@fhpv.unipo.sk

Vydavateľ: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity v Prešove
Sídlo vydavateľa: Ulica 17. novembra 15, 080 01 Prešov
IČO vydavateľa: 17 070 775
Periodicita: 2x ročne
Jazyk: slovenský
Poradie vydania: 2/2016
Dátum vydania: december 2016

ISSN1338-080X
EV 3883/09

© Prešovská univerzita v Prešove