

ACTA UNIVERSITATIS PREŠOVIENSIS

PRÍRODNÉ VEDY

FOLIA OECOLOGICA 11



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



Prešov 2014

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

Editor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Recenzenti: doc. Ing. Dagmar Samešová, PhD.
Ing. Lenka Bobuľská, PhD.
doc. Ing. Nora Polláková, PhD.
RNDr. Peter Patlevič, PhD.
RNDr. Beáta Baranová, PhD.
RNDr. Ema Gojdičová, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
dr. hab. Maciej Skoracki, PhD.
RNDr. Peter Manko, PhD.
doc. RNDr. Jan Ševčík, Ph.D.,
doc. Dr. Ruslan Mariychuk, CSc.
doc. Dr. Ivanna I. Chonka, CSc.

Redakčná rada:

Predseda: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.

Výkonný redaktor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Členovia: RNDr. Ema Gojdičová, PhD.
Mgr. Tomáš Jászay, PhD.
PaedDr. Ján Koščo, PhD.
Mgr. Peter Manko, PhD.
doc. RNDr. Ivan Šalamon, CSc.
RNDr. Marcel Uhrin, PhD.

Adresa redakcie: 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: 2014/1
Dátum vydania: október 2014

ISSN1338-080X
EV 3883/09

OBSAH / CONTENTS

Eva SINGOVSKÁ – Magdaléna BÁLINTOVÁ	
Index potenciálneho ekologického rizika ťažkých kovov z banskej činnosti	
<i>Ecological potential risk index of heavy metals from mining activity.....</i>	<i>4</i>
Lenka ANGELOVIČOVÁ – Lenka BOBUESKÁ – Danica FAZEKAŠOVÁ	
Chemické a biologické vlastnosti pôdy ako indikátory znečistenia pôdneho prostredia vplyvom ťažkých kovov	
<i>Chemical and biological soil parameters as indicators of soil pollution by heavy metals</i>	<i>11</i>
Ivana PILKOVÁ	
Hustota a štruktúra populácií inváznych druhov rastlín v Bábskom lese	
<i>Density and structure of invasive plant species populations in the Báb forest.....</i>	<i>20</i>
Miroslava KLIMOVIČOVÁ – Martin HROMADA	
New hosts and localities of quill mites (Acari: Syringophilidae) parasitising birds from Slovakia	31
Libor DVOŘÁK – Jozef OBOŇA	
Results of scattered faunistic research of Diptera families (Anisopodidae, Athericidae and Rhagionidae) from selected sites in Slovakia	43
Viktória BIRKNEROVÁ	
Green synthesis of silver nanoparticles using plants	52

INDEX POTENCIÁLNEHO EKOLOGICKÉHO RIZIKA ŤAŽKÝCH KOVŮ Z BANSKEJ ČINNOSTI

ECOLOGICAL POTENTIAL RISK INDEX OF HEAVY METALS FROM MINING ACTIVITY

EVA SINGOVSKÁ¹ – MAGDALÉNA BÁLINTOVÁ¹

ABSTRACT

Increased concentrations of pollutants in sediments of streams, rivers and reservoirs can be of natural or anthropogenic origin, which is often more serious and, under certain conditions poses a risk to the quality of the rock environment, including groundwater and surface water as well as preservation and development of biota and consequently also the health of the population.

The mine-system represents partly opened geochemical system into which rain and surface water drain. Potential ecological risk indexes were used to study the pollution status of heavy metals in sediment and assess their potential ecological risk to environment, for the metals Cu, Zn, As, Cd and Pb. The calculated potential ecological risk indices the level of water environment pollution by heavy metals.

KEYWORDS

Heavy metals, sediment, potential ecological risk

ÚVOD

Jedným z najväčších environmentálnych problémov, týkajúcich sa banskej a úpravníckej činnosti v celosvetovom meradle, je vznik a úprava kyslých bankských vôd (AMD). Ložiská sulfidických minerálov predstavujú počas ťažby, najmä po uzatvorení baní, potenciálne „prírodné bioreaktory“ produkujúce AMD, ktoré fungujú na princípe biogénnej katalýzy chemickej oxidácie primárnych aj sekundárnych sulfidických minerálov. Vznik kyslých bankských vôd interakciou pyritu s vodou a/alebo kyslíkom je hlavným zdrojom zhoršenia kvality vôd v rudných a bankských regiónoch (Luptáková a Kušnierová, 2005; Luptáková a kol., 2008). Obdobie od roku 1989 bolo v Slovenskej republike charakteristické útlmom baníckeho priemyslu. V roku 1990 došlo k definitívnemu zastaveniu a likvidácii bane a úpravné na medené rudy v Smolníku. Koncom roka 1990 sa začalo postupné zatápanie bane. Kvalita kyslých bankských vôd vytekajúcich z ložiska Smolník je veľmi nepriaznivá, jej pH sa pohybuje v rozmedzí 2-4 a AMD má zvýšený obsah síranov, železa, medi a iných ťažkých ko-

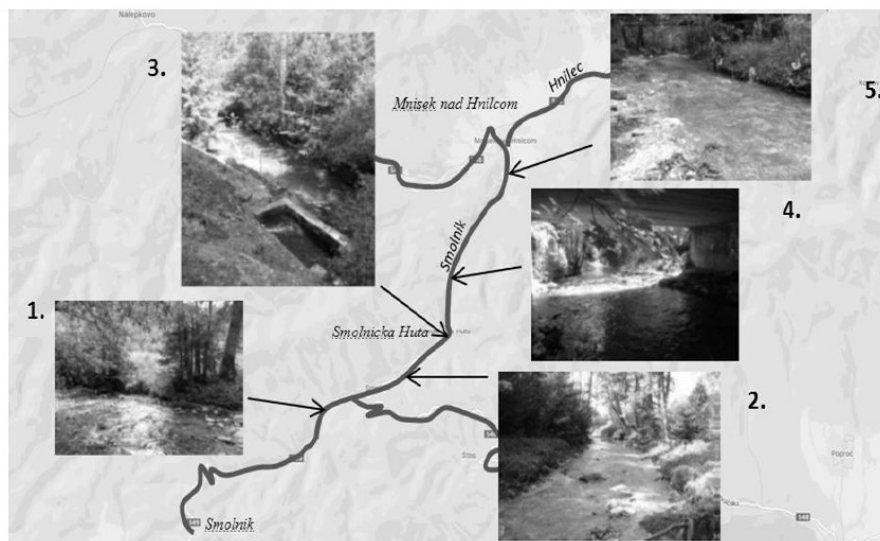
¹ *Stavebná fakulta TU v Košiciach, Ústav environmentálneho inžinierstva, Vysokoškolská 4, Košice 040 22, eva.singovska@tuke.sk; magdalena.balintova@tuke.sk*

vov, pričom kvalita vody v potoku Smolník dlhodobo nespĺňa limitné hodnoty kvality povrchových vôd podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.

Po ekologickej havárii v potoku Smolník v roku 1995 bola urobená analýza vôd v opustenej bani a v jej širokom okolí. Chemické analýzy vôd z bane, ktoré boli odoberané zo šachty Pech dokumentujú, že v smolníckej bani aj po jej úplnom zatopení vznikali veľmi kyslé a mineralizované vody. Takéto vody vytekali na povrch a kontaminovali vody v potoku Smolník. Vody z hlbokých obzorov bane mali v roku 1995 obsah rozpustených látok nad 40g.l-1. Okrem dominantného obsahu síranov vody vykazujú vysoké obsahy Fe a Al a ďalších kovov, ako sú Mg, Zn, Cu a Mn (Luptáková a kol., 2008, Špaldon a kol., 2006)

MATERIÁL A METÓDY

Sedimenty boli odoberané v období rokov 2006 – 2012. Pre zistenie podielu AMD na kontaminácii sedimentov boli vybrané dve odberové miesta nad výtokom AMD (vzorky č. 1 a 2) a dve odberové miesta po zmiešaní AMD s povrchovou vodou (vzorky č. 4 a 5). Obrázok 1 znázorňuje polohu odberových miest v sledovanom území. Súčasne bola hodnotená aj kvalita samotnej AMD (vzorka č. 3). Chemická analýza odobratých vzoriek sedimentov bola vykonaná v akreditovanom skúšobnom laboratóriu Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Spišskej Novej Vsi pomocou AAS-ICP (Varian Vista – MPX).



Obrázok 1. Odberové miesta v záujmovej lokalite

Hodnotenie kontaminácie sedimentov bolo vykonané pomocou kontaminačného faktoru a stupňa znečistenia. Výpočet navrhol Hakanson (1980), podľa nasledujúcej rovnice (Hakanson, 1980):

$$C_f^i = \frac{C_i}{C_n^i} \quad (1)$$

Kde C_i je priemerná koncentrácia hodnotených ťažkých kovov a C_n^i je požadovaná koncentrácia ťažkých kovov. V práci je ako požadovaná koncentrácia ťažkých kovov uvažovaná koncentrácia vybraných parametrov v sedimente, ktorá nie je ovplyvnená banskou činnosťou (Tabuľka 3). Suma kontaminačných faktorov pre všetky hodnotené ťažké kovy predstavuje stupeň kontaminácie (C_d) životného prostredia.

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i \quad (2)$$

E_r^i je index potenciálneho rizika pre každý hodnotený ťažký kov. Môže byť vypočítaný nasledovne:

$$E_r^i = C_f^i \cdot T_r^i \quad (3)$$

kde T_r^i je toxický faktor reakcie vytvorený Hakansonom (T_r^i pre Cu, Zn, As, Cd and Pb má hodnotu 5, 1, 10, 30 and 5). R^i je index potenciálneho ekologického rizika, ktorý predstavuje sumu z indexu potenciálneho rizika E_r^i :

$$R^i = \sum_{i=1}^n E_r^i \quad (4)$$

Hakanson definoval štyri kategórie kontaminačného faktora C_p , štyri kategórie stupňa kontaminácie C_d , päť kategórií indexu potenciálneho rizika E_r^i a štyri kategórie indexu potenciálneho ekologického rizika R^i ako ukazujú Tabuľky 1 a 2 (Hakanson, 1980; Serveis, 2002; Wu a kol., 2010; Zanderbergen, 1998).

Tabuľka 1. Klasifikácia kontaminačného faktora a stupňa kontaminácie

Kontaminačného faktora	Stupeň kontaminácie	Klasifikácia
$C_f < 1$	$C_d < 1$	nízky
$1 \leq C_f < 3$	$1 \leq C_d < 3$	mierny
$3 \leq C_f < 6$	$3 \leq C_d < 6$	značný
$C_f \geq 6$	$C_d \geq 6$	veľmi vysoký

Tabuľka 2. Stupne rizika indexu potenciálneho rizika E_r^i a indexu ekologického potenciálneho rizika R^i

E_r^i	Stupeň rizika	R^i	Stupeň rizika
$E_r^i < 40$	Nízke riziko	$R^i < 150$	Nízke riziko
$40 \leq E_r^i < 80$	Mierne riziko	$150 \leq R^i < 300$	Mierne riziko
$80 \leq E_r^i < 160$	Značné riziko	$300 \leq R^i < 600$	Značné riziko
$160 \leq E_r^i < 320$	Vysoké riziko	$R^i \geq 600$	Veľmi vysoké riziko
$E_r^i \geq 320$	Veľmi vysoké riziko		

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Celková koncentrácia a pozadová koncentrácia študovaných ťažkých kovov (Cu, Zn, As, Cd a Pb) v sedimentoch z potoka Smolník sú prezentované v tabuľke 3. Koncentrácia ťažkých kovov z dvoch odberových miest bola hodnotená pomocou štatistického programu STATISTICA a MS Excel. Popisné štatistické údaje hodnoteného súboru dát sú uvedené v tabuľke 4. Ako kontrolné odberové miesto, ktorého koncentrácie ťažkých kovov je možné považovať za koncentrácie pozadia je odberové miesto S1. Namerané koncentrácie ťažkých kovov boli porovnané s limitnými hodnotami, ktoré udáva Nariadenie vlády 188/2003 Z.z. V prípade koncentrácií As dochádza k prekročeniu limitných hodnôt na všetkých odberových miestach 2 – 10 krát.

Tabuľka 3. Pozadťové koncentrácie a koncentrácie ťažkých kovov vo vzorkách sedimentov

	Cu	Zn	As	Cd	Pb
	mg/kg				
Pozadťová koncentrácia	176	171	50	0,5	50
	103	123	35	0,5	39
	114	140	31	0,5	44
	128	157	52	0,5	43
	111	143	47	0,5	35
	148	179	52	0,5	43
	190	174	56	0,5	60
S4	445	172	154	0,5	172
	903	328	253	0,5	282
	365	214	201	0,5	328
	295	172	161	0,5	198
	281	165	68	0,5	101
	363	191	92	0,5	110
	670	276	245	0,5	225
S5	506	250	97	0,5	111
	661	320	146	0,5	159
	404	193	135	0,5	176
	527	192	83	0,5	106
	836	200	84	0,5	15
	427	242	93	0,5	117
	585	323	102	0,5	119
Limity	1000	2500	20	10	750

Tabuľka 4. Popisné štatistické údaje ťažkých kovov v študovanej lokalite

Ťažké kovy	Minimálna koncentrácia (mg/kg)	Maximálna koncentrácia (mg/kg)	Priemerná koncentrácia (mg/kg)	Smerodajná odchýlka
Cu	281	903	519.14	191.66
Zn	165	328	213.29	59.12
As	68	253	136.71	60.41
Cd	0.4	0.5	0.49	0.03
Pb	15	328	158.50	80.86

Na základe kontaminačného faktoru (C_f) a stupňa kontaminácie bol sediment z potoka Smolník (tabuľka 5) klasifikovaný ako značne kontaminovaný pre všetky ťažké kovy, okrem Cd a Zn z odberného miesta S4, ktoré predstavujú stredné znečistenie sedimentu. Vzorky sedimentu z odberného miesta S5 boli klasifikované ako stredne znečistené, avšak kontaminačný faktor pre Cu bol klasifikovaný ako značne znečistený. Na základe stupňa znečistenia (C_d) (tabuľka 5) sediment v študovanej oblasti bol klasifikovaný ako veľmi vysoko kontaminovaný v oboch odberových miestach (S4 = 13,97, S5 = 11,47).

Tabuľka 5. Kontaminačný faktor a stupeň kontaminácie sediment v potoku Smolník

Odborné miesto	Cu	Zn	As	Cd	Pb	
			C_f^i			C_d
S4	3.42	1.39	3.63	1	4.51	13.97
S5	4.04	1.58	2.29	1	2.56	11.47

Index potenciálneho rizika pre študovaný sediment má nasledujúci klesajúci charakter pre koncentráciu kovov v poradí: As > Cd > Cu > Pb > Zn (Tabuľka 6). Stupeň rizika indexu potenciálneho rizika (E_r^i) všetkých parametrov vo všetkých odberných miestach bol menší ako 40 (Tabuľka 2). Hodnoty R_i v sedimentoch boli menšie ako 150 (Tabuľka 2): S4 – 107,34 a S5 – 87,48, čo odráža nízke ekologické riziko, ktoré predstavujú tieto kovy pre potok Smolník.

Tabuľka 6. E_r a R_i pre ťažké kovy v sedimentoch z potoka Smolník

Odborné miesto	Cu	Zn	As	Cd	Pb	
			E_r^i			R_i
S4	17.10	1.39	36.30	30	22.55	107.34
S5	20.20	1.58	22.90	30	12.80	87.48

ZÁVER

Vplyv ťažkých kovov z banskej činnosti na sediment vo vodnom toku Smolník bol hodnotený pomocou indexu potenciálneho ekologického rizika pre Cu, Zn, As, Cd a Pb. Bolo zistené že koncentrácia ťažkých kovov v sedimentoch potoka Smolník predstavuje nízke ekologické riziko.

Táto štúdia ukazuje, že výpočet indexu potenciálneho ekologického rizika sedimentov je užitočná metóda, ktorá by mohla pomôcť s rozhodovacou právomocou pri stanovení rozsahu znečistenia pomocou praktických ukazovateľov znečistenia. Taktiež by mohla slúžiť ako pomoc pre výber priorít možných preventívnych opatrení v hodnotení kvality sedimentov.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná a riešená v rámci projektu VEGA č. 1/0882/11 a APVV-0252-10.

LITERATÚRA

- HAKANSON, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. *Water Research*, 14, 975–1001.
- LUPTÁKOVÁ, A. – MAČINGOVÁ, E. – APIAROVÁ, K., 2008. The Selective Precipitation of Metals by Bacterially Produced Hydrogen Sulphide. *Acta Metallurgica Slovaca*, Special issue 1/2008, ISSN 1335-1532, pp. 149 – 154.
- LUPTÁKOVÁ, A. – KUŠNIEROVÁ, M., 2005. Bioremediation of Acid Mine Drainage by SRB. *Hydrometallurgy*, Vol. 77, No. 1 – 2, pp. 97 – 102.
- SERVEIS V. B., 2002. Applying ecological risk principles to watershed assessment and management. *Enviro. Manage.* 29 (2), 491 – 502.
- ŠPALDON, T. – BREHUV, J. – BOBRO, M. – HANČULÁK, J. – ŠESTINOVÁ, O., 2006. Rozvoj baníctva v Spišsko-gemerskom Rudohorí. *Acta Montanistica Slovaca*. Roč. 11, mimoriadne číslo 1, s. 375 – 379.
- WU Y. – XU Y. – ZHANG J. – HU S., 2010. Evaluation of ecological risk and primary empirical research on heavy metals in polluted soil over Xiaoqinling gold mining region, Shaanxi, China. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 20, 688 – 694.
- ZANDBERGEN P.A., 1998. Urban watershed ecological risk assessment using GIS: a case study of the Brunette River watershed management. *J. Hazard Mater.*, 61 (1 – 3), 163 – 173.

CHEMICKÉ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI PÔDY AKO INDIKÁTORY ZNEČISTENIA PÔDNEHO PROSTREDIA VPLYVOM ŤAŽKÝCH KOVOV

CHEMICAL AND BIOLOGICAL SOIL PARAMETERS AS INDICATORS OF SOIL POLLUTION BY HEAVY METALS

LENKA ANGELOVIČOVÁ¹ – LENKA BOBULSKÁ¹ –
DANICA FAZEKAŠOVÁ²

ABSTRACT

Despite the importance of mineral resources for the progress of humans, extraction of minerals has caused serious environmental problems. Contamination of soils by heavy metals in mining areas leads to the deterioration of soil quality and other environmental components. Removing of heavy metals from the soils is not easy, because they are non-biodegradable, and due to their persistence stay in the soils for tens of thousands years. The aim of the study was to determine the level of heavy metal soil pollution in the surrounding of processing plant depending on the different distance of sampling point from the source of pollution, and to find out the effect of heavy metals on enzyme activity and selected chemical soil parameters. Total content of heavy metals (Cu, As, Cd, Pb, Zn), activity of soil urease, acid phosphatase, alkaline phosphatase, catalase, soil reaction, organic carbon and nutrients were determined. Heavy metals exhibit toxic effect on enzyme activities, what resulted as increasing soil enzyme activity with the decreasing heavy metal content. Significant positive correlation was found between heavy metals and some enzymes themselves. We found no direct influence of heavy metals to the organic carbon, soil reaction and nutrients.

KEYWORDS

Mining activities, heavy metals, urease, phosphatases, catalase

ÚVOD

Znečistenie životného prostredia toxickými látkami má pôvod v priemyselných a poľnohospodárskych aktivitách. Na území Slovenska sú obrovské areály znečistené vysokým obsahom ťažkých kovov, ako výsledok dlhotrvajúcej ťažobnej a spracovateľskej činnosti (KOPER et al., 1996; BÁLINTOVÁ et al., 2012). Ťažké kovy vstupujú do pôdneho prostredia ako súčasť odpadových vôd, alebo prachových častíc, čo vážne narúša životné prostredie a v konečnom dôsledku ohrozuje ľudské zdravie (LIU et al., 2005). V početných štúdiách je enzymatická aktivita využívaná ako relatívne stabilný a vysoko senzitívny biochemický indikátor pôdneho znečistenia (SHEN et al., 2005). Reakcia pôdných enzýmov

1 Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita, Ul. 17. Novembra č. 1, 081 16 Prešov, e-mail: lenka.angelovicova@gmail.com

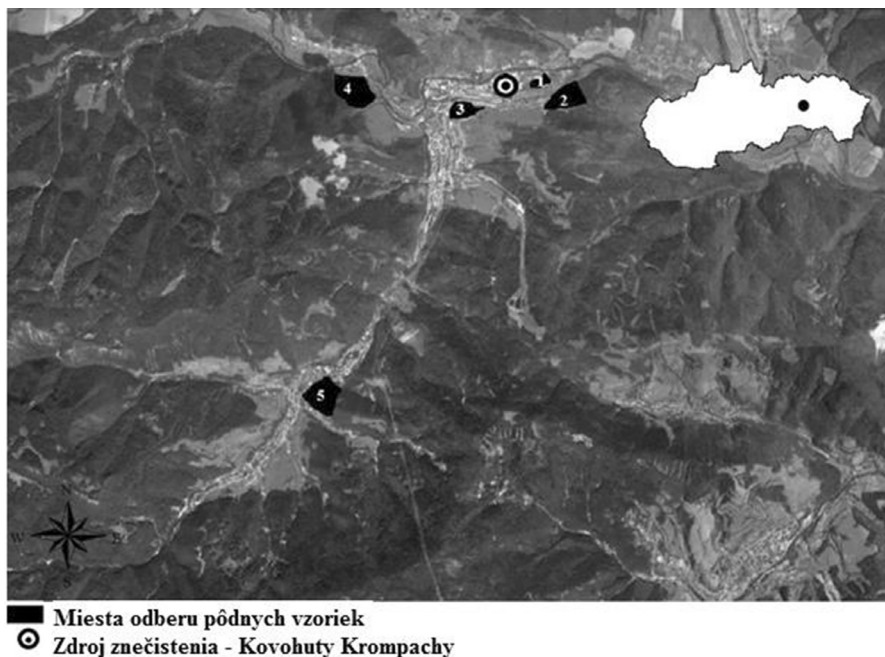
2 Katedra environmentálneho manažmentu, Fakulta manažmentu, Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. Novembra č. 1, 081 16 Prešov, e-mail: danica.fazekasova@gmail.com

na prítomnosť toxických látok je oveľa rýchlejšia v porovnaní s reakciou chemických a fyzikálnych pôdných parametrov (NANNIPIERI et al., 2002; HINOJOSA et al., 2004). Zároveň sú metódy stanovenia enzymatickej aktivity vo vzorkách pôdy rýchle a finančne nenáročné (DICK, 1997). Dôležitosť enzýmov akými je ureáza, kyslá a alkalická fosfatáza, spočíva v transformácii rastlinných živín. Ureáza katalyzuje hydrolýzu močoviny na oxid uhličitý a amoniak, v závislosti od pôdnej reakcie a organického uhlíka (GAO et al., 2010). Fosfatázy sú dôležité pri transformácii organického fosforu na anorganické formy prístupné pre rastliny. Kataláza je oxidoreduktáza, ktorá chráni organizmy pred toxicitou peroxidu vodíka (CANG et al., 2008).

Kontaminácia pôdneho prostredia vplyvom vysokého obsahu ťažkých kovov, je závažným problémom, ktorý negatívne ovplyvňuje pôdne parametre a následne limituje produktivitu a environmentálnu funkciu pôdy. Početné štúdie zaznamenali, že takto znečistené pôdy nie sú viac vhodné pre poľnohospodársku produkciu, pretože majú znížený obsah živín i obmedzenú mikrobiálnu diverzitu. Cieľom práce bolo stanoviť vplyv ťažkých kovov na vybrané chemické a biologické pôdne parametre v katastrálnom území obcí Krompachy [48°55'24,1"N; 20°53'59,2"E] a Slovinky [48°55'48,9"N; 20°53'51,0"E], ktoré sú typickým príkladom obcí stredného Spiša, poznačených dlhodobou ťažbou a spracovaním rudného materiálu zameraného predovšetkým na produkciu medi.

MATERIÁL A METÓDY

Ober vzoriek pôdy prebiehal v letnom období v roku 2012. Celkovo bolo odobratých 15 vzoriek pôdy na 5 trvalých trávnych porastoch (3 vzorky na každom trvalo trávnom poraste) (Obrázok 1). Miesta odberu vzoriek sa nachádzali vo vzdialenosti 0,3; 1; 1,5; 2,5 a 5 km od priemyselného podniku Kovohuty Krompachy. Vzorky boli zhomogenizované a následne vysušené pri laboratórnej teplote, preosiate cez sito ($<0,2$ mm) a uskladnené v plastových vreckách do analýzy. Celkový obsah ťažkých kovov (Cu, As, Cd, Pb, Zn) bol stanovený v akreditovanom laboratóriu metódou AAS (atómová absorpčná spektrometria) a metódou RFS (röntgenová fluorescenčná spektrometria). Reakcia pôdy bola stanovená v 0,01 M roztoku CaCl_2 využitím prístroja inoLab pH 720-WTW. V akreditovanom laboratóriu bol stanovený obsah živín (P, K, Mg) podľa Mehlicha III a organický uhlík (C_{ox}) podľa Ťurina. Aktivita pôdnej ureázy a katalázy bola stanovená metódou podľa CHAZIJEVA (1976). Kyslá a zásaditá fosfatáza bola stanovená podľa Chazijeva, modifikovanou metódou podľa GREJTOVSKÉHO (1991). Na výpočet štatistických analýz bol použitý štatistický softvér Statistica 10. Korelačné závislosti medzi pôdnymi charakteristikami boli vypočítané podľa Spearmanovho korelačného koeficientu.



Obrázok 1. Miesta odberu pôdnych vzoriek na území obcí Krompachy a Sloviniky

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah ťažkých kovov

Stanovené hodnoty ťažkých kovov na piatich odberných miestach lokalizovaných v rozličnej vzdialenosti od zdroja znečistenia sú uvedené v Tabuľke 1. Závažné znečistenie meďou bolo zaznamenané na odberovom mieste 1, kde bola limitná hodnota meďi prekročená 1,5 krát a na mieste 4, kde bolo zistené až 21 násobné prevýšenie limitnej hodnoty. Arzén a kadmium dosahovali najvyššie hodnoty na mieste 1, ktoré predstavovalo haldy banského materiálu zmiešaného s troskami z bane. Bolo niekoľkokrát preukázané, že skládky banského odpadu obsahujú kal z produkcie meďi a zinku (MICHAELI & BOLTIŽIAR, 2010) a tuhý odpad, ktorými sú budované haldy banského materiálu obsahuje rezíduá olova, arzénu a kadmia (KLINDA et al., 2005), ktorých prítomnosť bola potvrdená aj našimi meraniami. Extrémne vysoké a nadlimitné hodnoty meďi, olova a zinku boli namerané na mieste 4, ktoré sa nachádza na západ od priemyselného podniku a teda v smere prevládajúcich vetrov. Najnižšie hodnoty ťažkých kovov boli namerané na lokalite 5, ktorá sa nachádza v najväčšej vzdialenosti od zdroja znečistenia a zároveň mimo prevládajúceho smeru vetra. Hodnoty (medián±smerodajná odchýlka) celkového obsahu meďi ($718 \pm 451,3$) a arzénu ($168 \pm 53,83$) boli na všetkých hodnotených miestach nad povolenou limitnou

hodnotou. Rovnaká situácia, s výnimkou miesta 5, bola zaznamenaná pre kadmium ($2,9 \pm 1,7$), olovo ($218 \pm 136,9$) a zinok ($857 \pm 423,1$). V súlade s našimi zisťovaniami, HRONEC et al. (2008) zaznamenali v Krompachoch nadlimitné hodnoty kadmia, medi, zinku a arzénu. Výsledky štatistického testovania potvrdili signifikantnú pozitívnu závislosť ($P < 0,05$) medzi všetkými hodnotenými kovmi navzájom (s výnimkou závislosti medzi Zn a Pb).

Tabuľka 1. Hodnoty ťažkých kovov stanovené na odberných miestach v obci Krompachy a Slovinky a ich limitné hodnoty.

odberné miesta	Cu [mg.kg ⁻¹]	As [mg.kg ⁻¹]	Cd [mg.kg ⁻¹]	Pb [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
min	89	39	0,5	25	126
max	1271	181	5,7	380	1333
priemer	744,6	134,8	3,1	228,6	759,6
smerodajná odchýlka	504,6	60,18	1,9	153,16	473,01
limitná hodnota*	60	25	0,7	70	150

*Zákon NR SR 220/2004 Z.z.

Chemické pôdne charakteristiky

Chemické vlastnosti stanovené pre jednotlivé odberné miesta sú uvedené v Tabuľke 2. Hodnoty pôdnej reakcie (pH) sa pohybovali od slabo alkalickej (7,5; miesto 1) po kyslú (4,6; miesto 4) (Tabuľka 2). Hodnota organického uhlíka (C_{ox}) sa pohybovala od stredných po veľmi vysoké hodnoty, ale štatistickým testovaním nebola potvrdená žiadna priama závislosť tohto parametra vzhľadom na vzdialenosť odberného miesta od zdroja znečistenia. Podľa agrochemických štandardov platných pre stredne ťažké pôdy Slovenska, optimálne hodnoty pre jednotlivé živiny sú nasledovné: fosfor (66-100 mg.kg⁻¹), draslík (151 - 210 mg.kg⁻¹), horčík (131-175 mg.kg⁻¹). Na miestach, kde boli stanovené vysoké hodnoty horčíka, sa hodnoty draslíka a fosforu pohybovali pod optimálnymi hodnotami, pričom najnižšie hodnoty fosforu a draslíka boli stanovené na najmenej znečistených lokalitách. V porovnaní s nezaťaženými pôdami, majú znečistené pôdy málo živín, čo sa negatívne prejavuje na rastlinnej produkcii (ZHANG et al., 2011).

Tabuľka 2. Priemerné hodnoty pôdných vlastností na jednotlivých odberných miestach

odberné miesta	pH	C_{ox} [%]	P [mg.kg ⁻¹]	K [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]
1	7,5	1,64	15	101	280
2	6,0	3,68	69	50	235
3	4,9	2,71	40	45	266
4	4,6	5,49	179	216	101
5	4,9	2,05	99	374	102

Biologické pôdne charakteristiky

Monitorovacie metódy zamerané na hodnotenie mikrobiologických a biologických pôdných parametrov sú úspešne využívané za účelom stanovenia stupňa pôdneho znečistenia. Aktivita pôdnej ureázy ($0,2 \pm 0,108$) sa menila v závislosti od vzdialenosti odberného miesta od zdroja znečistenia. Aktivita ureázy bola vyššia na najmenej znečistenej lokalite o viac ako 180 % v porovnaní s najviac znečistenou lokalitou. Aktivita kyslej ($183 \pm 59,14$) a alkalické fosfatázy ($122,3 \pm 36,7$) sa menila v závislosti od obsahu ťažkých kovov v pôde. Najvyššia hodnota kyslej a zásaditej fosfatázy bola nameraná na mieste 5, pričom na mieste 1, ktoré bolo najviac znečistené, sa ich aktivita znížila o 178 % v prípade kyslej a o 89 % v prípade alkalické fosfatázy. Niektoré štúdie uvádzajú (YEATES et al., 1994), že fosfatázy sa vplyvom stredne vysokého obsahu ťažkých kovov v pôdnom prostredí výrazne nemenia, ale vysoký obsah týchto toxických prvkov má na ich aktivitu inhibičný účinok. Aktivita pôdnej katalázy ($0,41 \pm 0,06$) sa v porovnaní s ostatnými enzýmami menila nevýrazne. WANG et al. (2011) uviedol, že niektoré kontaminanty majú schopnosť zvýšiť aktivitu katalázy, pokiaľ sú dávkované v správnych množstvách. Výsledky nášho výskumu potvrdili, že znečistenie pôdy ťažkými kovmi sa podpísalo pod zníženie aktivity pôdných enzýmov. Vzhľadom k tomu, že mikróby spotrebujú množstvo energie pre prispôbenie sa znečistenému prostrediu, dochádza k zníženiu ich aktivity (RENELLA et al., 2005). V pôdných ekosystémoch sa teda zvýšený obsah ťažkých kovov negatívne prejavuje na počte aj aktivite mikroorganizmov. Autori (NANNIPIERI, 1994; KANDELER et al. 2000) vysvetlili vplyv ťažkých kovov na aktivitu enzýmov nasledovne: i) kov reaguje so sulfhydrylovými skupinami enzýmov, ktoré spôsobujú inhibíciu alebo deaktiváciu enzymatickej aktivity. ii) kovy nepriamo vplývajú na aktivitu enzýmov zmenou mikrobiálneho spoločenstva, ktoré tieto enzýmy syntetizuje; iii) kombináciou týchto faktorov.

Korelačné závislosti medzi hodnotenými pôdnymi parametrami

Výsledky štatistického testovania potvrdili signifikantnú pozitívnu závislosť ($P < 0,05$) medzi ureázou a kyslou fosfatázou, čo je v súlade so zisteniami KHANA et al. (2010). Signifikantná pozitívna závislosť bola preukázaná aj medzi kyslou a zásaditou fosfatázou. Ťažké kovy majú komplexný vplyv na enzymatickú aktivitu, pričom rozličné enzýmy reagujú na ťažké kovy rozdielnym spôsobom (Tabuľka 3). V prípade ureázy sme zaznamenali signifikantnú negatívnu koreláciu s celkovým obsahom arzenu ($P < 0,05$). Nami zaznamenané zmeny v aktivite pôdnej ureázy vplyvom obsahu ťažkých kovov sa zhodujú s výsledkami, ktoré vo svojej práci uviedol ZHAN et al. (2010). Zároveň bola zistená signifikantná negatívna korelácia medzi kyslou fosfatázou a celkovým obsahom arzenu a kadmia ($P < 0,05$), čo sa zhoduje so zisteniami KHAN et al. (2010), ktorí súhlasne zaznamenali negatívny vplyv kadmia na kyslú fosfatázu. Alkalická fosfatáza bola negatívne signifikantne závislá ($P < 0,05$) so všetkými sledovanými ťažkými kovmi (s výnimkou kadmia). GÜLSER & ERDOĞAN (2008) sa vo

svojej štúdií zamerali na vplyv ťažkých kovov na alkalickú fosfatázu, pričom ich zistenia, rovnako ako v našom prípade, potvrdili závislosť alkalickej fosfatázy so všetkými hodnotenými kovmi s výnimkou kadmia. Súhlasne s prácami KARACA et al. (2002); KYZILKAYA (2004); CHEN et al. (2006), CANG et al. (2009), ktorí realizovali výskum na banskou činnosťou ovplyvnených lokalitách, sme zaznamenali závažný dopad ťažkých kovov na aktivitu pôdných enzýmov. V prípade katalázy sme nezaznamenali žiadnu korelačnú závislosť s hodnotenými ťažkými kovmi. Aktivita pôdnej katalázy je pravdepodobne oveľa tolerantnejšia na vysoký obsah ťažkých kovov v porovnaní s ostatnými enzýmami.

Tabuľka 3. Korelačné závislosti medzi aktivitou pôdných enzýmov a celkovým obsahom ťažkých kovov.

	Cu	As	Cd	Pb	Zn
URE	ns	-0,939*	ns	ns	ns
ACP	ns	-0,922*	-0,932*	ns	ns
ALP	-0,924*	-0,941*	Ns	-0,924*	-0,912*
CAT	ns	Ns	Ns	ns	ns
pH	ns	Ns	Ns	ns	ns
Cox	ns	Ns	Ns	ns	ns
P	ns	Ns	Ns	ns	ns
K	ns	ns	Ns	ns	ns
Mg	ns	ns	Ns	ns	ns
Cu		0,8953*	0,9142*	0,9988**	0,9705**
As			0,8906*	0,9032*	0,9018*
Cd				0,9322*	ns
Pb					0,9615**

** Korelácia je významná na hladine 0,01

* Korelácia je významná na hladine 0,05

ns – nie je významná, URE: ureáza, ACP: kyslá fosfatáza, ALP: alkalická fosfatáza, CAT: kataláza, Cox: organický uhlík

V prípade pôdnej reakcie sme zistili pozitívnu (nie významnú) závislosť so všetkými ťažkými kovmi a negatívnu koreláciu s enzýmami, organickým uhlíkom a živinami. TAYLOR et al. (2002) súhlasne s našimi zisteniami zaznamenali negatívnu koreláciu medzi pôdnou reakciou a aktivitou pôdných enzýmov. Negatívna korelačná závislosť bola zistená medzi horčíkom a ostatnými živinami, ale významná bola len v prípade fosforu ($P < 0,05$). Zároveň sme zaznamenali významnú pozitívnu korelačnú závislosť medzi draslíkom a aktivitou pôdnej ureázy (Tabuľka 4). Množstvo autorov sa zaoberalo vzťahom medzi aktivitou enzýmov a pôdnymi parametrami, napr. organickým uhlíkom. BADIANE a kol. (2001) nezistil žiadnu priamu závislosť medzi týmito dvoma pôdnymi charakteristikami, čo súhlasí s našimi výsledkami. Medzi organickými uhlíkom a

všetkými hodnotenými ťažkými kovmi bola zistená pozitívna, aj keď nie signifikantná závislosť, čo sa zhoduje so zisteniami autorov LIAO & XIE (2007) a WHANG et al. (2007). Zároveň sme nezaznamenali žiadnu štatisticky významnú závislosť medzi hodnotenými pôdnymi parametrami vzhľadom na vzdialenosť odberného miesta od zdroja znečistenia.

Tabuľka 4. Korelačné závislosti medzi pôdnymi charakteristikami

	ACP	ALP	CAT	pH	Cox	P	K	Mg
URE	0,943*	ns	ns	ns	ns	ns	0,881*	ns
ACP		0,945*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ALP			ns	ns	ns	ns	ns	ns
CAT				ns	ns	ns	ns	ns
pH					ns	ns	ns	ns
Cox						ns	ns	ns
P							ns	-0,884*
K								ns

** Korelácia je signifikantná na hladine 0,01

* Korelácia je signifikantná na hladine 0,05

ns – nie je signifikantná

URE: ureáza, ACP: kyslá fosfatáza, ALP: alkalická fosfatáza, CAT: kataláza

POĎAKOVANIE

Výskum bol podporený projektmi KEGA 012 PU-4/2012 a VEGA č. 1/0627/12

ZÁVER

Stanovené hodnoty ťažkých kovov na všetkých hodnotených miestach presahovali limitné hodnoty určené pre pôdy Slovenska. So zvyšujúcim sa obsahom ťažkých kovov sa znižovala aktivita pôdných enzýmov. Kontaminácia prostredia ťažkými kovmi v blízkosti ťažobných areálov negatívne vplyva na aktivitu ureázy, kyslej a alkalickej fosfatázy. Zaznamenali sme pozitívnu signifikantnú závislosť medzi ureázou a kyslou fosfatázou ako i alkalickou fosfatázou. Žiadne nami hodnotené pôdne charakteristiky nemali vplyv na obsah živín. Nezaznamenali sme závislosť medzi organickým uhlíkom a aktivitou pôdných enzýmov, ale pozitívna závislosť bola zistená medzi organickým uhlíkom a celkovým obsahom ťažkých kovov. Štatisticky bolo potvrdené, že hodnotené pôdne charakteristiky neboli ovplyvnené vzdialenosťou odberného miesta od zdroja znečistenia.

LITERATÚRA

- BÁLINTOVÁ, M. – LÚPTÁKOVÁ, A., 2012. Úprava kyslých banských vôd. Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav geotechniky SAV, Košice.
- CANG, L. – ZHOU, D.M. – WANG, Q.Y. – WU, D.W., 2008. Effect of electrokinetic treatment of heavy metal contaminated soil on soil enzyme activities. *Journal of hazardous materials*, 172:1602-1607.
- DICK, R.P., 1997. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In: PANKHURST, C.E. – DOUBE, B.M. – GRUPTA, V.V. (eds.), *Biological indicators of soil health*, 121-156.
- GAO, Y. – ZHOU, P. – MAO, L. – ZHI, Y. – SHI, W., 2010. Assessment of effect of heavy metals combined pollution on soil enzyme activities and microbial community structure modified ecological dose-response model and PCR-RAPD. *Environmental Earth Science*, 60(3): 603-612.
- GREJTOVSKÝ, A., 1991. Vplyv zúrodňovacích opatrení na enzymatickú aktivitu ťažkej nívnej pôdy. *Rostlinná Výroba*, 37(9): 289-295.
- GÜLSER, F. – ERDOGAN, E., 2008. The effect of heavy metal pollution on enzyme activities and basal soil respiration of roadside soils. *Environmental Monitoring and Assessment*, 145(1-3): 127-133.
- HINOJSA, M.B. – CARREIRA, J.A. – GARCIA-RUIZ, R. – DICK, R.P., 2004. Soil moisture pre-threatement effect on enzyme activities as indicators of heavy metal-contaminated and reclaimed soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(10): 1559-1568.
- HRONEC, O. – VILČEK, J. – TÓTH, T. – ANDREJOVSKÝ, P. – ADAMIŠIN, P. – ANDREJOVSKÁ, A. – DAŇOVÁ, M. – HUTTMANOVÁ, E. – VILIMOVÁ, M. – ŠKULTÉTY, P. – JUHÁSOVÁ, M., 2008. Heavy metals in soils and plants of contaminated area “Rudňany – Gelnica”. *Acta regionalia et environmentalica*, 5(1): 24-28.
- CHAZIJEV, F.CH., 1976. *Fermentativnaja aktivnost' počv*. Nauka, Moskva.
- CHEN, A.N., 2006. The study of cadmium pollution on local zinc smelting with indigenous method. Guizhou University PhD/MS Thesis, Guiyang.
- CHOPIN, E.I.B. – ALLOWAY, B.J., 2007. Distribution and mobility of trace elements in soils and vegetation around the mining and smelting areas of Tharsis Riotinto and Hueôva, Iberian Pyrite Belt, SW Spain. *Water, Air and Soil Pollution*, 182(1-4): 245-261.
- KARACA, A. – NESEBY, D.C. – LYNCH, J.M., 2002. Effect of cadmium contamination with sewage sludge and phosphate fertilizer amendments on soil enzyme activities, microbial structure and available cadmium. *Biology and Fertility of Soils*, 35(6): 428-434.

- KHAN, S. – HESHAM, E.L. – QIAO, M. – REHMAN, S. – HE, J.Z., 2010. Effects of Cd and Pb on soil microbial community structure and activities. *Environ Science and Pollution Research*, 17(2): 288-296.
- KLINDA, J. – LIESKOVSKÁ, Z., 2005. Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2004. Ministerstvo životného prostredia, Bratislava.
- KOPER, J. – PIOTROWSKA, A., 1996. Aktywnosc enzymatyczna gleby plowej w zalezności od uprawy roslin w zmianowaniu i monokulturze. *Roczniki Gleboznawcze*, 47: 89-100.
- KYZILKAYA, R. – AŞKIN, T. – BAYAKLI, B. – SAĞLAM, M., 2004. Mikrobiological characteristics of soil contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology*, 40(2): 95-102.
- LIU, H.Y. – PROBST, A. – LIAO, B.H., 2005. Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Science of the Total Environment*, 339(1-3): 153-166.
- MCGRATH, S.P., 1984. Metal concentrations in sludges and soil from a long term field trial. *Journal of Agricultural Science*, 103(1): 25-35.
- MICHAELI, E. – BOLTŽIAR, M., 2010. Vybrané lokality environmentálnych záťaží v zařízených oblastiach Slovenska. *Geografické štúdie*, 1: 18-47.
- NANNIPIERI, P. – KANDELER, E. – RUGGUERO, P., 2002. Enzyme activities and microbiological and biochemical process in soil. In: Burns, R.G. – Dick, R.P. (eds.), *Enzymes in the Environment: Activity, Ecology, and Applications*, 1-33.
- RENELLA, G. – MENCH, M. – LADNI, L. – NANNIPIERI, P., 2005. Microbial diversity and hydrolase synthesis in long-term Cd-contaminated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(1): 133-139.
- SHEN, G. – GAO, L. – LU, Y. – HONG, J., 2005. Influence of phenanthrene on cadmium toxicity to soil enzymes and microbial growth. *Environ Science and Pollution Research*, 12(5): 259-263.
- WANG, Y.P. – SHI, J.Y. – LIN, Q. – CHEN, Y.X., 2007. Heavy metal availability and impact on activity of soil microorganisms along a Cu/Zn zone contamination gradient. *Journal of Environmental Science*, 19(3): 848-853.
- YEATES, G.W. – ORCHAND, V.A. – SPEIR, T.W. – HUNT, J.L. – HERMANS, M.CC., 1994. Impact of pasture contamination by copper, chromium, arsenic timber preservative on soil biological activity. *Biology and Fertility of Soils*, 18(3): 200-208.
- ZHANG, X. – YANG, L. – LI, Y. – LI, H. – WANG, W. – YE, B., 2010. Impact of lead/zinc mining and smelting on the environment and human health in China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(4): 2261-73.

HUSTOTA A ŠTRUKTÚRA POPULÁCIÍ INVÁZNYCH DRUHOV RASTLÍN V BÁBSKOM LESE

DENSITY AND STRUCTURE OF INVASIVE PLANT SPECIES POPULATIONS IN THE BÁB FOREST

IVANA PILKOVÁ¹

ABSTRACT

In this contribution we submit the results of the research of density and structure of the invasive species populations in the Báb forest in 2013. The most widespread woody plant was the taxon Robinia pseudoacacia. The taxon occurred during the observed period in 2013 in the amount of 191 individuals which represents 16 individuals per m². The second most widespread invasive woody plant was the taxon Ailanthus altissima. The least widespread species was the herb Impatiens parviflora. The given herb occurred on the both types of posts – on the clearcuts as well as in the forest coppice. The taxon thrived more in the forest coppice where it reached the total number of 30 individuals which represents 3 individuals per m². On the clearcuts the total amount represented 21 – 2 individuals per m².

KEYWORDS

Báb forest, invasive plant, temperature, clearcuts

Úvod

Fragmenty lesov v odlesnenej krajine, intenzívne využívané poľnohospodármi, sú vystavené vplyvom ľudských aktivít. Tieto fragmenty sú viac-menej prirodzené porasty obklopené narušenými, intenzívne obhospodarovanými plochami a biotopmi s prevahou synantropných druhov. Sú vystavené aj prísunu diaspór nepôvodných druhov z priliehajúcich synantropných spoločenstiev a agro-ekosystémov (ELIÁŠ, 2010b).

Táto skutočnosť sa dotýka aj Bábskeho lesa. V novembri 2006 bol uskutočnený v Bábskom lese jednorázový pásový a clonný rub, bol vytvorený sa nový typ stanovišťa na ploche po vyťažení stromov – rúbanisko (ELIÁŠ, 2010a).

Týmto zásahom sa ešte zvýšilo rozširovanie svetlomilných ruderálnych, synantropných a najmä inváznych druhov rastlín na rúbaniská Bábskeho lesa z okolitých antropogénnych biotopov. Z rúbanísk sa potom druhy ďalej rozširujú do lesných porastov.

Táto štúdia podáva výsledky výskumu hustoty a štruktúry populácií inváznych taxónov na rúbaniskách a v lesnom poraste Bábskeho lesa. Cieľom výskumu je zhodnotenie populačnej dynamiky sledovaných druhov a vekovej štruktúry inváznej byliny *Impatiens parviflora*. Daný príspevok nadväzuje na prácu PILKOVÁ (2014).

¹ Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF Nitra, Trieda A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, e-mail: ivana.pilkova@gmail.com

MATERIÁL A METÓDY

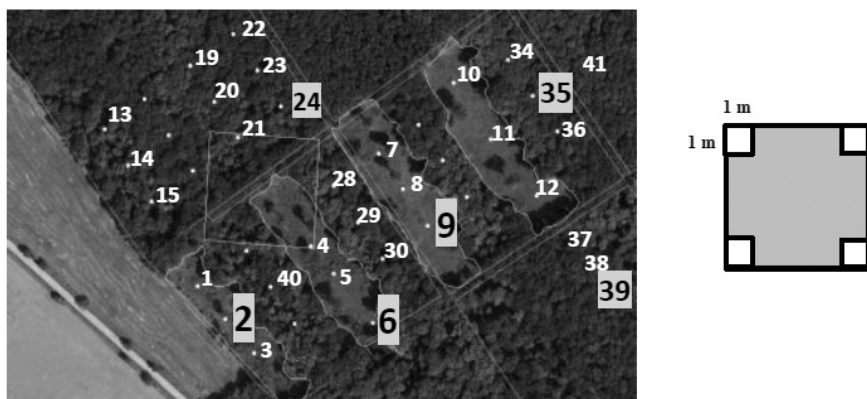
Bábsky les predstavuje klimaxové štádium sukcesie lesa na sprašiach, ide o nížinný dubovo-hrabový les v intenzívne využívanej poľnohospodárskej krajine (ELIÁŠ, 2010b). Administratívne patrí územie Bábskeho lesa do katastru obce Veľký Báb, leží na Nitrianskej sprašovej pahorkatine. Vymedzené je súradnicami 48°10'00" a 48°11'30" s.z.š. a 17°53'00" a 17°54'20" v.z.d., leží v nadmorskej výške 160-210 m (BISKUPSKÝ, 1970). Lesné spoločenstvo je zaradené do zväzu *Carpinion betuli* Mayer 1937 a asociácie *Primulo veris-Carpinetum* Neuhäusl et Neuhäuslová – Novotná 1964. Nachádzajú sa tu dve chránené územia - Národná prírodná rezervácia Bábsky les (NPR) a Chránený areál Bábsky park (CHA).

V študovanom území Bábskeho lesa bolo vymeraných a trvalo označených 32 TVP (trvalo výskumných plôch) o veľkosti 20 x 20 m (obr. 1, označené bielou farbou). Hustota a štruktúra populácií inváznych taxónov bola stanovená na 6 TVP (obr. 1, označené šedou farbou). Dané TVP som vybrala na základe väčšej diverzity druhov, kde som predpokladala výskyt inváznych taxónov. Tri plochy na rúbaniskách dokumentujú rôznu synantropizáciu. Od najvyššej na TVP č. 2 po najnižšiu na TVP č. 9. Lesné TVP som vybrala z trvalých plôch v NPR Bábsky les, potom z neťaženej časti a taktiež z lesnej časti, kde bol uskutočnený clonný rub.

Na každom rohu z týchto šiestich TVP sú trvalo vytýčené štyri plochy o veľkosti 1x1 m (obr. 1, vyznačené šedou kockou), s výnimkou lesnej TVP č. 35, kde sú vytýčené tri plochy 1x1 m. Zo šiestich študovaných TVP sa tri nachádzajú na rúbaniskách a tri TVP v lesnom poraste.

Rúbanisková TVP č. 2 sa nachádza na 1. rúbanisku, ktoré je najbližšie k poľu, TVP č. 6 na 2. rúbanisku a TVP č. 9 na 3. rúbanisku, ktoré je najďalej od poľa. Lesná TVP č. 24 sa nachádza v NPR Bábsky les. TVP č. 35 sa nachádza v časti lesa, kde prebehol v novembri 2006 clonný rub. Posledná lesná TVP č. 39 sa nachádza v neťaženej časti lesných porastov.

Samotný terénny výskum prebiehal v pravidelných týždenných cenzusoch - od 22. marca do 11. decembra 2013. Populačná hustota prítomných inváznych taxónov bola stanovená metódou opakovaného sčítania jedincov. Pri určovaní vekovej štruktúry boli jednotlivé rastliny rozdelené na generatívne a vegetatívne jedince. Za vegetatívne jedince som považovala rastliny, ktoré nemali vytvorené žiadne generatívne orgány a za generatívne jedince som považovala rastliny, ktoré už tvorili generatívne orgány. Priemernú mesačnú a dennú teplotu zo stanice Nitra – Janíkovce poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav. Invázne taxóny boli vyhodnotené podľa Medveckej a kol. (2012). Názvoslovie zistených taxónov je jednotne upravené podľa MARHOLDA A HINDÁKA (eds.) (1998).



Obrázok 1. Záujmové územie Bábsky les s vyznačenými 32 TVP a s TVP pre výskum hustoty a štruktúry populácií (označené šedou farbou) (Zdroj: Ústav krajinej ekológie, Slovenská akadémia vied, pobočka Nitra)

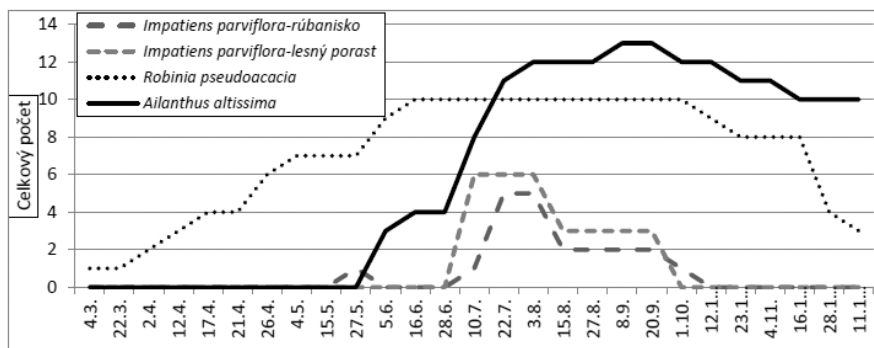
Figure 1. The area of interest the Báb forest with the 32 permanent marked plots (PRP) and PRP for the research of density and structure populations (marked with grey colour) (Source: Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, branch Nitra)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na TVP som zaznamenala výskyt dvoch inváznych drevín *Ailanthus altissima* a *Robinia pseudoacacia* a taktiež dvoch inváznych bylín *Impatiens parviflora* a *Erigeron annuus ssp. annuus*. Invázny taxón *Erigeron annuus ssp. annuus* sa vyskytoval v počte jeden jedinec na TVP č. 6 a preto ho ďalej neuvádzam. Na obr. 2 uvádzam celkový počet inváznych drevín *Ailanthus altissima* a *Robinia pseudoacacia* a inváznej byliny *Impatiens parviflora* na rúbaniskových, príp. lesných TVP. Iba na TVP rúbanísk č. 2 a č. 6 sa vyskytovali invázne dreviny a to vo vysokom počte. Najrozšírenejšou drevinou bol taxón *Robinia pseudoacacia*. Počas sledovaného obdobia bolo zaznamenaných na dvoch rúbaniskových TVP, kde bol taxón prítomný, celkovo 191 jedincov daného taxónu, čo predstavuje až 16 jedincov na m² (počítané zo všetkých rúbaniskových plôch veľkosti 1 m²). Populácia danej dreviny varíovala od 1 do 10 jedincov na rúbaniskových TVP. Taxón som zaznamenala v teréne už od 4. marca v počte jeden jedinec na TVP č. 6. Následne po zvýšení teploty sa počet zvyšoval a najviac – 10 jedincov som pozorovala v termínoch od júna do októbra na TVP č. 6. Na tejto ploche bol taxón najpočetnejší. V poslednom termíne pozorovania 11. decembra som inváznu drevinu zdokumentovala, taktiež na TVP č. 6, už len v počte 3 jedince ako výhonky s opadnutými listami.

Druhou najrozšírenejšou inváznou drevinou bol taxón *Ailanthus altissima*. Taxón sa počas celého sledovaného obdobia vyskytoval v počte 168 jedincov na dvoch rúbaniskových TVP č. 2 a č. 6, čo predstavuje 14 jedincov na m² (počítané zo všetkých rúbaniskových plôch veľkosti 1 m²). Jeho populácia varíovala od 3 až do 13 jedincov. Danú drevinu som zaznamenala po prvý krát začiatkom júna, najviac jedincov dreviny (13) som zaznamenala v termínoch 8. a 20. september a to na TVP č. 6. Najviac jedincov sa vyskytovalo v jesennom období, kedy teplota dosahovala okolo 15 °C. Následne sa počet jedincov začal znižovať a v poslednom termíne pozorovaní 11. decembra som ho zdokumentovala v počte 10 jedincov.

Najmenej rozšíreným inváznym druhom bola bylina *Impatiens parviflora*. Bylina sa vyskytovala na oboch typoch plôch – na rúbaniskách a to na TVP č. 9 a aj v lesnom poraste na TVP č. 24 a 39. Taxón dosiahol vyšší počet jedincov v lesnom poraste, kde celkový počet predstavoval 30 jedincov - 3 jedince na m² na TVP č. 39. Na rúbaniskovej TVP č. 9 celkový počet predstavoval 21 – 2 jedince na m² (obr. 2). Intenzívne zvýšenie počtu jedincov taxónu prebehlo od 22. júla pri zvýšení teploty na 20 °C. Najviac jedincov som zdokumentovala v júli a začiatkom augusta a to na rúbanisku a aj na plochách lesného porastu. Posledný krát som bylinu zdokumentovala 1. októbra a to na rúbaniskových TVP. Na základe terénneho výskumu môžem tvrdiť, že táto invázna bylina na lesných TVP č. 24 a č. 39 nepredstavovala hrozbu pre okolité lesné druhy. Bylina nevytláčala okolité druhy a ani inak neovplyvňovala (oberaním o živiny, vodu, svetlo) ich rast a rozvoj. Avšak na týchto plochách nebola tak rozšírená ako na iných miestach v Bábskom lese. Na niektorých miestach v lesnom poraste bylina intenzívne vytláča okolitú vegetáciu a preto je potrebné pokračovať v jej monitorovaní.

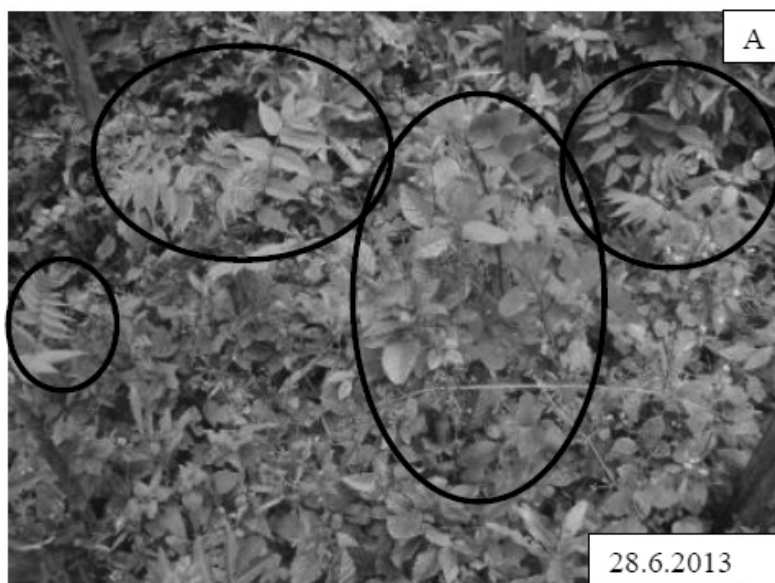


Obrázok 2. Celkový počet zaznamenaných invázných taxónov počas jednotlivých censuzov a sledovaného obdobia na všetkých TVP.

Figure 2. Total number of documented invasive taxa during individual census and survey period on all PRP.

Na obr. 3 je zobrazená populačná dynamika inváznych drevín. K intenzívnejšiemu rastu dvoch sledovaných inváznych drevín *Ailanthus altissima* a *Robinia pseudoacacia* dochádza od termínu 28. jún, v tomto období vystúpila priemerná mesačná teplota nad 19 °C, samotné jedince však nedosahujú viditeľne vyšší vzrast. Na obr. A sú odфотографované mladé jedince daných drevín. Dôvodom pre neskorý rozmach (koniec júna) vo vegetačnom období sledovaných inváznych drevín je pravdepodobne skutočnosť, že ide o teplomilné a svetlomilné dreviny.

Do termínu 22. júla jednotlivé jedince sledovaných inváznych drevín viditeľne narástli. V mesiaci júl (B) je nameraná najvyššia mesačná priemerná teplota nad 22 °C. Môžeme predpokladať, že intenzívne zvýšenie teploty má veľký vplyv na samotný rast (rast, rozvetkovanie výhonkov, rozvoj asimilačných orgánov) jednotlivých jedincov drevín *Ailanthus altissima* a *Robinia pseudoacacia*. Na obr. C už sledujeme žltnutie listov inváznych taxónov. Dôvodom daného žltnutia bola veľmi vysoká teplota (do 40 °C) na začiatku mesiaca august. Vplyv teploty môžeme vidieť aj v bylinnom podraсте. Hustota podraсту sa znížila, na obr. D už sledujeme nárast hustoty bylinného podraсту. Taktiež môžeme vidieť, že listy dreviny *Ailanthus altissima* sú už opadnuté (obr. D). Iba výhonky sledovaných inváznych drevín sledujeme na obr. E, tieto výhonky následne zostávajú cez zimné obdobie roka 2013. Pri týchto posledných termínoch sledovaní inváznych drevín sledujeme znížovanie teploty. Dochádza k opadu listov a dreviny vo forme výhonkov prečkajú celú zimu.







Obrázok 3. Dynamika rastu inváznych drevín na TVP č. 6 (Foto: I. Pilková)
Figure 3. The dynamics of growth of invasive woody plants on PRP no 6
 (Foto: I. Pilková)

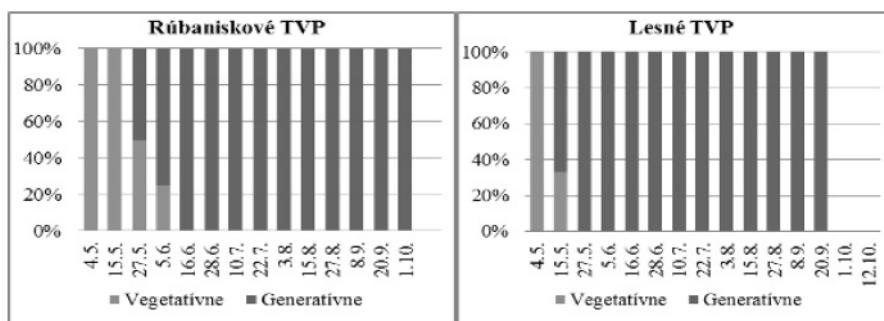
Impatiens parviflora začína vo Fínsku klíčiť v máji (ERKAMO, 1952), vo Veľkej Británii v marci (COOMBE, 1956), vo Wielkopolskom národnom parku pred 25. aprílom (PISKORZ, KLIMKO, 2002). Môžeme predpokladať, že čas klíčenia uvedeného v dostupnej literatúre a v Bábskom lese sa približne zhoduje, keďže už v máji a v júni, ako je uvedené vyššie, boli pozorované plne vyvinuté rastliny. Práca JAVOROVÁ (2012) uvádza, že úplne rozložené listy skúmaného invázneho druhu v Bábskom lese boli zaznamenané 19. apríla, kým v rámci tohto výskumu to bolo na začiatku mája. Tento posun bol pravdepodobne spôsobený nízkou teplotou v marci a na začiatku apríla. Jednotlivé rastlinky inváznej byliny sa objavujú po priemernej dennej teplote vyššej ako 16 °C.

Iba bylina *Impatiens parviflora* tvorila generatívne jedince (obr. 4). Generatívne jedince sa objavujú začiatkom mája a pretrvávajú ba rastline do konca života sledovanej byliny. U terofytov sa predpokladá náhly prechod z vegetatívnych fáz do generatívnych, pričom v tomto období sa takmer všetky energetické vstupy využívajú na tvorbu reprodukčných orgánov (KOZŁOWSKI, 1992). Invázna bylina tvorila generatívne orgány v lesnom poraste už po 11 dňoch od tvorby vegetatívnych orgánov. Dôvodom je pravdepodobne skutočnosť, že pre objavenie sa generatívnych fáz je dôležitý najmä nárast teplôt.

Podľa práce PISKORZ (2005) a PISKORZ, KLIMKO (2002) končí vegetačné obdobie *Impatiens parviflora* v dubovo-hrabovom lese Wielkopolskeho národného parku v priebehu augusta a septembra, čo sa zhoduje s vývojom druhu na lesných TVP. Za priaznivých podmienok sa však môže podľa TREPLA (1984)

posunúť koniec vegetačného obdobia až na október, čo dokumentuje aj vývoj druhu na rúbaniskových TVP. Priaznivejšie podmienky sa pravdepodobne vyskytovali na rúbaniskách. Táto skutočnosť mohla byť spôsobená jednak vplyvom mikroklimy a potom vplyvom okolitej vegetácie.

Zrelé plody sú vysemeňované strieľaním na väčšie vzdialenosti. K vystreľovaniu semien dochádza pod mechanickým vplyvom a to najmä na otvorených miestach, kde nie je bylina chránená okolitou vegetáciou a je viac náchylná napríklad na dažďové kvapky, pohyb zvery alebo pohyb lesníkov. Ukončenie generatívnych fáz sa v prípade inváznej rastliny *Impatiens parviflora* zhoduje s dátumom ukončenia vegetatívnych fáz (PIŠKORZ, KLIMKO, 2002), čo potvrdili aj tieto výsledky. Autori uvádzajú, že sledovaný invázny druh tvorí navyše plody, ktoré nie sú použité v reprodukcií, táto skutočnosť bola potvrdená týmto výskumom na TVP.



Obrázok 4. Veková štruktúra inváznej byliny *Impatiens parviflora*
Figure 4. Age structure of the population of *Impatiens parviflora*

Impatiens parviflora bola do Bábskeho lesa zavlečená na začiatku 80. rokov do parku a v polovici 80 rokov prenikla do lesného porastu v okolí poľného laboratória. S podporou človeka sa rozšírila aj do vzdialenejších častí lesa, vrátane NPR Bábsky les (ELIÁŠ, 2010a). V prvom roku po holorubnej ťažbe stromov (2007) kolonizovala narušené plochy na rúbanisku jednotlivými solitérnymi rastlinami. V ďalšom roku (2008) vytvárala na rúbaniskách husté porasty (ELIÁŠ, 2010a). Je to bylina, ktorá je schopná rásť v tieni, teple, vlhku a vyhovuje jej prostredie s vyšším obsahom dusíka. Tieto podmienky jej Bábsky les poskytuje či už v lesnom poraste alebo na rúbaniskách.

Impatiens parviflora je najčastejší a najrozšírenejší neofyt v stredoeurópskych horách a lesoch (KOWARIK, 2003). CHMURA, SIERKA (2006) poukazujú na to, že prítomnosť *I. parviflora* zvyšuje druhovú bohatosť vegetácie, využíva voľné miesta a dostupné živiny. Rastie na najrôznejších, no dostatočne vlhkých, prevzdušnených a nezatopených pôdach bohatých na humus. V lesoch na málo vápnitých pôdach vytvára *I. parviflora* v jednej tobolke obvyčajne 1 semeno. Na

bohatých zvlhčených pôdach máva v jednej tobolke 4 až 5 semien a jedna rastlina dokáže vyprodukovať až 1000 semien, semená dokáže vystreľovať na väčšie vzdialenosti (VINOGRADOVA A KOL., 2013).

Uvedené závery poukazujú na jej výrazný invázny potenciál a vplývajú na rozdielne rozšírenie *Impatiens parviflora* v lese a na rúbaniskách. Preto je možné predpokladať ďalšie šírenie tejto inváznej byliny a to najmä na rúbaniskách. Avšak v prípade zarastania rúbanísk sadenicami *Quercus robur* a *Q. petraea* agg. sa obmedzí jej životný priestor, čo môže, ale nemusí ovplyvniť jej ústup, príp. šírenie.

Veľké rozšírenie a vysokú pokryvnosť, najmä v krovinnom a bylinnom poschodí, dosahujú taktiež invázne dreviny *Ailanthus altissima* a *Robinia pseudoacacia*. Dôvodom veľkého rozšírenia týchto inváznych drevín je vysoká kořeňová výmladnosť a vyhovujúce svetelné a stanovištné podmienky na rúbaniskách Bábskeho lesa. Dané dve dreviny sa môžu taktiež presunúť a rozšíriť v lesnom poraste a to v svetlinách lesa vzniknutých po odumretí starších drevín pri samovoľnej obnove lesa.

ZÁVER

Táto štúdia podáva výsledky výskumu populačnej dynamiky sledovaných druhov a vekovej štruktúry inváznej byliny *Impatiens parviflora* v Bábskom lese v roku 2013. Najrozšírenejšou drevinou bol taxón *Robinia pseudoacacia*. Taxón sa počas celého sledovaného obdobia roka 2013 vyskytoval v počte 191 jedincov, čo predstavuje až 16 jedincov na m². Druhou najrozšírenejšou inváznou drevinou bol taxón *Ailanthus altissima*. Taxón sa počas celého sledovaného obdobia vyskytoval v počte 168 jedincov, čo predstavuje 14 jedincov na m². Najmenej rozšírených inváznym druhom bola bylina *Impatiens parviflora*. Daná bylina sa vyskytovala na oboch typoch plôch – na rúbaniskách a aj v lesnom poraste. Taxónu sa viac darilo v lesnom poraste, kde dosiahol celkový počet 30 jedincov, čo predstavuje 3 jedince na m². Na rúbaniskách celkový počet predstavoval 21 – 2 jedince na m².

Na výskyt nepôvodných druhov v Bábskom lese má vplyv hlavne činnosť človeka. Na jednej strane je to samotný vznik rúbanísk v novembri 2006. Na strane druhej je to blízkosť antropicky narušených biotopov (pole, obytná zóna Alexandrov dvor so synantropnými a CHA Bábsky park s jeho pestovanými a nepôvodnými druhmi). Rozšírenie zaznamenaných inváznych taxónov je spôsobené jednak človekom – zavlečenie *Impatiens parviflora*. Ďalším dôležitým faktorom je spôsob rozširovania, napríklad vetrom, živočíchmi, vystreľovaním semien, čo podporuje ešte blízkosť antropicky narušených plôch. Väčšine inváznych taxónov vyhovuje aj dostatok svetla na rúbaniskách a preto sa tu úspešne udomácnili.

V budúcnosti je možná zmena vo výskyte týchto inváznych druhov. Druhy môžu vymiznúť, príp. sa premiestniť podľa meniacich sa svetelných podmie-

nok na rúbaniskách a aj v lese (zarastanie rúbanísk, svetliny v lesnom poraste po odumretí starších jedincov).

LITERATÚRA

- BISKUPSKÝ, V., 1970. Work in the field of forest research at the Báb research project. In *Res. Project Báb, Progr. Rep. I.* Bratislava, 1970. p. 71-83.
- COOMBE, D. E., 1956. *Impatiens parviflora* DC. J. Ecol., 44. p. 701-712.
- ELIÁŠ, P., 2010a. Fenotypové plastické odpovede netýkavky malokvetej (*Impatiens parviflora*) na zmeny prostredia po ťažbe stromov v lese. Rosalia, Nitra, 21: p. 33-46. ISBN 978-80-970672-1-2.
- ELIÁŠ, P., 2010b. Zmeny biodiverzity v Bábskom lese a blízkom okolí (Nitrianska pahorkatina, Juhozápadné Slovensko). In *Starostlivosť o biodiverzitu vo vidieckej krajine*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010. ISBN 978-80-552-0445-1, p. 151-158.
- ERKAMO, V., 1952. Pienikukkaisesta häpykannuksesta, *Impatiens parviflora* DC. Suomessa, Arch. Soc. Zool. Bot. Fenn., Vanamo 6, 1: 87-94.
- CHMURA, D. - DIERKA, E., 2006. Relation between invasive plant and richness of forest floor vegetation. In *Polish Journal of Ecology*, vol 54, p. 417-428.
- JAVOROVÁ, M., 2012. Invázne správanie sa netýkavky malokvetej v lesnom spoločenstve. Diplomová práca (Katedra ekológie FEŠRR SPU v Nitre), 88 pp.
- KOWARIK, I., 2003. Biologische Invasionen : Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Stuttgart : Verlag Eugen Ulmer, p. 380.
- KOZŁOWSKI, J., 1992. Optimal allocation of resources to growth and reproduction: implications for age and size maturity. *Trends Ecol. Evol.* 7, 1: 15-19.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F., a kol. 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava: Veda, 1998. 687 pp.
- MEDVECKÁ, J., a kol. 2012: Inventory of the alien flora of Slovakia. *Preslia*, 84: p. 257-309.
- PILKOVÁ, I., 2014. Štruktúra populácií inváznych bylín v Bábskom lese. In: GALAMBOŠ, M. a kol: *Študentská vedecká konferencia PriF UK 2014 : zborník recenzovaných príspevkov z vedeckej konferencie konanej v Bratislave dňa 9.apríla 2014*. - Bratislava : UK, 2014. - ISBN 978-80-223-3592-8, S. 1659-1664.
- PISKORZ, R. - KLIMKO, M., 2002. Fenologia *Impatiens parviflora* DC. w silnie prześwietlonym grądzie środkowoeuropejskim na lokalnym stanowisku w Wielkopolskim Parku Narodowym. *Rocz. AR Pozn.* 347, Bot. 5: 135-144. ISSN 1508-9193.
- PISKORZ, R., 2005. The effect of oak-hornbeam diversity on flowering and fruiting of *Impatiens parviflora* DC. *Rocz. AR Pozn.* 372, Bot.-Stec. 8: 187-196. ISSN 1896-1908.

TREPL, L., 1984. Über *Impatiens parviflora* DC., als Agriophyt in Mitteleuropa. Diss. Bot. 73: 1-400. ISBN 3-7682-1385-4.

VINOGRADOVA, J. K. - MAJOROV, S.R. - CHORUN, L. V., 2013: Čjornaja kni-ga flory Srednej Rossii (Čierna kniha flóry Stredného Ruska). [online] [cit. 21.7.2014]. Dostupné na: <<http://www.bookblack.ru/areal/21.htm>>.

NEW HOSTS AND LOCALITIES OF QUILL MITES (ACARI: SYRINGOPHILIDAE) PARASITISING BIRDS IN SLOVAKIA

MIROSLAVA KLIMOVIČOVÁ¹ – MARTIN HROMADA^{1, 2}

ABSTRACT

In spite of fact that world fauna of quill mites (Syringophilidae) comprises more than 320 species grouped in 61 genera, only 23 quill mites from 26 bird species were recorded in Slovakia till now. Eight species of syringophilids have a type locality in Slovakia. In this paper, we provide the records of five new hosts and ten new localities for 12 quill mite species belonging to eight genera: Aulonastus Kethley, 1970; Betasyringophiloidus Skoracki, 2011; Neoaulonastus Skoracki, 2004; Neosyringophilopsis Skoracki and Sikora, 2005; Niglarobia Kethley, 1970; Syringophilopsis Kethley, 1970; Torotroglia Kethley, 1970 and finally, Neopicobia Skoracki, 2011.

KEYWORDS

Aves, ectoparasites, new records, syringophilids, taxonomy

INTRODUCTION

One of major goals of ecology is to explain patterns and mechanisms driving and maintaining biological diversity. Therefore, investigation of species richness of different taxa in both global and local scales and why diversity patterns differ among regions stays an important role of basic research (WIENS, 2011).

Bird feathers represents a specific niche inhabited by several groups of arthropods, including variety of mites. Within a feather, calamus creates a particular microhabitat (WEHR, 1952; RADFORD, 1953; KETHLEY, 1970). The quill mites of the family Syringophilidae are a potentially large but homogeneous, however mostly uninvestigated group of bird ectoparasites (JOHNSTON & KETHLEY, 1973). Syringophilids live inside the shaft of feathers and feed on host tissue fluids; they are piercing the quill wall with their long stylet-like chelicerae (KETHLEY, 1971). This group of mites is characterized by strongly elongated idiosoma, weak sclerotization and relatively short legs (SKORACKI et al., 2012). Family Syringophilidae is one of 131 families belonging to species-rich mite suborder Prostigmata and in Slovakia, more than 400 prostigmatans from 17 genera have been recorded till now (VRABEC, 2008). However, as for quill mites,

1 *Laboratory and Museum of Evolutionary Ecology, Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 15, 080 01 Prešov, Slovakia, e-mail: mklimovicova@gmail.com*

2 *Faculty of Biological Sciences, University of Zielona Góra, Szafrana 1, 65 516 Zielona Góra, Poland*

only 23 species from 26 bird species were known in Slovakia recently (KLIMOVIČOVÁ & HROMADA, 2013).

The first quill mites in Slovakia – *Syringophiloidus weiszii* Skoracki, Hromada and Tryjanowski, 2001 with type locality in the country was described from Great Grey Shrike *Lanius excubitor* Linnaeus, 1758 (Passeriformes: Laniidae). Till 2011, extensive studies of syringophilid mite biodiversity in Slovakia were performed and more new species were described by M. Skoracki and colleagues (Adam Mickiewicz University in Poznan, Poland; e.g. SKORACKI et al., 2001a,b; SKORACKI, 2002a,b; SKORACKI, 2004a). In total, Slovak fauna of syringophilids comprised 23 species associated to 9 genera: *Aulobia* Kethley; *Aulonastus* Kethley; *Betasyringophiloidus* Skoracki; *Neoaulonastus* Skoracki; *Neosyringophilopsis* Skoracki and Sikora; *Picobia* Haller; *Syringophiloidus* Kethley; *Syringophilopsis* Kethley and *Torotroglia* Kethley (Table 1). Eight species have a type locality in Slovakia (KLIMOVIČOVÁ & HROMADA, 2013).

The total number of bird species recorded in Slovakia in 2013 is 354 (CLEMENTS et al., 2014); these species belong to 21 orders with majority being passeriforms. Till now, all known Slovak quill mites are recorded from Passeriformes (22 species) and Piciformes (5 species). However, many bird species are still unexplored for presence of quill mites. Maybe also because of lack of good systematic studies published. For this reason, quill mites have been ignored by ecologist despite of their extremely interesting way of life and potentially high ecological impact (KLIMOVIČOVÁ & HROMADA, 2013).

In the present paper, new records of new hosts and new localities of 12 quill mite species are provided for Slovakia. New hosts are noticed for: *Aulonastus albus* Skoracki, 2002; *Neopicobia modularis* (Skoracki and Magowski, 2001); *Niglarobia helleri* (Oudemans, 1904); *Syringophilopsis blaszaki* Skoracki and Dabert, 1999 and *Torotroglia modularis* Nattress and Skoracki, 2007.

MATERIAL AND METHODS

Specimens for this study were loaned from collections of bird specimens (dry skins) deposited in the Sarisske Museum Bardejov (SMB), Slovakia (HROMADA et al., 2003). Mites were mounted in Hoyer's medium and investigated using a light microscope Olympus BH2 with differential interference contrast (DIC) optics. The scientific names of the birds follow CLEMENTS et al. (2014). All mite specimens are deposited in the Laboratory and Museum of Evolutionary Ecology, University of Prešov, Slovakia (LMEE).

RESULTS AND DISCUSSION

Family Syringophilidae Lavoipierre

Subfamily Syringophilinae Lavoipierre

Aulonastus albus Skoracki, 2002

Until now this species was reported only from the type host, *Motacilla alba* Linnaeus, 1758 (Motacillidae) from Poland (SKORACKI, 2002a) and to this time there were no other data since the first description.

Material examined. From quills of body feathers of *Motacilla flava* Linnaeus, 1758 (**new host**) (Reg. No. SMB 52/1978), **SLOVAKIA**, Lomné, 25 May 1978, coll. T. Weisz: 1 female and 1 male (Reg. No. LMEE/S/11).

Betasyringophiloidus motacillae (Bochkov and Mironov, 1998)

This species was described from *Motacilla flava* (Motacillidae) from Russia (BOCHKOV & MIRONOV, 1998). Later, it was recorded from the same host species in Poland (SKORACKI, 2011). Below we give one new locality for this quill mite species.

Material examined. From primaries, secondaries and coverts of male *Motacilla flava* (Reg. No. SMB 39/1979), **SLOVAKIA**, Lomné (**new locality**), 4 May 1979, coll. T. Weisz: 1 female (Reg. No. LMEE/S/12).

Neoaulonastus bisetatus (Fritsch, 1958)

This species is known from Palaearctic and Ethiopian region from representatives of the genera *Acrocephalus* (Acrocephalidae) and *Sylvia* (Sylviidae): *Acrocephalus arundinaceus* (Linnaeus, 1758), *A. baeticatus* (Vieillot, 1817), *A. dumetorum* Blyth, 1849, *A. paludicola* (Vieillot, 1817), *A. scirpaceus* (Hermann, 1804), *A. palustris* (Bechstein, 1798), *Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758), *S. communis* Latham, 1787 and *S. curruca* (Linnaeus, 1758) (FRITSCH, 1958; SKORACKI, 1999, 2011; SKORACKI et al., 2011; KLIMOVIČOVÁ et al., 2014). Below we give a record of new locality for this syringophilid species.

Material examined. From quills of secondaries of male *Sylvia atricapilla* (Reg. No. SMB 421/1958), **SLOVAKIA**, Šiba (**new locality**), 26 June 1958, coll. T. Weisz: 1 female (Reg. No. LMEE/S/13). From coverts of *Acrocephalus scirpaceus* (Reg. No. SMB 76/1967), **SLOVAKIA**, Bardejov, town (**new locality**), 5 September 1967, coll. T. Weisz: 1 female (Reg. No. LMEE/S/14). From quills of male *A. palustris* (Reg. No. SMB 144/1960) **SLOVAKIA**, Bardejov, Mlynský náhon (**new locality**), 3 June 1960, coll. T. Weisz: 3 females (Reg. No. LMEE/S/15).

***Neosyringophilopsis aegithali* (Bochkov, Mironov and Skoracki, 2001)**

Until now, this species was known to parasitize *Aegithalos caudatus* (Linnaeus, 1758) (Aegithalidae) and recorded from Russia, England and Poland (BOCHKOV et al., 2001; SKORACKI, 2004a; NATTRESS & SKORACKI, 2009). Below, we give a new locality for this quill mite species.

Material examined. From quills of secondaries and coverts of male *Aegithalos caudatus* (Reg. No. SMB 68/1957), **SLOVAKIA**, Bardejovská Zábava (**new locality**), 14 March 1957, coll. T. Weisz: 2 females (Reg. No. LMEE/S/16).

***Niglarobia helleri* (Oudemans, 1904)**

This species was originally described from *Tringa ochropus* Linnaeus, 1758 (Charadriiformes: Scolopacidae) from France (OUDEMANS, 1904; KETHLEY, 1970). Later on, it was reported from *Tringa flavipes* (Gmelin, 1789) in Argentina, *Tringa stagnatilis* (Bechstein, 1803) in Poland and *Arenaria interpres* (Linnaeus, 1758) in USA (SKORACKI & SIKORA, 2002; SKORACKI et al., 2006). Below we give the record of a new host species, *Tringa totanus* (Linnaeus, 1758), collected in Slovakia.

Material examined. From quills of primaries and secondaries of male *Tringa totanus* (**new host**) (Reg. No. SMB 76/1969), **SLOVAKIA**, Senné, 13 April 1969, coll. T. Weisz: 5 females (Reg. No. LMEE/S/17A). From primaries, secondaries, wing coverts, rectrices and body feathers from the same host species (Reg. No. SMB 36/1970), **SLOVAKIA**, coll. T. Weisz, date unknown: 5 females; (Reg. No. LMEE/S/17B).

***Syringophilopsis acrocephali* Skoracki, 1999**

This species was described from *Acrocephalus scirpaceus* (Acrocephalidae) from Poland (SKORACKI, 1999). It was recorded also from *A. schoenobaenus* (Linnaeus, 1758) in Poland and Egypt and from *A. palustris* in Poland (SKORACKI, 1999; SKORACKI, 2011). Below we give a new locality for this quill mite species.

Material examined. From secondaries of female *Acrocephalus palustris* (Reg. No. SMB 159/1963), **SLOVAKIA**, Gaboltov fish pond (**new locality**), 3 June 1963, coll. T. Weisz: 1 female (Reg. No. LMEE/S/18A). From secondaries of the male of the same host species (Reg. No. SMB 325/1958), **SLOVAKIA**, Hertník, near railway station, 28 May 1958, coll. T. Weisz: 3 females and 4 males (Reg. No. LMEE/S/18B). From quills of *Acrocephalus schoenobaenus* (Reg. No. SMB 54/1978), **SLOVAKIA**, Slovenská Kajňa (**new locality**), 25 May 1978, coll. T. Weisz: 2 females (Reg. No. LMEE/S/19).

***Syringophilopsis blaszaki* Skoracki and Dabert, 1999**

Until now, this species was reported from *Anthus trivialis* (Linnaeus, 1758) (Motacillidae) from Poland and Russia (SKORACKI & DABERT, 1999; BOCHKOV & GALLOWAY, 2001) and to this time there were no other data.

Material examined. From quills of primaries of male *Anthus pratensis* (Linnaeus, 1758) (Reg. No. SMB 9/1980) (**new host**), **SLOVAKIA**, Lomné, 15 April 1980, coll. T. Weisz: 1 female (Reg. No. LMEE/S/20).

***Syringophilopsis fringillae* (Fritsch, 1958)**

This species was recorded from its type host *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758 (Fringillidae) from Germany, Poland, Russia, Kazakhstan and England (FRITSCH, 1958; KETHLEY, 1970; BOCHKOV & MIRONOV, 1998; SKORACKI, 2004a; SKORACKI & BOCHKOV, 2010). In this paper we give new locality for this mite species.

Material examined. From quills of secondaries of female *Fringilla coelebs* (Reg. No. SMB 71/1974), **SLOVAKIA**, Zborov – Chmeľová (**new locality**), 2 May 1974, coll. T. Weisz: 1 female and 1 male (Reg. No. LMEE/S/21).

***Syringophilopsis kazmierski* Skoracki, 2004**

This species was recorded from *Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764) (Muscicapidae) from Poland and Slovakia (SKORACKI, 2004a; 2011); from *Ficedula parva* (Bechstein, 1792) in Poland and Romania (SKORACKI, 2004a; 2011) and from *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758) in Jordan (GLOWSKA et al., 2007). In this work we give record of one new locality for this quill mite species.

Material examined. From quills of secondaries of male *Ficedula parva* (Reg. No. SMB 70/1971), **SLOVAKIA**, Livov – Suché vlčie (**new locality**), coll. T. Weisz, date unknown: 2 females (Reg. No. LMEE/S/22).

***Torotroglia modularis* Nattress and Skoracki, 2007**

Until now, this species was known to parasitize *Prunella modularis* and recorded from England, Poland and Slovakia (NATTRESS & SKORACKI, 2007; SKORACKI, 2011) and there were not any other data on this quill mite species. Below we give the record of one new host from Slovakia.

Material examined. From secondaries and tail feathers of male *Anthus pratensis* (Motacillidae) (Reg. No. SMB 103/1962) (**new host**), **SLOVAKIA**, Janovce, 3 April 1962, coll. T. Weisz: 6 females (Reg. No. LMEE/S/23).

***Torotroglia rubeculi* Skoracki, 2004**

This species was reported only from *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758) (Muscicapidae) in Poland and Russia (SKORACKI, 2004b; BOCHKOV et al., 2009) and there were not any other data on this quill mite species after that. Below we give the record from the same host species found in Slovakia.

Material examined. From female *Erithacus rubecula* (Reg. No. SMB 59/1975), **SLOVAKIA**, Zborov - Chmeľová (**new locality**), 17 April 1975, coll. T. Weisz: 1 female (Reg. No. LMEE/S/24A). From secondaries of the male of the same host species (Reg. No. SMB 36/1975), **SLOVAKIA**, Turany nad Ondavou, next to the bridge, 26 March 1975, coll. T. Weisz: 4 females (Reg. No. LMEE/S/24B).

Subfamily Picobiinae Johnston and Kethley

***Neopicobia modularis* (Skoracki and Magowski, 2001)**

This species was reported from quill of body feathers of *Prunella modularis* (Prunellidae) (Linnaeus, 1758) in Poland (Skoracki and Magowski, 2001) and from *Prunella atrogularis* (Brandt JF, 1844) in Mongolia (SKORACKI & MAGOWSKI, 2001; SKORACKI, 2011). Below we give a new host for this quill mite species.

Material examined. From quills of body feathers of male *Pyrrhula pyrrhula* (Linnaeus, 1758) (Fringillidae) (Reg. No. SMB 28/1959) (**new host**), **SLOVAKIA**, Bardejov near Brežník, 18 January 1959, coll. T. Weisz: 2 females and 2 males (Reg. No. LMEE/S/25).

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Dr. Tomáš Jászay from Sarisske Museum Bardejov, Slovakia for his help and enabling our study of bird collection. We are also grateful to Dr. Maciej Skoracki from Adam Mickiewicz University in Poznan (Department of Animal Morphology, Poland) for his assistance in determination of quill mites. This research was financially supported by VEGA 1/1244/12 and OPV ITMS: 26110230119.

REFERENCES

- BOCHKOV, A.V. – GALLOWAY, T.D., 2001. Parasitic cheyletoid mites (Acari: Cheyletoidea) associated with passeriform birds (Aves: Passeriformes) in Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 79: 2014-2028.
- BOCHKOV, A.V. – FLANNERY, M.E. – SPICER, G.S., 2009. Mites of the genus *Torotroglia* (Prostigmata: Syringophilidae) from North American passerines. *Journal of Medical Entomology*, 46: 183-197.
- BOCHKOV, A.V. – MIRONOV, S.V., 1998. Quill mites of the family Syringophilidae Lavoipierre, 1953 (Acariformes: Prostigmata) parasitic on birds (Aves) of the fauna of the former USSR. *Acarina*, 6: 3-16.
- BOCHKOV, A.V. – MIRONOV, S.V. – SKORACKI, M., 2001. Four new quill mite species of the genus *Syringophilopsis* Kethley, 1970 (Acariformes: Prostigmata). *Acarina*, 9: 233-239.
- CASTO, S.D., 1974. Entry and exit of syringophilid mites (Acarina: Syringophilidae) from the lumen of the quill. *The Wilson Bulletin*, 86: 272-278.
- CASTO, S.D., 1976. Host records and observations of quill mites (Acarina: Syringophilidae) from Texas birds. *Southwestern Entomologist*, 1: 155-160.
- CLEMENTS, J.F. – SCHULENBERG, T.S. – ILIFF, M.J. – SULLIVAN, B.L. – WOOD, C.L. – ROBERSON, D., 2014. The eBird/clements checklist of birds of the world: Version 6.9. The Cornell Lab Ornithology, Ithaca, New York, <http://www>.

- birds.cornell.edu/clementschecklist/updates-corrections-august-2014/ (accessed 14.8.2014).
- FRITSCH, W., 1958. Die milbengattung *Syringophilus* Heller, 1880 (subordo Trombidiformes, Fam. Myobiidae Megnin, 1877). *Zoologische Jahrbücher Systematik*, 86: 227-234.
- GLOWSKA, E. – SKORACKI, M. – KHOURLY, F., 2007. A new species and new records of syringophilid mites (Acari: Prostigmata: Syringophilidae) from birds of Jordan. *Zootaxa*, 1635: 63-68.
- HROMADA, M. – KUCZYRSKI, L. – SKORACKI, M. – ANTCZAK, M. – TRYJANOWSKI, P. 2003. The value of the bird collections and associate data in regional museums: *Lanius excubitor* specimens in Sarisske Museum, Bardejov, Slovakia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 123A: 226-233.
- JOHNSTON, D.E. – KETHLEY, J.B., 1973. A numerical phenetic study of the quill mites of the family Syringophilidae (Acari). *Journal of Parasitology*, 59: 520-530.
- KETHLEY, J.B., 1970. A revision of the family Syringophilidae (Prostigmata: Acarina). *Contributions of the American Entomological Institute*, 6: 1-76.
- KETHLEY, J.B., 1971. Population regulation in quill mites (Acari: Syringophilidae). *Ecology*, 52: 1113-1118.
- KLIMOVIČOVÁ, M. – HROMADA, M., 2013. Biodiversity of quill mites, a little explored group of parasitic mites – from taxonomy to ecology. *Journal of Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Presoviensis. Natural Sciences Biology-Ecology*, 43: 30-35.
- KLIMOVIČOVÁ, M. – MIKULA, P. – KAHURE, N. – HROMADA, M., 2014. A review of quill mites (Acari: Syringophilidae) parasitizing Kenyan birds. *Zootaxa*, 3857(4): 571-580.
- NATTRESS, B. – SKORACKI, M., 2007. Quill mites of the family Syringophilidae Lavoipierre, 1953 (Acari: Cheyletoidea) parasitic on birds in England. *Genus*, 18: 139-145.
- NATTRESS, B. – SKORACKI, M., 2009. A new species and further records of quill mites (Acari: Cheyletoidea: Syringophilidae) parasitic on birds (Aves) in England. *Zootaxa*, 2133: 49-54.
- OUDEMANS, A.C., 1904. *Acarologische Aanteekeningen*, XIV. *Entomologische Berichten*, 20: 190-195.
- RADFORD, C. D., 1953. The mites (Acarina: Analgesidae) living on or in the feathers of birds. *Parasitology*, 43: 199-230.
- SKORACKI, M., 1999. New genus and species of Syringophilidae (Acari: Prostigmata) from Eurasian Reed-Warbler, *Acrocephalus scirpaceus* (Sylviidae: Passeriformes). *Genus*, 10: 155-162.

- SKORACKI, M., 2002a. Three new species of quill mites of the genus *Aulonastus* Kethley, 1970 (Acari, Prostigmata, Syringophilidae) from passerine birds. *Acta Parasitologica*, 47: 300-305.
- SKORACKI, M., 2002b. Three new species of the ectoparasitic mites of the genus *Syringophiloidus* Kethley, 1970 (Acari: Syringophilidae) from passeriform birds from Slovakia. *Folia Parasitologica*, 49: 305-313.
- SKORACKI, M., 2004a. Quill mites of the genus *Syringophilopsis* (Acari, Syringophilidae) from passeriform birds of Poland with descriptions of five new species. *Acta Parasitologica*, 49: 45-62.
- SKORACKI, M., 2004b. New data on systematics of the quill mites of the genus *Torotroglia* Kethley, 1970 (Acari: Syringophilidae). *Belgian Journal of Entomology*, 6: 303-314.
- SKORACKI, M., 2011. Quill mites (Acari: Syringophilidae) of the Palaearctic region. *Zootaxa*, 2840: 1-415.
- SKORACKI, M. – BOCHKOV, A.V., 2010. Quill mites from Kazakhstan. *Zootaxa*, 2546: 52-68.
- SKORACKI, M. – DABERT, J., 1999. A new species of the genus *Syringophilopsis* Kethley, 1970 (Acari: Prostigmata: Syringophilidae) from the Tree Pipit *Anthus trivialis* (Passeriformes: Motacillidae). *Acarina*, 7: 89-92.
- SKORACKI, M. – DABERT, J. – SCHMASCHKE, R., 2006. Observations on the quill mites (Acari: Syringophilidae) from charadriiform birds. *Zootaxa*, 1156: 51-64.
- SKORACKI, M. – HROMADA, M. – KUCZYNSKI, L., 2001a. *Torotroglia lullulae*, a new species of the family Syringophilidae Lavoipierre, 1953 (Acari: Prostigmata: Cheyletoidea). *Genus*, 12: 87-92.
- SKORACKI, M. – HROMADA, M. – WAMITI, W., 2011. A new species and new host records of syringophilid mites (Acari: Syringophilidae) from passerines from Kenya. *Zootaxa*, 2922: 34-40.
- SKORACKI, M. – HROMADA, M. – TRYJANOWSKI, P., 2001b. Description of a new species of quill mite *Syringophiloidus weiszii* sp. n. (Acari, Prostigmata, Syringophilidae) from Great Grey Shrike *Lanius excubitor*. *Acta Parasitologica*, 46: 30-34.
- SKORACKI, M. – MAGOWSKI, W., 2001. Two new species of quill mites of the genus *Picobia* (Acari: Prostigmata: Syringophilidae) from passerine birds of Poland. *Acarina*, 9: 113-119.
- SKORACKI, M. – SIKORA, B., 2002. New ectoparasitic mites of the family Syringophilidae (Acari: Prostigmata: Cheyletoidea) associated with birds from Argentina. *Zootaxa*, 27: 1-8.

- SKORACKI, M. – TRYJANOWSKI, P. – HROMADA, M., 2002. Two new species of the genus *Syringophilopsis* Kethley, 1970 (Acari: Syringophilidae) parasitizing quills of true shrikes (Aves: Laniidae). *Parasite*, 9: 11-16.
- SKORACKI, M. – ZABLUDOVSKAYA, S. – BOCHKOV, A.V., 2012. A review of Prostigmata (Acariformes: Trombidiformes) permanently associated with birds. *Acarina*, 20: 67-107.
- VRABEC, M., 2008. Prostigmátne roztoče (Acarina, Prostigmata) na Slovensku. Bachelor thesis, Bratislava, 64 p.
- WEHR, E. E., 1952. *Dermoglyphus elongatus* (Megnin, 1877), a quill mite of the House Canary in the United Staates. *Journal of Parasitology*, 38: 548-549.
- Wiens, J. J., 2011. The causes of species richness patterns across space, time, and clades and the role of „ecological limits“. *The Quarterly Review of Biology* 86(2):75-96.

Table 1. List of quill mites (Syringophilidae) recorded in Slovakia. Species marked * have a type locality in Slovakia.

Quill mite species	Host species	Host family	Host order	References
<i>Aulonastus albus</i> Skoracki, 2002	<i>Motacilla flava</i>	Motacillidae	Passeriformes	p. p.
<i>Aulobia cardueli</i> (Skoracki, Hendricks et Spicer, 2010)	<i>Carduelis flammea</i>	Fringillidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>Aulonastus anthus</i> (Skoracki, 2011)	<i>Anthus cervinus</i>	Motacillidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
* <i>Aulonastus luscinae</i> (Skoracki, 2002)	<i>Luscinia luscinia</i>	Muscicapidae	Passeriformes	Skoracki, 2002a
<i>Betasyringophiloidus motacillae</i> (Bochkov and Mironov, 1998)	<i>Motacilla flava</i>	Motacillidae	Passeriformes	p. p.
* <i>Betasyringophiloidus schoenichus</i> (Skoracki, 2002)	<i>Emberiza schoenichus</i>	Emberizidae	Passeriformes	Skoracki, 2002b
<i>Neoaulonastus bisetatus</i> (Fritsch, 1958)	<i>Sylvia atricapilla</i>	Sylviidae	Passeriformes	p. p.
„	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> , <i>A. palustris</i>	Acrocephalidae	Passeriformes	p. p.
* <i>Neoaulonastus picidus</i> (Skoracki, 2011)	<i>Picus canus</i>	Picidae	Piciformes	Skoracki, 2011
„	<i>Dendrocopos leucotos</i>	Picidae	Piciformes	Skoracki, 2011
<i>Neosyringophilopsis aegithali</i> (Bochkov, Mironov and Skoracki, 2001)	<i>Aegithalos caudatus</i>	Aegithalidae	Passeriformes	p. p.
<i>Neosyringophilopsis phylloscopi</i> (Bochkov, Mironov et Skoracki, 2001)	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Phylloscopidae	Passeriformes	Skoracki, 2004a
<i>Niglarobia helleri</i> (Oudemans, 1904)	<i>Tringa totanus</i>	Scolopacidae	Charadriiformes	p. p.

NEW HOSTS AND LOCALITIES OF QUILL MITES (ACARI: SYRINGOPHILIDAE)
PARASITISING BIRDS IN SLOVAKIA

<i>Picobia dryobatis</i> (Fritsch, 1958)	<i>Dendrocopos major</i> ; <i>D. minor</i> ; <i>D. leucotos</i>	Picidae	Piciformes	Skoracki, 2011
„	<i>Picoides tri-dactylus</i>	Picidae	Piciformes	Skoracki, 2011
<i>Picobia sturni</i> (Skoracki, Bochkov et Wauthy, 2004)	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sturnidae	Passeriformes	Skoracki, 2004a
<i>*Syringophiloidus bombycillae</i> (Skoracki, 2002)	<i>Bombycilla garrulus</i>	Bombycillidae	Passeriformes	Skoracki, 2002b
<i>Syringophiloidus minor</i> (Berlese, 1887)	<i>Passer domesticus</i>	Passeridae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>*Syringophiloidus montanus</i> (Skoracki, 2002)	<i>Passer montanus</i>	Passeridae	Passeriformes	Skoracki, 2002b
<i>Syringophiloidus parapresentalis</i> (Skoracki, 2011)	<i>Turdus pilaris</i>	Turdidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>Syringophiloidus presentalis</i> (Chirov et Kravtsova, 1995)	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sturnidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>*Syringophiloidus weiszii</i> (Skoracki, Hromada et Tryjanowski, 2001)	<i>Laniusexcubitor</i>	Laniidae	Passeriformes	Skoracki et al., 2001b
<i>Syringophilopsis acrocephali</i> Skoracki, 1999	<i>Acrocephalus palustris</i> , <i>A. schoenobaenus</i>	Acrocephalidae	Passeriformes	p. p.
<i>Syringophilopsis blaszaki</i> Skoracki and Dabert, 1999	<i>Anthus pratensis</i>	Motacillidae	Passeriformes	p. p.
<i>Syringophilopsis fringillae</i> (Fritsch, 1958)	<i>Fringilla coelebs</i>	Fringillidae	Passeriformes	p. p.
<i>Syringophilopsis kazmier-ski</i> Skoracki, 2004	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Muscicapidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
„	<i>Ficedula parva</i>	Muscicapidae	Passeriformes	p. p.
<i>*Syringophilopsis kristini</i> (Skoracki, Tryjanowski et Hromada, 2002)	<i>Lanius minor</i>	Laniidae	Passeriformes	Skoracki et al., 2002
<i>Syringophilopsis spinolet-tus</i> (Skoracki, 2004)	<i>Anthus spinolettus</i>	Motacillidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>Syringophilopsis turdi</i> (Skoracki, 2004)	<i>Turdus philomelos</i> , <i>T. iliacus</i>	Turdidae	Passeriformes	Skoracki, 2011

<i>Torotroglia cardueli</i> (Bochkov et Mironov, 1999)	<i>Carduelis can-nabina</i>	Fringillidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>Torotroglia gaudi</i> (Bochkov et Mironov, 1998)	<i>Fringilla mon-tifringilla</i>	Fringillidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
* <i>Torotroglia lullulae</i> (Skoracki, Hromada et Tryjanowski, 2001)	<i>Lullula arbo-rea</i>	Alaudidae	Passeriformes	Skoracki et al., 2001a
<i>Torotroglia merulae</i> (Skoracki, Dabert et Ehrnsberger, 2000)	<i>Turdus torqua-tus</i>	Turdidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
<i>Torotroglia modularis</i> (Nattress et Skoracki, 2007)	<i>Prunella mo-dularis</i>	Prunellidae	Passeriformes	Skoracki, 2011
„	<i>Anthus pra-tensis</i>	Motacillidae	Passeriformes	p. p.
<i>Torotroglia rubeculi</i> Skoracki, 2004	<i>Erithacus ru-becula</i>	Muscicapidae	Passeriformes	p. p.
<i>Neopicobia modularis</i> (Skoracki and Magowski, 2001)	<i>Pyrrhula pyrr-hula</i>	Fringillidae	Passeriformes	p. p.

RESULTS OF SCATTERED FAUNISTIC RESEARCH OF DIPTERA FAMILIES (ANISOPODIDAE, ATHERICIDAE AND RHAGIONIDAE) FROM SELECTED SITES IN SLOVAKIA

LIBOR DVOŘÁK¹ – JOZEF OBOŇA²

ABSTRACT

New faunistic records of flies from the families Anisopodidae, Athericidae, Rhagionidae (Diptera) from 14 localities are presented. Altogether four species of Anisopodidae, one species of Athericidae and 10 species of Rhagionidae are recorded in this study. Among the most interesting findings are the vulnerable species *Atherix ibis* (Fabricius, 1798) and two rarely collected species, *Chrysopilus helvolus* (Meigen, 1820) and *Sylvicola zetterstedti* (Edwards, 1923).

KEYWORDS

Diptera, Anisopodidae, Athericidae, Rhagionidae, Slovakia, faunistics

INTRODUCTION

Window-gnats or wood gnats (Anisopodidae), water snipe flies or ibis flies (Athericidae) and snipe flies (Rhagionidae) are relatively small families of Diptera. A total of seven species of the family Anisopodidae are recently known from Slovakia (ŠEVČÍK, 2009a, 2011). The adults of Anisopodidae occur mainly in forest habitats, but sometimes also in gardens or on windows in houses (therefore window-gnats). The larvae are found in various decaying organic materials and are known to be involved occasionally in intestinal and urinogenital myiasis (KRIVOSHEINA, 1997). Family Athericidae is represented by three species in Slovakia (ROZKOŠNÝ, 2009a). The adults may be found along watercourses, the larvae are aquatic predators. The most abundant of the examined families is the family Rhagionidae with 26 species occurring in Slovakia (ROZKOŠNÝ, 2009b). The adults are predaceous and larvae are mostly predaceous, but some are also saprophagous. The Slovakian species of the latter family were reviewed by STRAKA (1984). After his work, no other comprehensive study on the Slovakian Rhagionidae, as well as on Anisopodidae and Athericidae, has been published.

1 Municipal Museum Mariánské Lázně, Goethovo náměstí 11, CZ-35301 Mariánské Lázně, Czech Republic; e-mail: lib.dvorak@seznam.cz; dvorak@muzeum-ml.cz

2 Laboratory and Museum of Evolutionary Ecology, Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, 17. novembra 1, ul. 17. novembra č. 1, SK – 081 16 Prešov, Slovakia; e-mail: obonaj@centrum.sk

MATERIAL AND METHODS

Material was collected at 14 localities by a variety of methods, mainly by sweep netting, rarely by individual collecting, rearing or with the use of yellow pan traps. The captured flies were preserved in 75% ethanol and subsequently determined in laboratory by the first author. These are now deposited in the collection of the Municipal Museum Mariánské Lázně, Czech Republic. The material was identified using HAENNI (1997), KRIVOSHEINA & MENZEL (1998), MICHELSEN (1999), and ROZKOŠNÝ & SPITZER (1965). The nomenclature follows ROZKOŠNÝ (2009a, b) and ŠEVČÍK (2009a).

The following abbreviations are used: DFS – grid mapping codes of the Data-bank of the Slovak fauna, F – female, HC – hand collecting, M – male, SW – sweep netting, VU – vulnerable, YPT – yellow pan traps.

List of collecting sites.

Site 1: Borkút nr. Haniska, Košická kotlina basin, N 48° 57' 37.07", E 21° 13' 59.01", 260 m a.s.l., 7093 DFS.

Site 2: Cigeľ, Hornonitrianska kotlina basin, N 48° 43' 4.24", E 18° 38' 54.87", 260 m a.s.l., 7277 DFS.

Site 3: Diviacka Nová Ves, Hornonitrianska kotlina basin, N 48° 44' 55.44", E 18° 29' 30.93", 240 m a.s.l., 7276 DFS.

Site 4: Hermanovce nad Topľou, Východoslovenská pahorkatina hills, N 48° 58' 10.69", E 21° 29' 23.14", 480 m a.s.l., 7095 DFS.

Site 5: Nitrianske Rudno, Hornonitrianska kotlina basin, N 48° 48' 58.56", E 18° 28' 58.68", 320 m a.s.l., 7276 DFS.

Site 6: Olavec nr. Diviacka Nová Ves, Hornonitrianska kotlina basin N 48°45' 9.04", E 18°29' 25.20", 276 m a.s.l., 7276 DFS.

Site 7: Prešov, Košická kotlina basin, N 48° 59' 45.58", E 21° 13' 54.46", 265 m a.s.l., 7093 DFS.

Site 8: Stará Lesná, Vysoké Tatry Mts., N 49° 8' 0.07", E 20° 18' 35.59", 780 m a.s.l., 6887 DFS.

Site 9: Stráňany, Spišská Magura Mts., N 48° 45' 50.86", E 21° 55' 55.27", 642 m a.s.l., 6689 DFS.

Site 10: Široké, Košická kotlina basin, N 48° 59' 26.54", E 20° 55' 36.55", 525 m a.s.l., 7091 DFS.

Site 11: Trstenec nr. Diviacka Nová Ves, Hornonitrianska kotlina basin, N 48° 44' 20.32", E 18° 28' 54.27", 285 m a.s.l., 7276 DFS.

Site 12: Vrbany (part of Diviacka Nová Ves), Hornonitrianska kotlina basin, N 48° 45' 8.39", E 18° 30' 38.41", 275 m a.s.l., 7277 DFS.

Site 13: Zlatá Baňa, Slanské vrchy Mts., N 48° 56' 40.62", E 21° 26' 10.38", 570 m a.s.l., 7094 DFS.

Site 14: Železná Breznica, Kremnické vrchy Mts., N 48° 38' 24.95", E 19° 1' 41.07", 570 - 620 m a.s.l., 7380 DFS.

RESULTS AND DISCUSION

Survey of the species of Anisopodidae

Altogether four species (16 specimens) of window-gnats, which constitutes 57% of the species of Anisopodidae currently known from Slovakia (ŠEVČÍK, 2009a, 2011), are reported in this study. Comments on the species abundance are given by the first author according to his personal experience.

Sylvicola cinctus (Fabricius, 1787)

Material examined: Site 12, 26.3.2011, *Quercus* forest, HC, 1F; Site 3, 23.4.2011, village, HC, 1M; the same, 7.5.2011, village, HC, 1M; the same, 8.6.2011, reared from *Malus* rott hole, 1F; Site 14, 20.4.2013, brook in coniferous forest, SW, 1M; Site 1, 1.5.2014, brook, mineral wells in deciduous forest, SW, 1F; Site 6, 11.5.2014, well, brook near village, SW, 1M, 1F; Site 2, 14.5.2014, brook in deciduous forest, SW, 1F.

Comments: The most common species of this family. Recorded from several localities in Slovakia by ŠEVČÍK (2004, 2009b, 2011).

Sylvicola fuscatus (Fabricius, 1775)

Material examined: Site 13, 1.7.2013, brook in deciduous forest, SW, 1F; Site 7, 5.2014, env. of Torysa river, SW, 1F; Site 8, 16.6.2014, env. of coniferous forest, SW, 1F.

Comments: Widely distributed species, but occurring in smaller numbers than previous and following species. Recorded from Slovakia e.g. by ŠEVČÍK (2009b).

Sylvicola punctatus (Fabricius, 1787)

Material examined: Site 3, 23.4.2011, village, HC, 1M.

Comments: A relatively common species. Recorded from Slovakia e.g. by ŠEVČÍK (2009b, 2011).

Sylvicola zetterstedti (Edwards, 1923)

Material examined: Site 10, 3.5.2014, env. of river Svinka, SW, 1M, 2F (Fig. 1).

Comments: In Slovakia, this species was reliably recorded only from Hronček ponds in the Poľana Biosphere Reserve (ŠEVČÍK, 2005, 2009b). ŠEVČÍK (2009b) also mentioned the (unpublished) record of females from the Tatra Mts. The records from Šúr (STRAKA & MAJZLAN, 2010) should be verified by specialists and therefore they are not accepted here. Our record is the second verified and published one from Slovakia.



Figure 1. *Sylvicola zetterstedti* from Site 10. Photo: Josef Dvořák.

Survey of the species of Athericidae

Only one species of Athericidae was found during this study, which constitutes 33% of the Athericidae fauna of Slovakia (ROZKOŠNÝ, 2009a).



Figure 2. *Atherix ibis* from Site 1. Photo: Josef Dvořák.

Atherix ibis (Fabricius, 1798)

Material examined: Site 1, 1.5.2014, brook, mineral springs in deciduous forest, SW, 1M (Fig. 2).

Comments: Conservation status in JEDLIČKA & STLOUKALOVÁ (2001) is VU, the same situation is in the Czech Republic (KUBÍK & SPITZER, 2005). However,

several hydrobiological papers (e.g. BULÁNKOVÁ, 2011) showed that *Atherix ibis* is widely distributed across Slovakia.

Survey of the species of Rhagionidae

Altogether 10 species (based on 22 specimens) of Rhagionidae were found in this study, which constitutes 38 % of species of Rhagionidae currently known from Slovakia (ROZKOŠNÝ, 2009b).

Chrysopilus helvolus (Meigen, 1820)

Material examined: Site 7, 4.6.2014, env. of Torysa river, SW, 1M (Fig. 3).

Comments: A relatively rare species considered to be psychrophilous by SPITZER (1986) whilst preferring open forests and forest-steppes (SPITZER et al., 2005). Recently, records of *C. helvolus* were published from Stakčín-Chotinka and Snina-Cirocha (ROHÁČEK, 1995), Hronský Beňadik (STRAKA & SMETANA, 2006), Rokoš (STRAKA & MAJZLAN, 2007a), Kopáč (STRAKA & MAJZLAN, 2007b), and Bučkova jama (STRAKA, 2010). Present record is from urban ecosystem, near the city park and fountain.



Figure 3. *Chrysopilus helvolus* from Site 7. Photo: Josef Dvořák.

Chrysopilus nubecula (Fallén, 1814)

Material examined: Site 9, 16.7.2014, env. of pond, SW, 1M.

Comments: A relatively common species of light broadleaved or mixed forests (SPITZER, 1986).

Rhagio latipennis (Loew, 1856)

Material examined: Site 8, 16.6.2014, env. of coniferous forest, SW, 1F.

Comments: A species formerly classified as a rare species of mountane forests (ROZKOŠNÝ & SPITZER, 1965; SPITZER, 1986). In the Red List of invertebrates of the Czech Republic is *R. latipennis* ranked as a vulnerable species (SPITZER & BARTÁK, 2005). According to the data obtained by the first author from the last three years, this species is common, at least in western part of the Czech Republic, in shaded parts of various forest including Norway spruce monocultures (DVOŘÁK & DVOŘÁKOVÁ, 2014). Several records from Slovakia were published by ROHÁČEK (1995) and STRAKA & MAJZLAN (2006, 2007b, 2013).

Rhagio lineola Fabricius, 1794

Material examined: Site 8, 16.6.2014, env. of coniferous forest, SW, 1M.

Comments: A common species mainly of forests and shrubs, but practically eurytopic (SPITZER, 1986).

Rhagio maculatus (De Geer, 1776)

Material examined: Site 12, 17.5.2013, *Quercus* forest, SW, 1M, 1F; the same, 15.5.2014, meadow, *Quercus* forest, SW, 1M, 1F; Site 1, 1.5.2014, brook, mineral wells in deciduous forest, SW, 1M; Site 13, 10.6.2014, brook, env. of opal dump, SW, 1M.

Comments: An uncommon species of beech and fir-beech forests (SPITZER, 1986).

Rhagio notatus (Meigen, 1820)

Material examined: Site 4, 22.5.2014, env. *Fagus* forest, SW, 1M.

Comments: A common species of forests, mainly in mountains and submontane habitats (SPITZER, 1986).

Rhagio scolopaceus (Linnaeus, 1758)

Material examined: Site 12, 15.5.2014, meadow, *Quercus* forest, SW, 1M; Site 13, 10.6.2014, brook, env. of opal dump, SW, 1M, 1F; Site 5, 12.5.2014, env. of water reservoir, SW, 2F.

Comments: A common species dominating in open stands including ruderalised sites (SPITZER 1986), but practically eurytopic (L. DVOŘÁK, unpublished data).

Rhagio tringarius (Linnaeus, 1758)

Material examined: Site 7, 19.8.2014, env. of Torysa river, SW, 1F.

Comments: One of the most common species of Rhagionidae in the Czech Republic and Slovakia, practically eurytopic (ROZKOŠNÝ & SPITZER, 1965; SPITZER, 1986).

Rhagio vitripennis (Meigen, 1820)

Material examined: Site 12, 15.5.2014, meadow, *Quercus* forest, SW, 1M, 1F; Site 8, 17.6.2014, env. of coniferous forest, SW, 1M.

Comments: A common species preferring wet open and forest stands (SPITZER, 1986).

Symphoromyia melaena (Meigen, 1820)

Material examined: Site 3, 25.12.2011, *Quercus* forest, YPT, 1F; Site 12, 15.5.2014, meadow, *Quercus* forest, SW, 1F.

Comments: An uncommon species preferring oak forests (SPITZER, 1986). Recently, several localities were published by STRAKA & MAJZLAN (2007a, 2010), STRAKA (2005), STRAKA et al. (2010), and ROHÁČEK (1995).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Josef Dvořák (Praha-Hrnčiče, Czech Republic) for the photographs used in this contribution. The work was supported by projects: APVV-0059-II, ITMS: 26110230119.

REFERENCES

- BULÁNKOVÁ, E., 2011. Rozšíření druhů čeladě Athericidae na Slovensku (Distribution of species from family Athericidae in Slovakia). *Folia faunistica Slovaca*, 16: 173–180.
- DVOŘÁK, L., – DVOŘÁKOVÁ, K., 2014. Výsledky entomologického průzkumu vybraných skupin hmyzu na území Významného krajinného prvku Panský vrch (Results of an entomological survey of selected insect groups on the Panský vrch Important Natural Landscape Element). – *Západočeské entomologické listy*, 5: 17–26., Electronic version <<http://www.zpcse.cz/entolisty/entolisty.html>>. Retrieved 22.7.2014.
- HAENNI, J.-P., 1997. Anisopodidae (Diptera) de la faune de Suisse, avec la description d'une espèce nouvelle. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 70: 177–186.
- JEDLIČKA, L., – STLOUKALOVÁ, V., 2001. Červený (ekosozologický) zoznam dvojkrídlovcov (Diptera) Slovenska. In: BALÁŽ, D., – MARHOLD, K., – URBAN, P., (eds.), Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. Ochrana prírody, Banská Bystrica, Supplementum 20. 139–142.
- KRIVOSHEINA, N.P., – MENZEL, F., 1998. The Palearctic species of the genus *Sylvicola* Harris, 1776 (Diptera, Anisopodidae). *Beiträge zur Entomologie*, 48 (1): 201–217.
- KRIVOSHEINA, N.P., 1997. Family Anisopodidae. In: PAPP, L., – DARVAS, B., (eds.), Contributiona to a Manual of Palearctic Diptera (with special reference to flies with economic importance), Vol. 2, Nematocera and Lower Brachycera. Science Herald, Budapest. pp. 239–248.

- KUBÍK, Š., – SPITZER, K., 2005. Diptera: Athericidae (hnízdotvorkovití). In: FARKAČ, J., – KRÁL, D., – ŠKORPÍK, M., (eds.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. (Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates.) AOPK, Praha, pp. 274.
- MICHELSSEN, V., 1999. Wood gnats of the genus *Sylvicola* (Diptera, Anisopodidae): taxonomic status, family assignment, and review of nominal species described by J.C. Fabricius. *Tijdschrift voor Entomologie*, 142: 69–75.
- ROHÁČEK, J., 1995. Rhagionidae. In: ROHÁČEK, J., – STARÝ, J., – MARTINOVSKÝ J., – VÁLA, M., (eds.), *Diptera Bukovských vrchov.* (Diptera of the Bukovské hills.) Humenné, pp. 75–76.
- ROZKOŠNÝ, R., – SPITZER, K., 1965. Schnepfenfliegen (Diptera, Rhagionidae) in der Tschechoslowakei. *Acta entomologica bohemoslovaca*, 62: 340–368.
- ROZKOŠNÝ, R., 2009a. Athericidae Nowicki, 1873. In: JEDLIČKA, L., – KÚDELA, M., – STLOUKALOVÁ, V., (eds.), Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2. <<http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009>>. Retrieved 7.10.2014.
- ROZKOŠNÝ, R., 2009b. Rhagionidae Latreille, 1802. In: JEDLIČKA, L., – KÚDELA, M., – STLOUKALOVÁ, V., (eds.): Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2. <<http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009>>. Retrieved 7.10.2014.
- SPITZER, K., 1986. Nástin synekologie československých druhů čeledi Rhagionidae (Diptera). *Dipterologica bohemoslovaca*, 4: 71–74.
- SPITZER, K., – BARTÁK, M., 2005. Diptera: Rhagionidae (čihalkovití). In: FARKAČ, J., – KRÁL, D., – ŠKORPÍK, M., (eds.), Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. (Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates.) AOPK, Praha, pp. 275.
- SPITZER, K., – BARTÁK, M., – KUBÍK, Š., 2005. Rhagionidae. In: BARTÁK M., – KUBÍK Š., (eds.): *Diptera of Podyjí National Park and its Environs.* Česká Zemědělská Univerzita, Praha, pp. 119–122.
- STRAKA, V., 1984. Čelad': Rhagionidae. In: ČEPELÁK, J., (ed.) *Diptera Slovenska I* (Nematocera, Brachycera-Orthorrhapha). VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, pp. 143–146.
- STRAKA, V., 2005. Dvojkřídlovce (Diptera) Súľovských skal (Flies (Diptera) of the protected nature reserve Súľovské skaly rocks). *Zborník Slovenského Národného Múzea v Martine, Kmetianum*, 10: 198–218.
- STRAKA, V., 2010. Dvojkřídlovce (Diptera) masívu Žalostiná v CHKO Biele karpáty (západné Slovensko) (The Flies (Diptera) of the Žalostiná massif in the Protected Landscape Area Biele Karpaty Mts. (West Slovakia). *Naturale Tutela*, 14(1): 55–73.

- STRAKA, V., – PANIGAJ, Ľ., – GABRIKOVÁ, D., 2010. Dvojkřídlovce (Diptera) lúčnych habitatov: existuje väzba na farbu kvetov? (True flies (Diptera) of meadows: there is a relationship to the color of flowers?). *Naturale Tutela*, 14(2): 183–194.
- STRAKA, V., – MAJZLAN, O., 2006. Fauna dvojkřídlovcov (Diptera) Prírodnej rezervácie Nad Šenkárkou V CHKO Malé Karpaty (južné Slovensko) (The fauna Diptera of the Nature Reserve Nad Šenkárkou in the Protected Landscape Area Malé Karpaty (south Slovakia). *Naturale Tutela*, 10: 11–31.
- STRAKA, V., – MAJZLAN, O., 2007a. Dvojkřídlovce (Diptera) troch lokalít v Chránenej Krajinej Oblasti Strážovské vrchy (Flies (Diptera) of three localities in the Strážovské vrchy hills Protected Landscape Area). *Naturale Tutela*, 11: 47–84.
- STRAKA, V., – MAJZLAN, O., 2007b. Dvojkřídlovce (Diptera) PR Kopáč pri Bratislave. In: MAJZLAN, O. (ed.) *Príroda ostrova Kopáč. Fytoterapia OZ, Bratislava*, pp. 233–260.
- STRAKA, V., – MAJZLAN, O., 2010. Dvojkřídlovce (Diptera) PR Šúr (Flies (Diptera) of NR Šúr). In: MAJZLAN, O., – VIDLIČKA, Ľ., (eds.): *Príroda rezervácie Šúr. Ústav zoológie SAV, Bratislava*, pp. 285–324.
- STRAKA, V., – MAJZLAN, O., 2013. Dvojkřídlovce (Diptera) na lokalite Šišulákov mlyn pri obci Závod v Záhorskej nížine (Flies (Diptera) in the locality Šišulákov mlyn (mill) near Závod community in Záhorská nížina (lowlands) (West Slovakia). *Naturale Tutela*, 17(1): 89–104.
- STRAKA, V., – SMETANA, V., 2006. Dvojkřídlovce (Diptera) v zbierkach Tekovského Múzea v Leviciach (Flies (Diptera) in the collections of Tekov museum in Levice). *Acta. Mus. Tekovens. Levice*, 6: 126–148.
- ŠEVČÍK J., 2004. Faunistic records from the Czech and Slovak Republics: Diptera. Anisopodidae. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia*, 109: 323–324.
- ŠEVČÍK, J., 2005. New records of Bolitophilidae, Mycetophilidae, Anisopodidae and Mycetobiidae (Diptera) from Slovakia. *Biologia, Bratislava*, 60(5): 588–598.
- ŠEVČÍK, J., 2009a. Anisopodidae Edwards, 1921. In: JEDLIČKA, Ľ., – KÚDELA, M., – STLOUKALOVÁ, V., (eds.), *Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2.* <<http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009>>. Retrieved 7.10.2014.
- ŠEVČÍK, J., 2009b. Anisopodidae. In: ROHÁČEK, J., – ŠEVČÍK, J., (eds.), *Diptera of the Poľana Protected Landscape Area - Biosphere Reserve (Central Slovakia)*. SNC SR, Administration of the PLA – BR Poľana, Zvolen, pp. 93.
- ŠEVČÍK, J., 2011. Anisopodidae and Dixidae (Diptera) of the Gemer region, with a new record for Slovakia. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 60: 181–184.

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING PLANTS

REVIEW

VIKTÓRIA BIRKNEROVÁ¹

ABSTRACT

This article aims to describe a green synthesis process with a focus on production plant extracts serve as bioreductants in silver nanoparticles synthesis. Unquestionable advantage of nanoparticles in comparison with macroscopic particles are their unique properties. Nanoparticles form bridge between bulk materials and molecular structures. The bulk material, regardless of the size, has got constant physical properties, but in the nano world it is not a rule. The most interesting and often surprising properties are currently in nanoscale materials. However, the challenge is to find a procedure for obtaining nanoparticles that are environmentally friendly, so-called green. Biosynthesis satisfies this assumption and also offers us a rich bioreductant selection. Among these plant is a sovereign winner. Since the biosynthesis is in the bud, phytosynthesis is not yet fully explored area. The results of syntheses with different plant species as well as the conditions giving rise to extract the silver nanoparticles are provided in the form of table.

KEYWORDS

plant extracts, green synthesis, silver nanoparticles

INTRODUCTION

We do still greater things using smaller and smaller particles. This is the direction to going in the nanotechnology. Biology, chemistry, physics and engineering created a field that focuses the attention of many scientists.

We meet with nanoparticles much more than we realize in everyday life. We know a many applications, for example as part of a garment, footwear, wound dressings, paints, cosmetics and plastics.

At present, silver nanoparticles (AgNPs) are most widespread type of metal nanoparticles in terms of their applications and commercialization. Most of heavy metal acts as a cell toxin but AgNPs dispose excellent antibacterial properties which are non toxic to the macroscopic organisms. AgNPs toxicity to microorganisms is determined by the chemical reactivity of the surface. This chemical reactivity increases with diminishing size of nanoparticles (HOŠEK, 2010).

Nanoparticles can be obtained by physical, chemical or biological synthesis. The pursuit of environmentally sustainable synthetic process led to several biomimetic approaches, which also involved bioreduction (ARUNACHALAM, AN-

¹ *Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17 novembra č. 1, 081 16 Prešov, e-mail: viktoria.birkner@gmail.com*

NAMALAI, HARI, 2013). Many advantages come from biological synthesis (green synthesis) due to environmental friendliness. Biological methods use bacteria, actinomycetes, yeasts, fungi, algae and plants as reductants (IRAVANI, 2011). Low cost and possibility of large-scale production making from the plant synthesis number one.

PLANT EXTRACTS PREPARING

The extracts can be made from different parts of plants, most often it is a leaf. In case of the fresh leaves, the procedure is as follows. Leaves are thoroughly wash with double-distilled water (DDW) (e. g. VIJAYAKUMAR, M. et al., 2013) resp. with running tap water, and then with distilled water (ASHOKKUMAR, RAVI, VELMURUGAN, 2013). Some authors have used deionised water (e. g. PATIL, KOKATE, KOLEKAR, 2013). Then the leaves were air-dry or dry in oven as needed. Mostly, authors cut dry leaves into small pieces and then they add DDW (e. g. RAJA, SARAVANAKUMAR, VIJAYAKUMAR, 2013). In some instances, leaves were powdered in a mixer, and sieved to obtain a uniform size range for further study (e. g. ARUNACHALAM, ANNAMALAI, HARI, 2013). The mixtures, leaves/powder and DDW in different ratios, were boiled and filtered through filter paper. Extracts were stored in refrigerator at 4°C.

Infrequently, there have not been used only aqueous extract, but also extract of methanol (PRABHU et al. 2013.), hexane, chloroform, ethyl acetate and acetone extracts (ZAHIR, RAHUMAN, 2013) too.

Plant tubers have been used in *Curcuma longa* (SHAMELI et al., 2013) and *Dioscorea bulbifera* (GHOSH et al., 2013). Tubers were cut into small pieces, powdered in a mixer, and then sieved.

Root powder of *Morinda citrifolia* was boiled in distilled water, filtered and stored in the refrigerator at 4°C (SUMAN et al., 2013). On the other hand, extraction *R. hymenosepalus* sample was obtained by adding an ethanol/water solution into the dry sample. After 15 days at room temperature, the extraction was completed (RODRIGUEZ-LEON et al., 2013).

In order to seeds, they were cut into small pieces and powdered in a mill. Extracts solution were prepared by boiling a mixture of seed powder in sterile distilled water. The solution was centrifuged and filtered by filter paper (JAGTAP, BAPAT, 2013) or using sintered glass crucible and preserved (VIJAYARAGHAVAN et al., 2013).

Fresh peels of *Annona squamosa* were washed with DDW, dried and powdered. Peel powder and DDW were mixed on a rotary shaker for 1 h and then filtered through filter paper (KUMAR et al., 2013).

Authors KORA, SASHIDHAR and ARUNACHALAM (2013) prepared *Boswellia serrata* gum extract. Firstly, the gum was powdered and sieved. Then they gained 0.5% (w/v) homogenous gum stock by stirring the solution overnight. Supernatant was obtained after centrifugation.

Cissus quadrangularis plants were boiled with distilled water and filtered through nylon mesh and Millipore filter (VALLI, VASEEHARAN, 2013).

The aerial parts of *Pulicaria glutinosa* (KHAN et al., 2013) were cut into small pieces. The pieces were soaked in distilled water and refluxed for 3 hours. The aqueous extract was filtered and dried at 50°C in a rotary evaporator.

VELAYUTHAM et al. (2013) prepared extract from *Ficus racemosa* bark. They cut bark into small pieces, powdered and sieved. Aqueous extract was prepared in two ways. In the first method was used magnetic stirrer and the bark powder was left for 3 hours. The second method included boiling the powder/distilled water mixture.

Chrysanthemum morifolium flowers applied by HE et al. (2013) were immersed in boiling distilled water for 10 minute, cooled and stored.

The dried fruit bodies of the *Tribulus terrestris* (GOPINATH et al., 2013) were pulverized well with mortar and pestle. Powder sample was mixed into distilled water, boiled for 10 min, cooled and filtered with filter paper.

PLANT EXTRACTS IN THE GREEN SYNTHESIS

There are several ways to reduce Ag^+ , for example, by γ -radiation, ultraviolet radiation (UV), heating and the electrochemical reduction and chemicals application such as hydrazine, sodium borohydride, glycerol, polyethylene, N, N-dimethylformamide, glucose, ethylene glycol, formaldehyde and sodium in liquid ammonia. But we identify with SHAMELI et al. (2013) that it is necessary to study more economical, commercially viable and environmentally green synthesis.

At present, plant extracts act as reducing agents for the synthesis of nanoparticles because they are suitable for the biological process creation in large-scale production. Most preferred are plants secreting functional molecules for reaction, in conformity with the principles of green chemistry. It has been found that the reduction range of metal ions using plants is much faster compared to the microorganisms (KUMAR et al., 2013).

In general, the green synthetic method involves three main steps (e.g. SUMAN et al., 2013):

- a) selection of soluble media,
- b) selection of environmentally benign reducing agent,
- c) selection of non-toxic substances to stabilize AgNPs.

Reducing sugars and terpenoids play a key role in the reduction of silver ions and the establishment of the corresponding nanoparticles. Ketones /aldehydes bind to growing spherical nanoparticles, which create extensive nanotriangles and nanohexagons (KUMAR et al., 2013).

In terms of antibacterial activity of the biologically synthesized nanoparticles, it was more significant at higher concentrations (THIRUNAVOUKKARASU et al., 2013).

Studies on the effect of preparation temperature of the nanoparticles demonstrated that the reaction proceeded more rapidly at elevated temperatures. Moreover,

the size of the nanoparticles and the yield was increased when they were synthesized at 90°C, compared to room temperature (KHAN et al., 2013).

SHANKAR, AHMAD and SASTRY (2003), described the extracellular AgNPs synthesis by reduction of aqueous Ag⁺ ions using leaves extract of geranium (*Pelargonium graveolens*). The reduction of Ag⁺ ions by herbal extract occurred relatively quickly, in contrast to previous studies, which were used bacteria or fungi for the synthesis. For comparison, the time required for complete reduction of the metal ions in case of fungi or bacteria is in a range of 24-124 hours, whereas in the geranium leaf extract is more than 90% of the reaction completed in 9 hours. The result is a very high density of stable crystalline AgNPs with an average size of about 27 nm. The authors suggested that terpenoids are present in the herbal extract and support the reduction of Ag⁺ ions.

Table 1 constitutes a brief overview of conditions under which the synthesis was carried out and the results arising from them. The third column shows preparation of the extract ratio, used plant part in grams and distilled water in milliliters. Conditions 1 describe the conditions the extract was created (RT means Room Temperature, 25°C approx). Duration and Condition 2 concern the green synthesis process. Results describe Shape and Size of synthesis products- AgNPs.

The content of secondary metabolites depends on the qualitative aspect of extract. Metabolites are responsible to the synthesis of silver nanoparticles, they behave as a stabilizing and reducing agent simultaneously. Therefore, it is important to pay attention to extract preparation and storage, because the external conditions affecting its qualitative aspect.

Synthesis process itself consists of the addition of silver salt into the plant extract in a corresponding proportion. According to AKHTAR, PANWAR A YUN (2013) the synthesis temperature, reaction time and pH significantly influence the nanoparticles size and shape.

The process of synthesis has a different length, but most authors agree with the fact that the first changes have been observed for the first minutes of the reaction. Depending on the plant species and the ratio of the silver salt to the extract, the reaction can take variable time until all of the silver salt reacts, or if there is already an excess of salt, it does not to react. This process may take a few days but already in negligible extent. The different functional groups contained in the extract are reacted at different times, which also prolong the reaction. The resulting synthesis products are characterized by size and shape of which depend their characteristics and quality.

In conclusion, we can together with VIJAYAKUMAR et al. (2013) summarize, that the range and the morphological stability of the chemical-physical characteristics of the metal nanoparticles are strongly influenced by experimental conditions, interaction kinetics of metal ions with a reducing agent and a processes adsorption of stabilizer with metal nanoparticles.

Table 1. Overview of plant, conditions and results

Plant:	Used part:	Ratio:	Conditions	Duration:	Condition	Shape:	Size:	Ref.
<i>Annona squamosa</i>	peel	1:10	mixed for 1 h	4 h	25°C, 60°C	spherical	35 ± 5 nm	KUMAR et al., 2013
<i>Artemisia nilagirica</i>	leaves	1:20	boiled for 5 min		RT	spherical, triangles, hexagonal	10–45 nm, 45–60 nm, 10–25 nm	VIJAYAKUMAR et al., 2013
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	seeds	different concentrations (2, 4, 6, 8, and 10%, w/v)	boiling for 1 h	5 min	15 psi, 121°C	irregular	3–25 nm (avg 10.78 nm)	JAGTAP, BAPAT, 2013
<i>Boswellia serrata</i>	gum	0.5% (w/v)	stirring the solution overnight		121°C, 103 kPa	spherical	7.5 ± 3.8 nm	KORA, SASHIDHAR, ARUNACHALAM, 2013
<i>Catharanthus roseus</i>	leaves	1:100			RT		27 ± 2 nm, 30 ± 2 nm	KOTAKADI et al., 2013
<i>Cissus quadrangularis</i>	plants		50–60 °C for 10 min	20–30 min	37°C	spherical	50–100 nm	VALLI, VASEEHARAN, 2013
<i>Curcuma longa</i>	tubers	1:200	4 hours at RT	24 h	RT	cubic	6,30 ± 2,64 nm	SHAMELI et al., 2013
<i>Desmodium gangeticum</i>	leaves	1:5	boiled for 5 min	24 h	35°C	spherical	18–39 nm	THIRUNAVOUKKAR ASU et al. 2013
<i>Dioscorea bulbifera</i>	tubers	1:20	boliling for 5 min	5 h	4-50°C	anisotropic, triangular, spherical, ellipsoidal	8–20 nm	GHOSH et al., 2013
<i>Euphorbia prostrata</i>	leaves	1:50	boiled for 15 min	10 min	RT	rod	25–80 nm	ZAHR, RAHUMAN, 2013
<i>Ficus benghalensis</i>	leaves	1:4	boiled for 5 min		50–60°C	spherical	16 nm	SAXENA et al. 2013
<i>Ficus racemosa</i>	bark	1:10	stirring, boiled for 5 min	10 min	RT	cylindrical, rod	avg 250.5 nm	VELAYUTHAM et al., 2013
<i>Gloriosa superba</i>	leaves	1:5	boiled for 15 min	30 min	RT	cubic	10–25 nm	ASHOKKUMAR, RAVI, VELMURUGAN, 2013
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	flowers	1:15	boiled for 10 min	24 h	RT	spherical	20–50 nm	HE et al., 2013
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	leaves	1:5	boiled for 5 min	24 h	RT	cubic	85–110 nm	ARUNACHALAM, ANNAMALAI, 2013.
<i>Memecylon umbellatum</i>	leaves	1:5	boiled for 5 minutes	24 h	RT	spherical	15–20 nm	ARUNACHALAM, ANNAMALAI, HARI, 2013
<i>Morinda citrifolia</i>	root	2:25	boiled for 15 min	8 h	RT	ellipsoidal, spherical	32–55 nm	SUMAN et al., 2013
<i>Ocimum tenuiflorum</i>	leaves	1:20	boiled for 5 min	10 min	RT	cubic	25–40 nm	PATIL, KOKATE, KOLEKAR, 2013
<i>Papaver somniferum</i>	seeds	1:4	extracted in hot sterile distilled water	24 h	28°C	spherical	3.2–7.6 µm	VIJAYARAGHAVAN et al., 2013
<i>Piper pedicellatum</i>	leaves	1:4	extracted for 1 h at 60 °C	4 h	30°C	spherical	2.0 ± 0.5–30.0 ± 1.2 nm	TAMULY et al., 2013

Plant:	Used part:	Ratio:	Conditions 1:	Duration:	Condition s 2:	Shape:	Size:	Ref.
<i>Prosopis juliflora</i>	leaves	1:5	boiled for 15 min	24 h	RT	triangles, tetragons, pentagons, hexagons	35–60 nm	RAJA, SARAVANAKUMAR, VIJAYAKUMAR, 2013
<i>Pulicaria glutinosa</i>	aerial part	1:10 approx	refluxed for 3 hours	2 h	90°C	spherical	40–60 nm	KHAN et al., 2013
<i>Rhizophora mucronata</i>	leaves	3:20	boiled for 3 minutes	5 min	15 psi, 121°C	spherical	4–26 nm	UMASHANKARI et al., 2013
<i>Rumex hymenosepalus</i>	roots	3:20	RT, 15 days	96 h		cubic, hexagonal	2–40 nm	RODRIGUEZ-LEON et al., 2013
<i>Tithonia diversifolia</i>	leaves	1:20	boiled for 2 minutes	24 h	RT	roughly circular with smooth edges	25 nm	TRAN, VU, NGUYEN, 2013
<i>Trachyspermum ammi</i>	seeds	1:4	extracted in hot sterile distilled water	24 h	28°C	triangular	87–998 nm	VIJAYARAGHAVAN et al., 2013
<i>Tribulus terrestris</i>	fruits	1:20	boiled for 10 min	36 h	dark room conditions	spherical	16–28 nm	GOPINATH et al. 2013
<i>Vitex negundo</i>	leaves	1:20	extracted for 2 h	4 h	37°C	spherical	20–100 nm	PRABHU, D. et al. 2013.

CONCLUSION

One of the synthesis objectives is to control the size and shape of the atomic clusters and nanoparticles, and their layout in 1D, 2D, or 3D (RODRIGUEZ-LEON et al., 2013).

As the noble metal nanoparticles are widely used in the fields of human contact today, it is an increasing need to develop green methods.

Chemical methods have a low cost, but their disadvantages include pollution from chemical precursors, toxic solvents and generation of hazardous by-products. It is the need to develop methods for the synthesis of metal nanoparticles, which are non-toxic and environmentally compliant, the production would be inexpensive and highly productive. Therefore, it is important to look for biological resources available in nature for the synthesis of nanoparticles.

For successful biosynthesis, which producing the desired results, it is important to know the exact mechanism of this reaction. Regarding phytosynthesis, we need to know the conditions of habitat plants, because the substances contained in the plant depend on them. Using the proper extraction we need to get as many substances necessary for synthesis and performed the synthesis process with the most favorable conditions.

REFERENCES

- AKHTAR M. S., PANWAR, J., YUN, Y. S. 2013. Biogenic synthesis of metallic nanoparticles by plant extracts. In *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* [online]. 2013, vol. 1, no., p. 591–602 [cit. 2014-03-15]. Dostupné na: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/sc300118u?prevSearch=Biogenic%2Bsynthesis%2Bof%2Bmetallic%2Bnanoparticles%2Bby%2Bplant%2Bextracts&searchHistoryKey=>. ISSN 2168-0485.
- ARUNACHALAM, K. D., ANNAMALAI, S. K. 2013. *Chrysopogon zizanioides* aqueous extract mediated synthesis, characterization of crystalline silver and gold nanoparticles for biomedical applications. In *International Journal of Nanomedicine*. ISSN 1178-2013, 2013, vol. 8, p. 2375-2384.
- ARUNACHALAM, K. D., ANNAMALAI, S. K., HARI, S. 2013. One-step green synthesis and characterization of leaf extract-mediated biocompatible silver and gold nanoparticles from *Memecylon umbellatum*. In *International Journal of Nanomedicine*. ISSN 1178-2013, 2013, vol. 8, p. 1307-1315.
- ASHOKKUMAR, S., RAVI, S., VELMURUGAN, S. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles from *Gloriosa superba* L. leaf extract and their catalytic activity. In *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. ISSN 1386-1425, 2013, vol. 115, p. 388-392.
- BIRKNEROVÁ, V. 2014. *Biosyntéza nanočastíc striebra za použitia rastlinných extraktov*: diplomová práca. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, FHPV, 2014. 74 p.
- GHOSH, S. et al. 2013. Synthesis of silver nanoparticles using *Dioscorea bulbifera* tuber extract and evaluation of its synergistic potential in combination with antimicrobial agents. In *International Journal of Nanomedicine*. ISSN 1178-2013, 2013, vol. 7, p. 483-496.
- GOPINATH, V. et al. 2013. Biosynthesis of silver nanoparticles from *Tribulus terrestris* and its antimicrobial activity: A novel biological approach. In *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*. ISSN 0927-7765, 2013, vol. 96, p. 69-74.
- HE, Y. et al. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles by *Chrysanthemum morifolium* Ramat. extract and their application in clinical ultrasound gel. In *International Journal of Nanomedicine*. ISSN 1178-2013, 2013, vol. 8, p. 1809-1815.
- HOŠEK, J. 2010. *Úvod do nanotechnologie*. Praha: České vysoké učení technické, 2010. 170 p. ISBN 978-80-01-04555-8.
- IRAVANI, S. 2011. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. In *Green Chemistry*. ISSN 1463-9262, 2011, vol. 13, p. 2638-2650.
- JAGTAP, U. B., BAPAT, V. A. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles using *Artocarpus heterophyllus* Lam. seed extract and its antibacterial activity. In *Industrial Crops and Products*. ISSN 0926-6690, 2013, vol. 46, p. 132-137.

- KHAN, M. et al. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles mediated by *Pu-licaria glutinosa* extract. In *International Journal of Nanomedicine*. ISSN 1178-2013, 2013, vol. 8, p. 1507-1516.
- KORA, A. J., SASHIDHAR, R. B., ARUNACHALAM, J. 2013. Aqueous extract of gum olibanum (*Boswellia serrata*): A reductant and stabilizer for the bio-synthesis of antibacterial silver nanoparticles. In *Process Biochemistry*. ISSN 1359-5113, 2013, vol. 47, p. 1516-1520.
- KOTAKADI, V. S. et al. 2013. Simple and rapid biosynthesis of stable silver nanoparticles using dried leaves of *Catharanthus roseus*. Linn. G. Donn and its anti microbial activity. In *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. ISSN 0927-7765, 2013, vol. 105, p. 194-198.
- KUMAR, R. et al. 2013. Agricultural waste *Annona squamosa* peel extract: Bio-synthesis of silver nanoparticles. In *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. ISSN 1386-1425, 2013, vol. 90, p. 173-176.
- PATIL, R. S., KOKATE, M. R., KOLEKAR, S. S. 2013. Bioinspired synthesis of highly stabilized silver nanoparticles using *Ocimum tenuiflorum* leaf extract and their antibacterial activity. In *Spectrochimica Acta Part A- Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. ISSN 1386-1425, 2013, vol. 91, p. 234-238.
- PRABHU, D. et al. 2013. Biologically synthesized green silver nanoparticles from leaf extract of *Vitex negundo* L. induce growth-inhibitory effect on human colon cancer cell line HCT15. In *Process Biochemistry*. ISSN 1359-5113, 2013, vol. 48, p. 317-324.
- RAJA, K. ., SARAVANAKUMAR, A., VIJAYAKUMAR, R 2013. Efficient synthesis of silver nanoparticles from *Prosopis juliflora* leaf extract and its antimicrobial activity using sewage. In *Spectrochimica Acta Part A- Molecular and Bio-molecular Spectroscopy*. ISSN 1386-1425, 2013, vol. 97, p. 490-494
- RODRIGUEZ-LEON, E. et al. 2013. Synthesis of silver nanoparticles using reducing agents obtained from natural sources (*Rumex hymenosepalus* extracts). In *Nanoscale Research Letters*. ISSN 1931-7573, 2013, vol. 8, no. 318.
- SAXENA, A. et al. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous solution of *Ficus benghalensis* leaf extract and characterization of their anti-bacterial activity. In *Materials Letters* [online]. 2013, vol. 67, p. 91- 94 [cit. 2014-03-12]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167577X11010639>>. ISSN 0167-577X.
- SHAMELI, K. et al. 2013. Green biosynthesis of silver nanoparticles using *Cur-cuma longa* tuber powder. In *International Journal of Nanomedicine*. ISSN 1178-2013, 2013, vol. 7, p. 5603-5610.
- SHANKAR, S., AHMAD, A., SASTRY, M. 2003. Geranium leaf assisted biosynthe-sis of silver nanoparticles. In *Biotechnology Progress*. ISSN 0734-9750, 2003, vol. 19, p. 1627-1631.

- SUMAN, T. Y. et al. 2013. Biosynthesis, characterization and cytotoxic effect of plant mediated silver nanoparticles using *Morinda citrifolia* root extract. In *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. ISSN 0927-7765, 2013, vol. 106, p. 74-78.
- TAMULY, C. et al. 2013. In situ biosynthesis of Ag, Au and bimetallic nanoparticles using *Piper pedicellatum* C.DC: Green chemistry approach. In *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*. ISSN 0927-7765, 2013, 2013, vol. 102, p. 627-634.
- THIRUNAVOUKKARASU, M. et al. 2013. Biosynthesis of silver nanoparticle from leaf extract of *Desmodium gangeticum* (L.) DC. and its biomedical potential. In *Spectrochimica acta. Part A, Molecular and Biomolecular spectroscopy*. ISSN 1386-1425, 2013, vol. 116, p. 424-427.
- TRAN, T. T. T., VU, T. T. H., NGUYEN, T. H. 2013. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Tithonia diversifolia* leaf extract and their antimicrobial activity. In *Materials Letters* [online]. 2013, vol. 105, p. 220-223 [cit. 2014-03-12]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167577X13004953>>. ISSN 0167 -577X.
- UMASHANKARI, J. et al. 2013. Mangrove plant, *Rhizophora mucronata* (Lamk, 1804) mediated one pot green synthesis of silver nanoparticles and its antibacterial activity against aquatic pathogens. In *Aquatic biosystems*. ISSN 2046-9063, 2013, vol 8, p. 11.
- VALLI, J. S., VASEEHARAN, B. 2013. Biosynthesis of silver nanoparticles by *Cissus quadrangularis* extracts. In *Materials Letters* [online]. 2013, vol. 82, p. 171-173 [cit. 2014-03-12]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167577X12006970>>. ISSN 0167-577X.
- VELAYUTHAM, K. et al. 2013. Larvicidal activity of green synthesized silver nanoparticles using bark aqueous extract of *Ficus racemosa* against *Culex quinquefasciatus* and *Culex gelidus*. In *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. ISSN 1995-7645, 2013, vol. 6, p. 95-101.
- VIJAYAKUMAR, M. et al. 2013. Biosynthesis, characterisation and anti-bacterial effect of plant-mediated silver nanoparticles using *Artemisia nilagirica*. In *Industrial Crops and Products*. ISSN 0926-6690, 2013, vol. 41, p. 235-240.
- VIJAYARAGHAVAN, K. et al. 2013. One step green synthesis of silver nano/micro-particles using extracts of *Trachyspermum ammi* and *Papaver somniferum*. In *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*. ISSN 0927-7765, 2013, vol. 94, p. 114-117.
- VIJAYARAGHAVAN, K. et al. 2013. One step green synthesis of silver nano/micro-particles using extracts of *Trachyspermum ammi* and *Papaver somniferum*. In *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*. ISSN 0927-7765, 2013, vol. 94, p. 114-117.

ZAHIR, A. A., RAHUMAN, A. A. 2013. Evaluation of different extracts and synthesised silver nanoparticles from leaves of *Euphorbia prostrata* against *Haemaphysalis bispinosa* and *Hippobosca maculata*. In *Veterinary Parasitology*. ISSN 0304-4017, 2013, vol. 187, p. 511-520.

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 Association 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

Uveďte 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, píše ju kurzívou.

LITERATÚRA

Striktne sa pridriavajte 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 píše 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 mihúl (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

Píše 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. Vyhňte 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 tlačenú 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 (EKOSOLOGICKÝ) ZOZNAM MIHÚL (PETROMYZONTES) A RÝB (OSTEICHTHYES) SLOVENSKA. IN: BALÁŽ, D., MARHOLD, K. – URBAN, P. (EDS.), ČERVENÝ ZOZNAM RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV SLOVENSKA. OCHRANA PŘÍRODY, 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*“, ITMS:26110230119 podporeného z operačného programu Vzdelávanie, spolufinancovaného zo zdrojov EÚ.

Názov: Prírodné vedy / FOLIA OECOLOGICA 11

Editor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Recenzenti: doc. Ing. Dagmar Samešová, PhD.
Ing. Lenka Bobuľská, PhD.
doc. Ing. Nora Polláková, PhD.
RNDr. Peter Patlevič, PhD.
RNDr. Beáta Baranová, PhD.
RNDr. Ema Gojdičová, PhD.
Ing. Jozef Oboňa, PhD.
dr. hab. Maciej Skoracki, PhD.
RNDr. Peter Manko, PhD.
doc. RNDr. Jan Ševčík, Ph.D.,
doc. Dr. Ruslan Mariychuk, CSc.
doc. Dr. Ivanna I. Chonka, CSc.

Redakčná rada:

Predseda: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.

Výkonný redaktor: RNDr. Adriana Eliašová, PhD.

Členovia: RNDr. Ema Gojdičová, PhD.
Mgr. Tomáš Jászay, PhD.
PaedDr. Ján Koščo, PhD.
Mgr. Peter Manko, PhD.
doc. RNDr. Ivan Šalamon, CSc.
RNDr. Marcel Uhrin, PhD.

Adresa redakcie: 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: 2014/1

Dátum vydania: október 2014

ISSN1338-080X

EV 3883/09