

ISSN 1338-080X



9 771338 080002

FOLIA OECOLOGICA 4

PRÍRODNÉ VEDY, LI.

ACTA UNIVERSITATIS PREŠOVIENSIS



PRÍRODNÉ VEDY

FOLIA OECOLOGICA 4

Ročník LI.

Prešov 2010

ACTA UNIVERSITATIS PREŠOVIENSIS

PRÍRODNÉ VEDY
FOLIA OECOLOGICA 4

Ročník LI



Zostavovatelia: doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.
Mgr. Peter Manko, PhD.

Výkonný redaktor: Mgr. Peter Manko, PhD.

Recenzenti:

RNDr. Gabriela Barančíková, CSc., doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., doc. RNDr. Jaromír Hajer, CSc., MVDr. Emília Hijová, PhD., doc. PaedDr. Ján Koščo, PhD., RNDr. Dana Kotorová, PhD., Ing. Ladislav Kováč, PhD., MVDr. Natália Kovalkovičová, PhD., Mgr. Peter Manko, PhD., prof. Ing. Ingrid Šenitková, PhD., Ing. Božena Šoltysová, PhD., Ing. Stanislav Torma, PhD., RNDr. Mária Tulenková, PhD., prof. Ing. Jozef Vilček, PhD., doc. RNDr. Zdenko Vostal, CSc.

Redakčná rada:

Predseda: doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.

Členovia: Ing. Pavol Balázs, PhD.
prof. RNDr. Róbert Ištók, PhD.
doc. PaedDr. Ján Koščo, PhD.
prof. RNDr. Oľga Kontrišová, CSc.
doc. RNDr. Ivan Šalamon, CSc.
prof. RNDr. Jozef Terek, PhD.
prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.
prof. Dr. Ján Kišgeci
doc. PaedDr. RNDr. Milada Švecová, CSc.

OBSAH / CONTENTS

Lenka BOBULSKÁ – Danica FAZEKAŠOVÁ – Mária MAJHEROVÁ

Energetická bilancia liečivých rastlín v agroekosystémoch so zníženými vstupmi

Energy balance of medical plants in the agroecosystems with low-inputs 5

Stanislav TORMA – Svetla MARINOVA – Peter DIMITROV – Danica FAZEKAŠOVÁ

Je aplikácia Čistiarenských kalov do pôdy ekologická?

Is it the sludge application into the soil ecological? 12

Dagmar MACKOVÁ – Danica FAZEKAŠOVÁ – Pavol BALÁZS

Floristické zloženie d'atelinotravných miešaniek a trvalých travných porastov v podmienkach trvalo udržateľného využívania pôdy

Botanical composition of grass/clover mixtures and permanent grassland in the sustainable use of soil 20

Gabriela BARANČIKOVÁ – Ján HALAS – Štefan KOCO – Eva KLIMEŠOVÁ

Modelovanie zásob pôdneho organického uhlíka na poľnohospodárskom podniku Agro Čergov s.r.o. Osikov

Modelling of soil organic carbon stock on agriculture farm Agro Čergov s.r.o. Osikov 29

Kateřina ŘEHÁKOVÁ

Potravní spektrum pavouka druhu *Meta menardi* v uzavřeném stanovišti

The ingesta spectrum of the spider Meta menardi in closed habitat 43

Irena ŠUTIÁKOVÁ – Václav ŠUTIAK – Natália KOVALKOVIČOVÁ

Evaluation of sheep lymphocyte chromosomal aberrations after exposition to chlortetracycline

Analýza chromozomálnych aberácií ovčích lymphocytov po chlortetracyklínovej expozícii 56

Silvia VILČEKOVÁ – Eva KRÍDLOVÁ BURDOVÁ

Miesto na výstavbu a plánovanie projektu v systéme environmentálneho hodnotenia budov

Building site and project planning in building environmental assessment system 63

Mária TULENKOVÁ – Irena ŠUTIÁKOVÁ

Allium cepa L. – indikátor cytogenetických a mutagénnych efektov chemických látok prítomných v životnom prostredí (literárny prehľad)

Allium cepa L. – indicator of the cytogenetic and mutational effects of chemical substances that are present in the environment (a review) 72

Mária TULENKOVÁ – Martina BRENDZOVÁ

Floristické pomery prírodnej rezervácie Demjatské kopce

Floristics of nature reserve Demjata hills82

Jozef TEREK – Milan NOVOSAD

Zmena kvality vôd v posledných dvoch dekádach v povodiach Tople

a Ondavy a problémy súvisiace so zásobovaním pitnou vodou a kanalizáciou

The changes quality of water in last two decades in water basins of Topľa

and Ondava and problems connected with water supply by drinking water

and sewerage 104

ENERGETICKÁ BILANCIA LIEČIVÝCH RASTLÍN V AGROEKOSYSTÉMOCH SO ZNÍŽENÝMI VSTUPMI

ENERGY BALANCE OF MEDICAL PLANTS IN THE AGROECOSYSTEMS WITH LOW-INPUTS

Lenka BOBULSKÁ¹ – Danica FAZEKAŠOVÁ¹ – Mária MAJHEROVÁ²

ABSTRACT

The main aim of the energy evaluation is to reveal the existing reserves and optimise energy inputs into the processes to accomplish the most effective production at lower energy inputs. Inputs/outputs balance of energy of some medical plants were investigated in agroecological conditions of the north-east of Slovakia on the grounds of Agrokarpaty s.r.o. Plavnica during the years 2007, 2008 and 2009 (Matricaria chamomilla L., Mentha piperita L., Melissa officinallis L., Galega officinalis L., Achillea millefolium L., Agrimonia eupatoria L., Calendula officinalis L. and Plantago lanceolata L.). Energy profit and energy efficiency quotient, as the significant criterias of producing effectivity evaluation reached the highest values at Melissa officinalis L. and the lowest values at Plantago lanceolata L. and Matricaria chamomilla L. for the whole three years. Energy intensity and energy output/ input ratio are integrative indicators of the environmental effects of crop production, which can be used to formulate recommendation for fertilization, which are optimum as far as the environment is concerned.

KEYWORDS

agroecosystem, energy balance, energy efficiency quotient, energy profit, medical plants

¹ Ing. Lenka Bobuľská, doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.

Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, UL. 17. novembra č. 1, 081 16 Prešov, lenkabo@azet.sk, fazek@unipo.sk

² Mgr. Mária Majherová, PhD.

Katedra fyziky, matematiky a techniky, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, UL. 17. novembra č. 1, 081 16 Prešov, majherov@unipo.sk

Úvod

Poľnohospodárstvo je procesom energetickej transformácie surovín a účelovej zmeny ich vlastností. Energetické hodnotenie pestovateľského procesu ako významné objektívne meradlo účelnosti a efektivity poľnohospodárskej výroby umožňuje porovnávať značne odlišné pestovateľské technológie (PREININGER, 1987). Pre extenzívne spôsoby hospodárenia platí, že zdrojom energie pre poľné produkčné systémy i celú rastlinnú výrobu je slnečné žiarenie. Stúpajúcou intenzifikáciou výroby dochádza k vyšším vkladom, tzv. dodatkovej energie z fosílnych zdrojov vo forme hnojív, chemických ochranných látok, pohonných hmôt a pod. Energetická bilancia vstupov a výstupov sa stáva nielen ukazovateľom energetickej účinnosti rastlinnej výroby, ale aj ukazovateľom hodnotenia efektívnosti poľných systémov v celej sústave hospodárenia (KOSTREJ, DANKO, 1996). Úmerne s rastom intenzity výroby a produktivity ľudskej práce stúpa aj hodnota energetických vkladov do výrobného procesu. Pre rast energetických vkladov rastie spravidla i objem poľnohospodárskej produkcie. Účelom energetického hodnotenia je odhaľovať existujúce rezervy a optimalizovať energetické vklady do výrobného procesu z hľadiska dosiahnutia čo najvyššieho výrobného efektu pri nízkej mernej spotrebe energie a umožňuje porovnávať značne odlišné pestovateľské technológie plodín vo výrobe z hľadiska energetickej efektívnosti (FAZEKAŠOVÁ, LIŠKA, 1995; KOTOROVÁ, 1999; POSPIŠIL, VILČEK, 2000; PORVAZ, 2008). Hlavným cieľom energetických rozborov je predovšetkým odhaľovať rezervy úspor priamo spotrebovanej energie, hlavne pohonných hmôt, tekutých palív, elektrickej energie, atď. Kvantifikácia energetických vstupov a výstupov a zostavenie energetických bilancií výrobného procesu rastlinnej výroby poskytuje nový pohľad na význam jednotlivých plodín v štruktúre osevných postupov a umožňuje využiť tieto hľadiská pri optimalizačných prepočtoch, alebo pri návrhoch energetických racionalizačných opatrení a hodnotení ich významu. Ekologické hodnotenie je jedno z významných objektívnych meradiel účelnosti poľnohospodárskej výroby. Umožňuje porovnávať značne odlišné spôsoby výroby z hľadiska energetickej efektívnosti. Energetická efektívnosť úzko súvisí nielen s ekonomickým, ale aj s ekologickým hľadiskom poľnohospodárskej výroby (KUCHAROVIC, KOVÁČ, 2002).

MATERIÁL A METÓDY

Pri energetickom hodnotení výrobných procesov sme zvolili modelové pokusy v agroekologických podmienkach severovýchodného Slovenska na pozemkoch spoločnosti Agrokarpaty s.r.o. Plavnica počas rokov 2007, 2008 a 2009. Sledovania boli uskutočnené v porastoch liečivých rastlín: *Matricaria chamomilla* L., *Mentha piperita* L., *Melissa officinallis* L., *Galega officinalis* L., *Achillea millefolium* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Calendula officinalis* L. a *Plantago lanceolata* L. Pre energetickú bilanciu sa využili postupy a výpočty uvedené v práci PREININGER (1987), ktorá je obohatená o experimentálne zistené údaje z novších zdrojov: ČISLÁK (1990), POSPIŠIL a VILČEK (2000). V rámci energetickej bilancie produkčného procesu boli determinované vstupy dodatkovej energie (podiel ľudskej práce, energia v strojoch, osive, pohonných hmotách, hnojivách), energetické výstupy sušiny pestovanej drogy (sušina drogy $\times 17,64 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$), energetický zisk (energetické výstupy $[\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}]$ – vklady energie $[\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}]$) a koeficient energetickej účinnosti (výstup energie $[\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}]$ / vstup energie $[\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}]$).

Na štatistické vyhodnotenie sme použili metódy deskriptívnej štatistiky – určenie miery centrálnej tendencie (priemeru), miery rozptýlenia (variačné rozpätie ako rozdiel minimálnych a maximálnych hodnôt). Z metód induktívnej štatistiky bola použitá ANOVA – na zistenie signifikantných rozdielov stredných hodnôt a na zistenie závislosti – Spearmanov koeficient korelácie.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dôležitým ukazovateľom v hľadaní zvýšenia efektívnosti produkčného procesu je posúdenie jeho energetickej účinnosti, čiže determinovanie vzájomných vzťahov medzi vstupmi a výstupmi energie. Významným kritériom pre hodnotenie energetickej efektívnosti pestovania je zisk energie v pestovateľskom procese. ČISLÁK (1990) uvádza, že nie je objektívnym ukazovateľom, pretože je daný len rozdielom energetickeho výstupu hospodárskej úrody a vstupu dodatkovej energie. Podľa údajov (tab. 1) najvyššiu produkciu sušiny drogy v roku 2007 dosiahla *Melissa officinalis* L. a *Mentha piperita* L. ($1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Porovnaním produkcie sušiny drogy vyjadrenej v energetických jednotkách [$\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$] sme zistili nasledovnú klesajúcu postupnosť: *Melissa officinalis* L., *Mentha piperita* L. > *Achillea millefolium* L. > *Agrimonia eupatoria* L. > *Galega officinalis* L. > *Calendula officinalis* L. > *Plantago lanceolata* L. > *Matricaria chamomilla* L. Vypočítaný energetický zisk bol ovplyvnený úrodou sušiny drogy. Koeficient energetickej účinnosti dosahoval hodnotu v intervale od 3,58 do 17,92, pričom najvyšší dosiahla *Melissa officinalis* L. a najnižší *Plantago lanceolata* L.

Tabuľka 1 Parametre energetickej bilancie [$\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$] pestovania liečivých rastlín podniku Agrokarpáty s.r.o. v roku 2007

Energeticko-produkčné ukazovatele	Liečivá rastlina							
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>Mentha piperita</i> L.	<i>Melissa officinalis</i> L.	<i>Galega officinalis</i> L.	<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	<i>Calendula officinalis</i> L.	<i>Plantago lanceolata</i> L.
energia živej práce	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
energia v strojoch	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
energia v osive (sadivo)	0,11	0,54	0,11	0,81	0,11	0,38	0,38	0,11
energia pohonných hmôt	0,001	0,002	0,0015	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001
* energia organických hnojív	0,00	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
úroda sušiny [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$]	0,13	1,50	1,50	0,80	1,10	0,90	0,60	0,30
vstupy spolu	0,29	1,91	1,48	2,18	1,48	1,75	1,75	1,48
výstupy spolu	2,21	26,46	26,46	14,11	19,40	15,88	10,58	5,29
energetický zisk	1,92	24,55	24,98	11,93	17,93	14,13	8,84	3,82
koeficient energetickej účinnosti	7,62	13,85	17,92	6,47	13,14	9,09	6,06	3,58

* aplikácia organického hnojiva v jeseni 2006

Z výsledkov v tabuľke 2 vyplýva, že najväčšiu hodnotu sušiny drogy v roku 2008 dosiahla *Mentha piperita* L. ($1,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), čo je v porovnaní s rokom predchádzajúcim o 26,6 % viac. Produkcia sušiny drogy ostatných liečivých rastlín sa výrazne neme-

nila v porovnaní s rokom 2007. Koeficient energetickej účinnosti dosahoval hodnotu v intervale od 3,57 do 24,47, pričom najvyšší dosiahla *Mentha piperita* L. a najnižší *Matricaria chamomilla* L.

Tabuľka 2 Parametre energetickej bilancie [GJ. ha⁻¹] pestovania liečivých rastlín podniku Agrokarpaty s.r.o. v roku 2008

Energeticko-produkčné ukazovatele	Liečivá rastlina							
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>Mentha piperita</i> L.	<i>Melissa officinalis</i> L.	<i>Galega officinalis</i> L.	<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	<i>Calendula officinalis</i> L.	<i>Plantago lanceolata</i> L.
energia živej práce	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
energia v strojoch	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
energia v osive (sadivo)	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,11
energia pohonných hmôt	0,0015	0,001	0,001	0,002	0,0009	0,0015	0,002	0,001
* energia organických hnojív	0,00	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
úroda sušiny [t.ha ⁻¹]	0,13	1,90	1,55	0,90	1,30	0,90	0,70	0,30
vstupy spolu	0,29	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,75	1,48
výstupy spolu	2,29	33,52	27,34	15,88	22,93	15,88	12,35	5,29
energetický zisk	2,00	32,15	25,97	14,51	21,56	14,51	10,60	3,81
koeficient energetickej účinnosti	7,89	24,47	19,09	11,59	16,74	11,59	7,06	3,57

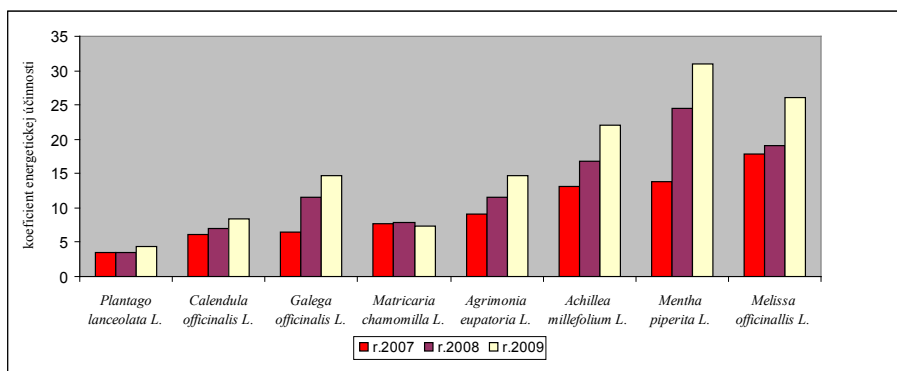
* aplikácia organického hnojiva v jeseni 2007

Z údajov uvedených v tabuľke 3 vyplýva, že *Mentha piperita* L. dosiahla porovnateľné výstupy sušiny drogy s rokom 2008. Úroda sušiny *Plantago lanceolata* L. dosahovala najnižšie hodnoty v tomto roku. Koeficient energetickej účinnosti dosahoval hodnotu v intervale od 4,45 do 31,04, pričom najvyšší dosiahla *Mentha piperita* L. a najnižší *Plantago lanceolata* L.

Tabuľka 3 Parametre energetickej bilancie [GJ. ha⁻¹] pestovania liečivých rastlín podniku Agrokarpaty s.r.o. v roku 2009

Energeticko-produkčné ukazovatele	Liečivá rastlina							
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>Mentha piperita</i> L.	<i>Melissa officinalis</i> L.	<i>Galega officinalis</i> L.	<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	<i>Calendula officinalis</i> L.	<i>Plantago lanceolata</i> L.
energia živej práce	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
energia v strojoch	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
energia v osive (sadivo)	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,11
energia pohonných hmôt	0,0015	0,001	0,001	0,002	0,0009	0,0015	0,002	0,001
* energia organických hnojív	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
úroda sušiny [t.ha ⁻¹]	0,50	1,90	1,60	0,90	1,35	0,90	0,70	0,30
vstupy spolu	1,19	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,46	1,19
výstupy spolu	8,82	33,52	28,22	15,88	23,81	15,88	12,35	5,29
energetický zisk	7,63	32,44	27,14	14,80	22,73	14,80	10,89	4,10
koeficient energetickej účinnosti	7,41	31,04	26,13	14,70	22,05	14,70	8,46	4,45

* aplikácia organického hnojiva v jeseni 2008



Obrázok 1 Koeficienty energetickej účinnosti pestovaných liečivých rastlín podniku Agrokarpaty s.r.o. v rokoch 2007, 2008 a 2009

Porovnaním stredných hodnôt vstupov a výstupov v jednotlivých rokoch sme nezistili štatisticky významné rozdiely (tab. 4).

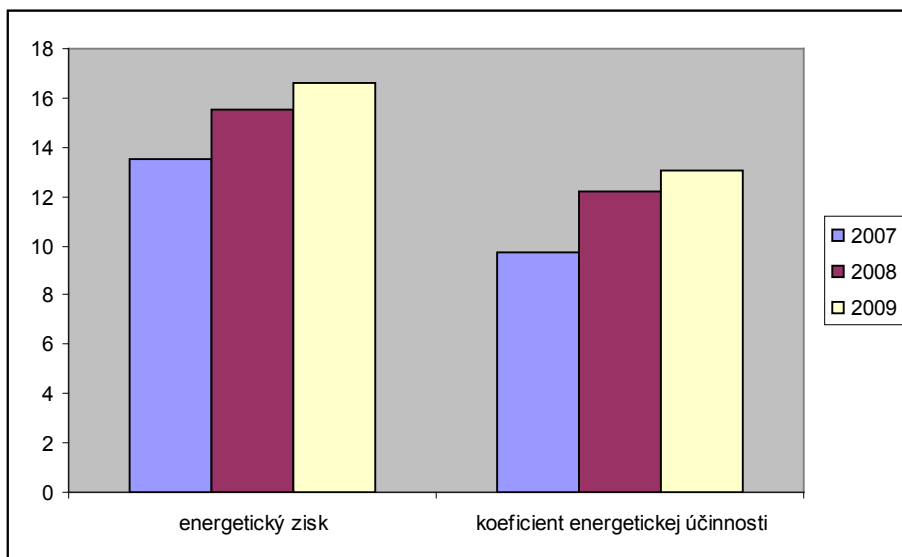
Tabuľka 4 Štatistické vyhodnotenie vstupov a výstupov energie pomocou deskriptívnej štatistiky

	vstupy energie			výstupy energie		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
<i>x</i>	1,536125	1,3905	1,3905	15,049125	16,93438	17,97075
<i>Vr</i>	1,898	0,703	0,703	24,255	31,223	28,224
<i>min</i>	0,281	1,181	1,181	2,205	2,293	5,292
<i>max</i>	2,179	1,884	1,884	26,46	33,516	33,516

Vysvetlivky: *x* - priemerná hodnota, *Vr* - variačné rozpätie, *min.* - minimálna hodnota ukazovateľa, *max.* - maximálna hodnota ukazovateľa

Napriek miernemu nárastu energetického zisku a koeficientu energetickej účinnosti sa nepotvrdil signifikantný rozdiel v sledovaných rokoch (obr. 2).

Testovaním významnosti sledovaných energeticko-produkčných ukazovateľov (vstupy dodatkového energie, produkcia sušiny drogy) v jednotlivých rokoch sme nezistili štatisticky významné rozdiely ($p < 0,05$), čím sme potvrdili výskumy DZIENIA a WERESZCZAKA (2002), že zmenou výšky energetických vstupov nedochádza k zmenám výšky produkcie.



Obrázok 2 Priemerné hodnoty energetického zisku a koeficientu energetickej účinnosti v sledovaných rokoch (2007 – 2009)

ZÁVER

Energetická bilancia je technickým nástrojom, ako aj nástrojom slúžiacim na analýzu biologických procesov. Dodatková energia používaná na hodnotenie poľnohospodárskych systémov v celkovom toku energie v agroekosystémoch predstavuje malý podiel. Z hľadiska vstupov energie, najvyšší podiel v energetickej bilancií predstavovala energia organických hnojív a energia v osive, ktorej hodnota závisela od druhu liečivej rastliny. Najnižší podiel vstupu energie do agroekosystému predstavovala energia pohonných hmôt. Z energetického hľadiska sa ako najvhodnejšie javili *Melissa officinalis* L. a *Mentha piperita* L., ktoré napriek nízkym energetickým vstupom dosahovali najvyššie energetické zisky. Naopak, *Galega officinalis* L., ako rastlina s najvyššími energetickými vstupmi dosahovala pomerne nízke hodnoty koeficientu energetickej účinnosti. Intenzita energie a pomer výstupov a vstupov energie sú integrujúce indikátory environmentálneho vplyvu produkcie rastlín, čo môže byť použité na odporúčanie optimálneho množstva hnojív. Vo všeobecnosti a porovnaní energetických bilancií energetických plodín je energetický zisk liečivých rastlín minimálny, avšak ich liečivý a estetický účinok je nenahraditeľný.

POĎAKOVANIE

Výskum bol podporený z grantu VEGA 1/0601/08 – „Vplyv biotických a abiotických faktorov na udržanie trvalosti ekosystémov.“

LITERATÚRA

- ČISLÁK, V., 1990. *Energetická efektívnosť poľnohospodárskej sústavy*. 1. vydanie, Bratislava: Veda, vydavateľstvo SAV, 152 s.
- DZIENIA, S. – WERESZCZAK, J., 2002. Energy – effectiveness of varied winter wheat cultivation systems under varied soil conditions. In: *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, voL. 5(1), # 03, Wrocław: Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, ISSN 1505-0297
- FAZEKAŠOVÁ, D. – LIŠKA, E., 1995. Energetická bilancia niektorých plodín v závislosti na produkčnej schopnosti pôd flyšovej oblasti. In: *Poľnohospodárstvo*, roč. 41, č. 4, s. 261 – 267.
- KOSTREJ, A. – DANKO, J., 1996. *Analýza a modelovanie energetických ukazovateľov produkčného procesu poľných plodín*. 1. vydanie, Nitra: VŠP, 81 s. ISBN 80-7137-252-8
- KOTOROVÁ, D., 1999. *Optimalizácia produkčného procesu pšenice ozimnej so zreteľom na tvorbu biomasy, čistotu prostredia a kvalitu produkcie*. (autoreferát dizertačnej práce). Nitra: SPU v Nitre, 37 s.
- KUCHAROVIC, A. – KOVÁČ, K., 2002. Energetická bilancia pestovateľských technológií pšenice letnej f. ozimnej. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe (zbor. ved. prác z medzinár. konf.)*. Nitra: SPU, 2002, s. 140 – 143. ISBN 80-8069-126-6
- PORVAZ, P., 2008. Analýza energetických parametrov plodín vhodných pre nepotravinové účely. In: *Agrobioenergia*, č. 3, s. 24 – 25.
- POŠPIŠIL, R. – VILČEK, J., 2000. *Energetika sústav hospodárenia na pôde*. Bratislava: VÚPOP, 108 s., ISBN 80-85361-75-2
- PREININGER, M., 1987. *Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě*. Metodika UVTIZ. Praha: UVTIZ, 1987, 29 s.

JE APLIKÁCIA ČISTIARENSKÝCH KALOV DO PÔDY EKOLOGICKÁ?**IS IT THE SLUDGE APPLICATION INTO THE SOIL ECOLOGICAL?**

*Stanislav TORMA¹ – Svetla MARINOVA² – Peter DIMITROV³ –
Danica FAZEKAŠOVÁ⁴*

ABSTRACT

To determine the possibility of applying the sludge into the soil was in Bulgaria based a vegetation experiment, in which was used cleaning sludge from municipal wastewater treatment in Sofia. The trial had eight variants with different amount of sludge (1 - 11% of sludge dry mass of the total mass of soil in the pot) and two control variants – without fertilization and fertilized with mineral fertilizers only. Experimental crops were cabbage and maize. The results of the first year of the experiment confirmed that the yields are rising up to the dose of sludge equivalent to 5 - 7% by weight of the soil in the pot and then a decline in yields was observed. In the second year in a pot experiment were applied the mineral fertilizers into the half of variants and in the second half of the variants was observed only follow-up effect of sludge. The results showed that yields of both crops in the second year increased in the variants without mineral fertilization with increasing sludge content in the soil and the highest yield was reached at a dose of sludge 11% by weight of the soil. In the variants with the addition of mineral fertilizers was exactly the opposite trend, i.e. the highest yield was achieved at a dose of sludge variant 1% of the soil mass in the pot. In spite of certain amount of heavy metals in sludge, they did not accumulate in the plant material in such concentrations, which exceeded the maximum value in terms of hygiene state production.

1 Ing. Stanislav Torma, PhD., Výskumný ústav pôdoznalectva o ochrany pôdy, pracovisko Prešov, Raymannova 1, 080 01 Prešov, Slovenská republika, s.torma@vupop.sk

2 prof. Svetla Marinova., “N. Poushkarov” Institute of Soil Science, 7 Shosse Bankya Street, 1369 Sofia, Bulgaria, svetla_mar@mail.bg

3 prof. Peter Dimitrov, Research Institute for Land Reclamation and Agricultural Mechanization, 3 Shosse Bankya Street, 1331 Sofia, Bulgaria, dimitrov_pn@yahoo.com

4 doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., Prešovská univerzita v Prešove, Ul. 17. novembra č.1, 08116 Prešov, Slovenská republika, fazek@unipo.sk

KEYWORDS

sludge, soil fertility, cabbage (Brassica oleracea L.), maize (Zea mays L.)

Úvod

V súčasnosti je v prevádzke množstvo čistiarní odpadových vôd, ktoré boli postavené v minulých rokoch. Podľa Správy o stave životného prostredia SR ich bolo v roku 2008 celkovo 612 a vyprodukovali takmer 58 tisíc ton sušiny kalu. Prevládajúcimi spôsobmi ich spracovania sú v súčasnosti mechanické odvodnenie a anaeróbna stabilizácia. Pre priame využitie k aplikácii do pôdy prichádzajú do úvahy výlučne tektuté stabilizované čistiarenské kaly a odvodnené čistiarenské kaly, ale vždy len po predchádzajúcej stabilizácii. Kaly z čistiarní odpadových vôd majú rôzne zloženie a okrem vysokého obsahu organickej hmoty s priaznivým pomerom C:N v priemere 18:1 obsahujú v sušine v priemere 1 - 7 % dusíka, 1 - 4 % fosforu a 2 - 3 % draslíka. Zloženie kalov závisí v prevažnej miere od kvality odpadových vôd a od použitej technológie ich čistenia. Kaly sú bohaté na makroprvky a tieto živiny sú v nich viazané v menej prístupných formách v porovnaní s hospodárskymi hnojivami, čo možno považovať za pozitívny fakt vzhľadom na menšie nebezpečenstvo ich vyplavovania do podzemných vôd. Aplikácia čistiarenských kalov do poľnohospodárskej pôdy si vyžaduje splnenie určitých indikátorov kvality: chemické zloženie, obsah organických látok, teplotu, obsah ťažkých kovov a pod. Uvedené indikátory závisia aj od štruktúry pôdy, prípadného existujúceho drenážneho systému, charakteristiky zrážok v danom regióne, požadovaných hodnôt obsahov ťažkých kovov v pôde, meteorologických a hydrogeologických pomerov, ako aj prijatých agrotechnických opatrení. Vhodnosť použitia kalov môže byť určená na základe výsledkov chemických analýz, vegetačných a poľných pokusov (PANORAS a kol., 1998). Hlavným cieľom práce bolo rozpracovanie systému využitia čistiarenských kalov z čistiarní odpadových vôd v poľnohospodárstve. Aj keď výsledky prezentované v tejto práci vychádzajú z pokusov prevádzkovaných v spolupráci s bulharskými spolupracovníkmi, myšlienku a systém hodnotenia možnosti využitia kalov pre účely aplikácie do poľnohospodárskych pôd možno využiť v rôznych agro-ekologických podmienkach.

MATERIÁL A METÓDY

Pre hodnotenie možnosti aplikácie čistiarenských kalov sme zvolili nádobový pokus, realizovaný s použitím čistiarenských kalov z mestskej čistiarnie odpadových vôd v Sofii (Bulharsko). Pokusnou pôdou v nádobách bol pseudoglej typický, zrnitostne hlinito-piesočnatá pôda s obsahom ílovej frakcie 25,7 % v ornici a 63,9 % v podornici, s obsahom humusu 1,8 %, obsahom prístupných foriem fosforu 130 mg.kg⁻¹ pôdy, draslíka 230 mg.kg⁻¹ pôdy a obsahom celkového dusíka 0,147 %. Varianty boli založené v 3 kg nádobách v 4 opakovaníach, zohľadňovali stúpajúce množstvo aplikovaných kalov do pôdy:

1. kontrolný variant bez kalov a hnojív,
2. 1 % sušiny kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, čo zodpovedá dávke 30 ton kalu na hektár,
3. 3 % sušiny kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, čo zodpovedá dávke 90 ton kalu na hektár,

4. 5 % sušiny kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, čo zodpovedá dávke 150 ton kalu na hektár,
5. 7 % sušiny kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, čo zodpovedá dávke 120 ton kalu na hektár,
6. 9 % sušiny kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, čo zodpovedá dávke 270 ton kalu na hektár,
7. 11 % sušiny kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, čo zodpovedá dávke 330 ton kalu na hektár,
8. pôda hnojená minerálnymi hnojivami – v prepočte na hektár – N90 – P60 – K60.

Z uvedeného vyplýva, že dávky kalu sú vysoké a je použitý široký interval, no v rámci pokusu to bolo robené zámerne, aby sa dosiahla možná toxická koncentrácia látok obsiahnutých v kaloch, ktorá by mohla výrazne ovplyvniť kvalitu dopestovaných plodín. Pokusnými plodinami boli kapusta hlávková (*Brassica oleracea* L.) a kukurica (*Zea mays* L.). Súčasne je treba poznamenať, že podmienky pokusu boli stanovené tak, aby zohľadnili bulharské zákonné normy, pretože podľa našich zákonných predpisov je zakázané aplikovať kal na poľnohospodársku pôdu, na ktorej sa práve pestuje ovocie a zelenina, okrem ovocných stromov, resp. na pôdu určenú na pestovanie ovocia a zeleniny, ktorých zberané časti sú v priamom kontakte s pôdou a konzumujú sa v surovom stave, a to desať mesiacov pred zberom úrody a počas samotného zberu. Aplikácia kalu na pôdu, na ktorej sa pestuje kapusta hlávková, je pri zohľadnení našich podmienok neprípustná. Charakteristika kalu, použitého v nádobových pokusoch je uvedená v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Chemická a agrochemická charakteristika čistiarenskeho kalu
Table 1 Chemical characteristics of sludge

Parametre	Obsah	Maximálna prípustná koncentrácia v kaloch (podľa Zákona 188/2003 Z.z.)
pH _{H₂O}	6,90	—
Sušina [%]	68,00	—
Spáliteľný podiel [%]	63,61	—
Celkový N [%]	1,90	—
Celkový P ₂ O ₅ [%]	1,30	—
Celkový K ₂ O [%]	0,38	—
As [%]	4	20
Cd [mg.kg ⁻¹]	4	10
Co [mg.kg ⁻¹]	2	1000
Cr [mg.kg ⁻¹]	85	1000
Cu [mg.kg ⁻¹]	247	1000
Ni [mg.kg ⁻¹]	23	300
Pb [mg.kg ⁻¹]	48	750
Zn [mg.kg ⁻¹]	905	2500

Maximálna prípustná koncentrácia ťažkých kovov, mikrobiologických parametrov a organických znečisťovateľov v použitom kale neboli prekročené (Zákon 188/2003 Z.z.). V druhom roku vegetačného pokusu boli do polovice variantov aplikované minerálne hnojivá v dávkach 27,3 mg N, 14,0 mg P a 12,5 mg K na nádobu, v ktorej boli 3 kg pôdy, tzn. 41 kg N, 21 kg P a 19 kg K v prepočte na hektár pôdy. Sledovali sme účinok čistiarenských kalov na kvalitu a výšku úrody pokusných plodín.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky pokusu s kapustou prezentuje tabuľka 2. Z nej je vidieť, že úroda kapusty sa zvyšovala až do dávky 7, resp. 9 % kalu z hmotnosti pôdy v nádobe, potom pri najvyššej sledovanej dávke nastala mierna depresia úrody. Najvyšší prírastok úrody v porovnaní s variantom s nižšou dávkou kalu bol však zaznamenaný v prípade dávky 3 a 5 % kalu z hmotnosti pôdy.

Tabuľka 2 Úroda kapusty hlávkovej (*Brassica oleracea* L.) v závislosti od dávky aplikovaného čistiarenskeho kalu

Table 2 Yield of cabbage (*Brassica oleracea* L.) in dependence of sludge ration

Variant	Výška rastliny [cm]	Hmotnosť úrody [g]		Relatívna úroda (kontrola = 100 %)
		čerstvá hmota	suchá hmota	
Kontrola	16,4	42,48	8,82	100,0
1 % kalu	19,3	70,56	15,88	180,0
3 % kalu	23,1	140,96	25,75	291,6
5 % kalu	25,6	216,20	31,73	359,7
7 % kalu	27,5	233,78	34,32	389,1
9 % kalu	26,0	264,75	36,81	417,3
11 % kalu	26,2	246,46	30,64	347,4
NPK	29,1	347,29	47,20	535,1

Podobné výsledky boli dosiahnuté v pokuse s kukuricou (tabuľka 3). Aj v tomto prípade sa ako najefektívnejší variant ukázal variant s 5, resp. 7 % kalu z hmotnosti pôdy. Podobne, ako v prípade kapusty, aj pri pestovaní kukurice bol najvyšší prírastok úrody dosiahnutý pri aplikácii 3 % kalu z hmotnosti pôdy.

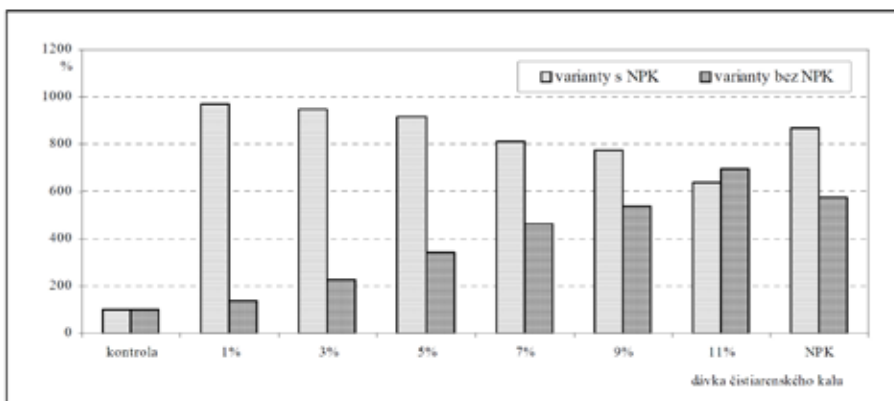
Úroda pestovaných plodín bola na variantoch hnojených minerálnymi hnojivami výrazne vyššia (5,3 v prípade kapusty, resp. 6-násobne v prípade kukurice) v porovnaní s nehnojeným variantom a to z toho dôvodu, že čistiarenský kal neobsahuje potrebné množstvo živín (dusíka, fosforu a draslíka) na zabezpečenie dostatočne vysokej úrody.

Tabuľka 3 Úroda kukurice (*Zea mays* L.) v závislosti od dávky aplikovaného čistiarenskeho kalu

Table 3 Yield of maize (*Zea mays* L.) in dependence of sludge ration

Variant	Výška rastliny [cm]	Hmotnosť úrody [g]		Relatívna úroda (kontrola = 100 %)
		čerstvá hmota	suchá hmota	
Kontrola	70,7	64,73	12,16	100,0
1 % kalu	73,6	85,98	17,83	146,6
3 % kalu	92,2	162,82	34,45	283,3
5 % kalu	95,6	169,50	32,66	268,6
7 % kalu	97,4	185,13	37,86	311,3
9 % kalu	87,2	181,73	35,51	292,0
11 % kalu	90,3	145,00	28,95	238,1
NPK	107,1	417,47	73,18	601,8

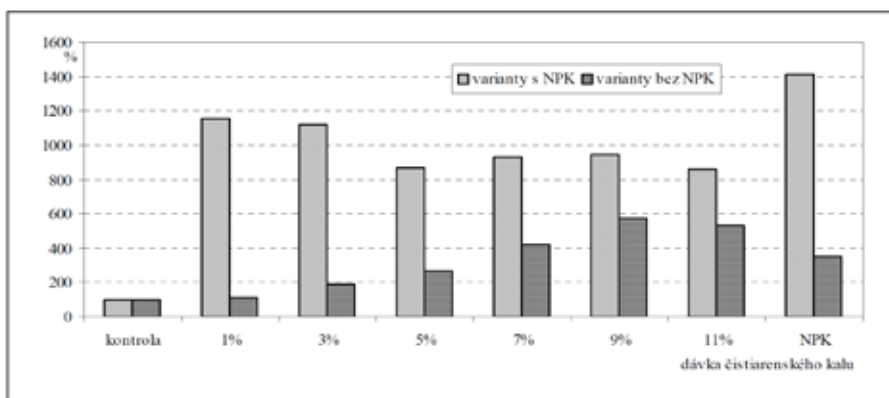
Analýzou rastlinného materiálu sme zistili, že z hygienického hľadiska ani v jednom prípade nenastalo zvýšenie obsahu ťažkých kovov v pestovaných plodinách nad úroveň maximálnej prípustnej hodnoty pre potraviny stanovenú Potravinovým kódexom SR (SOKOL a kol., 2009). Podobne aj analýzy na stanovenie patogénnych organizmov a organických znečisťovateľov nepreukázali ich zvýšený obsah. Výsledky vegetačného pokusu ukázali, že sledovaný čistiarenský kal z danej čistiarne odpadových vôd môže byť použitý minimálne ako zdroj organickej hmoty do pôdy, nemôže však nahradiť pravidelné hnojenie. Použitie kalov na účely aplikácie do pôdy si vyžaduje vykonávanie pravidelných kontrol, aby neboli prekročené maximálne prípustné obsahy ťažkých kovov. Súčasne však treba zdôrazniť, že v tomto pokuse išlo o kal iba z jednej konkrétnej čistiarne odpadových vôd. Je prirodzené, že kaly z iných čistiarní odpadových vôd majú s určitou istotou iné vlastnosti, ktoré je potrebné pred aplikáciou do pôdy podrobne poznať a až na tomto základe rozhodnúť o možnosti, resp. zákaze aplikácie kalov do poľnohospodárskej pôdy. V druhom roku vegetačného pokusu boli do polovice variantov aplikované minerálne hnojivá v dávkach 27,3 mg N, 4,0 mg P a 12,5 mg K na nádobu, v ktorej boli 3 kg pôdy, tzn. 41 kg N, 21 kg P a 19 kg K v prepočte na hektár pôdy. Výsledky ukázali, že účinok čistiarenskeho kalu aj v druhom roku pôsobenia v pôde je dostatočne vysoký. Úrody kapusty hlávkovej sa zvyšovali so stúpajúcim objemom kalu v pôde a najvyššia úroda bola dosiahnutá pri dávke kalu 11 % z objemu pôdy v nádobe. Naopak, pri súčasnej aplikácii kalov a minerálnych hnojív bol zistený negatívny vplyv hnojív na úrodu pokusnej plodiny kapusty. V tomto prípade bola najvyššia úroda kapusty pri dávke kalu len 1 % objemu pôdy a so zvyšujúcim sa obsahom kalu v pôde úroda postupne klesala (obr. 1).



Obrázok 1 Úroda kapusty hlávkovej (*Brassica oleracea* L.) pri aplikácii kalu, resp. kalu a minerálnych hnojív (relatívna úroda – kontrola = 100 %)

Figure 1 Yield of cabbage (*Brassica oleracea* L.) after sludge or sludge with mineral fertilizer (relatively yield – control = 100 %)

V prípade kukurice (*Zea mays* L.) je situácia trochu odlišná, najmä pri súčasnej aplikácii kalu a minerálnych hnojív. Najvyššia úroda bola dosiahnutá na variante s dávkou kalu len 1 % z objemu pôdy v nádobe, ale pokles úrod so zvyšujúcim sa objemom kalu nie je taký výrazný, ako v prípade kapusty. Relatívna úroda vo variantoch s vyšším obsahom kalu sa pohybuje v rozpätí medzi 860 a 940 % v porovnaní s kontrolným variantom. Samotný následný účinok kalu (bez dodatočnej aplikácie hnojív) vykazuje podobný trend, ako v prípade kapusty, tzn. že so zvyšujúcim sa obsahom kalu v pôde, stúpa aj úroda kukurice. Výnimku tvorí variant s maximálnym sledovaným množstvom kalu (11 % z objemu pôdy), keď úroda kukurice mierne poklesla v porovnaní s variantom s 9 % kalu (obr. 2).



Obrázok 2 Úroda kukurice (*Zea mays* L.) pri aplikácii kalu, resp. kalu a minerálnych hnojív (relatívna úroda – kontrola = 100 %)

Figure 2 Yield of maize (*Zea mays* L.) after sludge or sludge with mineral fertilizer (relatively yield – control = 100 %)

Celkovo možno konštatovať, že efekt dodatočne aplikovaných minerálnych hnojív je potlačovaný kalom, nachádzajúcim sa v pôde. Podľa očakávania, najvyššia úroda kukurice bola dosiahnutá pri hnojení len minerálnymi hnojivami, čo pri kapuste hlávkovej nebolo pozorované. V tomto prípade zohrávajú úlohu aj biologické vlastnosti jednotlivých plodín, najmä dĺžka vegetačnej doby. V rámci pokusu bola zistená aj tá skutočnosť, že pri dlhšom časovom období uskladnenia kalu nastáva progresívny pokles obsahu patogénnych organizmov, predovšetkým koliformných baktérií, vrátane *Escherichia coli* (*E. coli*), enterokokov a sulfidredukujúcich klostrídií. Pokusy ukázali, že optimálny čas skladovania čistiarenských kalov je približne 15 mesiacov. Po tomto čase už kaly nepredstavujú nebezpečenstvo z epidemiologického hľadiska. Proces samoočistenia kalov od patogénnych organizmov je ale spätý s poklesom obsahu organickej hmoty, pretože oba tieto procesy prebiehajú za prítomnosti rôznych mikroorganizmov. Všeobecne môžu čistiarenské kaly pri aplikácii do pôdy vyvolať krátkodobé alebo aj dlhodobé nežiaduce účinky. Ku krátkodobým účinkom možno zaradiť znečistenie povrchových a podzemných vôd dusíkom a fosforom a spôsobiť tzv. eutrofizáciu vôd alebo zvýšenie obsahu patogénnych organizmov v pôde. Tieto účinky miznú relatívne rýchlo po prerušení aplikácie kalov. K dlhodobým účinkom sa zaraďuje kumulácia ťažkých kovov v pôde a pomaly sa rozkladajúce organické toxické látky. Najproblematickejšími sa javia ťažké kovy. Práve vysoká toxicita ťažkých kovov silno obmedzuje využitie kalov v poľnohospodárstve. Aj keď priamy účinok na človeka je zriedkavý, ich sústavný prisun v malých koncentráciách a dlhodobý účinok na organizmus živočíchov (vrátane človeka) je nebezpečný. Pri dlhodobjšom vnášaní kalov do pôdy môže nastať kumulácia ťažkých kovov. Tieto toxické prvky po aplikácii do pôdy vo väčšine prípadov ostávajú vo vrchných vrstvách pôdneho profilu a najviac sa kumulujú v hĺbke do 0,6 m, čo je v prípade pestovaných poľných plodín prakticky celá koreňová zóna. Aj keď pôda je čiastočne schopná adsorbovať a transformovať toxické látky, nijako nezaniká nebezpečenstvo akumulácie ťažkých kovov rastlinami. Ťažké kovy patria v súčasnosti k závažným problémom v kalovom hospodárstve, sú nedegradabilné, a preto predstavujú priame ohrozenie životného prostredia a zdravia človeka cez reťazec pôda – rastlina. Toxicita ťažkých kovov v kaloch závisí od mnohých faktorov, ako napr. spôsob aplikácie kalov do pôdy, fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy, klimatické faktory a pod. Spomedzi fyzikálno-chemických vlastností pôdy najvýraznejšie vplyva na toxicitu ťažkých kovov pôdna reakcia (pH). Pri aplikácii do silno kyslých pôd sú ťažké kovy mimoriadne mobilné, čo uľahčuje ich príjem rastlinami. Aplikovať čistiarenské kaly sa odporúča do pôd s hodnotou pH medzi 6,5 a 7,0 v závislosti od obsahu ťažkých kovov v kaloch. Negatívny vplyv ťažkých kovov sa výraznejšie prejavuje na zrnitostne ľahších pôdach a na pôdach s nízkym obsahom organickej hmoty. Výsledky krátkodobého pokusu nedovoľujú vysloviť zásadné odporúčania pre poľnohospodársku prax, a to najmä z toho dôvodu, že bol použitý čistiarenský kal z jednej čistiarne odpadových vôd a plodiny boli pestované len na jednom type pôdy. Zovšeobecnenie výsledkov nie je v žiadnom prípade možné. Kaly z rôznych čistiarní odpadových vôd majú špecifické vlastnosti, ktoré je potrebné zohľadniť pred aplikáciou do pôdy. Taktiež rôzne pôdy majú rôzne vlastnosti, ktoré zosilňujú, resp. obmedzujú účinok nepriaznivých vplyvov jednotlivých zložiek obsiahnutých v kaloch. A v neposlednej miere je treba

zohľadniť aj druh pestovanej plodiny na pôdach, na ktoré boli aplikované čistiarenské kaly. Práve preto bude potrebné pokračovať v podobných pokusoch na rôznych typoch pôd, ale aj v rôznych klimatických a pôdno-ekologických podmienkach.

ZÁVER

1. Charakteristika čistiarenských kalov z mestskej čistiarene odpadových vôd v Sofii ukazuje, že tieto sú vhodné na priamu aplikáciu do poľnohospodárskych pôd vzhľadom na obsah živinových prvkov a ťažkých kovov v nich.
2. Výsledky vegetačného pokusu ukázali, že sledované kaly z danej čistiarene odpadových vôd majú pozitívny účinok na úrody pokusných plodín (kapusta hlávková *Brassica oleracea* L. a kukurica *Zea mays* L.). Úrody sa zvyšovali so stúpajúcou dávkou čistiarenského kalu. V prípade súčasnej aplikácie minerálnych hnojív a kalov sa úroda znižuje priamo úmerne rastúcej dávke kalov.
3. Pre použitie čistiarenských kalov z čistiarní odpadových vôd na účely aplikácie do pôdy je potrebné vykonávať analýzy kalov na obsah ťažkých kovov a taktiež aj analýzy pôd, na ktorých budú pestované hnojené plodiny, aby neboli prekročené maximálne prípustné obsahy ťažkých kovov v kaloch a v pôde.
4. V pokusoch s kalmi je potrebné pokračovať v poľných podmienkach v dlhšom časovom intervale, aby sa zistil efekt akumulácie ťažkých kovov v pôde a rastlinách, pretože vegetačné pokusy vytvárajú špecifické podmienky.

POĎAKOVANIE

V príspevku boli využité výsledky riešenia projektu APVV SK-BG-0030-08

LITERATÚRA

- PANORAS, A. A. – ZDRAGAS, A. – ILIAS, K. – ANAGNOSTOPOULOS, 1998. Microbiological quality criteria for municipal wastewater reuse in agriculture. *Geothetical Scientific Issues*, v. 9, No. 31/1998, p. 90 – 103.
- SOKOL, J. – GOLIAN, J. – POPELKA, P. – LOPAŠOVSKÝ, Ľ. – ČAPLA, J. – ZAJÁC, P., 2009. Aktualizovaný Potravinový kódex SR v elektronickej forme. ISBN 978-80-969655-0-2.
- Zákon NR SR č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy.
- Zákon NR SR č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy.

**FLORISTICKÉ ZLOŽENIE ĎATELINOTRÁVNÝCH MIEŠANIEK A TRVALÝCH
TRÁVNÝCH PORASTOV V PODMIENKACH TRVALO UDRŽATEĽNÉHO
VYUŽÍVANIA PÔDY**

**BOTANICAL COMPOSITION OF GRASS/CLOVER MIXTURES AND PERMANENT
GRASSLAND IN THE SUSTAINABLE USE OF SOIL**

Dagmar MACKOVÁ¹ – Danica FAZEKAŠOVÁ¹ – Pavol BALÁZS¹

ABSTRACT

*Research was done on selected sites owned by agricultural enterprise Liptovská Teplička with ecological farming system during the vegetation season (from June to September). This area is the part of the National park Nízke Tatry. We made semiquantitative analyses of plant species on the permanent research plots, which are used as an arable land and the grassland. There are dominant plant species of genus *Alchemilla*, *Phleum*, *Trifolium* and *Poaceae* family on these sites. The Hill diversity index was calculated from all permanent plots.*

KEYWORDS

arable land, ecological farming, grassland, plant diversity, Hill diversity index

Úvod

Trvalo udržateľné využívanie pôdy je také, ktoré zodpovedá konkrétnym pôdno-ekologickým podmienkam a ktoré sa uskutočňuje takým spôsobom a s takou intenzitou, pri ktorých nevznikajú negatívne zmeny v pôde a ani sa nezakladajú trendy na negatívny vývoj vlastností pôd. Základným princípom filozofie trvalo udržateľného využívania pôdy je jej ochrana proti akejkoľvek degradácii prírodnými a človekom indukovanými vplyvmi. K hodnoteniu poľnohospodárskej krajiny v súčasnosti patrí aj zisťovanie stavu a zmien biodiverzity, výskytu ohrozených a chránených druhov rastlín a živočíchov, zmien ekologickej stability krajiny. Tá vzrastá so zvyšovaním ekosystémovej aj druhovej rozmanitosti. Vyššia biodiverzita vedie k efektívnejším medzidruhovým interakciám, ktoré umožňujú efektívnejšiu autoreguláciu populačnej dynamiky rôznych obyvateľov ekosystému. Trávne porasty majú zásadný

¹ Ing. Dagmar Macková, doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., Ing. Pavol Balázs, PhD. Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská Univerzita, 17. novembra 1, 080 16 Prešov, mackovadagmar@zoznam.sk, fazek@unipo.sk

význam pre zachovanie diverzity (FIALA, GAISLER, 1999). Patria k biologicky najaktívnejším a najproduktívnejším fytocenózam s rýchlym výmenným cyklom a s vysokou schopnosťou premiestňovať chemické prvky v biosfére (MRKVIČKA, VESELÁ, 2002). Predstavujú prevažne polydominantnú fytocenózu (JANČOVIČ, VOŽAR, 2005). Premyslenými zásahmi je potrebné priaznivo ovplyvňovať trávne porasty tak, aby pri ekonomicky únosných vstupoch zostala zachovaná ich druhová pestrosť a schopnosť poskytovať kvalitnú krmovinu (GAISLER a kol., 1998).

MATERIÁL A METÓDY

Výskum bol uskutočnený v mesiacoch jún a september rokov 2008 a 2009 na vybraných parcelách Poľnohospodárskeho podielníckeho družstva (PPD) Liptovská Teplica (okres Poprad), ktoré od roku 1996 uplatňuje ekologický systém hospodárenia na pôde. Skúmané územie patrí do Národného parku Nízke Tatry. Leží v nadmorskej výške 900 – 1400 m n. m. Geomorfologicky patrí do podcelku Kráľovohoľské Tatry. Podľa agroekologických podmienok sa skúmané územie nachádza v horskej výrobnnej oblasti, ktorá je prevažne chladná a vlhká. Reliéf územia je horský, voľne členitý a silne kopcovitý. Priemerné ročné teploty sa pohybujú od 2 - 5 °C, v priebehu vegetačného obdobia 8 - 11 °C. Najteplejší mesiac je júl (priemerná teplota 12 až 14 °C) a najchladnejší január (-6 až -7 °C). Priemerný ročný úhrn zrážok je 700 - 1200 mm.

Najväčšiu výmeru podniku tvoria kambizeme, prevažne stredne ťažké, silno skeletovité, najmä v podornici. Druhým najrozšírenejším typom sú rendziny, stredne ťažké, plytké a skeletovité. Na uvedenom území sa nachádzajú aj organozeme. Z hľadiska reliéfu sa prevažná väčšina pôd nachádza na svahoch.

Na trvalých trávnych porastoch (TTP), ale aj na ornej pôde (OP) sa aplikuje na jar hnojivo Natural Harmony v dávke 3000 l. ha⁻¹ (minimálny obsah živín: celkový dusík ako N v sušine v % minimálne 15, celkový fosfor ako P₂O₅ v sušine v % minimálne 0,2, celkový draslík ako K₂O v sušine v % minimálne 0,4, celková síra ako S v sušine v % minimálne 16,5). Na plochách trvalo trávnych porastov, ako aj na plochách ďatelinotravných miešaniek (ĎTM) je používané rovnaké hnojivo povolené v ekologickom spôsobe hospodárenia. Plochy TTP sú v jesennom období hnojené aj vyzretým maštalným hnojom v dávke cca 15 - 20 t.ha⁻¹. Kosenie sa uskutočňuje 1 - 2-krát ročne v závislosti od potreby krmiva na zimu a od produkcie hmoty na jednotlivých plochách. Po poslednej kosbe sa plochy TTP ešte spásajú. Plochy ĎTM sa kosia 2 - 3-krát s následným dopásaním na jeseň.

Na vybraných 7 trvalých výskumných plochách (o rozlohe 4 x 4 m), ktoré sú využívané ako orná pôda s porastom ďatelinotravných miešaniek (plochy IIa, Va) a trvalé trávne porasty (plochy Ib, IIb, IIIb, IVb, Vb) bola urobená semikvantitatívna analýza prítomných taxónov. Prítomné druhy boli vyhodnotené podľa Braun-Blanquetovej stupnice. Názvoslovie je uvedené v súlade s DOSTÁLOM a ČERVENKOM (1991). Na výpočet diverzity sme použili Hillov index diverzity (N_2) (HILL, 1973), ktorý bol vypočítaný podľa vzorca $N_2 = (\sum x_i)^2 / \sum x_i^2$, kde N_2 je index diverzity a x_i podiel i-teho druhu v poraste. Hillov index vyjadruje kvadratický podiel významnosti každého druhu (x_i). Je vhodný na získavanie orientačných a rýchlo dosiahnuteľných výsledkov pri sledovaní väčšieho súboru rastlinných spoločenstiev. Výsledky sú hodnotené

na základe škály hodnôt 1. veľmi nízky (< 2,5), 2. nízky (2,5 - 5), 3. stredný (5 - 10), 4. vysoký (10 - 15), 5. veľmi vysoký (15 - 30) a 6. mimoriadne vysoký (> 30) (JURKO, 1990).

Cieľom práce bolo zistiť početnosť druhov na parcelách s ekologickým spôsobom hospodárenia, ktoré sa využívajú ako orná pôda s výsevom d'atelinotravných miešaniek a na parcelách trvalých travných porastov a zhodnotiť vplyv nevysiatych druhov na skúmané biotopy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Druhovú zloženie travných porastov je výslednicou pôsobenia interakcií všetkých ekologických faktorov celého ekosystému a podmienok využívania. Mimoriadna rôznorodosť ekologických podmienok sa premieta tiež vo variabilite travných porastov. Botanické zloženie travných porastov nie je v priebehu rokov stabilné a mení sa v závislosti na ekologických faktoroch, z ktorých sa čiastočne dajú ovplyvňovať výživný a vodný režim stanovišť, alebo pôdna reakcia (MRKVIČKA, VESELÁ, 2002). Všeobecne sa uvádza, že spoločenstvá burín sú menlivé v závislosti od produkčného systému. Vyššia diverzita burinných druhov a zmena stálosti ich výskytu je pozorovaná v ekologických systémoch (LACKO-BARTOŠOVÁ a kol., 2005). Najjednoduchším vyjadrením druhovej bohatosti je počet druhov v zápise, ktorý sa vzťahuje na jednotku plochy. Celkový počet druhov je odrazom štruktúry spoločenstva.

V priebehu sledovaných rokov sme na vybraných parcelách na ornej pôde s porastom d'atelinotravných miešaniek a na trvalých travných porastoch zistili 43 druhov rastlín patriacich do 20 čeľadí a 39 rodov (Tabuľka 1). Najväčšiu druhovú diverzitu (22 druhov) sme zaznamenali na parcelách TTP Ib a Vb. Na ostatných plochách TTP sme zistili v priemere 18 druhov rastlín. Na OP v poraste d'atelinotravných miešaniek bolo okrem kultúrnych druhov zaznamenaných 10 (plocha IIa) až 16 druhov (plocha Va). Z tabuľky 1 vyplýva, že dominantnými rodmi boli *Alchemilla*, *Phleum*, *Trifolium*. Zistené burinné spoločenstvá na plochách OP s porastom d'atelinotravných miešaniek (IIa, Va) nepredstavujú ohrozenie pre vysiate druhy ĎTM a ich postupné vytlačenie z porastu. Pokryvnosť jednotlivých zistených burín (*Alchemilla* spp., *Taraxacum officinale*, *Veronica chamaedrys*, *Galium uliginosum*, *Ranunculus acris*, *Myosotis palustris*, *Euphrasia tatarica*) na týchto plochách bola pod 5 %, resp. zanedbateľná (*Plantago major*, *Capsella bursa pastoris*, *Achillea millefolium*, *Viola pratensis*, *Potentilla anserina*, *Stellaria media*) (Tabuľka 1).

Na základe hodnotenia podľa Hillovho indexu diverzity sme zistili strednú hodnotu 6,94. SKLÁDANKA a HRABĚ (2008) pri trávnom poraste kosenom dvakrát počas vegetácie s použitím fosforečno-draselného hnojenia zistili hodnotu Hillovho indexu 6,5. Zároveň uvádzajú, že bez ohľadu na počet a spôsob hnojenia sú druhovo najpestrejšie trikrát kosené trávne porasty. VOZÁR a JANČOVIČ (2004) uvádzajú, že počet druhov v trvalých travných porastoch výrazne ovplyvňuje každoročná dávka dusíka.

Tabuľka 1 Druhové zloženie rastlín na výskumných plochách na území Liptovská Teplička v rokoch 2008 – 2009

Plocha Ib. TTP			
Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Alchemilla</i> spp. 3	<i>Alchemilla</i> spp. 3	<i>Alchemilla</i> spp. 3	<i>Alchemilla</i> spp. 3
<i>Avenula planiculmis</i> 3	<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Acetosa pratensis</i> 2
<i>Bistorta major</i> 2	<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Ranunculus acris</i> 2
<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2
<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Avenula planiculmis</i> 1	<i>Avenula planiculmis</i> 1	<i>Avenula planiculmis</i> 1
<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Bistorta major</i> 1	<i>Bistorta major</i> 1	<i>Bistorta major</i> 1
<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1
<i>Geum rivale</i> 1	<i>Colchicum autumnale</i> 1	<i>Colchicum autumnale</i> 1	<i>Colchicum autumnale</i> 1
<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Trifolium rubens</i> 1	<i>Trifolium rubens</i> 1	<i>Trifolium rubens</i> 1
<i>Trifolium rubens</i> 1	<i>Filipendula vulgaris</i> 1	<i>Filipendula vulgaris</i> 1	<i>Filipendula vulgaris</i> 1
<i>Campanula patula</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1
<i>Lychnis flos-cuculi</i> 1	<i>Scirpus acutiformis</i> 1	<i>Lathyrus pratensis</i> 1	<i>Lathyrus pratensis</i> 1
<i>Cruciata laevipes</i> 1	<i>Lathyrus pratensis</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1
<i>Cirsium rivulare</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Cirsium rivulare</i> 1	<i>Cirsium rivulare</i> 1
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Cirsium rivulare</i> 1	<i>Campanula patula</i> +	<i>Cruciata laevipes</i> +
<i>Lathyrus pratensis</i> 1	<i>Campanula patula</i> +	<i>Cruciata laevipes</i> +	<i>Galium uliginosum</i> +
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Cruciata laevipes</i> +	<i>Galium uliginosum</i> +	<i>Geum rivale</i> +
<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> +	<i>Geum rivale</i> +	<i>Phleum pratense</i> +
<i>Myosotis palustris</i> r	<i>Geum rivale</i> +	<i>Phleum pratense</i> +	<i>Poa pratensis</i> +
	<i>Phleum pratense</i> +	<i>Poa pratensis</i> +	
	<i>Poa pratensis</i> +	<i>Lychnis flos cuculi</i> +	
	<i>Lychnis flos cuculi</i> +		
Plocha IIb. TTP			
Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Alchemilla</i> spp. 3	Porast po letnom po-kosení	<i>Alchemilla</i> spp. 3	Porast po letnom po-kosení
<i>Avenula planiculmis</i> 3	<i>Alchemilla</i> spp. 3	<i>Avenula planiculmis</i> 2	<i>Alchemilla</i> spp. 3
<i>Hypericum maculatum</i> 3	<i>Avenula planiculmis</i> 2	<i>Hypericum maculatum</i> 2	<i>Avenula planiculmis</i> 2
<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Acetosa pratense</i> 2	<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Acetosa pratense</i> 2
<i>Festuca arundinacea</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 2	<i>Festuca arundinacea</i> 2	<i>Hypericum maculatum</i> 2
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Festuca arundinacea</i> 1
<i>Acetosa pratensis</i> 1	<i>Festuca arundinacea</i> 1	<i>Acetosa pratensis</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1
<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Linaria vulgaris</i> 1
<i>Bistorta major</i> 1	<i>Ranunculus acris</i> 1	<i>Bistorta major</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Linaria vulgaris</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> +
<i>Trifolium rubens</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Trifolium rubens</i> 1	<i>Ranunculus acris</i> +

<i>Poa trivialis</i> 1	<i>Trifolium rubens</i> 1		
<i>Lychnis flos-cuculi</i> +	<i>Poa trivialis</i> 1		
<i>Campanula patula</i> +	<i>Campanula patula</i> +		
<i>Rhinanthus minor</i> +	<i>Bistorta major</i> +		
<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +		
<i>Cirsium rivulare</i> r			
Plocha IIa. ĎTM			
Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 3
<i>Trifolium repens</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2
<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 2
<i>Lolium perenne</i> 2	<i>Lolium perenne</i> 1	<i>Lolium perenne</i> 1	<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Phleum pratense</i> 2
<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Lolium perenne</i> 1
<i>Festuca pratensis</i> 1	<i>Festuca pratensis</i> 1	<i>Festuca pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1
<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 1
<i>Alchemilla</i> spp.2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Festuca pratensis</i> 1
<i>Ranunculus acris</i> 1	<i>Ranunculus acris</i> 1	<i>Ranunculus acris</i> +	<i>Ranunculus acris</i> 1
<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> +	<i>Veronica chamaedrys</i> 1
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> +	<i>Galium uliginosum</i> 1
<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +
<i>Cruciata laevipes</i> +	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +
<i>Plantago major</i> +	<i>Potentilla anserina</i> r	<i>Potentilla anserina</i> r	<i>Potentilla anserina</i> r
<i>Potentilla anserina</i> r			
<i>Myosotis palustris</i> r			
Plocha IIIb.-TTP			
Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Phleum pratense</i> 4	<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Taraxacum officinale</i> 3
<i>Lolium perenne</i> 3	<i>Lolium perenne</i> 2	<i>Lolium perenne</i> 2	<i>Achillea millefolium</i> 3
<i>Ranunculus acris</i> 3	<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2
<i>Alchemilla</i> spp. 2,	<i>Ranunculus acris</i> 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Lolium perenne</i> 2
<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Trisetum flavescens</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Ranunculus acris</i> 2
<i>Rhinanthus minor</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Rhinanthus minor</i> 1	<i>Acetosa pratensis</i> 2
<i>Trisetum flavescens</i> 2	<i>Achillea millefolium</i> 1	<i>Trisetum flavescens</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 2
<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Rhinanthus minor</i> 1
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Festuca rubra</i> 1
<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Vicia sepium</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1

<i>Vicia sepium</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Vicia sepium</i> 1	<i>Vicia sepium</i> 1
<i>Trifolium pratense</i> 1	<i>Rhinanthus minor</i> 1	<i>Trifolium pratense</i> 1	<i>Trifolium pratense</i> 1
<i>Stellaria media</i> 1	<i>Trifolium pratense</i> +	<i>Stellaria media</i> 1	<i>Stellaria media</i> 1
<i>Campanula patula</i> +,	<i>Trifolium hybridum</i> +	<i>Campanula patula</i> +	<i>Campanula patula</i> +
<i>Trifolium hybridum</i> +		<i>Trifolium hybridum</i> +	<i>Trifolium hybridum</i> +
<i>Myosotis palustris</i> r		<i>Myosotis palustris</i> r	<i>Myosotis palustris</i> r
Plocha IVb.-TTP			
Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Ranunculus acris</i> 3	<i>Ranunculus acris</i> 3	Pokosená lúka	<i>Ranunculus acris</i> 3
<i>Veronica hederifolia</i> 3	<i>Taraxacum officinale</i> 2		<i>Taraxacum officinale</i> 3
<i>Daucus carota</i> 3	<i>Poa pratensis</i> 2		<i>Poa pratensis</i> 2
<i>Achillea millefolium</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 2		<i>Festuca rubra</i> 2
<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2		<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Plantago major</i> 2	<i>Galium uliginosum</i> 1		<i>Galium uliginosum</i> 1
<i>Trifolium rubens</i> 2	<i>Veronica hederifolia</i> 1		<i>Veronica hederifolia</i> 1
<i>Poa pratensis</i> 2	<i>Achillea millefolium</i> 1		<i>Achillea millefolium</i> 1
<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Phleum pratense</i> 1		<i>Phleum pratense</i> 1
<i>Festuca rubra</i> 2	<i>Trifolium rubens</i> 1		<i>Trifolium rubens</i> 1
<i>Phleum pratense</i> 1	<i>Daucus carota</i> 1		<i>Daucus carota</i> 1
<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> +		<i>Hypericum maculatum</i> 1
<i>Stellaria media</i> 1	<i>Cruciata laevipes</i> +		<i>Cruciata laevipes</i> +
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Euphrasia tatarica</i> +		<i>Euphrasia tatarica</i> +
<i>Cruciata laevipes</i> 1	<i>Stellaria media</i> +		<i>Stellaria media</i> +
<i>Potentilla anserina</i> +	<i>Plantago major</i> +		<i>Plantago lanceolata</i> +
<i>Trifolium arvensis</i> +	<i>Plantago lanceolata</i> +		<i>Trifolium arvensis</i> +
	<i>Trifolium arvensis</i> +		
Plocha Vb.-TTP			
Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Alchemilla</i> spp. 4	<i>Alchemilla</i> spp. 4	<i>Alchemilla</i> spp. 4	<i>Hypericum maculatum</i> 4
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Acetosa pratensis</i> 2	<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Vicia cracca</i> 3
<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 2	<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Rhinanthus minor</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 2
<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Plantago major</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1
<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Ranunculus acer</i> 1
<i>Vicia cracca</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Vicia cracca</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> +

<i>Cruciata laevipes</i> 1	<i>Campanula patula</i> 1	<i>Cruciata laevipes</i> 1	<i>Cruciata laevipes</i> +
<i>Acetosa pratensis</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Acetosa pratensis</i> 1	<i>Acetosa pratensis</i> +
<i>Trisetum flavescens</i> 1	<i>Dactylis glomerata</i> 1	<i>Trisetum flavescens</i> 1	<i>Trisetum flavescens</i> +
<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Briza media</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> +
<i>Plantago major</i> +	<i>Vicia cracca</i> 1	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +
<i>Dactylis glomerata</i> +	<i>Phleum pratense</i> 1	<i>Dactylis glomerata</i> +	<i>Dactylis glomerata</i> +
<i>Tragopogon pratensis</i> +	<i>Hypericum maculatum</i> 1	<i>Tragopogon pratensis</i> +	<i>Daucus carota</i> +
<i>Daucus carota</i> +	<i>Trisetum flavescens</i> 1	<i>Daucus carota</i> +	<i>Geranium pratense</i> +
<i>Geranium pratense</i> +	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Geranium pratense</i> +	<i>Phleum pratense</i> +
<i>Phleum pratense</i> +	<i>Cruciata laevipes</i> +	<i>Phleum pratense</i> +	<i>Ajuga genevensis</i> r
<i>Ajuga genevensis</i> r	<i>Tragopogon pratensis</i> +	<i>Ajuga genevensis</i> r	
<i>Leucanthemum vulgare</i> r	<i>Daucus carota</i> +		
	<i>Geranium pratense</i> +		
	<i>Gentianopsis ciliata</i> r		

Plocha Va.-ĎTM

Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt	Jarný aspekt	Neskoro-letný aspekt
2008	2008	2009	2009
<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Taraxacum officinale</i> 3
<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 2
<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2
<i>Lolium perenne</i> 2	<i>Lolium perenne</i> 2	<i>Lolium perenne</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 2
<i>Festuca rubra</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 3-4	<i>Lolium perenne</i> 2
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Leucanthemum vulgare</i> 1	<i>Campanula patula</i> 2	<i>Campanula patula</i> 1	<i>Campanula patula</i> 1
<i>Campanula patula</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 2	<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 1
<i>Alchemilla</i> spp.1	<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 2
<i>Stellaria media</i> 1	<i>Capsella bursa pastoris</i> 2	<i>Capsella bursa pastoris</i> 2	<i>Capsella bursa pastoris</i> 1
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Ranunculus acer</i> 2	<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Ranunculus acer</i> 1
<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Myosotis palustris</i> 1	<i>Myosotis palustris</i> 1	<i>Myosotis palustris</i> 1
<i>Euphrasia tatarica</i> +	<i>Euphrasia tatarica</i> 1	<i>Euphrasia tatarica</i> 1	<i>Euphrasia tatarica</i> 1
<i>Veronica chamaedrys</i> +	<i>Leucanthemum vulgare</i> 1	<i>Leucanthemum vulgare</i> 1	<i>Leucanthemum vulgare</i> 1
<i>Myosotis palustris</i> +	<i>Stellaria media</i> 1	<i>Stellaria media</i> 1	<i>Stellaria media</i> 1
<i>Plantago major</i> +	<i>Viola pratensis</i> 1	<i>Viola pratensis</i> +	<i>Viola pratensis</i> +
<i>Capsella bursa pastoris</i> +	<i>Taraxacum officinale</i> +	<i>Taraxacum officinale</i> +	<i>Taraxacum officinale</i> +
	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +
		<i>Tragopogon pratensis</i> +	
		<i>Achillea millefolium</i> +	

5 – pokryvnosť 75 – 100 %, 4 – pokryvnosť 50 – 75 %, 3 – pokryvnosť 25 – 50 %, 2 – pokryvnosť 5 – 25 %, 1 – pokryvnosť pod 5 %, + – pokryvnosť zanedbateľná, r – ojedinele

Tabuľka 2 Počet rodov jednotlivých čeľadí vyskytujúcich sa na skúmaných plochách

Čeľaď	Počet rodov
<i>Apiaceae</i>	1
<i>Asteraceae</i>	4
<i>Boraginaceae</i>	1
<i>Brassicaceae</i>	1
<i>Campanulaceae</i>	1
<i>Cyperaceae</i>	1
<i>Dianthaceae</i>	1
<i>Fabaceae</i>	3
<i>Geraniaceae</i>	1
<i>Hypericaceae</i>	1
<i>Lamiaceae</i>	1
<i>Liliaceae</i>	1
<i>Plantaginaceae</i>	1
<i>Poaceae</i>	7
<i>Polygonaceae</i>	2
<i>Ranunculaceae</i>	1
<i>Rosaceae</i>	4
<i>Rubiaceae</i>	2
<i>Scrophulariaceae</i>	4
<i>Stellariaceae</i>	1

ZÁVER

1. Pri spoločenstvách trávnej vegetácie (trvalé trávne porasty aj d'atelinotrávne miešanky na ornej pôde) je druhová bohatosť vysoká. Druhovo bohatšie sú parcely trvalých trávnych porastov v porovnaní s parcelami d'atelinotravných miešaniek pestovaných na ornej pôde.
2. V priebehu sledovaných rokov sme na skúmaných plochách zistili 43 druhov rastlín patriacich do 20 čeľadí a 39 rodov. Druhovo najpočetnejšie boli trvalé trávne porasty. Dominantnými rodmi boli *Alchemilla*, *Phleum*, *Trifolium*.
3. Na základe hodnotenia podľa Hillovho indexu diverzity sme zistili strednú hodnotu (6,94), ktorá zodpovedá hodnote dvakrát koseným porastom v konvenčnom hospodárení na pôde.
4. Spoločenstvá nevysiatych druhov burín, ako aj jednotlivé nevysiate druhy zistené na nami pozorovaných parcelách nepredstavujú z pohľadu poľnohospodára závažné ohrozenie produkcie. Môžeme ich považovať za obohatenie druhovej skladby a zvýšenie celkovej stability agroekosystému.
5. Na danom území považujeme ekologický spôsob hospodárenia za vhodný, podporujúci ekologickú stabilitu a trvalú udržateľnosť agroekosystému, ako aj okolitých ekosystémov ako celku.

POĎAKOVANIE

Výskum bol podporený z grantu VEGA 1/0601/08 – „Vplyv biotických a abiotických faktorov na udržanie trvalosti ekosystémov.“

LITERATÚRA

- DOSTÁL, J. – ČERVENKA M., 1991. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín. SPN Bratislava, 1. diel., 1 – 783.
- DOSTÁL, J. – ČERVENKA M., 1992. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín. SPN Bratislava, 2. diel., 784 – 1570.
- FIALA, J. – GAISLER, J., 1999. Obhospodarování travních porostů pícninářský nevyužívaných (Cultivate of grassland use not for forage). In Metodiky pro zemědělskou praxi – 5. Praha: UZPI, 1999, 38 p. ISBN 80-7271-029-X.
- GAISLER, J. – FIALA, J. – SPOUSTOVÁ, B., 1998. The changes of botanical composition yield in dependence on the type of grassland and fertilization. In: Rostl. výr., vol. 44, 1998, N. 1, 39-44. ISSN 0370-663X.
- HILL, M. O., 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. In: J. Ecol., vol. 63, 1973, N. 1, 597-613, ISSN 0022-0477
- JANČOVIČ, J. – VOZÁR, Ľ., 2005. Botanical composition of semi-natural grassland after fertilization interruption. In: Acta fytotechn. et zootechn., vol. 8, 2005, N. 1, 1 - 5. ISSN 1335-258X.
- JURKO, A., 1990. Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. Bratislava: Príroda, 195 s.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M. – CAGÁN, Ľ. – ČUBOŇ, J. – KOVÁČ, K. – KOVÁČIK, P. – MACÁK, M. – MOUDRÝ, J. – SABO, P., 2005. Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 575 s. ISBN 80-8069-556-3.
- MRKVIČKA, J. – VESELÁ, M., 2002. Influence of fertilization rates on species composition, quality and zielsd of the meadow fodder. In: Rostl. výr., vol. 48, 2002, N. 11, 494 – 498. ISSN 0370-663X.
- SKLÁDANKA, J. – HRABĚ, F., 2008. Effect of fertilization and cutting frequency on botanical composition, diversity and grassland quality. Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 54, 2008, N. 1, 1 – 8.
- VOZÁR, Ľ. – JANČOVIČ, J., 2004. Diverzita antropogénne ovplyvnenej asociácie *Lolio-Cynosuretum Typicum* R. Tx. 1937 (Diversity of anthropogenic impacted association *Lolio-Cynosuretum Typicum* R. Tx. 1937). In: Produkčné, ekologické a krajinotvorné funkcie trávnych ekosystémov a krmných plodín. Nitra: SPU Nitra, 2004, 136 – 143. ISBN 80-8069-409-5.

**MODELOVANIE ZÁSOB PÔDNEHO ORGANICKÉHO UHLÍKA
NA POĽNOHOSPODÁRSKOM PODNIKU AGRO ČERGOV S.Ľ.O. OSIKOV**

**MODELLING OF SOIL ORGANIC CARBON STOCK ON AGRICULTURE FARM
AGRO ČERGOV S.Ľ.O. OSIKOV**

Gabriela BARANČÍKOVÁ¹ – Ján HALÁS¹ – Štefan KOCO¹ – Eva KLIMEŠOVÁ²

ABSTRACT

Soil organic carbon (SOC) presents one of the most important indicator of soil quality. In present time due to climate and land management changes SOC stock can be changed. One of the effective methods how to predict SOC stock can be modelling. In this project SOC stock on agriculture farm Osikov localized in northeast part of Slovakia was predicted by RothC model. Modelling of SOC stock was realized in three different fields. In the first part, modelling of SOC stock was carried out for time period 1970 - 2006. Receiving results showed that for stable balance of SOC stock on intensive agricultural arable soils optimal dose of exogenous organic matter is necessary. In second part, modelling of SOC stock was realized in the same fields for time period 1970 - 2100. Input data present two different climate scenarios and four different management scenarios. On the basis obtaining results it can be concluded, that present soil management on arable soil does not sufficient supply of organic carbon which could be eliminated enhanced mineralization of soil organic matter in future and SOC stock will decline. In future time progressive growth of SOC stock can be expected only in such soil using, which is based on fully utilized productive possibilities of this soil area.

KEYWORDS

soil organic carbon stock, modelling, RothC model, climate scenarios, land management scenarios

Úvod

Pôdna organická hmota (POH) patrí medzi základné pôdne parametre ovplyvňujúce produkčné i mimoprodukčné funkcie pôdy. POH je energetickým základom biolo-

- 1 RNDr. Gabriela Barančíková, CSc., Ing. Ján Halás, PhD., RNDr. Štefan Koco, PhD., Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava, regionálne pracovisko Prešov, Raymannova 1, 08001 Prešov, g. barancikova@vupop.sk, j.halas@vupop.sk, s.koco@vupop.sk
- 2 Bc. Eva Klimešová, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita, 17. novembra 1, 08116 Prešov, callaja@gmail.com

gických procesov, disponuje vlastnosťami fyziologicky aktívnych látok regulujúcich rast a výživu rastlín, spolu s ílovou frakciou pôdy v podstatnej miere zodpovedná za kationovú výmennú kapacitu pôdy, je súčasťou všetkých minimálnych súborov indikátorov komplexne hodnotiacich kvalitu pôdy na základe pôdných funkcií (BREJDA a kol., 2000, FAGERIA, 2002) a pôdny organický uhlík (POC) je jedným z najdôležitejších indikátorov pôdnej kvality (OGLE a PAUSTIAN, 2005). POH predstavuje hlavný zdroj organického uhlíka v biosfére a v závislosti od podmienok môže eliminovať alebo sekvestrovať skleníkové plyny v životnom prostredí. V súčasnosti, v dôsledku klimatických zmien a intenzívnych zmien vo využívaní pôdy, sa zásoba organického uhlíka v pôdach) pomerne rýchlo mení. Predovšetkým hlboká orba akceleruje mineralizáciu POH a tým znižuje zásobu uhlíka v intenzívne využívaných orných pôdach (CHUKOV, 2000). Ďalším dôležitým faktorom zvýšeného uvoľňovania CO_2 z poľnohospodárskych pôd sú nedostatky v spôsoboch hospodárenia na pôdach, najmä nízky prísun organických zvyškov, čo posúva rovnováhu smerom k mineralizačným procesom. Na druhej strane, mnohé poľnohospodárske praktiky smerujúce k dodržiavaniu disciplíny hospodárenia na orných pôdach a pasienkoch (aplikácia kvalitných organických hnojív alebo kompostov; prísne dodržiavanie optimálnej rotácie plodín, zúrodňovanie degradovaných pôd, správne hospodárenie s pôdnou vodou na poľnohospodárskych pôdach a agrolesníctve), môžu potenciálne zmierňovať emitovanie CO_2 (SMITH a kol., 2007). Jedným z účinných nástrojov sledovania zmien v zásobách pôdneho organického uhlíka je jeho modelovanie. Medzi najznámejšie a najviac využívané modely patria: CENTURY a RothC model. Nakoľko RothC model vyžaduje podstatne menej vstupných údajov ako CENTURY v súčasnosti sa veľmi často využíva pri modelovaní organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach.

RothC model bol pôvodne vyvinutý a parametrizovaný na modelovanie kolobehu organického uhlíka v orných pôdach Rothamstedských dlhotrvajúcich poľných experimentov. Neskôr bol rozšírený aj na modelovanie kolobehu POC na pasienkoch, resp. trvalých trávnych porastoch. RothC model sa uplatňuje pri prognózach uhlíka v regionálnom rozsahu (FALLOON, SMITH, 2003, FALLOON a kol. 2002, VAN WESEMAEL a kol., 2004, 2005) a v súčasnosti je pomerne často využívaný pri prognózovaní stavu POC v rámci veľkých regionálnych celkov (krajín). V poslednom období bol RothC model využitý aj pri prognózovaní zmien uhlíka v poľnohospodárskych pôdach Európy pre obdobie rokov 1990 – 2080, resp. európskej časti Ruska a Ukrajiny (SMITH a kol., 2005, 2007), ako aj pre oblasť Brazílskej Amozónky (CERRI a kol., 2007). Na Slovensku bol tento model úspešne otestovaný na vybraných monitorovacích lokalitách (BARANČIKOVÁ, 2007a), poľnohospodárskych podnikoch (BARANČIKOVÁ, HALAS, 2008) a následne aplikovaný na modelovanie zásob POC na poľnohospodárskych pôdach Slovenska (BARANČIKOVÁ a kol., 2010). Z uvedeného dôvodu sme sa rozhodli aplikovať RothC model aj pri sledovaní zmien v zásobách POC na chorickej úrovni (poľnohospodársky podnik Agro Čergov s.r.o. Osikov) pri rôznych spôsoboch využitia poľnohospodárskej pôdy.

Charakteristika územia

Územie poľnohospodárskeho podniku Agro Čergov s.r.o. Osikov je lokalizované vo flyšovej oblasti severovýchodného Slovenska, konkrétne v južnej časti okresu Bardejov na východných svahoch Čergovského pohoria. Územie je členité, striedajú sa tu roviny a stredne až silne svahovité pahorkatiny. Silná členitosť územia má rozhodujúci vplyv na jeho klimatické pomery. Priemerná teplota za vegetačné obdobie sa pohybuje od 8 do 15 °C a priemerné ročné úhrny zrážok sú v rozpätí 500 - 800 mm. Z pôdných typov prevládajú pseudogleje, kambizeme a rankre. Z aspektu skeletovitosti a hĺbky pôdy je flyšové pásmo charakterizované značnou heterogenitou, takže sa na relatívne malom území, vyskytujú ako hlboké pôdy bez skeletu tak aj plytké a silne skeletovité pôdy. Z hľadiska zrnitosti v danom území prevládajú stredne ťažké a ťažké pôdy (VILČEK, 1999). Obsah pôdnej organickej hmoty, hlavne na orných pôdach sledovaného územia, je nízky a nízka je aj jej kvalita.

Modelovanie vývoja zásob POC bolo zrealizované na troch vybraných honoch (obr. 1), na ktorých boli v rámci komplexného prieskumu pôd (KPP) (r. 1967) umiestnené výberové sondy. Výberová sonda V 13 je na hone A, na ktorom boli za celé modelované obdobie trvalé trávne porasty. Výberová sonda V 3 je na hone B, kde pri KPP bola orná pôda, ktorá bola v roku 2002 zatrávnená. Výberová sonda V 28 je na hone C, ktorý je od čias KPP stále využívaný ako orná pôda.

Charakteristika modelu RothC

Pre korektný priebeh použitia RothC modelu sú nevyhnutné tri skupiny vstupných údajov:

- klimatické údaje,
- pôdne údaje,
- údaje o využití pôdy a o hospodárení na pôde.

RothC model vyžaduje zo vstupných klimatických údajov priemerné mesačné úhrny zrážok (mm), priemernú mesačnú teplotu vzduchu (°C) a mesačné hodnoty evapotranspirácie. Klimatické údaje z obdobia 1970 – 2006 boli získané z najbližšej meteorologickej stanice Bardejov. Pre prognózovanie zásob organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach prostredníctvom modelu RothC-26.3 (do roku 2100) boli aplikované klimatické scenáre A2 a B1 odvodené pre klimatickú stanicu Stropkov. Ako podklad pre odvodenie scenárov bola použitá najnovšia verzia Kanadského prepojeného modelu cirkulácie atmosféry a oceánu CGCM3.1 a emisné scenáre – A2 a B1, ktoré sa prejavujú vo významnejších rozdieloch až po roku 2040. Emisný scenár A predpokladá vyššie hodnoty emisií skleníkových plynov do ovzdušia a tým aj vyššiu mieru oteplenia; emisný scenár B predpokladá rýchlejšie sa rozvíjajúcu ekonomiku s dôrazom na ochranu životného prostredia s nižšími emisiami a menšou mierou predpokladaného oteplenia (LAPIN a kol., 2006).

Základné pôdne údaje nevyhnutné pre priebeh modelovania sú: percento ílovej frakcie ($< 0,001$ mm), hĺbka pôdy (cm), počiatočný stav pôdneho organického uhlíka POC v t.ha⁻¹ a inertný organický uhlík (IOM), ktorý bol vypočítaný z hodnoty po-

čiatocného stavu organického uhlíka podľa Falloona (FALLOON a kol., 1998). Modelovanie zásob POC bolo zrealizované v hĺbke 0 - 20 cm. Základné pôdne charakteristiky jednotlivých honov sú v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Základne pôdne charakteristiky sledovaných honov

Výberové sondy KPP Hony	Pôdny typ	Využitie pôdy	POC [%]	Ľ < 0,001mm [%]
V13, A	Kambizem	TTP	0,93	4,7
V 3, B	Kambizem	OP-TTP	1,28	15,4
V 28, C	Kambizem	OP	1,23	29,3

Základné údaje o hospodárení na pôde nevyhnutné pri modelovaní RothC sú nasledovné: vegetačný pokryv, mesačný vstup uhlíka rastlinných zvyškov ($t \cdot ha^{-1}$), mesačný vstup uhlíka organického hnojenia ($t \cdot ha^{-1}$), faktor kvality rastlinných zvyškov (DPM/RPM pomer). Pre modelovanie na orných pôdach bolo počítané s vegetačným pokryvom pôdy od apríla do októbra. Pri modelovaní POC na trvalých trávnych porastoch bol vegetačný pokryv celoročný.

Vstup rastlinných zvyškov je množstvo uhlíka vstupujúceho do pôdy mesačne a vypočíta sa na základe úrody hlavného produktu a hodnoty prepočítavacieho koeficientu pre dané rozpätie úrod podľa Jurčovej (JURČOVÁ, BIELEK, 1997). Distribúcia uhlíka rastlinných zvyškov bola od apríla do októbra, pričom od apríla do júla obsah C postupne stúpal a v ďalších mesiacoch postupne klesal.

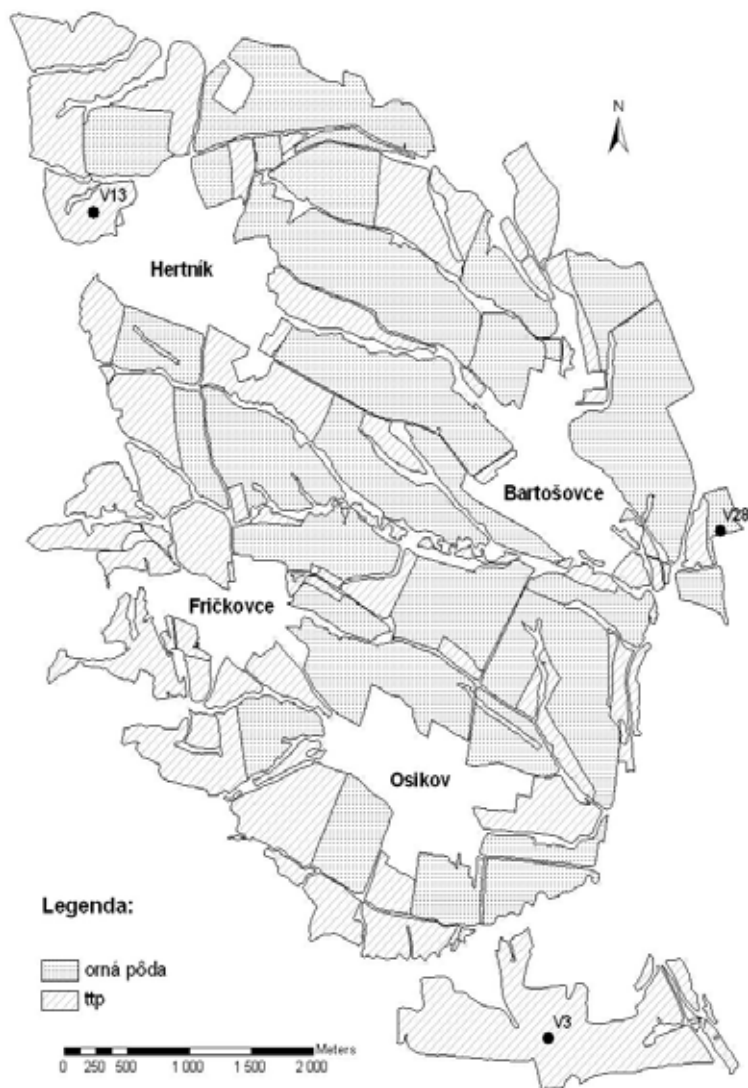
Množstvo uhlíka vstupujúceho do pôdy z maštalného hnoja (MH) sa uvádza oddelene, nakoľko vstup organického uhlíka z použitého maštalného hnoja sa líši od vstupu z čerstvých rastlinných zvyškov (COLEMAN, JENKINSON, 2005) a vypočíta sa tiež podľa Jurčovej (JURČOVÁ, BIELEK, 1997). Aplikácia a množstvo maštalného hnoja pri modelovaní vychádzalo z oševného postupu. Zostavenie oševných postupov a úroveň dosiahnutej produkcie pestovaných plodín vychádzali z evidovaných údajov poľnohospodárskeho podniku za každý pestovateľský ročník. Pre prognózovanie zásob POC do roku 2100 boli pre územie hospodárskeho obvodu subjektu AGRO ČERGOV s.r.o. Osikov použité dva manažérske scenáre X a Y, ktoré využívajú rovnaký 9 honový oševný postup, ktorý rešpektuje dané pôdno-klimatické podmienky (VILČEK, 1999). Rotácia plodín v oševnom postupe zahŕňala: 1. d'atelina, 2. d'atelina, 3. ozimná pšenica, 4. zemiaky, 5. jarný jačmeň, 6. hrach, 7. ozimná pšenica, 8. kukurica na siláž, 9. ovos s podsevom d'ateliny. Rozdiel medzi manažérskym scenárom X a Y bol v úrodách, pričom pri scenári Y sa predpokladali vyššie úrody ako pri scenári X v dôsledku plnšieho využitia produkčného potenciálu tunajších poľnohospodárskych pôd. Pri scenári Y bol teda vstup uhlíka do pôdy vyšší ako pri scenári X. Odhad rozkladu vstupujúceho rastlinného materiálu reprezentuje pomer DPM/RPM.

V modeli ROTH2C-26.3 je pôdny organický uhlík rozdelený do štyroch aktívnych zložiek a malého množstva inertnej organickej hmoty (IOM). Štyri aktívne zložky predstavujú:

- rozložiteľný rastlinný materiál (DPM: decomposable Plant Material),

- rezistentný rastlinný materiál (RPM: resistant Plant Material),
- mikrobiálna biomasa (BIO),
- humifikovaná organická hmota (HUM).

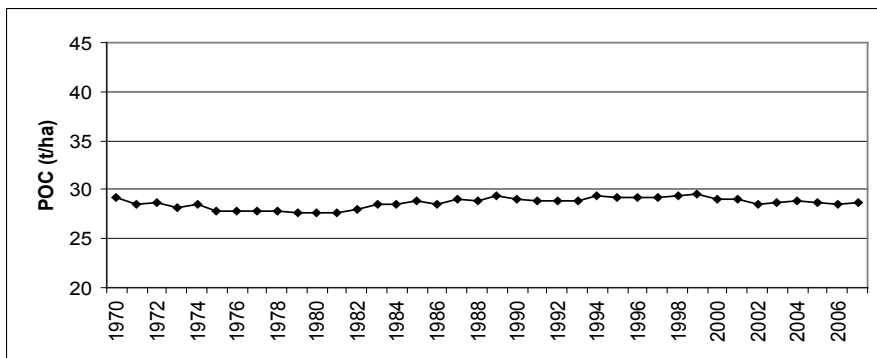
Uhlík vstupujúci z rastlinných zvyškov je rozdelený medzi DPM a RPM v závislosti od pomeru DPM/RPM vstupujúceho rastlinného materiálu. Pre väčšinu poľnohospodárskych plodín a kosených tráv je pomer DPM/RPM = 1.44.



Obrázok 1 Lokalizácia výberových sond KPP na modelovaných honoch

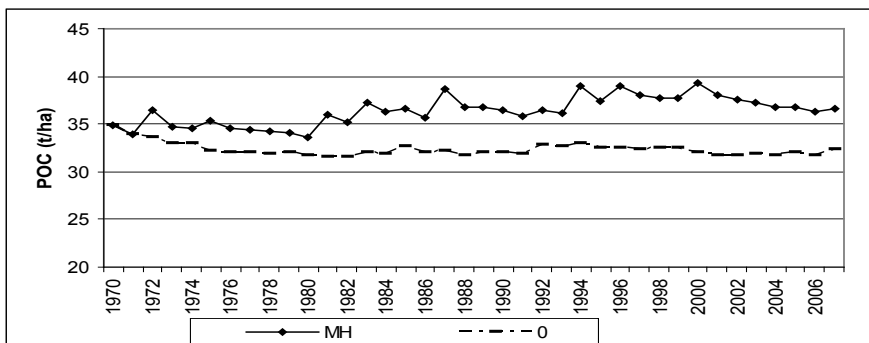
Modelované obdobie 1970 – 2006

Na hone A, kde vegetačnú pokrývku tvorí trvalý trávny porast, sa zásoba pôdneho organického uhlíka počas celého modelovacieho obdobia takmer vôbec nezmenila, pričom sa jeho hodnota pohybovala okolo 30 t.ha⁻¹ (obr. 2). Uvedené množstvo POH je pomerne nízke, ale práve kambizeme vo flyšovej oblasti sú charakteristické nízkym obsahom organického uhlíka. Na konci modelovacieho obdobia bol na danom hone zistený iba nepatrný pokles POC o 0,4 t.ha⁻¹ C, čo predstavuje 1,3 %.



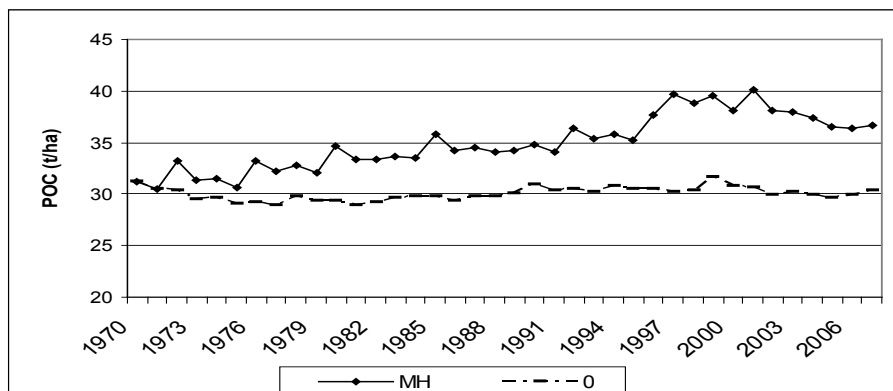
Obrázok 2 Modelovanie zásob POC v období 1970 – 2006 na hone A

Hon B bol prvých 20 rokov obrábaný a posledných 10 rokov zatrávnený (obr. 3). V prípade optimálneho organického hnojenia hodnota POC na tomto hone mierne stúpla. Na konci modelovacieho obdobia bol zistený nárast o 1,8 t.ha⁻¹ C, čo predstavuje 5,1 %. Ak však na tomto hone nepoužijeme optimálne organické hnojenie, hodnota POC nám značne klesne. Bez organického hnojenia sme na konci modelovacieho obdobia zaznamenali pokles o 2,5 t.ha⁻¹, čo predstavuje 7,3 %.



Obrázok 3 Modelovanie zásob POC v období 1970 – 2006 na hone B, MH – optimálne hnojenie maštalným hnojom, 0 – bez maštalného hnoja

Podobný vývoj zásob POC ako na hone B, bol zistený aj na hone C, ktorý bol celé modelovacie obdobie využívaný ako orná pôda (obr. 4). Výsledky získané modelovaním ukazujú, že adekvátnymi dávkami maštalného hnoja môžeme značne zvýšiť zásobu POC. Na konci modelovacieho obdobia bol zaznamenaný nárast zásob POC o 5,3 t.ha⁻¹, čo predstavuje 17%, ale bez dodatočných dávok organickej hmoty vo forme maštalného hnoja zásoba POC na konci modelovacieho obdobia klesla o 3%.

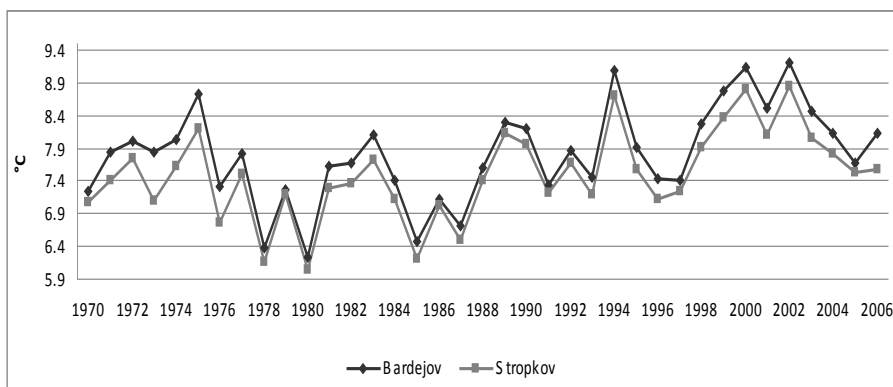


Obrázok 4 Modelovanie zásob POC v období 1970 – 2006 na hone C

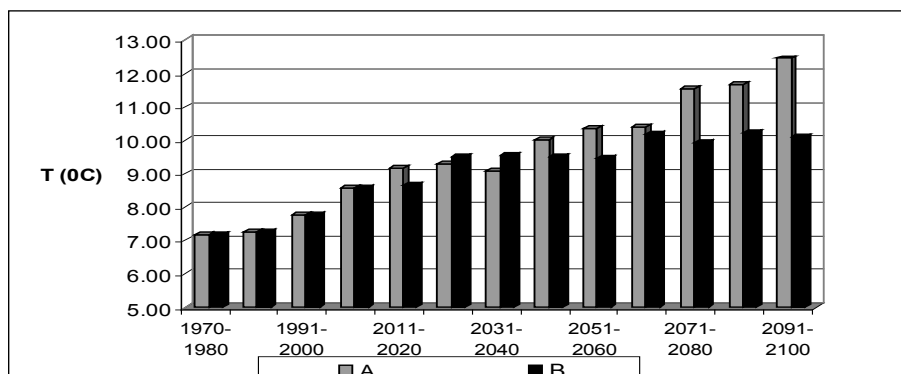
Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že na intenzívne obrábaných orných pôdach na dosiahnutie kladnej bilancie POC sú nevyhnutné optimálne dávky organického hnojenia. Bez pravidelného dodávania exogénnej organickej hmoty prevládajú mineralizačné procesy nad humifikačnými a zásoba pôdneho organického uhlíka postupne klesá. Trvalý trávny porast aj bez dodávania organickej hmoty si dokáže zabezpečiť takmer vyrovnanú bilanciu POH, nakoľko pokles POC na konci modelovaného obdobia bol iba 1%. Pri modelovaní zásob POC na TTP sme neuvažovali s exkrementami hospodárskych zvierat počas pastevnej sezóny, ktoré môžu zásobu POC zvýšiť.

Modelované obdobie 1970 – 2100

Dostupnosť klimatických scenárov do roku 2100 z lokality Stropkov (LAPIN a kol., 2006), ktorá má podobné klimatické pomery ako lokalita Bardejov (obr. 5), ako aj dostupnosť dvoch modelov osevných postupov (X, Y) pre daný poľnohospodársky subjekt (VILČEK, 1999), umožnila realizovať na všetkých troch honoch modelovanie zásob pôdneho organického uhlíka až do roku 2100. Modelovanie POC bolo uskutočnené na základe klimatického scenára A, ktorý predpokladá vyššiu mieru oteplenia a klimatického scenára B, prognózujúceho nižší nárast teploty v budúcom období. U oboch klimatických scenárov sa v budúcom období očakáva nárast teplôt, ktorý v prípade klimatického scenára B bude nižší ako pri klimatickom scenári A (obr. 6).



Obrázok 5 Porovnanie priemerných ročných teplôt meteorologickej stanice Bardejov a Stropkov v časovom období 1970 – 2006



Obrázok 6 Desiatročné priemerné hodnoty teplôt klimatického scenára A a B pre lokalitu Stropkov

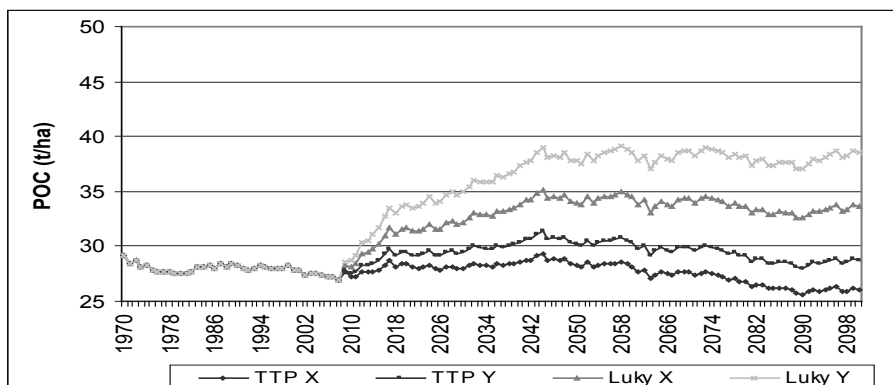
V modeli hospodárenia X (manažérsky scenár X) je využívanie pôdy podriadené obmedzeným materiálovým a finančným vstupom, model Y (manažérsky scenár Y) predstavuje také využívanie pôdneho fondu, ktoré vychádza z plňšieho využitia produkčných možností územia (VILČEK, 1999). Z uvedeného dôvodu, vstupy uhlíka v modeli hospodárenia X sú nižšie ako v modeli Y, ale aj vstupy uhlíka v modeli X sú vyššie ako priemerné vstupy uhlíka rastlinných zvyškov a maštalného hnoja pri súčasnom využívaní pôdy (Tabuľka 2).

Na hone A sú od roku 1970 do súčasnosti trvalé trávne porasty. V budúcom období tu môžu byť naďalej trvalé trávne porasty, s ich potenciálnym využitím vo forme lúky. V prípade klimatického scenára A najnižšie zásoby POC v budúcom období na tejto lokalite, ktoré mierne klesnú pod počiatočnú hodnotu POC, môžeme očakávať v prípade trvalých trávnych porastov pri aplikácii manažérského modelu X, ktorá predpokladá zvýšenie vstupov uhlíka oproti súčasnému stavu o približne 45 % (Tabuľka 2).

Tabuľka 2 Vstupy uhlíka [t.ha⁻¹] v súčasnosti a podľa modelu hospodárenia X a Y

Hon	Obdobie	Verzia manažmentu			
		Lúky X	Lúky Y	TTP X	TTP Y
Hon A	1970-2010	1,12	1,12	1,12	1,12
	2011-2100	2,40	2,96	1,62	1,89
Hon B	1970-2010	1,65	1,65	1,65	1,65
	2011-2100	2,40	2,96	1,62	1,89
Hon C		OP X	OP Y		
	1970-2010	1,71	1,71		
	2011-2100	2,20	2,30		

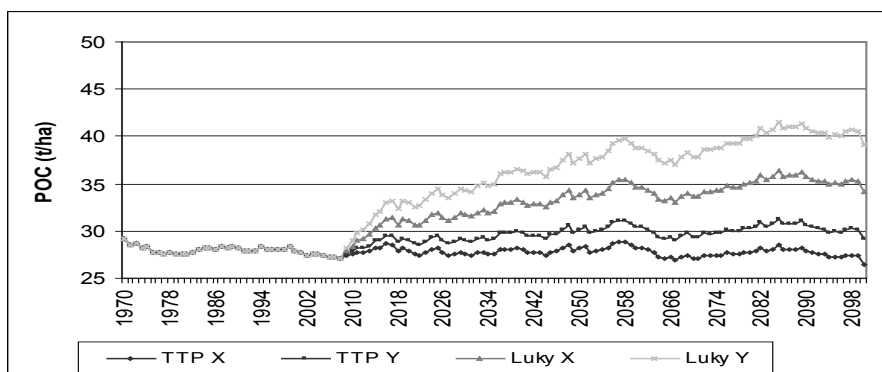
Vstupy uhlíka manažérského scenára Y, ktorý predpokladá zvýšenie vstupov uhlíka oproti súčasnému stavu o asi 70%, umožnia udržať súčasné zásoby POC na tejto lokalite (obr. 7). Ak by sme hon A v budúcnosti využili ako lúku, hodnota POC sa oproti súčasnému stavu zvýši, nakoľko vstupy uhlíka lúk manažérského scenára X aj Y sú o cca 115 % (scenár A), resp. 165% (scenár B) vyššie ako súčasne vstupy uhlíka na tomto hone (obr. 7).



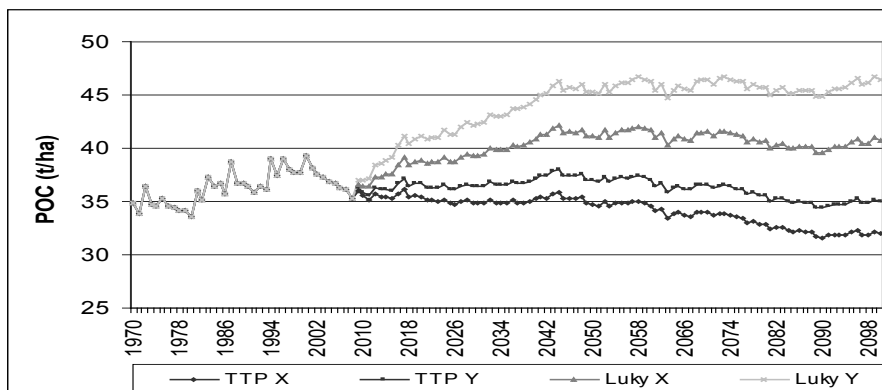
Obrázok 7 Modelovanie vývoja POC na hone A pre klimatický scenár A a 4 rozdielne manažérske scenáre

Vývoj uhlíka na hone A za použitia klimatického scenára B je totožný ako pri klimatickom scenári A, ale absolútne hodnoty zásob POC pri všetkých štyroch manažérskych scenároch sú asi o 1 t.ha⁻¹ vyššie ako v prípade klimatického scenára A (obr. 8). Pri vyšších teplotách sa urýchľujú mineralizačné procesy nad humifikačnými, dochádza k znižovaniu zásob POC a z uvedeného dôvodu sú zásoby POC pri klimatickom scenári A, nižšie ako v prípade klimatického scenára B. Uvedené výsledky potvrdzujú literárne údaje (WEB a kol., 2003, SMITH a kol., 2005, 2006) aj nami publikované poznatky (BARANČIKOVÁ, POSPÍŠILOVÁ, 2006, BARANČIKOVÁ, 2007b), že model RothC reaguje na zvyšovanie teploty znižovaním množstva pôdneho organického uhlíka.

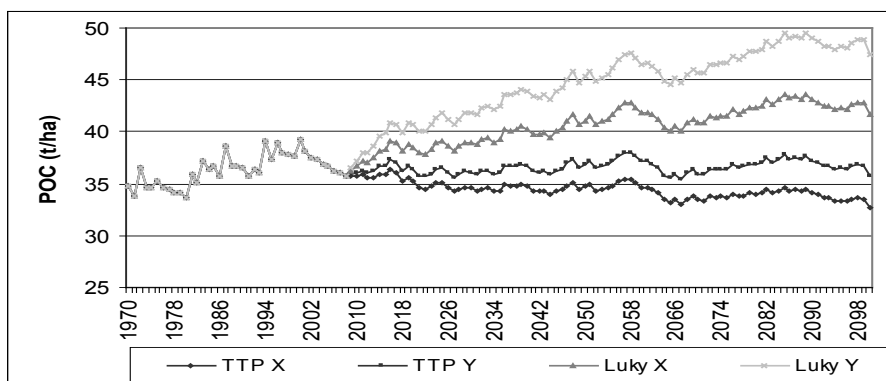
Obdobný ráz modelovania ako na hone A bol aj na hone B, ktorý sa v období rokov 1970 – 2000 využíval ako orná pôda a následne bol zatravnený. Z uvedeného dôvodu sme aj na tomto hone použili rovnaké manažérske scenáre ako na hone A. Ak daný hon bude naďalej využívaný ako TTP, zásoby POC v budúcom období budú klesať (obr. 9, 10) napriek tomu, že vstupy uhlíka do pôdy budú rovnaké, resp. o niečo vyššie ako v súčasnom období. Je to spôsobené postupným nárastom teplôt v oboch klimatických scenároch, ktorý spôsobí zvýšenú mineralizáciu POH a tým pokles zásob POC. Nárast POC podobne ako na hone A môžeme očakávať iba v prípade využitia tejto lokality ako lúky, nakoľko pri takomto využití pôdy budú vstupy uhlíka v modeli X cca o 45 % a v modeli Y o cca 80 % vyššie ako v súčasnosti (obr. 9, 10).



Obrázok 8 Modelovanie vývoja POC na hone A pre klimatický scenár B a 4 rozdielne manažérske scenáre

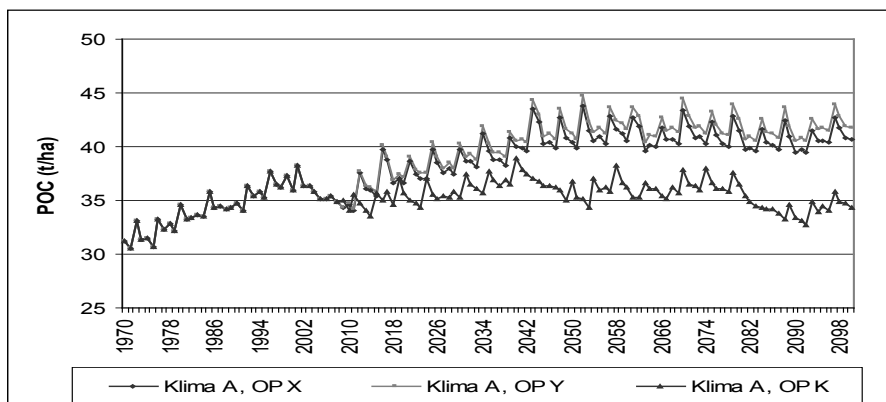


Obrázok 9 Modelovanie vývoja POC na hone B pre klimatický scenár A a 4 rozdielne manažérske scenáre

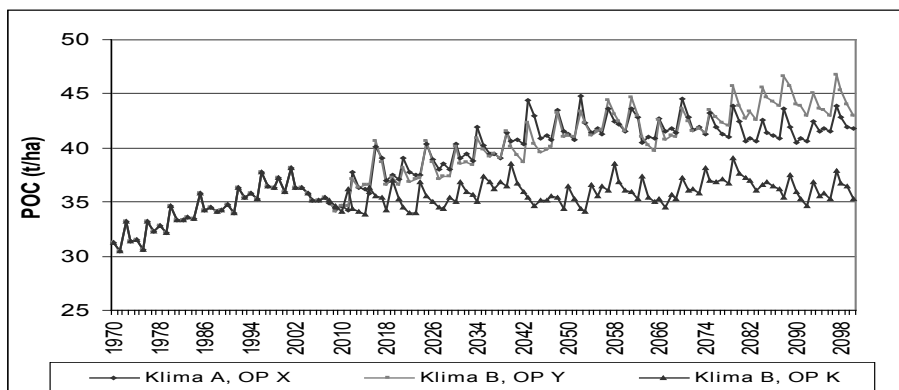


Obrázok 10 Modelovanie vývoja POC na hone B pre klimatický scenár B a 4 rozdielne manažérske scenáre

Značne rozdielny priebeh vývoja zásob POC oproti dvom predchádzajúcim honom bol zistený na hone C, ktorý je od roku 1970 využívaný ako orná pôda. Na tomto hone sme podobne ako v predchádzajúcich prípadoch použili dva klimatické scenáre (A, B) a dva manažérske scenáre X a Y, ale okrem toho sme zrealizovali modelovanie POC aj pri súčasnom spôsobe hospodárenia (scenár K). Ako je možné vidieť na obr. 11 a 12, zásoba uhlíka pri použití súčasných vstupov C do pôdy postupne klesá, napriek tomu, že tie isté vstupy uhlíka zvyšovali zásobu POC v období rokov 1970 – 2006, pričom pokles zásob POC bol podstatne vyšší pri klimatickom scenári A ako B (obr. 11, 12). Postupný nárast zásob POC je možné dosiahnuť iba vhodným osevným postupom s dostatočným prísunom maštalného hnoja (manažérske scenáre X, Y). Nakoľko manažérsky scenár Y predstavuje také využívanie pôdneho fondu, ktoré vychádza z plnšieho využitia produkčných možností územia, zásoby POC v tomto prípade, predovšetkým za použitia klimatického scenára B, majú stúpajúcu tendenciu (obr. 11, 12).



Obrázok 11 Modelovanie vývoja POC na hone C pre klimatický scenár A a 3 rozdielne manažérske scenáre



Obrázok 12 Modelovanie vývoja POC na hone C pre klimatický scenár B a 3 rozdielne manažérske scenáre

ZÁVER

Súčasnú dobu je charakterizované globálnymi zmenami klímy, ale aj pomerne častými zmenami vo využívaní pôdneho fondu. Oba tieto procesy môžu v podstatnej miere ovplyvňovať zásoby pôdneho organického uhlíka, ktorý je jedným z najdôležitejších indikátorov pôdnej kvality. Ak máme k dispozícii klimatické a manažérske scenáre, vývoj zásob POC môžeme predikovať modelovaním, napr. RothC modelom. V tomto príspevku, na príklade poľnohospodárskeho podniku AGRO Čergov s.r.o. Osikov, bolo zrealizované modelovanie zásob POC na troch honoch s rozdielnym spôsobom využívania pôdy. Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že súčasná úroveň hospodárenia na ornej pôde neposkytuje dostatočný prísun pôdneho organického uhlíka, ktorý by v budúcnosti eliminoval zvýšenú mineralizáciu POH a pri takomto manažérskom scenári zásoba pôdneho organického uhlíka bude klesať. Postupný nárast zásob POC v budúcnosti môžeme očakávať iba v prípade takého využívania pôdneho fondu, ktoré vychádza z plného využitia produkčných možností tohto územia.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0333-06.

LITERATÚRA

- BARANČIKOVÁ, G. – POSPÍŠILOVÁ, E., 2006. Simulácia stavu pôdneho organického uhlíka na dlhotrvajúcom experimente za použitia modelu ROTHC 26.3. In: Šarapatka, B. – BEDNÁŘ, M. (ed.), 2006. Pedogeneza a kvalitatívne zmeny pôd v podmienkach prírodných a antropicky ovplyvnených území : Sborník referátu z 11. pedologických dŕn. Kouty nad Desnou : Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, s. 97 – 102. ISBN 80-244-1448-1
- BARANČIKOVÁ, G., 2007a. Validácia modelu RothC na vybraných monitorovacích lokalitách. In: Vedecké práce VÚPOP, roč. 29, 2007, s. 9 – 22.

- BARANČIKOVÁ, G., 2007b. Influence of climate parameters on modeling of the soil organic carbon stock by RothC model. In: Střelcová, K. – Škvarenina, J. – Blaženec, M. (eds.). Bioclimatology and natural hazards : International Scientific Conference. Miesto konania : Slovenská bioklimatologická spoločnosť, Technická univerzita Zvolen, 2007, s. 1 – 6. ISBN 978-80-228-17-60-8.
- BARANČIKOVÁ, G. – HALÁS, J., 2008. Climate changes and its potential impact on soil organic carbon stock of selected Slovak agriculture farms. In: Eurosoil, 2008 : Book of Abstract, BLUM, W. H. – GERYABEK, M. H. (eds.). Vienna, 2008, s. 324. ISBN 978-3-902382-05-04
- BARANČIKOVÁ, G. – HALÁS, J. – GUTTEKOVÁ, M. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – NOVÁKOVÁ, M. – SKALSKÝ, R. – TARASOVIČOVÁ, Z., 2010. Application of RothC model to predict soil organic carbon stock on agricultural soils of Slovankia. In: Soil & Water Res., vol. 5, 2010, 1 – 9.
- BREJDA, J.J. – MOORTMAN, T.B. – KARLEN, D.L. – DAO, T.H., 2000. Identification of regional soil quality factors and Indicators: In: Central and Southern High Plains. Soil. Sci. Soc. Am.J., vol. 64, 2000, 2115 – 2124.
- CERRI, C.E.P. – EASTER, M. – PAUSTIAN, K. – KILLIAN, K. – COLEMAN, K. – BERNOUX, M. – FALLOON, P. – POWLSON, D. S. – BATJES, N.H. – MILNE, E. – CERRI, C. C., 2007. Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. In: Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 122, 2007, 58 – 72.
- COLEMAN, K. – JENKINSON, D. S. – CROCKER, G. J. – GRACE, P. R. – KLIR, J. – KORSCHENS, M. – POULON, P. R. – RICHTER, D. D., 1997. Simulating trends in soil organic carbon in long-term experiments using RothC-26.3. In: Geoderma, vol. 81, 1997, 29 – 44.
- COLEMAN, K. – JENKINSON, D.S., 2005 . ROTHC-26.3 A model for the turnover of carbon in soil. Model description and windows users guide, November 1999 issue (modified April, 2005), 45 pp.
http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/aen/carbon/mod26_3_win.pdf
- FAGERIA, N.K., 2002. Soil quality vs. environmentally-based agricultural management practices. In: Commun. Soil Sci. Plant Anal., vol. 33, 2002, 2301 – 2329.
- FALLOON, P. – SMITH, P. – COLEMAN, K. – MARSHALL, S., 1998. Estimating the size of the inert organic matter pool from total soil organic carbon content for use in the Rothamsted carbon model. In: Soil Biol. Biochem., vol. 30, 1998, 1207 – 1211.
- FALLOON, P. – SMITH, P. – SZABO, J. – PASZTOR, L. 2002., Comparison of approaches for estimating carbon sequestration at the regional scale. In: Soil Use and Management, vol. 18, 2002, 164 – 174.
- FALLOON, P. – SMITH, P., 2003. Accounting for changes in soil carbon under the Kyoto Protocol: need for improved long-term data sets to reduce uncertainty in model projections. In: Soil and Use Management, vol. 19, 2003, 265 – 269.
- CHUKOV, S. N., 2000. Study by ¹³C – NMR spectroscopy of humus acids molecular parameters in anthropogenically disturbed soils. In: Proceedings of 10th International Meeting of the IHSS, Toulouse, 81 – 84.
- JURČOVÁ O. – BIELEK P., 1997. Sorces, losses and balance of soil organic matter. In: Humic Substances in Environment 1, Polish Humic Substances Society : Zborník z konferencie. 1997, 9 – 12.

- LAPIN, M. – DAMBORSKÁ, I. – MELO, M. – VOJTEK, M. – MARTINI, M., 2006. Physically and statistically plausible downscaling of daily GCMs outputs and selected results. In: *Acta Meteorologica Universitatis Comenianae*, vol. XXXIV, 2006, 35 – 57.
- OGLE, M.S. – PAUSTIAN, K., 2005. Soil organic carbon as an indicator of environmental quality at the national scale: Inventory monitoring methods and policy relevance. In: *Canadian Journal of Soil Science*, vol. 85, 2005, 531 – 540.
- SMITH, P. – BERTAGLIA, M., 2007. Greenhouse gas mitigation in agriculture. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. CUTLER J. CLEVELAND. WASHINGTON, D. C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment.
- SMITH, J. – SMITH, P. – WATTENBACH, M. – GOTTSCHALK, P. – ROMANENKOV, V. A. – ŠEVCOVA, L.K. – SIROTENKO, O.D. – RUKHOVIČ, D.I. – KOROLEVA, P.V. – ROMANENKO, I.A. – LISOVOJ, N.V., 2007. Projected changes in the organic carbon stocks of cropland mineral soils of European Russia and the Ukraine 1990 – 2070. In: *Global Change Biology*, vol. 13, 2007, 342 – 354.
- SMITH, J. – SMITH P. – WATTENBACH, M. – ZAEHLE, S. – HIEDERER, R. – JONES, R.J.A. – MONTANARELLA, L. – ROUNSEVELL, M. – REGINSTER, I. – EWERT, F., 2005. Projected changes in mineral soil carbon of European croplands and grasslands, 1990 – 2080. In: *Global Change Biology*, vol. 11, 2005, 2141 – 2152.
- VAN WESEMAEL, B. – LETTENS, S. – ROELANDT, C. – VAN ORSHOVEN, J., 2004. Changes in soil carbon stocks from 1960 to 2000 in the main Belgian cropland areas. In: *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, vol. 8, 2004, 133 – 139.
- VAN WESEMAEL, B. – LETTENS, S. – ROELANDT, C. – VAN ORSHOVEN, J., 2005. Modelling the evolution of regional carbon stocks in Belgian cropland soils. In: *Can. J. Soil. Sci.*, vol. 85, 2005, 511 – 521.
- VILČEK, J., 1999. *Modely využitia poľnohospodárskych pôd severovýchodného Slovenska*. Bratislava : Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava, 144s. ISBN 80-85361-58-2.
- WEBB, J. – BELLAMY, P. – LOVELAND, P.J. – GOODLASS, G., 2003. Crop residue returns and equilibrium soil organic carbon in England and Wales. In: *Soil Sci. Soc. Am.J.*, vol. 67, 2003, 928 – 936.

POTRAVNÍ SPEKTRUM PAVOUKA DRUHU *META MENARDI* V UZAVŘENÉM STANOVÍŠTI

THE INGESTA SPECTRUM OF THE SPIDER *META MENARDI* IN CLOSED HABITAT

Kateřina ŘEHÁKOVÁ¹

ABSTRACT

The study investigated the characteristic of habitat, the ingesta spectrum and number of prey items captured by a population of the spider species Meta menardi. A total of 382 invertebrates were 341 specimens determined and 9 taxa were categorized. Isopods were the main component of the total prey consumed. Spiders feeding on slugs were noted. The seasonal, sexual and life stage implication in the prey consumed were validated. Preying activity of nymphae took 8 months, it was interrupted by egg laying in adult females. Adult males didn't prey actively. Great starvation tolerance band and the stability to riot control agent of diplopods were found out. Non-flying prey was a basic component of the diet in contrast to the flying prey, which was participant in total victim insignificantly. Results compared with recent publications proved, that openness or closeness extent of the area is the based variable of diverse dietary range.

KEYWORDS

diet, Diplopoda, Gastropoda, habitat, Isopoda, Tetragnathidae

Úvod

Meta menardi (Latreille, 1804) je relativně hojný druh pavouka (MARUSIK, KOPONEN, 1992) s výskytem na temných a vlhkých stanovištích. Z klimaxových a druhotných habitatů meta obývá podzemní prostory kamenitých sutí, suťové lesy nebo vstupy do krasových jeskyní (BOURNE 1976; BUCHAR, RŮŽIČKA, 2002). Druh osidluje i polo-přirozená a umělá stanoviště bez výrazných disturbancí, jakými jsou například prostory opuštěných štol (SMITHERS, 2005), dolů (BUCHAR, RŮŽIČKA, 2002), kanalizační výpusti nebo střední části dlouhých železničních tunelů (ROBERTS, 1995). Především je pak *M. menardi* častým obyvatelem nepoužívaných sklepů.

Autoři dosud publikovaných prací se při studiu potravního chování *M. menardi* zaměřili převážně na populace otevřených prostor (ECKERT, MORITZ, 1992; YOSHIDA,

1 Kateřina Řeháková

Department of Biology, Faculty of Science at The J. E. Purkinje University in Usti nad Labem, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem, Czech Republic, katerina.drbalova@ujep.cz

SHINKAI, 1993; SMITHERS, 1996, 2005). Tato stanoviště jsou pravděpodobně dobře dostupná létajícím bezobratlým (Diptera a Lepidoptera). Potravní chování jedinců *M. menardi*, žijících v uzavřenějším prostředí bez výskytu takového typu kořisti dosud nebylo uspokojivě popsáno.

Následující studie mapuje rozsah a změny potravního spektra v průběhu roku u populace *M. menardi*, obývající uzavřené stanoviště.

MATERIÁL A METODY

Sledovaná populace se nachází v nevyužívaném sklepe o velikosti 8,2 m² v severočeské obci Moravany u Dubic (číslo kvadrantu 5350/c). Sklep je členěn na cihlovou předsíň (1,2 m²) a samotný sklepní prostor (7 m²) vyhloubený do jílovcové horniny ve svahu. Co se týče mikroklimatu, je stanoviště od okolního prostředí zcela odděleno a je sem zamezen přístup světla.

Na počátku pozorování se populace *M. menardi* sestávala z 26 dospělých a 7 subadultních samic, 3 dospělých a 2 subadultních samců a desítek nymf v různých stádiích vývinu. Z celkového vzorku byli při hodnocení výsledků výzkumu vyloučeni ti jedinci, kteří v době pozorování uhynuli, nebo u nich došlo ke změně instaru. Část populace, zahrnutá do vyhodnocení byla tvořena 3 dospělými samci a 20 adultními a 4 subadultními samicemi.

Populace byla pozorována od 1. srpna 2008 do 31. července 2009 denně bez vnějších zásahů (předkládání potravy, manipulace s pavouky a pod.). Ulovená kořist byla determinována na místě a ponechána v síti. Kořist, kterou nebylo možné determinovat, byla zařazena do kategorie „indeterminable“.

V rámci studie důsledků hladovění dospělých samic byl proveden experiment, ve kterém byly 3 oplozené samice uzavřeny do skleněných nádob, kde byly bez potravy chovány po dobu 4 měsíců (srpen – listopad 2008). Počátkem prosince byly vypuštěny zpět do volného prostoru sklepa. Horizontálně položené nádoby ve tvaru válce o průměru dna 90 mm a výšky stěny 130 mm byly vystlány filtračním papírem a uzavřeny perforovaným víkem. V době trvání experimentu byla sledována snovací činnost samic. Při analýze výsledků spektra potravy nebyla kořist lapená těmito samicemi zahrnuta do hodnoceného materiálu.

Teplota byla každý den změřena elektronickým teploměrem (GMH 3250) vně a uvnitř sklepa vždy ve 22:00.

Pro obrazovou dokumentaci byl použit digitální fotoaparát Olympus Camedia C-4000 ZOOM. Fotografie byly následně zpracovány pomocí software Camedia Master 4.10, Zoner Photo Studio 8 a Virtual Dub Portable. Perokresby architektury lapacích sítí byly převedeny do digitální podoby pomocí scanneru Epson Perfection 660 a upraveny v programu Zoner Photo Studio 8.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z celkového počtu 382 kusů ulovených bezobratlých bylo 341 determinováno a zařazeno do 9 taxonů (tabulka 1). Sledovaný vzorek 20 adultních samic ulovil v průběhu roku 340 bezobratlých živočichů. Subadultní samice (4) zpracovaly celkem 42 exemplářů. Adultní samci potravu aktivně nelovili (* tabulka 1), nicméně opakovaně byly zaznamenány případy sání kořisti (viz níže). Ve složení potravy jednoznačně převlá-

dali korýši z řádu Isopoda (65,7%). V případě dospělých samic tvořila tato taxonomická skupina (obrázek 1) 64,4% z celkového počtu determinovaných, zatímco u subadultních samic 77,1%. Druhou nejvýznamnější skupinou byla Diplopoda (17,9% z determinovaných) se zastoupením 18,7% u adultních a 11,4% u subadultních samic. Tato skupina zahrnovala rody *Julus* sp. (8,8%) a *Polydesmus* sp. (9,1%). Řád Araneae se podílel na celkovém počtu determinované potravy 5,3% (4,9% u adultních a 8,6% u subadultních samic), následoval řád Coleoptera (obrázek 2) se 4,7% (4,9% a 2,9%). Rod *Lithobius* sp. s 1,5% byl zaznamenán pouze u dospělých samic.

Absence stonožek u subadultních stádií met je zřejmě dána velikostí těla kořisti, která svou délkou výrazně přesahovala velikost nedospělých pavouků, dále pak schopnostmi pohybovat se mnohem rychleji (ve srovnání se skupinami Diplopoda nebo Isopoda) a to jak po povrchu zdi, tak při obraných manévrech při zapřádání. Opakovaně byly zaznamenány případy úniku již částečně hedvábím obalených jedinců rodů *Lithobius* sp. a *Julus* sp. ze sítě.

Z řádu Araneae tvořili součást potravního spektra převážně cedivky druhu *Amaurobius ferox* (Walckenaer, 1830) a v menší míře šestiočky *Harpactea rubicunda* (C. L. Koch, 1838). Kanibalismus u adultních a subadultních stádií met nebyl na rozdíl od dřívějších výzkumů (SMITHERS, 2005) zaznamenán.

Tabulka 1 Abundance taxonů kořisti *Meta menardi*. The abundance of prey groups of *Meta menardi*

Prey taxon	Subadult female	Adult female	Adult male	Total	% of total prey	% of prey determined
Araneae	3	15	0	18	4,71	5,28
Coleoptera	1	15	0	16	4,19	4,69
Diplopoda, <i>Julus</i> sp.	2	28	0	30	7,85	8,80
Diplopoda, <i>Polydesmus</i> sp.	2	29	1	31	8,12	9,09
Diptera	0	2	0	2	0,52	0,59
Isopoda	27	197	3*	224	58,64	65,69
Lepidoptera	0	2	0	2	0,52	0,59
Chilopoda, <i>Lithorbius</i> sp.	0	5	0	5	1,31	1,47
Stylommatophora	0	13	1*	13	3,40	3,81
Indeterminable prey	7	34	0	41	10,74	
Total prey	42	340		382		
Prey determined	35	306		341		

Zajímavým zjištěním ve spektru potravy bylo zastoupení plžů (Gastropoda, řád Stylommatophora; 3,8%). Bližší determinace této kořisti (obrázek 3) nebyla možná. Lze předpokládat jistý podíl zástupců druhu *Arion rufus* (Linnaeus, 1758), který je v dané lokalitě velmi hojný a desítky dospělých stádií byly spolu s *Helix pomatia* (Linnaeus, 1758) nalézány v červenci během dne na sklepních zdech. Velikostí a zbarvením těla

však ukořistěná Stylommatophora druhu *A. rufus* neodpovídala. Ve všech případech se jednalo o šedavě zbarvené jedince a velikost těla ulovených exemplářů byla řádově nižší, než je velikost těla pavouků.

Přítomnost plžů v potravní škále met byla v minulosti opakovaně potvrzena (NYFFELER, SYMONDSON, 2001). Malé zastoupení plžů bylo zjištěno také u adultních samic sledované populace (tabulka 2). Požírání plžů subadultními samicemi se nepotvrdilo, lze ho ovšem očekávat vzhledem k nízkému počtu sledovaných samic (4) a k přítomnosti zpracovaných Gastropod v sítích juvenilních stádií (SMITHERS, 2005).

Tabulka 2 Procentuelní zastoupení plžů v potravě *Meta menardi* (revize dosud publikovaných dat)

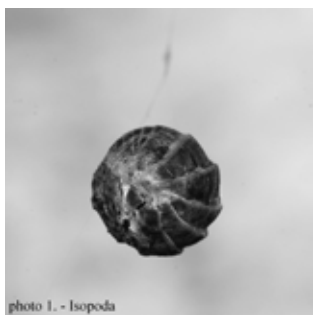
The percentage share of Gastropods in ingesta spectrum of *Meta menardi* (review)

Prey determined	Results published				
	Pötzsch (1966)	Yoshida & Shinkai (1993)	Smithers (1996)	Smithers (2005)	Řeháková
number of total prey	202	7	15	67	341
Gastropoda (%)	3,50	0	20,00	19,40	3,81

Taxonomické skupiny Lepidoptera (0,6%; obrázek 4) a Diptera (0,6%) tvořily ve spektru potravy zanedbatelný podíl a jejich zástupci byli nalézáni výhradně na podzim v sítích adultních samic. Toto pozorování je v souladu s výsledky CHAPMANA (1993), který popsal zvýšenou koncentraci dvoukřídlého hmyzu v jeskynních prostorech v důsledku zimování. Podle SMITHERSE (2005) byl malý podíl početné taxonomické skupiny Diptera v sítích met zapříčiněn chováním hmyzu, který po přiletu do jeskyně usedl na zeď, do jara se po stanovišti nijak nepohyboval, a proto v naprosté většině případů ke kontaktu s lapací sítí pavouka nedošlo.

Potravní spektrum se u dospělých a subadultních jedinců lišilo v případě taxonů Gastropoda a Chilopoda. Zástupci řádu Stylommatophora a rodu *Lithobius* sp. byli nalezeni pouze v sítích dospělých stádií sledovaných samic. Zatímco podíl stonožek v potravě nedospělých jedinců jiní autoři nepotvrdili, plži byli nalezeni i v sítích juvenilů (SMITHERS, 2005).

Adultní samci potravu zpravidla nepřijímali, opakovaně však byly zaznamenány případy (3), kdy adultní samec vysával kořist, již se zmocnil poté, co dospělá samice síť s potravou opustila. Potravní spektrum samců tvořila převážně Isopoda, v jednom případě bylo sledováno „požírání“ plže (* tabulka 1). Jedenkrát byla pozorována usmrčená kořist přímo v provizorní síti samce (obrázek 5). Také SMITHERS (2005) shromáždil ze sítí dospělých samců po jednom exempláři z taxonomických skupin Diptera (*Eristalis* sp.), Diplopoda (blíže neurčeno) a Araneae (*M. menardi* a *M. merianae*).



Obrázek 1 - 4 Příklady bezobratlých, ukořistěných pavoukem *Meta menardi*
(Isopoda, Coleoptera, Stylommatophora, Lepidoptera)
Prey groups captured by *Meta menardi*



Obrázek 5 Dospělý samec se svou kořistí (*Polydesmus* sp.)
Adult male and its victim (*Polydesmus* sp.)

Po zpracování záznamů byl v potravním spektru sledované části populace dospělých a subadultních samic *M. menardi* zjištěn poměr kořisti nelétající a létající. Mezi nelétající bezobratlé byli zařazeni zástupci 7 taxonů a to včetně řádu Coleoptera, jehož zástupci se uvnitř sklepa pohybovali pravděpodobně prostřednictvím kráčivých končetin. Jako létající kořist byli označeni jedinci z taxonů Diptera a Lepidoptera. Pohyb jedinců těchto dvou skupin byl v prostorách sklepa registrován velmi zřídka zřejmě proto, že létající hmyz měl do uzavřeného prostoru omezený přístup. Z celkového počtu determinovaných jedinců spadala naprostá většina do skupiny nelétající kořisti a létací bezobratlí tvořili na celkovém množství pavoučí potravy zanedbatelný podíl (1,17%). Obdobné výsledky získal PÖTZSCH (1966), který zaznamenal při výzkumu sklepního prostoru v Německu z 202 determinovaných 20 spp., které lze zahrnout mezi „nelétající kořist“ a pouhé 3 spp. bezobratlých, kteří se pohybovali létáním. V jeskyních Velké Británie a Německa dokonce SMITHERS (1996) ani ECKERT a MORITZ (1992) nezaznamenali mezi potravou žádné procento kořisti schopné létat s výjimkou taxonu Coleoptera. Vzhledem k nízkému počtu vzorků (15 u SMITHERSE, 1996) však mohou být výsledky zavádějící. Ostatní výzkumy se soustředily na otevřená stanoviště jeskyní a opuštěných štol. YOSHIDA a SHINKAI (1993) při studiu etologie *M. menardi* v letech 1990 a 1991 izolovali ze sítí 7 ukořistěných bezobratlých z taxonomických skupin Diplopoda (71,43%) a Diptera (28,57%). SMITHERS (2005) od října 1997 do listopadu 1998 nashléval ze sítí různých stádií met z celkového počtu 67 kusů 25,37% létající potravy. V obou případech měla létající kořist více než čtvrtinový podíl na celkovém potravním spektru (tabulka 3).

Tabulka 3 Revize dosud publikovaných dat o potravním chování *Meta menardi* (• počet neuveden)
The ingesta spectrum review of *Meta menardi* (• number understated)

Prey taxon			Yoshida a Shinkai	Ekert a Moritz	Smithers	Smithers	Pötzsch
			1993	1992	1996	2005	1966
Araneae			0		2	5	3
Coleoptera			0	•			9
	Carabidae				1	5	
Diptera			2		0	4	2
Gastropoda			0			13	1
	Stylommatophora				3		
Hymenoptera			0		0	0	1
Isopoda			0	•	4	0	2
Lepidoptera			0		0	1	0
Myriopoda				•		27	
	Diplopoda		5		4		
		Julus					

		Poly-desmus					
	Chilopoda						1
		Lithobius					
Nematophora			0		0	0	1
Neuroptera			0		0	1	0
Oligochaeta			0		1	0	0
Opilionida			0		0	0	2
Pseudoscorpionida			0		0	0	1
Trichoptera			0		0	11	0
Total			7		15	67	23

Zástupci skupin Diplopoda a Chilopoda vylučují v případě nebezpečí dráždivé látky, které mají predátory od dalších útoků odradit (EISNER, MEINWALD, 1966). U met však nebyly pozorovány žádné negativní reakce na tyto chemikálie, přestože množství výměšku bylo zejména v případě mnohonožek vysoké a ulpívalo na vláknech lapací sítě. Jediným důsledkem zpracování tohoto typu kořisti bylo čištění kráčivých končetin, které zabíralo delší časové intervaly mezi jednotlivými fázemi zapřádání.

Při zpracovávání Gastropod byly registrovány drobné odchylky od ostatních bezobratlých, jejichž povrch je chráněn tvrdou kutikulou. Na rozdíl od běžné perforace povrchu a následného vysávání, zde se pavouci v krátkých intervalech mnohokrát do kořisti zakusovali chelicerami (obrázek 6). Podobný jev byl dříve pozorován například u pavouka druhu *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) (QUICKE, 1987).



Obrázek 6 Dospělá samice vysávající plže
Adult female of *Meta menardi* feeding on slug

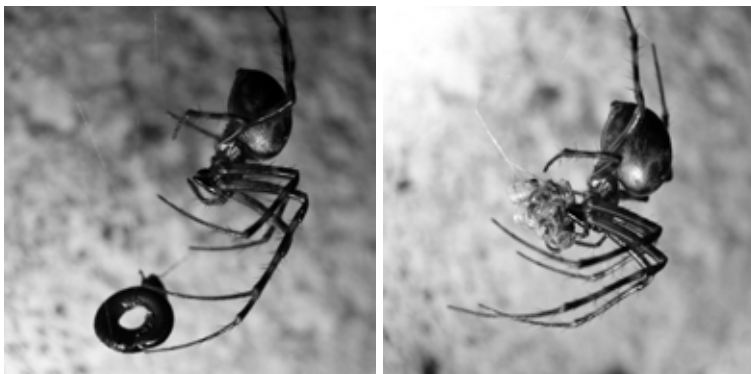
Sezónní odchylky v potravním spektru pavouků byly výrazné a odrážely míru dostupnosti jednotlivých druhů bezobratlých, která se v průběhu roku měnila (tabulka 4). Nejrovnoměrnější sezónní výskyt vykazovala skupina Isopoda, která tvořila

hlavní pravidelnou komponentu potravy od dubna do listopadu bez výrazných početních odchylek s výjimkou měsíce července, kdy adultní samice potravu nepřijímaly. Naopak největší kolísání v průběhu roku bylo zjištěno u mnohonožek, zejména pak u rodu *Julus* sp. (obrázek 7 a 8). Zatímco v první vlně (červenec – prosinec 2008) hrály co do počtu Diplopoda zanedbatelnou roli (5,32%; Isopoda 72,34%), v květnu 2009 se podílely na celkovém množství zpracované kořisti 22,36% a staly se tak spolu s Isopody (45,88%) významnou složku potravy. Podobně rod *Polydesmus* sp. vykazoval sezónní výkyvy. Celoroční nepatrný podíl tohoto rodu na celkové skladbě potravy byl v listopadu a prosinci přerušen vysokou koncentrací. V listopadu tvořily plochule 24,14% z celkového počtu determinovaných bezobratlých a v prosinci byl tento rod dokonce jediným zdrojem potravy pavouků.

Tabulka 4 Sezónní změny v potravním spektru *Meta menardi*
The seasonal variations in the prey consumed by *Meta menardi*

Prey taxon	2008					2009						
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Araneae	0	0	4	2	0	0	0	0	1	10	1	0
Coleoptera	0	2	1	1	0	0	0	0	2	6	4	0
Diplopoda, <i>Julus</i>	1	1	4	4	0	0	0	0	0	19	1	0
Diplopoda, <i>Polydesmus</i>	0	2	1	7	9	0	0	0	6	6	0	0
Diptera	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	24	58	41	13	0	0	0	0	18	39	30	1
Lepidoptera	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chilopoda, <i>Lithorbius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0
Stylommatophora	2	1	4	2	0	0	0	0	0	3	1	0
Total	27	65	58	29	9	0	0	0	27	85	40	1

Nárůst ukořistěných Diplopod v období jara a podzimu lze zdůvodnit zvýšenou aktivitou těchto bezobratlých v důsledku vertikální migrace směrem dolů na podzim a zpět k zemskému povrchu na jaře. Podobný jev byl v minulosti popsán pro celou skupinu Myriopoda (SMITHERS, 2005). Druhově nejbohatšími měsíci byly říjen (s 8 z 9 taxonů) a květen. V květnu bylo zjištěno významné procento kořisti z řádu Araneae, 11,76% úlovků tohoto měsíce tvořily jedinci druhu *Amaurobius ferox*, jejichž samci v tomto období vyhledávali adultní samice za účelem rozmnožování a stávali se tak snadnou kořistí met. Množství ulovených plžů bylo od května do listopadu relativně rovnoměrné s nepatrným nárůstem v měsíci říjnu.



Obrázek 7 a 8 Mnohonožka ukořistěná a vysávána dospělou samicí
Julus sp. captured and vacuumed by adult female

Výsledky měření uvnitř a vně sklepního prostoru ukázaly znatelné odchylky v hodnotách i v kolísání teploty. Průměrné hodnoty pro každý měsíc byly zaznamenány v tabulce 5. Teplota uvnitř sklepa nikdy nepřekročila hranice mezi -1 °C (leden 2009) a 18 °C (srpen 2008). Okolní měřená teplota dosáhla ke 22:00 minima v lednu 2009 (-10,5 °C) a maxima v červenci 2009 (22°C). Na rozdíl od vnější teploty se hodnoty uvnitř sklepa v průběhu dne nelišily a změny v rámci delšího časového úseku byly velice pozvolné (obrázek 9).

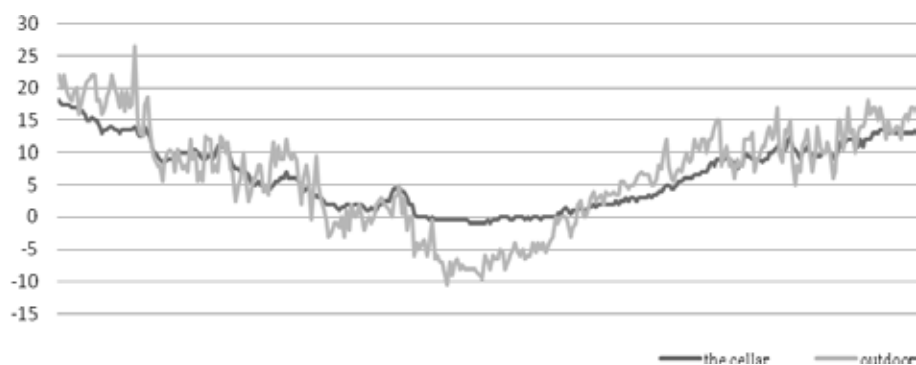
Tabulka 5 Průměrné měsíční teploty uvnitř a vně sklepa
Month averages of temperature in the cellar and outdoor

Month	Cellar temperature (°C)	Outdoor temperature (°C)
August	12,4	15,7
September	10,7	11,9
October	7,7	7,2
November	4	4,8
December	2,1	0,2
January	-0,6	-7,0
February	0,1	-4,1
March	2,1	3,6
April	6,1	9,5
May	9,6	10,5
June	11	12,6
July	13,4	16,1

Teplotní podmínky měnící se v průběhu roku ovlivňovaly u met tělesnou činnost i příjem potravy. Prudké snížení lovecké aktivity bylo zaznamenáno při dlouho-

dobém poklesu teploty pod 4 °C (prosinec) a po dosažení hranice 0 °C (leden) příjem potravy zcela ustal až do dubna, kdy teplota překročila 3 °C.

Jak vyplývá z výsledků studie, na aktivitu predátorů a nabídku potencionální kořisti mají zřejmě vliv teplotní změny prostředí. Tento jev je nejlépe čitelný ze spektra potravy v listopadu a prosinci. Zatímco v listopadu, kdy se teplota sklepa pohybovala mezi 7 °C a 1 °C (4 °C v průměru), byla rozmanitost potravy relativně vysoká (6 z 9 taxonů), v prosinci (s průměrnou teplotou 2,1 °C) se potravní škála zúžila na jediný taxon, a sice rod *Polydesmus* sp. Stejný sezónní trend lze nalézt v případě rodu *Julus* sp. v měsíci květnu, kdy mnohonožky tvořily více než čtvrtinu kořisti, na rozdíl od ostatních měsíců, ve kterých měli na celkovém počtu zpracované potravy zanedbatelný podíl. Je zřejmé, že na sezónní variabilitě potravního spektra mají zásadní vliv životní cykly bezobratlých, kteří se v daném období stávají v důsledku své přítomnosti resp. mobility více či méně potencionální pavoučí potravou.



Obrázek 9 Teplotní změny stanoviště od srpna 2008 do července 2009
Temperature fluctuation from August 2008 to July 2009

Intenzita lovu met se v průběhu roku znatelně měnila v závislosti na nabídce potravy a u adultních stádií také na jejich rozmnožování. Dospělé samice sledované populace vykazovaly loveckou aktivitu ve dvou vlnách (tabulka 6). První vlna proběhla v období mezi srpnem a prosincem 2008, přičemž převážná většina potravy byla zpracována v září (20%) a říjnu (15,88%). Intenzita lovu se v dalších měsících snižovala a interval leden až březen lze pokládat za období klidu, při kterém adultní samice loveckou aktivitu nevykazovaly. Druhá vlna následovala od měsíce dubna do konce června 2009, kdy se dospělé samice pářily se samci. K námluvám a kopulaci docházelo na jednom z radiálních vláken samičí lapací sítě a tyto procesy nijak neomezovaly příjem potravy. Naopak, v květnu byl zaznamenán nejvyšší počet kořisti (25,3%). V červnu míra lovu prudce klesla (na 10,88%) a v druhé polovině měsíce již mety nelovily. Tato pomlka je charakteristická výhradně pro dospělé samice, které na přelomu června a července požířely svou lapací síť a předly kokony s vajíčky. U subadultních samic k přerušení lovecké aktivity v letním období na rozdíl od dospělců nedošlo, avšak bylo zaznamenáno prudké snížení počtu přijaté potravy z 26,19% v červnu na 2,38% v červenci. Tento jev může být zapříčiněn fyziologic-

kými změnami vedoucí k přirozenému hladovění, které je typické pro dospělé samice před kladením vajíček, nebo nedostatek potracionální kořisti v tomto ročním období v prostorách sklepa. Obdobně jako dospělé samice i subadultní vykazovaly dva vrcholy, a sice v říjnu (21,43%) a v červnu (26,19%), kdy bylo množství zpracované kořisti největší. Stejně jako dospělé mety ani subadultní stadia v zimním období nelovila, což lze odůvodnit absencí pohybující se eventuální potravy.

V zimním období (leden – březen) mety z důvodů nízkých teplot a nedostatku dostupné kořisti hladověly. Z pozorované skupiny 24 samic přestala pětina (20,8%) přijímat potravu v průběhu října, 54,2% samic v listopadu a zbylých 25% v prosinci. Po tří až pětíměsíční odmlce byl v dubnu lov bezobratlých obnoven. Samičím (3) izolovaným po dobu 4 měsíců do nádob byl takto zamezen přístup k potracionální kořisti. Ke stavbě charakteristické lovné sítě v žádném z případů nedošlo, zřejmě v důsledku omezeného životního prostoru (0,83 dm³) a tvaru chovného boxu. Každá z těchto oplozených samic nakladla v nádobě vajíčka a upředla kokon. Po vypuštění zpět do volného prostoru (prosinec) byly vystaveny dalšímu, tentokrát přirozenému nedostatku potravy. Ve druhé vlně lovecké aktivity (duben – červen) tyto samice zcela přirozeně přijímaly potravu, pářily se a kladly vajíčka do zátoček. Experiment prokázal schopnost adultních samic přečkat osmiměsíční období hladovění bez negativních důsledků na schopnost lovit a rozmnožovat se.

Tabulka 6 Sezónní vliv na množství potravy zkonzumované subadultními a dospělými samicemi *Meta menardi*

The seasonal and life stage implication in the % of total prey consumed by females of *Meta menardi*

Season		Prey captured by subadult female		Prey captured by adult female		Total
		(number)	(%)	(number)	(%)	(%)
2008	August	2	4,76	30	8,82	8,38
	September	6	14,29	68	20,00	19,37
	October	9	21,43	54	15,88	16,49
	November	5	11,9	30	8,82	9,16
	December	0	0	9	2,65	2,36
2009	January	0	0	0	0	0
	February	0	0	0	0	0
	March	0	0	0	0	0
	April	2	4,76	26	7,65	7,33
	May	6	14,29	86	25,30	24,08
	June	11	26,19	37	10,88	12,57
	July	1	2,38	0	0	0,26

Metý stávají dvojrozměrná tenata (obrázek 10), tvořená radiálními, paprscitě uspořádanými vlákny, která jsou jen výjimečně ukotvena na nosných vlákních (YOSHIDA a SHINKAI, 1993; ROBERTS, 1995). Síť sledovaných adultních a subadultních samic se svou stavbou ani velikostí výrazně nelišily. Nejčastěji byly umístěny pod úhlem 45° převážně mezi vertikální a horizontální plochou („strop – zed“), méně často horizontálně, přichycením radií k povrchu stropu sklepa. Mezi dvěma vertikálními plochami („roh“) předly metý sítě výjimečně. Samci met po dosažení dospělosti lapací sítě charakteristické pro tento druh netkali. Celoročně (vyjma období leden – březen) se pohybovali po stěnách sklepa, popřípadě krátkodobě setrvali na „provizorní síti“, vytvořené z paprscitě uspořádaných vláken vlečného lana.

Vliv umístění lovné sítě na úspěšnost při lovu u samic nebyl jednoznačně potvrzen. Množství ukořistěné potravy v různě lokalizovaných sítích se nelišil, zřejmě v důsledku vysokého procenta lezoucí kořisti, která byla pro uzavřený prostor sklepa převažující a stala se tak hlavní složkou potravy. Lze předpokládat, že umístění lovné sítě v otevřených lokalitách, jakými jsou například vstupy do jeskyní nebo tunely, bude hrát klíčovou roli v úspěšnosti lovu skupin Diptera nebo Lepidoptera.

Podle SMITHERSE (1996) se lepkavá spirála z relativně nízkého počtu jednotlivých otoček zdá být pro lov létající kořisti neefektivní a odstupy mezi jednotlivými vlákny spirály jsou příliš velké k polapení dvoukřídlého hmyzu (ECKERT a MORITZ, 1992). Architektura sítě tak odpovídá velké kořisti, naopak drobné dvoukřídlé a jiné skupiny létajících bezobratlých tato past nezachytí (SMITHERS, 1996). V populaci sledovaných jedinců však byly zaznamenány případy (2), kdy v síti uvízl i drobný dvoukřídlý hmyz (komár a moucha), jehož velikost těla byla menší, než vzdálenost mezi dvěma otočkami spirály. Odstupy mezi vlákny spirály skutečně mohou snižovat efektivitu lovu drobné létající kořisti, nicméně tento způsob obstarávání potravy nevylučují.



Obrázek 10 *Meta menardi* s kořistí (Isopoda) zavěšenou v lapací síti
Meta menardi and its prey (Isopoda) suspended below the hub

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla vypracována za základě podpory studentského grantu v rámci vysokoškolského specifického výstupu na Univerzitě Jana Evangelisty Purkyně v Ústí n. L..

LITERATURA

- BOURNE, J. D., 1976. Preliminary note on spatial distribution of *Meta menardi*, *Triphosa dubitata*, *Triphosa sabaudiata*, *Nelima aurantiaca* and *Culex pipiens* with a cave ecosystem. International Journal of Speleology, 8(3): 253 - 267
- BUCHAR, J. – RŮŽIČKA, V., 2002. Catalogue of Spiders of the Czech Republic. Peres Publishers, Praha, 103 pp.
- ECKERT, R. - MORITZ, M., 1992. *Meta menardi* (Latr.) and *Meta meriane* (Scop.): On the biology and habitat of the commonest spiders in caves of the Harz, the Kyffhäuser, Thuringa and the Zittau mountains. Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Berlin, 68(2): 345 - 350.
- EISNER, T. – MEINWALD, J., 1966. Defensive secretions of arthropods. Science, 153(3742): 1341 - 1350
- CHAPMAN, P., 1993. Caves and cave life. Harper Collins, London, 224 pp.
- MARUSIK, Y. – KOPONEN, S., 1992. A review of *Meta* (Araneae, Tetragnathidae), with description of 2 new species. Journal of Arachnology, 20(2): 137 - 143
- NENTWIG, W. – HÄNGGI, A. – KROPF, Ch. – BLICK, T., Central european spiders – Determination key, online at <http://www.araneae.unibe.ch>.
- NYFFELER, M. – SYMONDSON, W. O. C., 2001. Spiders and harvestmen as gastropod predators. Ecological Entomology, 26: 617 - 628.
- PLATNIK, N. I., 2009. The World Spider Catalog, Version 10.0. The American Museum of Natural History, New York, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/>.
- PÖTZSCH, J., 1966. Notizen zur Ernährung und Lebensweise von *Meta menardi* Latr. (Araneae; Araneidae). Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz, 41(10): 101 - 122.
- QUICKE, D. L. J., 1987. Orb-weaving spiders preying on slugs. Proceeding and Transactions of the British Entomological and Natural History Society, 20: 90.
- ROBERTS, M. J., 1995. Spiders of Britain and Northern Europe. HarperCollinsPublishers, London, 309 pp.
- SMITHERS, P., 1996. Observations on the prey of the cave spider *Meta menardi* (Latreille 1804) in South Devon. Newsletter of the British Arachnological Society, 77: 12 - 14.
- SMITHERS, P., 2005. The diet of the cave spider *Meta menardi* (Latreille 1804) (Araneae, Tetragnathidae). The Journal of Arachnology, 33: 243 - 246.
- YOSHIDA, M. - SHINKAI, A., 1993. Predatory behavior and web structure of *Meta menardi* (Araneae, Tetragnathidae). Acta Arachnologica, 42(1): 21 - 25.

EVALUATION OF SHEEP LYMPHOCYTE CHROMOSOMAL ABERRATIONS AFTER EXPOSITION TO CHLORTETRACYCLINE

ANALÝZA CHROMOZOMÁLNYCH ABERÁCIÍ OVČÍCH LYMPHOCYTOV PO CHLÓRTETRACYKLÍNOVEJ EXPOZÍCII

Irena ŠUTIÁKOVÁ¹ – Václav ŠUTIAK² – Natália KOVALKOVIČOVÁ²

ABSTRACT

Tetracyclines are broad spectrum antibiotics that have been successfully used worldwide in human and veterinary medicine and in aquaculture. Many of these substances for their environmental persistence and chemical instability, are present in the environment for many years, and as a result they are responsible for several effects on human and animal health through food chain. The chromosome aberration assay is well-known cytogenetic technique that has been used to assess DNA damage at the chromosome level in blood lymphocytes. We analyzed also chromosome aberrations and mitotic index in peripheral lymphocytes of sheep exposed by chlortetracycline chloride in pure tap water. To the food of the experimental group of animals (n = 6) were added also 0.35 g of preparation Aureovit 12 C 80 plv. a. u. v. per kg b. w. and day (i.e. 168 mg of chlortetracycline hydrochloride.kg⁻¹ b. w.) daily in food. The frequencies of aberrant cells (ABC) in the experimental and control group of sheep was stated to differ significantly ($P \leq 0.001$). In experimental group, chromatid breaks were the dominant type of chromosomal aberrations.

No statistical differences in mitotic index values were found in the both groups ($P > 0.05$). Increased frequencies of chromosome aberrations in peripheral lymphocytes of sheep exposed by chlortetracycline in food, suggested a potential hazard which needs the attention from the viewpoint of human and animal health.

KEYWORDS

Antibiotics, ovine lymphocytes, cytogenetic assay, genotoxicity, cytotoxicity, health, environment

1 doc. RNDr. Irena Šutiaková PhD.

University of Prešov, 17. Novembra 1, 081 16 Prešov, Slovakia,
sutiakova@gmail.sk

2 prof. MVDr. Václav Šutiak, PhD., MVDr. Natália Kovalkovičová, PhD.,

University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Komenského 73,
041 81 Košice, Slovakia, sutiak@gmail.com, kovalkovicova@uvm.sk

INTRODUCTION

Tetracyclines (TCs) are broad spectrum antibiotics that have been successfully used worldwide in human and veterinary medicine (medical therapy of diseases) and in aquaculture (SOKOL and MATISOVA, 1994; KANIA, 2001; ANDERSEN et al., 2005). However their effect may be significantly limited (ŠUTIÁK, ŠUTIÁKOVÁ, 1999). Many of these substances for their environmental persistence and chemical instability, are present in the environment for many years, and as a result they are responsible for several effects on human and animal health through food chain (MARTÍNEZ-CARBALLO et al., 2007). TCs are known to possess limited stability on aqueous media and abiotic degradation products or reversible epimers may be formed through hydrolysis or photolysis, including *epi*-TCs and anhydro-TCs as well as *iso*-TCs for chlortetracycline (CTC), (HALLING-SØRENSEN et al., 2002; 2003). CAPLETON et al., (2006) proposed a method for veterinary medicine active ingredients according to estimates of their potential for indirect human exposure via the environment a their toxicity profile. Greater emphasis was given to more serious health endpoints, such as carcinogenicity and mutagenicity. Genotoxicity is the genetic damage, due to DNA damaging agents including drugs by different mechanisms. Cytotoxic and genotoxic properties of tetracycline.HCl (TC) have been studied in human fibroblast experiments (WITTE et al., 1994; HARTMAN et al., 1995).

Cytogenetic endpoints (chromosome aberration, micronuclei, and sister chromatid exchanges) are most frequently used in hazard identification assays as the criterion in the risk assessment process (TUCKER, PRESTON, 1996; NORPPA et al., 2006; FENECH, 2007). It is necessary to investigate how TCs may affect target organisms-microorganisms and non-target organisms also. According to VAN DER SCHALIE et al. (1999), the use of non-human organisms, as early warning systems for human health risk is not new. Sentinel animal models could involve mammalian or non-mammalian species, domestic animals, or wildlife species. Sentinel animal populations would be exposed to a single chemical or a complex mixture, or to different media (e.g. air, water, soil, and sediment) in various locations.

CTC is usually administered in the feed or water for prophylactic purposes. To provide additional genotoxicity data, we studied the effect of chlortetracycline chloride (preparation Aureovit 12 C 80 plv. a.u.v.) in peripheral blood lymphocytes of sheep after its subchronical administration on the induction chromosomal aberration, as cytogenetic endpoint.

MATERIALS AND METHODS

Experimental animals and nutrition

In the experiment two-months old Slovak merino ewes weighing 15.2 ± 1.05 kg were used. The animals were purchased from a private breeder. Prior to their inclusion in the experiments, they were nursed by mothers in such a way that they had limited access to drinking water and received no additional feed. Two weeks before the experiment the lambs were adapted to experimental housing conditions.

The animals were fed with the ČOJ-2 feeding ration and hay at doses of 250 - 300 g and 350 g per animal, respectively. Water was obtained at the „Východoslovenské vo-

dárne a kanalizácie“ enterprise in Košice, where chlorine levels and water pH were determined according to the valid standard STN 75 7111 (LACIAKOVÁ et al., 1999). For 30 days the lambs in the control group were given the same amounts of feed and water, they had been receiving during the adaptation period.

Scheme of the experiment

The animals of the experimental group ($n = 6$) received the ČOJ 2 mixture and it was supplemented with chlortetracycline – chloride (preparation Aureovit 12 C 80 plv. a.u.v., containing 8% of the ingredient, 0.5 kg packaging) in such a way that each lamb consumed 0.35 g of the preparation per kg live weight (i.e. 168 mg of chlortetracycline hydrochloride $\cdot \text{kg}^{-1} \text{ b.w.} \cdot \text{day}^{-1}$, added to the feed mixture. The total quantity of the feed mixture and meadow hay supplied was the same as in the control group ($n = 6$).

Lymphocyte cultures

After 30 days, blood samples were taken from *v. jugularis* into glass tubes containing heparin (100 IU per ml blood). Heparinized blood (0.4 ml) was cultured at 37.5 °C for 48 h with 7.0 ml chromosome medium S-chromo-cell supplemented with FCS, PHA, and L-glutamine (PAN Systems GmbH, Biotechnologische Produkte, Germany). Antibiotics were added to the culturing medium as follows: penicillin G 100 IU. ml^{-1} , streptomycin 100 $\mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$ and 7.5 % NaHCO_3 . Two hours prior to harvest the cultures were treated with the spindle inhibitor colchicin (Fluka Biochemika, Switzerland) at the concentration of 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ to arrest cells in metaphase. The squashes were stained with a 10% solution of Giemsa-Romanovski stain in phosphate buffer ($\text{pH} = 7.0$).

Cytogenetic assay

For each donor, 100 well spread metaphases were scored for chromosomal aberrations studies (magnification 1000x) using microscope (Nikon). Images were taken by imaging microscopy (Nikon) using CCD-100 camera system (Mitsubishi). The images were processed using the Animal and Photostyler software system. The chromosomal aberrations were scored according to the classification criteria suggested by Savage (1975). The identification of the individual chromosome pairs was carried out according to the standardised karyotyping of the domestic sheep (DI BERARDINO et al., 2001). Chromatid breaks were distinguished from gaps when the centric piece was displaced with respect to the chromosome axis, or the size of the discontinuity exceeded the width of the chromatid. Gap aberrations were excluded from the total number of aberrations and considered separately. Chromosome exchanges were classified as stable (translocations, when detection was possible) and unstable (dicentric, ring and fragments).

Statistical evaluation of the results

The Sigma Stat program (Statistical software™, Jandel Scientific) was employed for statistical evaluation of the results. The statistically significant differences between experimental and control groups were determined using analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey test at the 95 % confidence level.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of CTC on the frequency of chromosome aberrations in peripheral lymphocytes of ewe lambs is summarized in Table 1. The experimental group of animals exhibited a significantly higher frequency of genetic damage ($20.50 \pm 5.24\%$ aberrant cells) (ABC) compared to control group animals ($4.00 \pm 1.095\%$ ABC; ($P \leq 0.001$). In the experimental group, chromatid breaks were the dominant type of aberrations (19.00 ± 4.43 ; $P \leq 0.001$). Most chemicals are S-dependent clastogens supporting the rise of chromatid-type aberrations. S-dependent mutagens exert the indirect effects on chromosomes in peripheral lymphocytes *in vivo* because replication occurrence only in stimulated cell cultures (SORSA et al., 1992, OBE et al., 2002). As shown in Table 1, in experimental group the frequencies of chromatid gaps ($P \leq 0.001$), chromosome gaps ($P \leq 0.001$) and exchanges ($P = 0.001$) were significantly higher than those in the control group. According to BRØGGER (1982) gaps are sensitive indicators of exposure to genotoxic drugs, they serve mainly at low doses as a „guard“ parameter. On the other hand cells with chromosome aberrations may go on to become cancerous, and chromosome deletions and translocations are observed in most cancer cells (OBE et al., 2002). Other aberrations were represented mainly by associations of acrocentric chromosomes.

The classic cytogenetic technique, without differential staining, permit a rapid overall analysis of tested cells and can detect most cells carrying the so-called unstable aberrations (chromosome and chromatid breaks, deletions, fragments, rings, dicentric and chromatid exchanges). Although these aberrations tend to have a lethal effect on the cells, it must be pointed out that other structural aberrations, the so-called stable aberrations, do not interfere with the division of chromosomes and allow the cell to survive (AU, 1991). The induction of DNA strand breaks and DNA repair were determined in human fibroblasts after treatment with tetracycline in the presence and absence of light. In all experiments human fibroblasts were more sensitive to incubations of TC in the light than in the dark. CTC induced single-strand breaks in isolated PM 2 DNA in the dark, however to a lower extent than in the presence of light (WITTE et al., 1994). No statistical differences were found in MI values in the groups (Table 1; $P > 0.05$). Cellular proliferation is a phenomenon that may be causally associated with the induction of chromosomal damage for a number of compounds which are non-DNA reactive and thus are threshold *in vitro* clastogens (MÜLLER, KASPER, 2000).

Our results demonstrate that chlortetracycline chloride (preparation Aureovit 12 C 80 plv. a.u.v.) induced a significant increase in chromosomal aberrations. These findings suggest a potential genetic hazard that requires further examination from the viewpoint of both human and animal health.

Table 1 Chromosomal aberrations in ewe lamb peripheral lymphocytes after treatment with high doses of chlortetracycline

GROUP	No. OF METAP. CELL ANALYSED	CHROMOSOMAL ABERRATIONS				EXCHANGES ABC % B/C G/C MI				
		B1	B2	G1	G2					
CONT.										
1	100	3	2	1	0	0	5			1.103
2	100	3	0	3	2	0	3			0.98
3	100	1	3	0	0	0	3			1.203
4	100	4	1	1	0	0	5			1.05
5	100	4	1	1	0	0	5			0.932
6	100	3	0	4	0	0	3			1.148
MEAN		3.17	0.83	2.17	0.33	0.00	4.00	0.04	0.022	1.07
±SD		0.75	0.75	1.33	0.82		1.095			0.10
±SEM		0.31	0.32	0.54	0.33		0.45			0.42
EXPER.										
1	100	21	2	32	6	3	24			0.89
2	100	18	1	26	4	0	18			1.06
3	100	24	1	39	7	2	26			1.21
4	100	15	1	23	7	2	17			0.96
5	100	23	1	31	10	3	25			1.28
6	100	13	1	29	5	2	13			1.13
MEAN		19.00	1.17	30.00	6.50	2.00	20.50	0.24	0.36	1.09
±SD		4.43	0.41	5.51	2.07	1.09		5.24		0.15
±SEM		1.81	0.17	2.25	0.85	0.45		2.14		0.06
P		=<0.001*! =0.363 NS =<0.001*! =<0.001*!				= 0.001*		=<0.001* !		= 0.791 ^{NS}

NS – no significant difference; * – statistical significance in ANOVA; ! – statistical significance in Tukey test ($P < 0.05$); SD – standard deviation; SEM – standard error mean; ABC – aberrant cells; B1, B2, G1, G2 = chromatid and chromosome breaks and gaps; B/C= number of breaks per cell; G/C= number of gaps per cell; Exper.= experimental group; Control = cont. group; No. of metap. = Number of metaphases.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Grant Vega ME SR No. 1/0545/08 and 1/2408/05.

REFERENCES

- ANDERSEN, W. – C., ROYBAL, J. E. – GONZALES, S. A. – TURNIPSEED, S. B. – PFENNING, A. P. – KUCK, L. R., 2005. Determination of tetracycline residues in shrimp and whole milk using liquid chromatography with ultraviolet detection and residue confirmation by mass spectrometry. *Anal. Chimica Acta*, 529: 145 - 150.
- AU, W. W., 1991. Monitoring human populations for effects of radiation and chemical exposures using cytogenetic techniques. *Occup. Med.*, 6: 597- 611.
- BRØGER, A., 1982. The chromatid gap – a useful parameter in genotoxicology? *Cytogenet. Cell Genet.*, 33: 14-19.

- CAPLETON, A. C. – COURAGE, C. – RUMSBY, P. – HOLMES, PH. – STUTT, E. – BOXALL, A. B. A. – LEVY, L. S., 2006. Priorisiting veterinary medicines according to their potential indirect human exposure and toxicity profile. *Toxicol. Lett.*, 163: 213-223.
- DI BERARDINO, D. – DI MOE, G. P. – GULLAGHER, D.S. – HAYES, H. – IANNUZII, I., 2001. ISCNDB International System for Chromosome Nomenclature of Domestic Bovids (coordinator). *Cytogenet. Cell.*, 92: 283 - 299.
- FENECH, M., 2007. Cytokinesis-block micronucleus cytochrome assays. *Nat. Protoc.*, 2, 5: 1084 - 1104.
- HARTMAN, A. – WESS, D. – WITTE, I., 1995. Enhanced cyto- and geno-toxicity of tetracycline in Wilson disease fibroblasts. *Mutat. Res.*, 348: 7 - 12.
- HALLING-SØRENSEN, B. – SENGELØV, G. – TJØRNELUND, J., 2002. Toxicity of tetracyclines and tetracycline degradation products to environmentally relevant bacteria, including selected tetracycline-resistant bacteria. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 42: 263 - 271.
- HALLING-SØRENSEN, B. – LYKKEBERG, A. – INGERSLEV, F. – BLACKWELL, P. – TJØRNELUND, J., 2003. Characterisation of the abiotic degradation pathways of oxytetracyclines in soil interstitial water using LC-MS-MS. *Chemosphere*, 50: 1331 - 1342.
- KANIA, B. F., 2001. *Farmakologia weterynaryjna z elementami terapii*. Eds: Wydawnictwo lekarskie PZWL, Warszawa, 569 pp.
- LACIAKOVÁ, A. – BEKEOVÁ, E. – HENDRICHOVSKÝ, V. – TUREK, P. – LACIAK, V., 1999. K problematike výskytu chlôru v pitnej vode a jeho vplyv na obsah chloridov v krvnom sére. *Hygiena*, 44: 78 - 84.
- MARTÍNEZ-CARBALO, E. – GONZÁLES-BARREIRO, C. – SCHARF, S. – GANS, O., 2007. Environmental monitoring study of selected veterinary antibiotics in animal manure and soils in Austria. *Environ. Pollut.*, 148: 570 - 579.
- MÜLLER, L. – KASPER, P., 2000. Human biological relevance and the use of threshold-arguments in regulatory genotoxicity assessment: experience with pharmaceutical. *Mutat. Res.*, 464: 19 - 34.
- NORPPA, H. – BONASSI, S. – HANSTEEN, I. L. – HAGMAR, L. – STRÖMBERG, U. – RÖSSNER, P. – BOFFETTA, P. – LINDHOLM, C. – GUNDY, S. – LAZUTKA, J. – CEBULSKA-WASILEWSKA, A. – FABIÁNOVÁ, A. – SRÁM, R. J. – KNUDSEN, L. E. – BARALE, L. – FUCIC, A., 2006. Chromosomal aberrations and SCEs as biomarkers of cancer risk. *Mutat. Res.*, 600(1-2): 37 - 45.
- OBE, G. – PFEIFFER, P. – SAVAGE, J. R. K. – JOHANNES, C. et al., 2002. Chromosomal aberrations: formation, identification and distribution. *Mutat. Res.*, 504: 17 - 36.
- SAVAGE, J. R. K., 1975. Classification and relationships of induced chromosomal structural changes. *J. Med. Genet.*, 12: 103 - 122.
- SOKOL, J. – MATISOVA, E., 1994. Determination of tetracycline antibiotics in animal tissues of food-producing animals by high-performance liquid chromatography using solid-phase extraction. *J. Chromatography.*, 669: 75 - 80.
- SORSA, M. – WILBOURN, J. – VAINIO, H., 1992. Human cytogenetic damage as a predictor of cancer risk, pp. 543-554. In: VAINIO, H., MAGEE, P. N., MCGREGOR, D. B., MC MICHAEL, A.-B. (eds). *Mechanisms of Carcinogenesis in Risk Identification*, Lyon, International Agency for Research on Cancer, DARC, 543 - 554.

- ŠUTIÁK, V. – ŠUTIÁKOVÁ, I., 1999. Principal, harmful and side effects of drugs in animals. *Veterinary J. Czech*, 2: 77 - 81.
- TUCKER, J. D. – PRESTON, R. J., 1996. Chromosome aberrations, micronuclei, aneuploids sister chromatid changes and cancer risk assessment. *Mutat. Res.*, 365: 147 - 159.
- VAN DER SCHALIE W. A. – GARDNER, J. H. – BUNTLE, J. A. – DE ROSA CH. T. – FINCH, R. A. – REIF, J. S. et al., 1999. Animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals. *Environ. Health Perspect.*, 107(4): 309 - 315.
- WITTE, J. – OETKEN, G. – BUSCHHOF, C. – HARTMAN, A., 1994. A comparison of the DNA-damaging, the cytotoxic and genotoxic properties of tetracycline in human fibroblasts in the presence and absence of light. *Mutat. Res. DNA Repair*, 315: 33 - 40.

BUILDING SITE AND PROJECT PLANNING IN BUILDING ENVIRONMENTAL ASSESSMENT SYSTEM

Silvia VILČEKOVÁ¹ – Eva KRÍDLOVÁ BURDOVÁ¹

ABSTRACT

In the past decade, building environmental assessment systems, methods and tools have been developed and used in different countries for evaluating the sustainable and environmental performance of buildings. Building environmental assessment is a specific complex of proceedings oriented to systematic and objective evaluation of building performance. These processes lead to design, construction and operation of buildings with respect to criteria of sustainable development. Building environmental assessment is not only tool of control, but also tool of sustainable building design. The purposes of building assessment from environmental aspects are the determination of real buildings state from viewpoint of safety and reliability, the possibility of buildings comparison, the find of environmental buildings potential and the proposal of measures resulting in sustainable buildings. The environmental assessment systems deal with site selection criteria, the efficient use of energy and water resources during building operations, waste management during construction and operations, indoor environmental quality, demands for transportation services, and the selection of environmentally preferable materials. The Slovak building environmental assessment system was processed on the base of available experiences database analysis from environmental performance of buildings. The building site and project management field and significance weighting of this field will be introduced in the paper.

KEYWORDS

Building, site selection, project management, building environmental assessment

INTRODUCTION

Sustainable building has developed from a new field (KIBERT, 1994) towards a discipline comprising various practical and scientific issues (HILL, BOWEN, 1997; OFORI, 1998; NGOWI, 2001; ROHRACHER, 2001). Important international issues, affecting the interests of both practitioners and researchers are for example the environmental as-

1 doc. Ing. Silvia Vilčeková, PhD., Ing. Eva Krídlová Burdová, PhD.
Ústav budov a prostredia, Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach,
Vysokoškolská 4, 042 00 Košice,
silvia.vilcekova@tuke.sk, eva.kridlova.burdova@tuke.sk

assessment of buildings, best practices for sustainable building, environmental design methods in materials and structural engineering, urban sustainability, and deconstruction (SJÖSTRÖM, BAKENS, 1999; BOSSINK, 2007). Different building assessment systems approach this task from somewhat different perspectives, but they have certain elements in common. Most, if not all, deal in one way or another with site selection criteria, the efficient use of energy and water resources during building operations, waste management during construction and operations, indoor environmental quality, demands for transportation services, and the selection of environmentally preferable materials (ŠENITKOVÁ, VILČEKOVÁ, 2004). The assessment of building environmental performance covers a wide range of issues and may involve not only a number of environmental, but also economical, social and cultural factors. These comprehensive assessments of buildings require multidisciplinary and multi-criteria approach which demands the cooperation among civil engineers, architects, environmentalists and other experts from different areas of building environmental assessment. The assessment systems are based on the building's life cycle: pre-design, new buildings, existing buildings, and renovation. There are a growing number of environmental assessment systems and tools developed for the building sector. The most significant building environmental assessment systems used over the world are BREEAM, Green Globes, LEED, SBTool, CASBEE, HK-BEAM, NABERS, LEnSE, etc. In the recent years the evaluation of building performance in term of environmental, social and cultural aspects is also discussed theme in Slovak republic. The new building environmental assessment system (BEAS) has been developed at Institute of Building and Environmental Engineering, Technical University of Kosice. The systems and tools used in many countries were the base of new system development for application in Slovak conditions (VILČEKOVÁ, KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, 2009).

BUILDING ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN SLOVAKIA

The main fields and relevant indicators of building environmental assessment were proposed on the bases of available information analysis from particular fields of building performance and also on the base of our experimental experiences. The base of system development was mainly SBTool. BEAS as a multi-criteria system includes environmental, social and cultural aspects. The proposed fields and indicators respect Slovak standards, rules, studies and experiments. In this study presented system is developed for the preliminary stages of life cycle, i.e. pre-design and design. The developed assessment system for Slovakia contains 6 main fields and 52 indicators. For the purpose of system weighting was used the Analytical hierarchy process (AHP) (VILČEKOVÁ, BURDOVÁ, 2008). Figure (see figure 1) summarizes the proposed fields and sub-fields of BEAS with their weights determined by Saaty's method (VILČEKOVÁ et al., 2009a, 2010b).

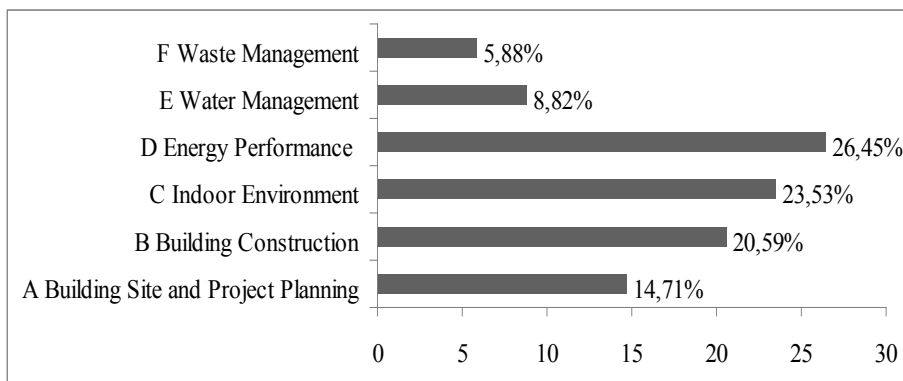


Figure 1 Building Environmental Assessment System in Slovakia

BUILDING SITE AND PROJECT PLANNING

In the context of sustainable city planning, it can be observed in recent years an increasing policy interest in urban environmental quality management in relation to land use. The potential for sustainable land use solutions in urban areas is often severely hampered by the existence of unacceptably high levels of soil pollution (NIJ-KAMP et al., 2002).

First assessment field is Building site and project planning. Site selection issues include transportation and travel distances for building occupants, impacts on wildlife corridors and hydrology, energy supply and distribution limitations. Decisions made during site selection and planning impact on the surrounding natural habitat, architectural design integration, building energy consumption, occupant comfort and occupant productivity. Maximize sustainability opportunities in the site selection and site planning process it is need to integrate site issues into the pre-design process. Some opportunities continue through design development and to a more limited extent, through facility and landscape construction. Integrate the building with the site in a manner that minimizes the impact on natural resources, while maximizing human comfort and social connections. The development footprint should enhance the existing biodiversity and ecology of the site by strengthening the existing natural site patterns and making connections to the surrounding site context.

Specifically, the following smart growth factors should include: locating in proximity to public transit corridors; locating in proximity to available and affordable housing; demonstrating sensitivity to building design, scale, and environmental concerns; exploiting objectively viable opportunities for mixed use.

The following recommendations will help reduce impacts of site design: use urban-derived (i.e. organic materials diverted from disposal) compost, mulch to build healthy soils; minimize impact to the site during construction; reduce quantity of stormwater runoff and improve quality of runoff; specify resource-efficient landscape design and installation, consider building water reuse or capture of rainwater; specify recycled-content products for use in landscape areas.

METHODS

Hierarchy structure allowed using Multicriteria analysis (MCA) for weight significance determination. MCA is a tool for effectiveness evaluation and decision support. One of the Multicriteria analysis methods is Analytic hierarchy process (AHP). The analytic hierarchy process (AHP) provides a structure on decision-making processes where there are a limited numbers of choices but each has a number of attributes (BYUN, 2001). AHP is a theory of measurement through pairwise comparisons and relies on the judgments of experts to derive priority scales. It is these scales that measure intangibles in relative terms. The comparisons are made using a scale of absolute judgments that represents how much more; one element dominates another with respect to a given attribute (SAATY, 2008).

Mathematical mechanism for evaluation processes in the field of environmental engineering is extensive. There are many methods for the determination of criteria significance, parameters significance, control of dependency, tests of sensitivity etc. Objective methods was analyzed and evaluated in context of building environmental assessment requirements in benefit with respect to qualitative and quantitative characteristic of ranking the significance of the particular indicators. Following analyze of criteria weights estimation methods were determined by Saaty's method. This method was used for determination percentage weight of fields and indicators of assessment. The Saaty's method enables us to model a complicated decision problem with the help of a hierarchical structure that is composed of the goal, criteria, sub criteria and alternatives. The advantage of this method is the possibility to handle both qualitative, as well as quantitative objects.

SAATY'S METHOD

The Saaty's method enables us to model a complicated decision problem with the help of a hierarchical structure that is composed of the goal, criteria, sub criteria and alternatives. The advantage of this method is the possibility to handle both qualitative, as well as quantitative objects. The output of this method is a mathematically correct quantitative evaluation of alternatives being assessed. The Saaty's method dealt with consistency of the pairwise comparison matrix. A consistent matrix mean e.g. if the decision maker says a criterion i is as important as another criterion j (so the comparison matrix will contain value of $a_{ij} = 1 = a_{ji}$), and the criterion j is absolutely more important as the criterion i ($a_{ji} = 9$; $a_{ij} = 1/9$); then the criterion i should also be absolutely more important than the criterion j ($a_{ij} = 9$; $a_{ji} = 1/9$). The idea is based on the fact that it is easier for a person to come up with relational evaluations rather than with absolute evaluations. In addition, comparing items in pairs renders the most accurate evaluation of an assessed characteristic; the Saaty scale is used for that. In the table (see table 1) is scale of relative importance for pairwise comparison. This scale consists from intensity of importance and descriptor. A nine point scale is provided to quantify pairwise importance or preference and intermediate values are used to interpolate between adjacent scale values. After conducting such comparisons, what follow is the derivation of different alternatives' weights, as well as that of the criteria. This means composing absolute scales by using mathematical methods described by Saaty. It is an important fact that in conducting measurements, no stan-

dard scale has to be used - experience, intuition or knowledge is usually sufficient (SAATY, 2008).

Table 1 Scale of relative importance for pairwise comparison

Intensity of Importance	Descriptor	
	Verbal Scale	Explanation
1	Equal importance of both elements	Two elements contribute equally
3	Moderate importance of one element over another	Experience and judgment favor one element over another
5	Strong importance of one element over another	An element is strongly favored
7	Very strong importance of one element over another	An element is very strongly dominant
9	Extreme importance of one element over another	An element is favored by at least an order of magnitude
Intensity of 2, 4, 6, and 8 can be used to express intermediate values. Intensities 1.1, 1.2, 1.3, etc. can be used for elements than are very close in importance.		

In the tables below (see table 2-4) are presented the determination of weight significance by Saaty. The criteria weight was assigned using Saaty's matrix.

Table 2 Example of AHP (Saaty) method – A
– Building site and project planning

a(i,j)	Criteria		$\Pi a(i,j)$	$[\Pi a(i,j)]^{1/3}$	Weights $v(i)$	%
Criteria	A1	A2				
A1	1,00	5,00	5	2,236	0,833	83,33
A2	0,20	1,00	0,2	0,447	0,167	16,67
Total:				2,000	1,000	100

Table 3 Example of Analytic hierarchy process (Saaty) method – A1
– Site Selection

a(i,j)	Criteria										$\Pi a(i,j)$	$R(i) = [\Pi a(i,j)]^{1/10}$	Weights $v(i)$
Criteria	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A1.5	A1.6	A1.7	A1.8	A1.9	A1.10			
A1.1	1,00	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,00	2,50	2,50	120,0	1,614	0,162
A1.2	0,67	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	1,50	2,00	2,00	40,5	1,448	0,145
A1.3	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,50	0,5	0,933	0,094
A1.4	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,50	0,5	0,933	0,094
A1.5	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,50	1,1	1,012	0,101
A1.6	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,50	0,5	0,933	0,094
A1.7	0,40	0,50	0,67	0,67	0,67	0,67	1,00	0,67	1,00	1,00	0,0	0,695	0,070
A1.8	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,50	1,1	1,012	0,101
A1.9	0,40	0,50	0,67	0,67	0,67	0,67	1,00	0,67	1,00	1,00	0,0	0,695	0,070
A1.10	0,40	0,50	0,67	0,67	0,67	0,67	1,00	0,67	1,00	1,00	0,0	0,695	0,070
Total:												9,970	1,000

Table 4 Example of Analytic hierarchy process (Saaty) method – A2
– Site Development

a(i,j)	Criteria								R(i) =	Weights v(i)
Criteria	A3.1	A3.2	A3.3	A3.4	A3.5	A3.6	A3.7	$\Pi a(i,j)$	$[\Pi a(i,j)]^{1/7}$	
A2.1	1,00	1,50	0,67	1,50	0,67	1,00	1,50	1,5	1,060	0,144
A2.2	0,67	1,00	0,50	1,00	0,50	0,67	2,00	0,2	0,807	0,110
A2.3	1,50	2,00	1,00	2,00	1,00	1,50	2,00	18,0	1,511	0,206
A2.4	0,67	1,00	0,50	1,00	0,50	0,67	1,00	0,1	0,731	0,100
A2.5	1,50	2,00	1,00	2,00	1,00	1,50	2,00	18,0	1,511	0,206
A2.6	1,00	1,50	0,67	1,50	0,67	1,00	1,50	1,5	1,060	0,144
A2.7	0,67	0,50	0,50	1,00	0,50	0,67	1,00	0,1	0,662	0,090
Total:									7,341	1,000

In the figure (see figure 2) is shown main field A – Building site and project planning with weights determined by Saaty's method. This field has two subfields: A1 – Site Selection and A2 – Site Development. These subfields have several indicators of assessment shown in figure.

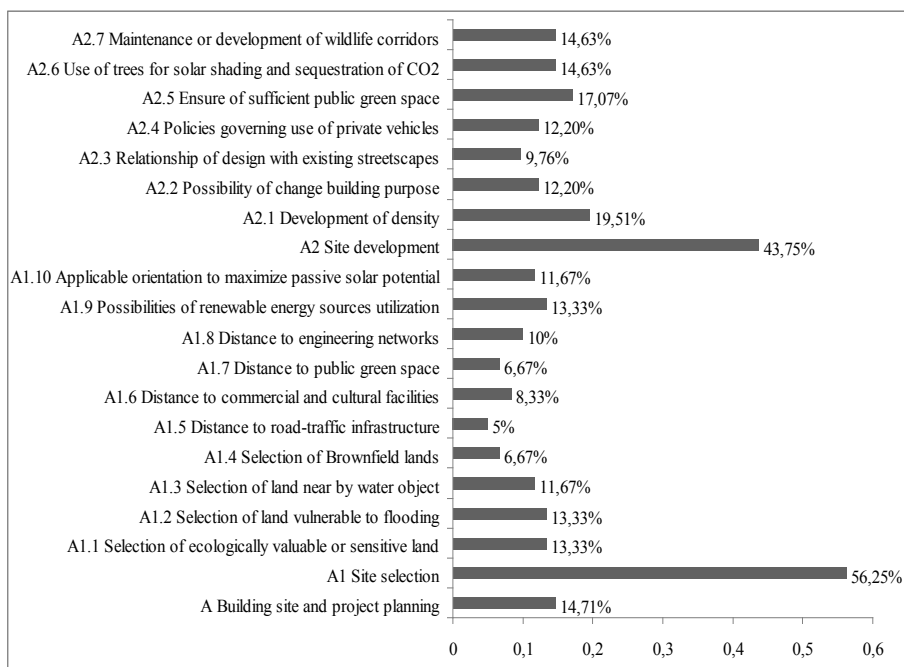


Figure 2 Building site and project planning

In the table (see table 5) is presented indicator proposed in the sub-field “Building site”. This indicator is related to selection of land vulnerable to flooding. Each indicator has the intent of assessment and the scale of assessment. This scale is from nega-

tive (-1 point), acceptable practice (0 point), good practice (3 point) and best practice (5 point). Result of each indicator assessment is obtained so that the point from scale is multiplying with weight of indicator.

Table 5 Selection of land vulnerable to flooding

A1.2	Selection of land vulnerable to flooding	13,33%
Purpose	To discourage the selection of land for building where there is a substantial risk that the site may be flooded.	
Indicator	Height above 100-year flood plain as defined in official documentation or assessment by component authorities.	score
Negative	The height of the minimum elevation of the site above the elevation of the 100-year flood is:	1.0 m
Acceptable		1.3 m
Good		2.0 m
Best		2.5 m
		-1
		0
		3
		5

Verification of new building environmental assessment system

Three office buildings were evaluated for the purpose of BEAS verification. The evaluated office buildings as new buildings were assessed according to available documentations, mainly drawings. The assessment was performed by software tool prepared in MS Excel. The evaluated buildings are located in the city of Košice, in Slovak republic. City Košice belongs to the areas with deteriorated environment. Košice is one of the major economic and cultural centers of eastern Slovakia. It is a reason for increased proportion of urban population. The evaluated office buildings are situated in built-up areas, partially on Brownfield and Greenfield.

The figure (see figure 3) illustrates the results from the comprehensive environmental assessment of selected offices. The field of Building site and project planning achieves the value 1,51, which is between acceptable and best practice. It can assert that it is necessary to propose measures to improve the environmental suitability, safety and reliability of the evaluated offices in all assessed fields. In this paper is verified the proposed building environmental assessment system applicable in Slovak conditions.

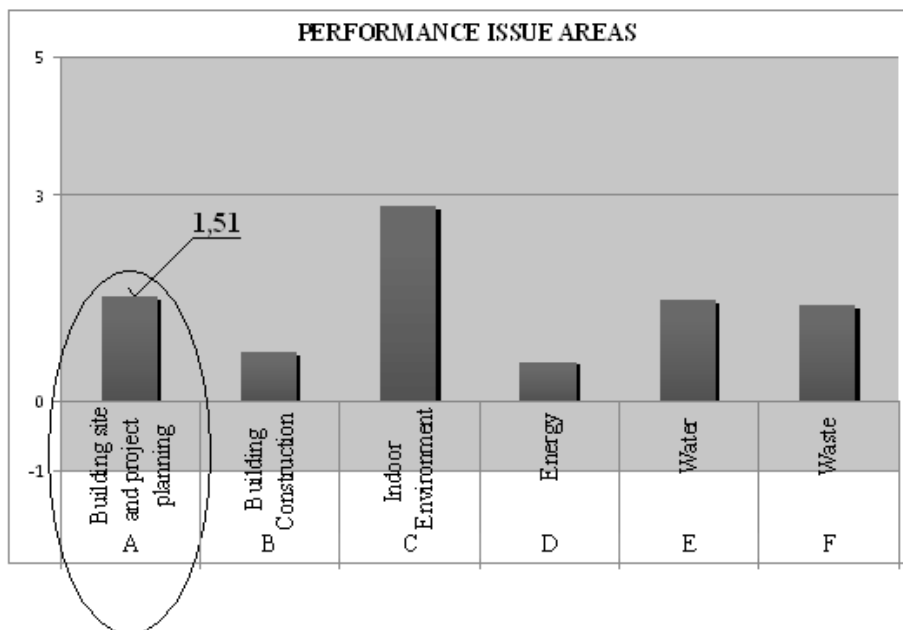


Figure 3 Average results

RESULTS AND DISCUSSION

The proposed environmental assessment system of buildings applicable in Slovak conditions consists of 6 main fields and 52 relevant indicators. The base of BEAS system development was systems and methods used in many countries. The approaches of methods used in many countries are principally not different. Several differences are in terminological expression, in some of them the different indicators are assessed under the same areas; as well as the ways of impact rate classification are different and mostly respect national particularity.

The main fields are building site and project planning, building constructions, indoor environment, energy performance, water management and waste management. The weight significance of indicators in used systems in the field of Building site and project planning follows the national conditions and requirements. In this paper are presented indicators and the way of determination of weight significance of field Building site and project planning in BEAS. The weight of Building site and project planning is 14,71 %. This field consists of 2 subfields and 17 indicators. The first sub-field A1 – Site Selection has weight 56,25 % and the second subfields A2 – Site Development has weight 43,75 %.

The theoretical level of present knowledge of building environmental assessment is completely. It is necessary to implement this knowledge to construction practice. For the purpose of assessment system verification, it is needed to evaluate a statistically significant set of buildings. The results from further system verification will allow modify the significant weights of indicators.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Slovak Grant Agency for Science for supporting of projects No. 1/0188/10, on the base of which the results are presented.

LITERATURE

- BOSSINK B. A. G., 2007. The interorganizational innovation processes of sustainable building: A Dutch case of joint building innovation in sustainability. *Building and Environment* 42, 4086 – 4092.
- BYUN D. H., 2001. The AHP approach of selecting an automobile purchase model. *Information, Management* 38 (2001), 289 – 297.
- HILL, R. C. – BOWEN, P.A., 1997. Sustainable construction: principles and a framework for attainment, *Construction Management and Economics* 15 (3) (1997), 223 – 239.
- KIBERT, C. J., 1994. Sustainable construction: proceedings of the first international conference of CIB TG 16. Center for Construction and Environment, University of Florida, Tampa.
- NGOWI, A.B., 2001. Creating competitive advantage by using environment-friendly building processes, *Building and Environment* 36 (3) (2001), 291 – 298.
- NIJKAMP, P. – RODENBURG, C. A. – WAGTENDONK, A. J. 2002. Success factors for sustainable urban brownfield development. A comparative case study approach to polluted sites. *Ecological Economics* 40 (2002), 235 – 252.
- OFORI, G., 1998. Sustainable construction: principles and a framework for attainment – comment, *Construction Management and Economics* 16 (2) (1998), 141 – 145.
- ROHRACHER, H., 2001. Managing the technological transition to sustainable construction of buildings: a socio-technical perspective, *Technology Analysis, Strategic Management* 13 (1) (2001), 137 – 150.
- ŘIHA, J., 2007. Multicriteria analysis. 67 pp.
- SAATY, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1, Number 1/2008, (2008), 83 – 98.
- SJÖSTRÖM, C. – BAKENS, W., 1999. CIB agenda 21 for sustainable construction: why, how and what, *Building Research and Information* 27 (6) (1999), 347 – 353.
- ŠENITKOVÁ, I. – VILČEKOVÁ, S., 2004. Indoor Air Quality Auditing, *Proc. of XXXII IAHS International Congress: Sustainability of the Housing Projects, Trento, Italy*, 6 pp.
- VILČEKOVÁ, S. – BURDOVÁ, E., 2008. Building environmental assessment and rating tools. *Selected Scientific Papers: Journal of Civil Engineering, Košice, Slovakia*, (2008), vol. 3, No. 1, 57 – 70.
- VILČEKOVÁ, S. – KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. – ŠENITKOVÁ, I., 2009. Building environmental assessment – system verification. In: *Healthy Buildings 2009*, 4 pp.
- VILČEKOVÁ, S. – KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. – ŠENITKOVÁ, I., 2010. Building environmental assessment tool. *Challenges, Opportunities and Solutions in Structural Engineering and Construction: Proceedings of the fifth international structural engineering and construction conference: Las Vegas. London: Taylor, Francis Group*, 843 – 849.

***ALLIUM CEPA* L. – INDIKÁTOR CYTOGENETICKÝCH A MUTAGÉNNYCH
EFEKTOV CHEMICKÝCH LÁTOK PRÍTOMNÝCH V ŽIVOTNOM PROSTREDÍ
(PREHLADOVÁ PRÁCA)**

***ALLIUM CEPA* L. – INDICATOR OF THE CYTOGENETIC AND MUTATIONAL
EFFECTS OF CHEMICAL SUBSTANCES THAT ARE PRESENT IN THE
ENVIRONMENT (A REVIEW)**

Mária TULENKOVÁ¹ – Irena ŠUTIÁKOVÁ¹

ABSTRACT

*Bioassays using plant models for detecting genotoxic agents are currently recognized as excellent indicators of the cytogenetic and mutational effects of chemical substances that are present in the environment. Bioindicator plants have a growing role in evaluations of environment quality, since they clearly and repeatably demonstrate the possible negative effects of chemical substances on living organisms. Present study demonstrates independent and combined cytogenetic and ultrastructural effects of isoproturon, diuron and deltamethrin and combined cytogenetic and ultrastructural effects of these chemicals on the root meristem cells of *Allium cepa*.*

KEY WORDS

Allium cepa L., pesticides, diuron, isoproturon, deltamethrin

Úvod

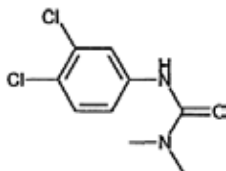
Rastliny, ako vhodné indikátory cytogenetických a mutagénnych účinkov chemických látok prítomných v životnom prostredí, sú často využívané v rámci bioanalýz pre odhalenie genotoxicity chemických látok. Dostatočne jasne a opakovane poskytujú dôkazy negatívnych účinkov chemických látok na živé organizmy, ich úloha ako bioindikátorov pri hodnotení kvality životného prostredia rastie (MEIRELES a kol., 2009). V poľnohospodárstve sú rastliny priamymi príjemcami agrotóxinov, preto predstavujú významný materiál na zisťovanie genotoxicity pesticídov. Na posúdenie genotoxických účinkov pesticídov sa často využíva cesnak cibulový (*Allium cepa* L.).

1 RNDr. Mária Tulenková, PhD., doc. RNDr. Irena Šutiaková, PhD.
Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity
v Prešove, Ul. 17. novembra č. 1, 081 16 Prešov, Slovenská republika,
tulenkom@unipo.sk, sutiakova@gmail.com

Test na cibuli (*A. cepa*) pomohol odhaliť cytotoxické a genotoxické účinky viacerých pesticídov: herbicidu roundupu a jeho účinnej látky glyfosátu (RANK a kol., 1993), herbicidov pentachlórfenolu (PCP), 2,4-D a butachlóru (ATEEQ a kol., 2002), herbicidu atrazínu (BOLLE a kol., 2004), herbicidu trifluralínu (FERNANDES a kol., 2007), herbicidu quizalofop-P-etylu (QPE) (YILDIZ, EVRIM, 2008), insekticidov chlorpyrifosu a alfatrínu, fungicidu efekto-virikopu a herbicidu springboku (ASITA, MAKHALEMELE, 2008), fungicidu dithanu a insekticidov malationu a ripkordu (ASITA, MAKHALEMELE, 2009), herbicidu atrazínu (SRIVASTAVA, MISHRA, 2009), herbicidu illoxanu a jeho účinnej látky diklofop-metylu (YÜZBAŞIOĞLU a kol., 2009), insekticidu karbofuranu (SAXENA a kol., 2010). Cieľom tejto štúdie je informovať o využití testu na cibuli pri detekovaní genotoxicity pesticídov diurónu, deltametrínu a izoproturónu. Ich genotoxické účinky boli posudzované najskôr individuálne, následne v interakcii.

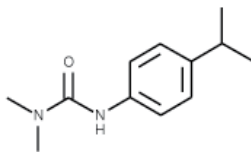
Diurón, deltametrín a izoproturón – pesticídy používané v poľnohospodárstve

Diurón (sumárny vzorec $C_9H_{10}Cl_2N_2O$), zo skupiny substituovaných močovinových herbicidov (SMH), obsahujúci organicky viazaný chlór, sa používa ako neselektívny herbicíd. Používa sa na reguláciu burín a machov, pri pestovaní poľnohospodárskych plodín, ako sú ovocie, bavlna, cukrová trstina a strukoviny. V životnom prostredí pretrváva pomerne dlho, polčas jeho rozpadu pre pôdu sa udáva od jedného mesiaca až do jedného roka. Pre cicavce a vtáky je slabo toxický, pre ryby stredne toxický, pre vodné bezstavovce (napr. bentos, planktón) silne toxický. Európska únia zaraduje diurón medzi karcinogény 3. kategórie (smernica 2001/59/ES) (Diuron, 2010).



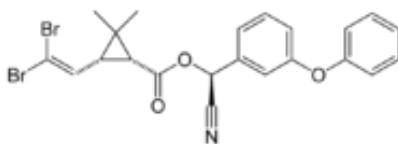
Obrázok 1 Štruktúrny vzorec diurónu
(Diuron, 2010)

Izoproturón (sumárny vzorec $C_{12}H_{18}N_2O$), zo skupiny substituovaných močovinových herbicidov (SMH), neobsahuje (na rozdiel od diurónu) organicky viazaný chlór, patrí medzi selektívne herbicídy. Používa sa pri pestovaní obilnín, maku a majoránky (Isoproturon, 2010). Splachovaním z polí sa izoproturón dostáva do povrchových a podzemných vôd. Pre človeka je izoproturón slabo toxický. Je na zozname nebezpečných a zvlášť nebezpečných látok pre vodné prostredie (Isoproturon, 2010).



Obrázok 2 Štruktúrny vzorec izoproturónu
(Isoproturon, 2010)

Deltametrín (sumárny vzorec $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$) z triedy syntetických pyrethroidných insekticídov (SPI), používaný v poľnohospodárstve na ochranu rastlín i v domácnostiach v boji proti škodcom zo skupiny hmyzu u zvierat. Vhodný pri prevencii pred chorobami prenášanými kliešťami parazitujúcimi na psoch, hlodavcoch a iných zvieratách, užitočný aj v rámci prevencie pred inými škodcami, ako sú pavúky, blechy, kliešte, šváby, drevokazný hmyz a ploštice. Pre cicavce je slabotoxický, avšak pre vodné organizmy, hlavne ryby, veľmi toxický (Deltametrín, 2010).



Obrázok 3 Štruktúrny vzorec deltametrínu
(Deltametrín, 2010)

SMH a SPI predstavujú dve samostatné skupiny chemických látok, ktoré sa líšia chemickou štruktúrou, použitím, spôsobom pôsobenia a oblasťou aplikácie.

Odhalenie genotoxických účinkov diurónu (DIU), deltametrínu (DEL) a izoproturónu (IZO) testom na cibuli

Pomocou meristémov koreňa *A. cepa* CHAUHAN a kol. (1986) študovali cytologické účinky DEL. Pre rast koreňov *A. cepa* autori stanovili koncentráciu DEL EC_{50} (median Effective Concentration) na 0,87 ppm (parts per million). V štúdiu autori poukázali na to, že DEL v závislosti na dávke spôsoboval zníženie mitotického indexu (MI). Na všetkých úrovniach, v rozmedzí 0,05 - 2 ppm, došlo k chromozómovým a mitotickým abnormalitám (obrázok 4A). Koreňové hroty vystavené až 0,5 ppm DEL počas 8 hodín neodhalili významné frekvencie MI a chromozómových aberácií (CA) a počas 24 alebo 48 hodín po expozícii (CHAUHAN a kol., 1986). Väčšina chromozómových a mitotických abnormalít vznikla v dôsledku poruchy deliaceho vretienka. Pre indukciu chromozómových a chromatídových zlomov pri vyššej koncentrácii (0,5 - 2,0 ppm) DEL autori konštatovali jeho klastogénne účinky.

Pomocou meristémov koreňa *A. cepa* CHAUHAN a kol. (1999) študovali i cytologické a ultraštruktúrne účinky DEL. Vystaviac meristematické bunky *A. cepa* rôznym koncentráciám DEL autori poukázali, že DEL indukuje morfologické abnormality v bunkovej stene, plazmatickej membráne a diktyozómoch Golgiho aparátu (DGA). Meristematické bunky koreňa vystavili DEL (0,5 - 2 ppm) po dobu 6 až 24 hodín a pozorovali transmisným elektrónovým mikroskopom. DEL indukoval rozličné morfologické abnormality v bunkovej stene, plazmatickej membráne a DGA. V ošetrovaných bunkách pôsobilo amorfne usporiadanie mikrofibríl bunkovej steny. Plazmatická membrána javila rozsiahlu dehiscenciu od bunkovej steny. Naukladané membrány cisterien diktyozómov pôsobili degenerovane, okolo nich boli nahromadené mechúriky pochádzajúce z diktyozómov. V ošetrovaných bunkách boli pozorované aj sporadické dilatácie cysterien diktyozómov. Väčšina jadier ošetrovaných buniek obsahovala kondenzovaný chromatinový materiál. Počet mikrotubulov v preprofáze sa pri 24 hodinovom ošetrení významne znížil. DEL často narušil paralelný rad mikrotubulov vretienka v bunkách v metafáze. Bunky v telofáze pôsobením DEL mali vytvorené neúplné alebo nepravidelné bunkové steny. Na základe zistení autori poukázali na to, že vplyv DEL na mikrotubuly je do určitej miery podobný narkotiku depolymerizujúcemu mikrotubuly, čo je hlavnou príčinou toxicity smerujúcej k indukcii rôznych mitotických aberácií. Avšak, indukcia štrukturálnych a funkčných odchýlok v DGA ukázala vplyv DEL na intercisternálne prvky a mikrofilamenty, ktoré pravdepodobne udržiavajú cisterny neporušené a riadiace intracelulárny transport vezikulmi.

Analýza buniek pomocou elektrónovej mikroskopie nevykazovala viditeľné ultraštruktúrne zmeny po 6 hodinách expozície. Po 24 hodinách expozície DEL (0,5 ppm) vyvolal drastické zmeny v DGA (dilatáciu cysterien, degeneráciu membrán a akumuláciu váčkov odvodených z diktyozómov). Vystavenie tejto koncentracii tiež spôsobovalo dehiscenciu plazmatickej membrány, stratu mikrofibrilárneho poľa v bunkovej stene a inhibíciu mikrotubulárnej funkcie/formácie (CHAUHAN a kol., 1999). Aj keď bunky boli vystavené dva až štyrikrát vyššej koncentrácii DEL, autori nenašli zakrivené alebo zaoblené diktyozómy.

Vplyv IZO na organely súvisiace s delením bunky v bunkách meristémov koreňa *A. cepa* zisťovali CHAUHAN, SUNDARARAMAN (1990a, 1990b). Pre rast koreňov *A. cepa* autori stanovili koncentráciu DEL EC_{50} na 100 ppm. Sledujúc rôzne mitotické aberácie elektrónovým mikroskopom, autori zistili vplyv IZO na jadro a mikrotubuly sledovaných buniek. Počas 6 hodinového ošetrovania 50 ppm IZO sa ultraštruktúrne a mitotické účinky produktu nepreukázali, avšak, podobná koncentrácia (50 ppm IZO) indukovala významné frekvencie mitotických aberácií pri 24 hodinovom ošetrení, tie však počas 48 hodín po expozícii klesli na nevýznamnú úroveň (CHAUHAN, SUNDARARAMAN, 1990a, 1990b). Na sub-bunkovej úrovni, IZO (50 ppm) počas 24 hodinovej expozície narušil mikrofibrilárne usporiadanie bunkovej steny, zmenil tvary jadra a narušil mikrotubulárne funkcie/formácie.

V štúdií posudzujúcej nežiaduce účinky DIU, CHAUHAN a kol. (1998) vystaviac meristematické bunky *A. cepa* rôznym koncentráciám produktu, na základe výsledkov MI

a CA nahlásili jeho cytotoxické a genotoxické účinky. Autori charakterizovali DIU ako aneugenného činiteľa a tiež poukázali na príčinu mitotických zmien spôsobených DIU - inhibíciu polymerizácie tubulínovej podjednotky mikrotubulov.

Meristémy koreňa *A. cepa* CHAUHAN a kol.(1998) použili k štúdiu cytologických a ultraštruktúrnych účinkov DIU. Pre rast koreňov *A. cepa* autori stanovili koncentráciu DIU EC₅₀ na 78,9 ppm. Testované koncentrácie DIU spôsobili v závislosti na dávke inhibíciu bunkového delenia a vyvolali rôzne štatisticky významné mitotické abnormality počas 6 a 24 hodinových expozícií. Počas 6 hodinového ošetrovania 40 ppm DIU sa ultraštruktúrne a mitotické účinky produktu nepreukázali, avšak, podobná koncentrácia (40 ppm DIU) indukovala významné frekvencie mitotických aberácií pri 24 hodinovom ošetrovaní, tie však počas 48 hodín po expozícii klesli na nevýznamnú úroveň (CHAUHAN a kol., 1998). Na sub-bunkovej úrovni, DIU (40 ppm) počas 24 hodinovej expozície narušil mikrofibrilárne usporiadanie bunkovej steny, zmenil tvary jadra a narušil mikrotubulárne funkcie/formácie.

DIU bol v porovnaní s IZO (CHAUHAN, SUNDARARAMAN, 1990b) preukazne viac toxický, spôsobil narušenie plazmatickej membrány a bunkovej steny spolu s natáňovaním proplastidov (CHAUHAN a kol., 1998). Avšak, podobne ako IZO (CHAUHAN, SUNDARARAMAN, 1990b) neukázal žiadne viditeľné účinky na mitochondrie alebo DGA. Autorádiografická analýza odhalila, pri expozícii 80 ppm DIU, významnú inhibíciu tymidínu a uridínu po 24 hodinách a leucínu po 48 hodinách. Koreňové hroty vystavené DIU (40 až 160 ppm) po dobu 24 hodín a vyšetrené elektrónovým mikroskopom javili ťažké morfológické zmeny, ako opuch mitotickej zóny a otupenie koreňovej čiapočky pri 48 hodinách. Pri použití väčšieho zväčšenia epiderma koreňových hrotov pôsobila zriazene alebo preliačene. Pri ošetrovaní predĺženom na 96 hodín, boli pozorované nádorové výrastky. Skúmanie buniek, ošetrovaných DIU (40 až 160 ppm), transmisným elektrónovým mikroskopom, odhalilo narušenie bunkovej steny a plazmatickej membrány, natáňovanie proplastidov a tvorbu laločnatých jadier pri 24 hodinách. Počet kortikálnych mikrotubulov po boku plazmatickej membrány pri 24 hodinách expozície bol redukovaný v bunkách v interfáze a preprofáze. V bunkách v metafáze bolo pozorované narušenie paralelných radov mikrotubulov vretena. V bunkách v telofáze boli pozorované neúplné priečne steny spolu s veľmi malým množstvom mikrotubulov prítomných v mieste formácie steny. Zistené výsledky viedli autorov ku konštatovaniu toxického potenciálu DIU na bunkovej a subbunkovej úrovni zvlášť s ohľadom pre nie fotosyntetické pletivá.

Meristematické bunky *A. cepa* použili CHAUHAN, GUPTA (2005) na posúdenie cytogenetických a zároveň ultraštruktúrnych účinkov zmesi IZO alebo DIU a DEL.

Obe kombinácie IZO+DEL i DIU+ DEL indukovali podobný typ aberácií (chromozómové zlomy, stenčenie, multipolárnu anafázu, chromozómové spojenia, oneskorené, nerovnaké rozdelenie chromozómov, dvojjadrové a mikrojadré bunky).

Pri niektorých koncentráciách testovaných zmesí - IZO+DEL a DIU+DEL autori pozorovali významnú indukciu chromozómových zlomov a iných mitotických aberácií (obrázok 4B,C). Z rôznych analyzovaných koncentrácií zmesí, tie, ktoré obsahovali vyššiu koncentráciu DEL (0,5 ppm), vyvolali vyššiu frekvenciu aberácií v porovnaní so zmesami, ktoré obsahovali nižšiu koncentráciu DEL (0,25 ppm). Kombinácie

obsahujúce vyššiu (0,5 ppm) koncentráciu DEL (50+0,5 ISO+DEL alebo 20 + 0,5, 40 + 0,5 DIU+DEL) v priebehu 24 alebo 48 hodín indukovali významné ($p < 0,01$, 0,001) frekvencie mitotických aberácií. Naopak, kombinácie obsahujúce vyššie koncentrácie IZO (50 ppm) alebo DIU (40 ppm), ale nižšie koncentrácie DEL (0,25 ppm) vyvolávali malý počet aberácií. Vo všetkých vyšetrovaných skupinách autori zistili vždy vyššie percento mitotických aberácií oproti chromozómovým aberáciám. Významné ($p < 0,001$) frekvencie dvojjadrových a mikrojadrových buniek boli autormi pozorované pri 50 + 0,5 ppm IZO+DEL a 20+0,5 (obrázok 4D) alebo 40 + 0,5 ppm DIU+DEL. Indukcia dvojjadrových a mikrojadrových buniek bola častejšie pozorovaná pri ošetroaní DIU+DEL ako pri IZO+DEL. Významné frekvencie týchto buniek boli autormi pozorované po 48 hodinovej expozícii.

Kombinované ošetrovanie IZO+DEL alebo DIU+DEL vyvolalo rôzne ultraštrukturálne zmeny v endoplazmatickom retikule (ER), mitochondriách (M) a DGA. Autori zistili vyššiu toxicitu kombinácie obsahujúcej vyššie koncentrácie DEL (0,5 ppm). Počas 6 hodinového ošetrovania IZO+DEL (25 + 0,25 alebo 50 + 0,25 ppm) a DIU+DEL (20 + 0,25 ppm) nevyvolali pozorovateľný účinok na ultraštruktúru, kým vyššie koncentrácie týchto kombinácií (50 + 0,5 ppm IZO+DEL a 40 + 0,5 ppm DIU+DEL) spôsobili nahromadenie proplastidov a mitochondrií. Proplastidy v týchto bunkách boli v strede mierne stiahnuté. ER bolo usporiadané koncentricky pozdĺž bunkovej steny. Takéto abnormálne usporiadanie ER bolo viac pozorovateľné pri kombináciách obsahujúcich vyššie koncentrácie DEL (0,5 ppm). Štruktúra plazmatickej membrány a bunkovej steny, usporiadanie jej mikrofibril po 6 hodinovom ošetroaní bolo v norme, avšak, v cytoplazme ošetrovaných buniek sa v porovnaní s kontrolou zvýšila vakuolizácia. Súbežné, vrstvené a rovné cisterny DGA v kontrolných bunkách, pri nezávislom ošetroaní IZO (50 ppm) a DIU (40 ppm), nevykazovali po 24 hodinách zmeny v štruktúre. Avšak bunky 24 hodín vystavené DEL (0,5 ppm) vykazovali vysoké elektrónové hustoty v lumene cysterien diktyozómov a hromadenie váčkov okolo DGA. Kombinované ošetrovanie vyvolalo rôzne štrukturálne zmeny v DGA. Po 6 hodinách ošetrovania boli pozorované okrúhle DGA. Pri 24 hodinovom ošetroaní kombináciami (50 + 0,5 IZO+DEL a 20 + 0,5, 40 + 0,5 DIU+DEL) boli pozorované kosáčikovité (polmesiačikovité) alebo zaoblené diktyozómy, avšak, akumulácia váčkov okolo diktyozómov pozorovaná nebola.

Po 24 hodinovej expozícii autori pozorovali v ošetrovaných bunkách opuch mitochondrií a málo rozvinuté mitochondriálne krysty. V meristematických bunkách vystavených kombináciám pesticídov autori pozorovali kondenzáciu chromatinového materiálu, nepravidelné tvary hlavného jadra a v jeho blízkosti časté mikrojadrá. Vyššie koncentrácie oboch kombinácií IZO+DEL (50 + 0,5 ppm) a DIU+DEL (40 + 0,5 ppm) narušovali paralelné usporiadanie mikrotubulov v metafáze. V kontrolných bunkách bol ľahko rozoznateľný telofázový stupeň mitotického cyklu akumuláciou diktyozómov a prítomnosťou početných mikrotubulov v fragmoplastovej oblasti, keďže telofázové bunky vystavené vyššie uvedeným kombináciám odhalili mierny výskyt pľuzgierikov a mikrotubulov v oblasti fragmoplastu. V mnohých prípadoch boli tiež pozorované dvojjadrové bunky.

Podľa CHAUHAN A GUPTA (2005) interakcia dvoch rôznych skupín chemických látok (SMH a SPI) vedie k indukcii typických ultraštrukturálnych zmien, ktoré sa nevy-

volajú, keď sa bunky vystavia jednotlivým zlúčeninám. Autori navyše poukázali na to, že perzistentnosť (1 - 2 roky) IZO a DIU a pretrvávajúce zistiteľné zvyšky DEL v rastlinách (0,1 - 4 ppm osem dní), predstavujú veľké možnosti interakcií týchto chemických látok spôsobujúcich toxicitu v rastlinách a iných necieľových organizmoch.

Po meristémoch koreňa *A. cepa* CHAUHAN a kol. (2007) skúmali cytogenetické účinky DEL a/alebo IZO i v ľudských lymfocytoch a bunkách kostnej drene u myši. Na hodnotenie použili CA a MN test s blokovanou cytokinézou (CBMN).

Kým DEL vyvolal značnú frekvenciu CA (10 μ M), IZO (25 - 100 μ M) samostatne alebo v kombinácii s DEL nepreukázali významný efekt. Indukcia MN bola závislá na koncentrácií, významné frekvencie autori pozorovali pri 5 μ M DEL, 100 μ M IZO, alebo 5 + 50 μ M DEL+IZO. U myši DEL významne ($P < 0,001$) inhiboval MI pri 24 hodinách, zatiaľ čo IZO samostatne alebo v kombinácii s DEL nespôsobili štatisticky významné účinky.

Kým po 24 hodinách expozície, samostatne DEL a IZO vyvolali významné ($P < 0,01$) frekvencie CA, kombinácia DEL+ISO ich nevyvolala. Pri 30 dňovej expozícii IZO významne ($P < 0,02$ alebo $< 0,01$) inhiboval MI a indukoval CA, kým DEL samostatne alebo v kombinácii s IZO významný vplyv na CA alebo MI nemali.

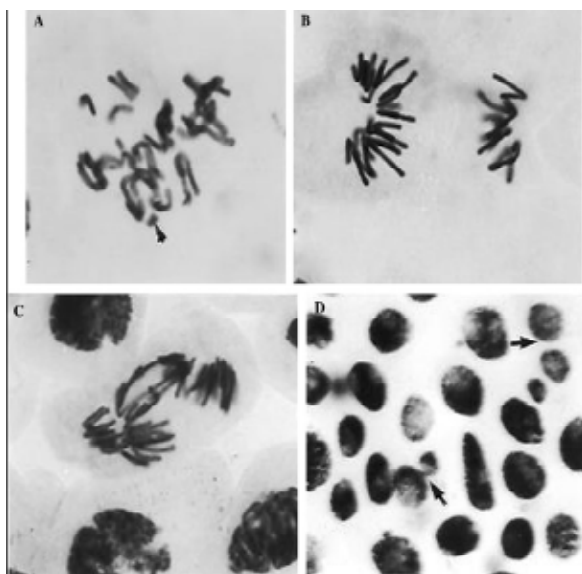
Výsledky autorov štúdie poukázali, že *in vitro* a *in vivo* expozície DEL môžu spôsobiť genotoxické účinky u cicavcov. Koexpozícia DEL+ISO nepreukázala aditívne účinky, len mierne nižšiu genotoxicitu.

ZÁVER

A. cepa, pre pomerne malý počet ($2n = 16$) dostatočne veľkých chromozómov, je vhodným genetickým modelom na detekciu environmentálnych mutagénov. Má časté použitie pri monitorovacích štúdiách hodnotiacich DNA poškodenia, akými sú napríklad chromozómové aberácie a poruchy mitotického cyklu. Na odhalenie cytotoxických a genotoxických účinkov pesticídov použili test na cibuli (*A. cepa*) viacerí autori. Test na cibuli bol použitý aj pri odhalení genotoxicity pesticídov DIU, DEL a IZO. Pesticídy môžu mať na rastliny genotoxické účinky a testovací systém *A. cepa* je vhodný pre takéto hodnotenie.

Poškodenie kombinovanou expozíciou pesticídov môže byť iné ako poškodenie vyvolané jednotlivými pesticídmi. Kombinované pôsobenie pesticídov IZO, DIU a DEL ovplyvnilo endomembránový systém buniek, indukovalo typické ultraštruktúrne zmeny ako opuch mitochondrií, kosáčikovité alebo zaoblené DGA, koncentrické usporiadanie tubulov ER a hromadenie organel, ktoré boli odlišné od nezávislých účinkov týchto pesticídov. Hoci vyššia koncentrácia DEL vyvolala štruktúrne zmeny v diktyozómoch ovplyvňované intercisternálnymi prvkami, nevyvolala kosáčikovité alebo zaoblené diktyozómy. To naznačuje, že tieto účinky boli v dôsledku vzájomného pôsobenia pesticídov. Niektoré z efektov, ako poškodenie mikrotubulárnej funkcie, strata mikrofibrilárneho poľa bunkovej steny, nepravidelné tvary jadier atď. pozorované pri nezávislom pôsobení IZO, DIU, alebo DEL, boli zistené i pri kombinovanom pôsobení uvedených pesticídov. Zmeny v DGA, sprevádzané koncentrickým usporiadaním tubulov ER, môžu viesť k funkčnému poškodeniu týchto životne

dôležitých organel rastlinných buniek. DGA dostanú substrát z ER pre glykozyláciu proteínov a transportujú polysacharidové produkty, proteíny a lipidy do rôznych určených miest, najmä do plazmatickej membrány a bunkovej steny. Preto štrukturálna a funkčná integrita týchto organel závisí od produktov dodaných diktyozómami. Účinky kombinácií uvedených pesticídov na DGA možno blokujú vylučovanie a dopravu prekursorov bunkovej steny, ktoré vedú k strate mikrofibrilárnych polí bunkovej steny a tiež inhibovaniu vzniku bunkovej steny v fragmoplastickej oblasti v telofáze s výsledkom dvojjadrovej bunky. Indukcia rôznych mitotických aberácií, poruchy paralelného usporiadania mikrotubulov v metafáze a straty fhragmoplastu na mikrotubulách a váčkoch v telofáze sú dôvodom pre anti-mitotický potenciál uvedených kombinácií pesticídov. Štrukturálne zmeny v mitochondriách, ako opuch a strata kríst, naznačujú vplyv vyššie uvedených kombinácií na mitochondriálne dýchanie. Aj keď sa herbicidy a insekticídy v poľnohospodárskej praxi nepoužívajú súčasne (v poľnohospodárskej praxi je súčasné použitie pesticídov bežné) existuje možnosť ich interakcie v dôsledku rezíduí SMH v rámci ich dlhšej životnosti a následnom použití SPI. V tomto kontexte výsledky štúdií uvedených autorov naznačujú, že koexistencie IZO+DEL alebo DIU+DEL môžu spôsobiť vážne synergické efekty v rastlinách. Z toho dôvodu je hodnotenie toxicity herbicídnych /insekticídnych interakcií veľmi dôležité, o to zvlášť, že poškodenie chromozómov a iných štruktúr rastlinnej bunky môže predstavovať riziko aj pre iné živé organizmy vrátane človeka.



Obrázok 4 A - Dvojjadrová bunka ošetrovaná DEL (1 ppm/24 hodín).

Zväčšenie: 31 000. (CHAUHAN a kol., 1999); B – Bunka v anafáze ukazujúca nerovnomerné rozdelenie chromozómov (6 hodinová expozícia DIU+DEL, 40 + 0,5 ppm) (CHAUHAN, GUPTA, 2005); C – multipolárna anafáza s chromozómovým spojením (6 hodinová expozícia ISO+DEL, 50 + 0,5 ppm) (CHAUHAN, GUPTA, 2005);

D – Interfáza buniek ukazujúca dvojjadrové a mikrojadré bunky (6 hodinová expozícia DIU+DEL, 20 + 0,5 ppm) (CHAUHAN, GUPTA, 2005).

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná projektom VEGA MŠ SR, grant č. 1/0545/08.

LITERATÚRA

- ASITA, O. A. – MAKHALEMELE, R., 2008. Genotoxicity of Chlorpyrifos, Alpha-thrin, Efeko virikop and Springbok to onion root tip cells. *Afr. Journ. Biotechnol.*, 23: 4244-42-50.
- ASITA, O. A. – MAKHALEMELE, R., 2009. Genotoxic effects of Dithane, Malathion and Garden Ripcord on onion root tip cells. *AJFAND*, 4: 1191 – 1209.
- ATEEQ, B. – ADUL FARRAH, M. – ALI, M.N. – AHMAD, W., 2002. Clastogenicity of pentachlorophenol, 2-4-D and butachlor evaluated by *Allium* rot tip test. *Mutat. Res.*, 514: 105 – 113.
- BOLLE, P. – MASTRANGELO, S. – TUCCI, P. – EVANDRI, M.G., 2004. Clastogenicity of Atrazine Assessed With the *Allium cepa* Test. *Environ. Mol. Mutagen.*, 43: 137 - 141.
- FERNANDES, T.C.C. – MAZZEO, D.E.C. – MARIN-MORALES, M.A., 2007. Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 88: 252 – 259.
- CHAUHAN, L.K.S. – DIKSHITH, T.S.S. – SUNDARARAMAN, V., 1986. Effect of deltamethrin on plant cell. I. Cytological effects on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Mutation Res.*, 171: 25 - 30.
- CHAUHAN, L.K.S. – GUPTA, S.K., 2005. Combined cytogenetic and ultrastructural effects of substituted urea herbicides and synthetic pyrethroid insecticide on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 82: 27 – 35.
- CHAUHAN, L. K. S. – KUMAR, M. – PAUL, B. N. – GOEL, S. K. – GUPTA, S. K., 2007. Cytogenetic effects of commercial formulations of deltamethrin and/or isoproturon on human peripheral lymphocytes and mouse bone marrow cells. *Environ. Mol. Mutagen.*, 48: 636 - 643.
- CHAUHAN, L. K. S. – SAXENA, P. N. – GUPTA, S. K., 1999. Effects of Deltamethrin on the Ultrastructures of the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 64: 135 – 147.
- CHAUHAN, L. K. S. – SAXENA, P. N. – SUNDARARAMAN, V. – GUPTA, S. K., 1998. Diuron-Induced Cytological and Ultrastructural Alterations in the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 62: 152 – 163.
- CHAUHAN, L. K. S. – SUNDARARAMAN, V., 1990a. Effects of substituted ureas on plant cells I. Cytological effects of isoproturon on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Cytologia*, 55: 91.
- CHAUHAN, L. K. S. – SUNDARARAMAN, V., 1990b. Effects of substituted ureas on plant cells II. chromosome damage. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 96: 93 – 100.
- MEIRELES, J. – ROCHA, R. – COSTA NETO, A. – CERQUEIRA, E., 2009. Genotoxic effects of vehicle traffic pollution as evaluated by micronuclei test in tradescantia (Trad-MCN). *Mutation Research*, 675: 46 – 50.
- RANK, J. – JENSEN, A.G. – SKOV, B. – PEDERSEN, L.H. – JENSEN, K., 1993. Genotoxicity testing of the herbicide Roundup and its active ingredient glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, *Salmonella* mutagenicity test, and *Allium* anaphase-telophase test. *Mutat. Res.*, 300: 29-36.

- SAXENA, P. N. – GUPTA, S. K. – MURTHY, R.C., 2010. Carbofuran induced cytogenetic effects in root meristem cells of *Allium ceoa* and *Allium sativum*: A spectroscopic approach for chromosome damage. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 96: 93 – 100.
- SRIVASTAVA, K. – MISHRA, K. K., 2009. Cytogenetic effects of commercially formulated atrazine on the somatic cells of *Allium cepa* and *Vicia faba*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 93: 8 – 12.
- YILDIZ, M. – EVRİM, S. A., 2008. Genotoxicity testing of quizalofop-P-ethyl herbicide using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay. *Caryologia*, 61: 45 – 52.
- YÜZBAŞIOĞLU, D. – ÜNAL, F. – SANCAK, C., 2009. Genotoxic effects of herbicide Illoxan (Diclofop – Methyl) on *Allium cepa* L. *Turk J Biol.*, 33: 283 – 290.
- Deltamethrin. [on line]. [cit. 2010-04-21]. Dostupné na:
<<http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v00pr04.htm>>
- Diuron. [on line]. [cit. 2010-04-21].
Dostupné na: <www.toxik.arnika.org/chemicke-latky/diuron>
- Isoproturon. [on line]. [cit. 2010-04-21].
Dostupné na: <www.toxik.arnika.org/chemicke-latky/isoproturon>

FLORISTICKÉ POMERY PRÍRODNEJ REZERVÁCIE DEMJATSKÉ KOPCE**FLORISTICS OF NATURE RESERVE DEMJATA HILLS**

Mária TULENKOVÁ¹ – Martina BRENDZOVÁ²

ABSTRACT

The study Floristics of nature reserve Demjata hills generalises the results of floristic situation in the area of 18 km northeast of Prešov. The main objective of this study was to give based on the study of literature, field surveys and its own observations, followed by a botanical study Demjata hills nature reserve, which includes the detection of species of vascular plants represented in the study areas and a comparison of taxonomic representation of plants with older literary sources. The studied area is the nature reserve Demjata hills with preserved flora, which is the fifth level of protection. We divided the studied area Demjata hills into five sites in which we realized the field survey of vascular plants in year 2009. In the studied territory were recorded 250 taxa of plants, there of 17 plants belong to one of the categories of endangerment and 4 taxa of plants are protected by law.

KEY WORDS

Floristics, nature reserve, Demjata hills

Úvod

Príroda východného Slovenska je neobyčajne bohatá a pestrá. V každom okrese východoslovenského regiónu sa nachádzajú chránené územia a prírodné výtvyry, ktoré si vyžadujú náležitú opateru a ochranu. Cieľom tejto práce bolo na základe terénnych prieskumov, vlastných pozorovaní ako i práce s odbornou literatúrou, vytvoriť floristickú štúdiu prírodnej rezervácie Demjatské kopce (PR DK), ktorá zahŕňa zistenie druhového zastúpenia cievnatých rastlín v študovanom území s porovnaním taxonomického zastúpenia rastlín so staršími (DOSTÁL, 1977; GOJDIČOVÁ, ULIČNÁ, 1991) literárnymi prameňmi.

Na to, že si územie vápencových kopčiekov v okolitom flyši medzi Demjatou a Veľkým Slivníkom zasluhuje floristickú pozornosť, náznakovo poukázal MÁJOVSKÝ

1 RNDr. Mária Tulenková, PhD., Katedra biológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17. novembra č. 1, 081 16 Prešov, Slovenská republika, tulenkom@unipo.sk

2 Mgr. Martina Brendzová, brendzova@yahoo.com

(1948, 1954) v roku 1948 údajmi druhov *Aster ammeloides*, *Gentianella ciliata*, *Stachys recta*, *Linum tenuifolium*, *Thalictrum minus* a v roku 1954 údajom o výskyte *Cornus mas*.

V priebehu rokov 1972 – 74 toto územie niekoľkokrát navštívil a floristicky preskúmal DOSTÁL, ktorý výsledky svojich zistení publikoval pod názvom „Floristické poznámky o vegetácii vápencových kopčiekov pri Demjate“ (1977) a neskôr v práci „Štátom chránené územia okresu Prešov“ (1987). DOSTÁL už v roku 1974 v práci „Poznámky k výskytu *Pulsatilla grandis* Wend. na východnom Slovensku“ publikovanej v časopise *Biológia* uvádza údaje o výskyte *Pulsatilla grandis* aj z Demjatských kopcov. Tento DOSTÁLOV údaj bol prevzatý i do Flóry Slovenska III (FUTÁK, 1982). Údaje o výskyte *Echium russicum* z Demjatských kopcov uvádza aj HUMEŇANSKÝ v príspevku publikovanom v časopise *Pamiatky a príroda* v roku 1984 a tento údaj bol prevzatý i do Flóry Slovenska V/1 (BERTOVÁ, BERTA, 1993), kde bol spracovaný celý rod *Echium*. Výskyt druhu z PR Demjatské kopce udáva aj Červená kniha ohrozených a vzácnych druhov rastlín a živočíchov SR a ČR, zv. 5 publikovaná v roku 1999.

V roku 1991 v PR DK GOJDIČOVÁ, ULIČNÁ (1991) uskutočnili botanický inventarizačný prieskum a poskytli novšie údaje o vegetácii v predmetnom území.

MATERIÁL A METÓDY

PR DK bola vyhlásená úpravou MK SSR č. 6170/1982-32 z 30. 09. 1982 ako chránené nálezisko DK na výmere 8,68 ha v katastrálnych územiach obcí Demjata a Veľký Slivník. VYHLÁŠKOU MŽP SR č. 17/2003 Z.z., ktorou sa ustanovujú NPR (národné prírodné rezervácie) a uverejňuje zoznam PR (prírodných rezervácií), bolo chránené nálezisko ustanovené za PR DK.

V širšom okolí obcí Veľký Slivník a Demjata sa nachádza šesť vápencových kopčiekov s teplomilnou vegetáciou. Oddávna sa využívali ako pasienky, na ťažbu kameňa a pálenia vápna, čo malo za následok, že len na niektorých z týchto kopčiekov sa zachovali zvyšky pôvodnej vegetácie. Päť najzachovalejších samostatných kopčiekov dnes tvorí vlastnú PR. Sú obklopené poľnohospodárskou pôdou, pasienkami a ornou pôdou, na ktorej sa strieda pestovanie rôznych poľnohospodárskych plodín. Dva kopčeky, Heďka (č. 4 na obrázku 1) a Pod pece (č. 5 na obrázku 1) sa nachádzajú po ľavej strane štátnej cesty Demjata - Veľký Slivník. Tri ďalšie sa nachádzajú po pravej strane tej istej cesty, najvyšší z nich je Vápeník (402 m n. m., č. 1 na obrázku 1). Všetky kopčeky sú v teréne veľmi ľahko identifikovateľné (obrázok 1).

Predmetom ochrany PR DK je ochrana teplomilnej vegetácie bradlového pásma v západnej časti Beskydského predhoria s výskytom zriedkavých druhov rastlín ako napríklad poniklec veľkokvetý (*Pulsatilla grandis*), hadinec červený (*Echium russicum*). V území sú evidované biotopy európskeho významu: teplo a suchomilné travinnobylinné a krovinaté porasty na vápnom substráte; pionierske porasty zväzu *Alyso-Sedion albi* na plytkých karbonátových a bázičných substrátoch; porasty borievky obyčajnej (VESTNÍK MŽP SR, 2004).

Z rastlinných druhov európskeho významu je tu zastúpený už vyššie uvedený poniklec veľkokvetý a hadinec červený, zo živočíšnych druhov európskeho významu je to, podľa VESTNÍKA MŽP SR (2004), kunka žltobruchá (*Bombina variegata*) a netopier

obyčajný (*Myotis myotis*). Okrem týchto druhov sú v území zastúpené aj ďalšie druhy chránených rastlín a živočíchov.

Vápencové skalné útvary ako výrazné krajínovotvorné prvky boli v priebehu celého bradlového pásma navrhnuté za chránené. Územie je známe aj ako vedecky hodnotná lokalita fosílnych druhov ulitníkov a mäkkýšov. Výhrevný vápencový podklad bol a je vhodný pre rozvoj teplomilných a suchomilných rastlinných spoločenstiev.

Na území PR DK platí v súlade so zákonom piaty stupeň ochrany a na území jeho ochranného pásma, ktorým je územie do vzdialenosti 100 m von od jej hranice, platí tretí stupeň ochrany. Chránené územie je súčasťou územia európskeho významu SKUEV0323 Demjatské kopce v rámci európskej sústavy chránených území NATURA 2000.

DK majú z botanického hľadiska v rámci bradlového pásma svoje osobitné floristické postavenie, najmä pre výskyt náročnejších teplomilných rastlinných druhov, ktoré inde v bradlovom pásme nerastú.



Obrázok 1 Rozmiestnenie sledovaných lokalít v PR Demjatské kopce
(zdroj: Mapový server Google Earth a vlastné spracovanie)

Udelenie výnimky k vstupu do PR DK počas mapovania jej flóry sme získali na základe našej žiadosti od KÚŽP (Krajského úradu životného prostredia) v Prešove. Terénny prieskum sme uskutočnili v priebehu vegetačného obdobia roku 2009 na piatich lokalitách PR DK o rozlohe 8,68 ha. Údaje o zistených druhoch rastlín sme zaznamenávali písomne (do zápisníka s uvedením miesta výskytu a stupňom rozšírenia) a fotograficky (elektronický herbár obsahuje 250 fotoaparátom zachytených kvitnúcich rastlín s popisom zahŕňajúc: slovenský názov, vedecký názov, čeľaď, dátum, nálezisko, farbu kvetov a stupeň ohrozenia). Stupne výskytu boli stanovené

nasledovne: ojedinele, (vzácne) – druh sa vyskytuje len na jednej – dvoch lokalitách v malom počte jedincov; roztrúsene – druh sa vyskytuje na viacerých lokalitách a je zastúpený väčším počtom jedincov; hojne – druh sa vyskytuje na väčšine lokalít vo veľkom počte jedincov. Rastlinné druhy sme determinovali na mieste výskytu podľa DOSTÁLA, ČERVENKU (1991, 1992) a KREJČA (1993). Názvoslovie rastlín uvádzame podľa MARHOLDA, HINDÁKA (1998).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V štúdií uvádzame podrobný zoznam jednotlivých druhov cievnatých rastlín vyskytujúcich sa v PR DK. Zoznam tvoria nami zistené rastlinné druhy, ako i druhy zaznamenané v literatúre vzťahujúcej sa k študovanému územiu. Skratky použité v štúdií: Do – Dostál, Má – Májovský, Go – Gojdičová, Ul – Uličná, P – potvrdené, N – nepotvrdené; CR (Critically Endangered) – kriticky ohrozený taxón; EN (Endangered) – ohrozený taxón; VU (Vulnerable) – zraniteľný taxón; LR:nt (Lower Risk: Near Threatened) - menej ohrozený taxón s podkategóriou takmer ohrozený taxón.

1.1 Hadinec červený (*Echium russicum* J. F. Gmelin) - najvzácnejší druh PR Demjatské kopce

Hadinec červený (*Echium russicum* J. F. Gmel.) je zákonom chránený druh, národného a európskeho významu (VYHLÁŠKA MŽP SR č. 579/2008 Z. z.), ohrozený (EN) (FERÁKOVÁ a kol., 2001), zaradený do smernice Európskej únie o biotopoch (POLÁK, SAXA, 2005).

Na Slovensku bol druh zaregistrovaný v okolí Bratislavy (Devínska Kobyla, Senec, Martínsky les) a Nitry (Sokolníky, Zobor, Nitra – Drážovce a Kalvária, Komjatice), na pahorkatinách medzi Novými Zámkami a Štúrovom, na južnom okraji Pohronského Inovca (Hronský Beňadik), pri južnom a juhovýchodnom okraji Štiavnických vrchov, pri Vigľaši, v Ipelško-Rimavskej brázde, v Slovenskom krase a na východe Slovenska (Demjata medzi Prešovom a Bardejovom, Vinné, Ladmovce, Viničky, Bara) (GRULICH, PROCHÁZKA, 1999).



Obrázok 2 Hadinec červený (*Echium russicum* J. F. Gmelin) v PR DK
(foto: M. Brendzová)

Izolované nálezisko pri Demjate je najsevernejším výskytom druhu na Slovensku. Rastie tu len na jedinom mieste na južnom svahu kopčeka Pod pece pri opustenom lome. V území je založená trvalá monitorovacia plocha 5 × 5 m (GOJDIČOVÁ in verb.). Na nej sa od roku 1992 monitoruje stav druhu v pravidelných ročných intervaloch. Na trvalej monitorovacej ploche sa sleduje počet sterilných a kvitnúcich jedincov a aj keď počet sterilných a kvitnúcich jedincov z roka na rok kolíše, populácia druhu na lokalite je stabilizovaná. DOSTÁL (1977) v roku 1977 uvádza 32 kvitnúcich jedincov, GOJDIČOVÁ, ULIČNÁ (1991) v roku 1988 už len osem kvitnúcich exemplárov a v roku 1991 jeden kvitnúci kus, v roku 1996 bol podľa GOJDIČOVEJ (in verb.) zaznamenaný počet kvitnúcich jedincov 57 a v roku 2009 14 kvitnúcich jedincov.

1.2 Výsledky štúdia flóry PR Demjatské kopce

Nižšie uvedený zoznam rastlín vyskytujúcich sa v PR DK sčíta celkom 260 druhov cievnatých rastlín, ktoré patria do 57 čeľadí a 4 podčeľadí.

Najviac zastúpeným rodom v zozname, čo sa týka počtu druhov, je rod ostrica (*Carex*), v zozname rastlinných druhov uvádzame z neho 6 zástupcov.

Podľa VYHLÁŠKY MŽP SR č. 579/2008 Z. z., ktorou sa mení vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov, sa v zozname vyskytujú celkovo štyri (4) taxóny chránených rastlín, prioritných druhov rastlín (*Centaureum pulchellum* (Sw.) Druce – zemežlč spanilá, *Echium russicum* J. F. Gmel. – hadinec červený, *Pulsatilla grandis* Wender. – poniklec veľkokvetý, *Thalictrum simplex* L. – žltuška jednoduchá), ktoré uvádzali už naši predchodcovia a ich výskyt sme v roku 2009 potvrdili.

Podľa stupňa ohrozenosti uvedeného v Červenom zozname papraďorastov a semených rastlín (FERÁKOVÁ a kol., 2001), sa v zozname vyskytuje celkovo dvadsať (20) ohrozených taxónov. Z uvedeného počtu devätnásť (19) taxónov uvádzali už naši predchodcovia, z nich sme výskyt šesťnásť (16) taxónov (ohrozené taxóny (EN):

***Conringia orientalis* (L.) Dumort.** – konringia východná, *Echium russicum* J. F. Gmel. – hadinec červený, *Thalictrum simplex* L. – žltuška jednoduchá; zraniteľné taxóny (VU): *Arenaria leptoclados* (Rchb.) Guss. – piesočnica štíhla, *Centaureum pulchellum* (Sw.) Druce – zemežlč spanilá, *Pulsatilla grandis* Wender. – poniklec veľkokvetý; menej ohrozené: takmer ohrozené taxóny (LR:nt): *Adonis aestivalis* L. – hlaváčik letný, *Anemone sylvestris* L. – veternica lesná, *Aster amelloides* Besser – astra spišská, *Convallaria majalis* L. – konvalinka voňavá, *Cyanus segetum* Hill – nevädza poľná, *Gentianopsis ciliata* (L.) Dumort. – pahorec brvitý, *Melampyrum cristatum* L. – čermel hrebenitý, *Orobancha lutea* Baumg. – zárafa žltá, *Ranunculus arvensis* L. – iskerník roľný, *Thymelaea passerina* (L.) Coss. et Germ. – vrabcovník obyčajný) v roku 2009 overili a doplnili i o jeden (1) novo nájdený menej ohrozený: takmer ohrozený taxón (LR:nt) *Linum flavum* L. – ľan žltý. Tri (3) ohrozené taxóny uvádzané v starších literárnych prameňoch, ktoré sa nepodarilo overiť sú: zraniteľné druhy (VU) *Kickxia spuria* (L.) Dumort. – oštepovka pochybná, *Erysimum repandum* L. – horčičník rozložitý; menej ohrozený: takmer ohrozený taxón (LR:nt) *Kickxia elatine* L. Dumort. – oštepovka obyčajná.

PINACEAE – borovicovité

Pinus sylvestris L. – borovica lesná. Vyskytuje sa hojne na suchých stráňach celej študovanej oblasti. Najviac je zastúpená v týchto lokalitách: hrebeň Vápeníka, západne od Vápeníka a na spásanom kopčeku pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P

CUPRESSACEAE – cyprusovité

Juniperus communis L. – borievka obyčajná. Hojne na vápencových skalách pri vchode do PR Demjatské kopce smerom západne od obce Demjata, najmä však na odlesnených úbočiach. Do (1977), P

CORYLACEAE – lieskovité

Carpinus betulus L. – hrab obyčajný. Hrab je v študovanej oblasti hojný. Vyskytuje sa najmä v ochrannom pásme Vápeníka. Do (1977), P

Corylus avellana L. – lieska obyčajná. Vyskytuje sa roztrúsene na slnečných stráňach a strmých úbočiach Vápeníka. Do (1977), P

FAGACEAE – bukovité

Fagus sylvatica L. – buk lesný. Viaže sa na vlhké, hlboké, zásadité až mierne kyslé, humózne, kamenité pôdy. Hojný je napr. pri vchode do PR na Heďke a vo svahových častiach Vápeníka. Do (1977), P

Quercus robur L. – dub letný. Význačná drevina slnečných a suchých svahov vápencového podkladu. Hojne je zastúpený v ochrannom pásme prvého vápencového kopčeka Vápeníka a v skupine Vápeníka. Do (1977), P

ULMACEAE – brestovité

Ulmus minor Mill. – brest hrabolistý. Hojný na vysniených stráňach Vápeníka a kopčeka nachádzajúceho sa pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P

URTICACEAE – pŕhl'avovité

Urtica dioica L. – pŕhl'ava dvojdomá. V študovanej oblasti sa vyskytuje hojne v krovinách celej prírodnej rezervácie na rumoviskách, v priekopách a na lúke, ktorá ohraňuje tretí vápencový kopček.

CARYOPHYLLACEAE – silenkovité

Spergula arvensis L. – kolienec roľný. Druh je viazaný na výživné, mierne kyslé a piesočnaté pôdy. V študovanej oblasti sa vyskytuje roztrúsene na Heďke, Pod pece a na kopčeku č. 3.

Arenaria leptoclados (Rchb.) Guss. – piesočnica štíhla. Vzácné na suchých pasienkoch, skalách a rumoviskách Vápeníka. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: VU

Arenaria serpyllifolia L. – piesočnica dúškolistá. Vzácné na suchých pasienkoch a skalách Vápeníka. Go, Ul (1977), P

Cerastium holosteoides Fr. – rožec obyčajný. Vzácné na vápencových skalách vápencového kopčeka č. 3 a vysniených stráňach južných svahov Vápeníka. Go, Ul (1977), P

Stellaria media (L.) Vill. – hviezdica prostredná. Vyskytuje sa hojne v krovinách, rumoviskách celej prírodnej rezervácie, predovšetkým v okolí Vápeníka. Do (1977), P

Cucubalus baccifer L. – nadutnica bobuľnatá. Hojne na Heďke, ďalej pri opustenom lome a taktiež na západnom svahu kopca pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P

Dianthus carthusianorum L. – klinček kartuziánsky. Hojne zastúpený v skupine troch Vápeníkov, taktiež po pravej strane cesty vedúcej do obce Veľký Slivník. Do (1977), P

Silene latifolia subsp. *alba* (Mill.) Greuter et Burdet – silenka biela pravá. Hojne na suchej lúke, ktorá spája Demjatský kopček č.2 a č.3. Go, Ul (1991), P

Silene nemoralis (Waldst. et Kit.) – silenka talianska. Ojedinele sa vyskytujúca na vysušených južných svahoch suchších lúk Vápeníka. Do (1977), P

Silene vulgaris (Moench) Garcke – silenka obyčajná. Ojedinele na suchej lúke medzi Vápeníkom a ďalším kopčekom. Do (1977), P

CHENOPODYACEAE – mrlíkovité

Chenopodium album L. – mrlík biely. V krovinách na rozhraní PR a okolitej ornej pôdy, popri pravej strane cesty vedúcej do obce Veľký Slivník.

POLYGONACEAE – stavikrvovité

Fallopia convolvulus (L.) Á. Löve – pohánkovec ovíjavý. Hojne popri štátnej ceste na rumoviskách, ďalej v krovinách celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Polygonum aviculare L. – stavikrv vtáčí. Hojný popri poľnej ceste vedúcej ku kopčeku Heďka na medziach a poliach. Do (1977), P

Rumex obtusifolius L. – štiavec tupolistý. Hojne v priekope popri štátnej ceste na lúke v ochrannom pásme prvého vápencového kopčeka. Go, Ul (1991), P

RANUNCULACEAE – iskerníkovité

Adonis aestivalis L. – hlaváčik letný. Vyskytuje sa ojedinele na južných svahoch Heďky, na rozhraní PR a okolitej ornej pôdy. Viazá sa na pôdy suché, výhrevné a vápenaté. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

Anemone nemorosa L. – veternica hájna. Vzácné na hrebene kopčeka č. 3 a pri opustenom lome.

Anemone ranunculoides L. – veternica iskerníkovitá. Vzácné pri opustenom lome, ďalej na okraji poľnohospodárskych kultúr. Do (1977), P

Anemone sylvestris L. – veternica lesná. Roztrúsene na Heďke, pri opustenom lome a na západných svahoch kopca pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: LR: nt

Consolida regalis Gray – ostrôžka poľná. Hojne v nižších polohách na poľných cestách celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Pulsatilla grandis Wender. – poniklec veľkokvetý. V PR DK sa vyskytuje na kopčeku č. 5 na ploche spolu s *Echium russicum*, hojnejšie v časti pri starom lome a ojedinele i na kopčeku č. 4. Najbližší známy výskyt ponikleca veľkokvetého je na južných andezitových kopcoch medzi Kapušami pri Prešove a Finticami. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: VU

Ranunculus arvensis L. – iskerník roľný. Zastúpený roztrúsene na lúke pri vchode do PR a v ochrannom pásme Vápeníka. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

Ranunculus repens L. – iskerník plazivý. Roztrúsene na kamenistej pôde Vápeníka.

Thalictrum minus L. – žltuška menšia. Roztrúsene na skalnatých svahoch a stepných stráňach Vápeníka. Má /1948/, Do (1977), P

Thalictrum simplex L. – žltuška jednoduchá. Roztrúsene v krovinách a svetlých stráňach Heďky. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: EN

Thalictrum simplex subsp. *galioides* (Pers.) Korsh. – žltuška jednoduchá lipkavcovitá. Vzácné na kopčeku Pod pece. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: EN

ARISTOLOCHIACEAE – vlkovcovité

Asarum europaeum L. – kopytník európsky. Roztrúsene v ochrannom pásme Vápeníka na okraji lúk v tienistých miestach. Do (1977), P

BERBERIDACEAE – dráčovité

Berberis vulgaris L. – dráč obyčajný. Roztrúsene na severovýchodných vápencových svahoch Vápeníka. Do (1975, 1977, 1987), P

PAPAVERACEAE – makovité

Chelidonium majus L. – lastovičník väčší. Hojne v tienistých miestach krovín a vápencových skál. Do (1977), P

FUMARIACEAE – zemedymovité

Corydalis solida (L.) Clairv. – chochlačka plná. Hojne v krovinách a tienistých miestach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Fumaria officinalis L. – zemedym lekárske. Hojne na poľnohospodárskych kultúrach študovanej oblasti. Do (1977), P

RESEDACEAE – rezedovité

Reseda lutea L. – rezeda žltá. Vzácné na vápencových skalách západne od obce Demjata. Do (1977), P

BRASSICACEAE – kapustovité

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. – arábka Thalova. Ojedinele na vysnlených kamenitých stráňach Vápeníka a poľnohospodárskych kultúrach. Go, UI (1991), P

Arabis glabra (L.) Bernh. – arábka strnobyľová. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N

Arabis hirsuta (L.) Scop. – arábka chlpatá. Hojne pri vstupe do PR v ochrannom pásme. Do (1977), P

Alyssum alyssoides (L.) L. – tarica kališnatá. V študovanej oblasti sa vyskytuje hojne na lúkach, pasienkoch a stepných stráňach Vápeníka a Heďky. Viaz sa na výhrevné, vysnlené pôdy. Do (1977), P

Camelina microcarpa Andr. in DC. – ľaničník maloploďný. Vyskytuje sa hojne ako poľná burina na výhrevných pôdach vápencového kopčeka č. 3. Go, UI (1991), P

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. – kapsička pastierska. Hojne v celej študovanej oblasti na lúkach, pasienkoch a popri štátnej ceste smerom do susednej obce. Do (1977), P

Cardaria draba (L.) Desv. – vesnovka obyčajná. Viaz sa na dusikaté pôdy, vyskytuje sa hojne na lúke a v nižšie položených miestach kopca Terby. Do (1977), P

Conringia orientalis (L.) Dumort. – konringia východná. Ojedinele na okraji poľnohospodárskych kultúr. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: EN

Erucastrum nasturtiifolium (Poir) O. E. Schultz. – reďkevnik potočníkolistý. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N.

Erysimum repandum L. – horčičník rozložitý. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N. Stupeň ohrozenia: LR:nt

Lepidium campestre (L.) R. Br. – žerucha poľná. Vyskytuje sa hojne v priekopách, pri ceste pozdĺž celej PR. Do (1977), P

Neslia paniculata L. Desv. – repinka metlinatá. Predstavuje poľnú burinu, ktorá sa viaze na výhrevné, hlboko vápenaté pôdy lúk a pasienok. Údaj o výskyte v Demjate od Michalko a Michalková z roku 1969 uvádza vo Flóre Slovenska V/4 MRÁZ (2002). P

Thlaspi arvense L. – peniažtek roľný. Ojedinele na lúke, ktorá spája kopček č. 2 a č. 3, ďalej na Heďke. Do (1977), P

CRASSULACEAE – tučnolistovité

Hylotelephium maximum (L.) Holub. – rozchodník najväčší. Hojne na vápencových skalách a stráňach južných svahoch. Do (1977), P

Sedum acre L. – rozchodník prudký. Hojne na vápencových skalách hrebeňa Vápeníka. Do (1977), P

Sedum rupestre L. – rozchodník skalný. Predstavuje druh slnečných vápencových stanovišť. Vyskytuje sa ojedinele v skupine Vápeníka na vápencových skalách.

ROSACEAE – ružovité

Podčeľad': ROSOIDEAE – ružové

Agrimonia eupatoria L. – repík lekársky. Hojne na Heďke a slnečných lúkach celej prírodnej rezervácie. Do (1977), P

Filipendula vulgaris Moench – túžobník obyčajný. Rastie roztrúsene vo vlhkých krovinách a priekopách študovanej oblasti. Do (1977), P

Fragaria moschata (Duchense) Weston – jahoda drúzgavicová. Hojne v skupine Vápeníka na hrebene a v krovinatých stráňach.

Fragaria vesca L. – jahoda obyčajná. Hojne na hrebene v skupine Vápeníka. Do (1977), P

Fragaria viridis (Duchense) Weston – jahoda trávnicová. Viaže sa na výhrevné vápenaté pôdy lúk. Vyskytuje sa hojne v celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Geum urbanum L. – kuklík mestský. Ojedinele na severovýchodných svahoch Vápeníka a Pod pece. Do (1977), P

Potentilla argentea L. – nátržník strieborný. Roztrúsene na vápencových sklách Vápeníka. Do (1977), P

Potentilla heptaphylla L. – nátržník sedmolistý. Roztrúsene v celej študovanej oblasti na suchých, stepných a trávnatých stráňach Heďky a Vápeníka. Do (1977), P

Potentilla inclinata Vill. – nátržník sklonený. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N.

Potentilla recta L. – nátržník priamy. Roztrúsene na kopci Terba nad Demjatou a pri Heďke. Do (1977), P

Potentilla reptans L. – nátržník plazivý. Hojne na vápencových a trávnatých svahoch skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

Rosa canina L. – ruža šípová. Roztrúsene na vápencových skalkách Vápeníka. Go, UI (1991), P

Rosa pimpinellifolia L. – ruža bedrovníková. Ojedinele na hrebene Vápeníka.

Sanquisorba minor Scop. – krvavec menší. Hojne v celej študovanej oblasti, predovšetkým na lúkach v ochrannom pásme. Do (1977), P

Podčeľad': PRUNOIDEAE – slivkovaté

Cerasus avium (L.) Moench. – čerešňa vtáčia. Vzácné na vápencovom podklade Vápeníka.

Prunus spinosa L. – slivka trnková. Hojná na slnečných, krovinatých stráňach a medziach Vápeníka. Do (1977), P

Podčeľad': MALOIDEAE – jabloňovaté

Cotoneaster integerrimus Medik. – skalník obyčajný. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977) N.

Crataegus monogyna Jacq. – hloh jednozemenný. Ojedinele na vyslnených skalna-

tých a krovinatých stráňach Vápeníka. Do (1977), P
Pyrus pyraster (L.) Burgsd. – hruška planá. Ojedinele na vápencových skalách Vápeníka, a na okraji poľnej cesty.

Sorbus aucuparia L. – jarabina vtáčia. Ojedinele v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka nad Demjatou.

Sorbus torminalis (L.) Crantz – jarabina brekyňová. Ojedinele v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

FABACEAE – bôbovité

Anthyllis vulneraria L. – bôľhoj lekársky. Viaže sa na výhrevné často vápenaté, kameňité pôdy. V študovanej oblasti sa vyskytuje hojne v skupine Vápeníka. Do (1977), P
Astragalus glycyphyllos L. – kozinec sladkolistý. Ojedinele na vápenitých stráňach Vápeníka. Do (1977), P

Chamaecytisus ratisbonensis (Schaeffer) Rothm. – zanováť regensburská. Ojedinele na suchých, trávnatých stráňach a krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

Lathyrus vernus (L.) Bernh. – hrachor jarný. Vyskytuje sa hojne v skupine Vápeníka, viazaný predovšetkým na vápenaté pôdy. Do (1977), P

Lathyrus pratensis L. – hrachor lúčny. Roztrúsene na poľnohospodárskych kultúrach celej študovanej oblasti.

Lembotropis nigricans (L.) Griseb. – zanovátník černejúci. Hojne na vyslnených krovinatých stráňach celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Lotus corniculatus L. – ľadenec rožkatý. Hojne na okraji poľnohospodárskych kultúr, lúk a pasienok celej PR. Do (1977), P

Medicago falcata L. – lucerna kosákovitá. Hojne na okraji poľnohospodárskych kultúr a v ochrannom pásme Vápeníka. Do (1977), P

Medicago lupulina L. – lucerna ďateľinová. Hojne na okraji poľnohospodárskych kultúr, lúk a pasienok celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Medicago sativa L. – lucerna siata. Hojne na okraji poľnohospodárskych kultúr, lúk a pasienok. Do (1977), P

Melilotus officinalis (L.) Pall. – komonica lekárska. Viaže sa na vápencové a kameňité pôdy. V študovanej oblasti sa vyskytuje hojne na Heďke, pod Pece a pri lome. Go, UI (1991), P

Ononis arvensis L. – ihlica roľná. Ojedinele len vo východnej časti Vápeníka. Do (1977), P

Robinia pseudoacacia L. – agát biely. Drevina pochádza zo Severnej Ameriky. Vyskytuje sa ojedinele v súvislej vegetácii ochranného pásma nad Demjatou a pri lome. Do (1977), P

Securigera varia (L.) Lassen – ranostajovec pestrý. Hojne na vápenatých a kamenistých pôdach ochranného pásma prírodnej rezervácie. Do (1977), P

Trifolium alpestre L. – ďateľina alpská. Hojne na trávnatých stráňach lúk a pasienok celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Trifolium arvense L. – ďateľina roľná. Hojne na trávnatých stráňach lúk a pasienok celej študovanej oblasti. Do (1977), P

Trifolium flexuosum Jacq. – ďateľina ohnutá. Hojne na trávnatých stráňach Heďky a západných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

Trifolium montanum L. – ďatelina horská. Ojedinele na lúke vedúcej k vápencovému kopčeku č. 3. Do (1977), P

Trifolium pratense L. – ďatelina lúčna. Hojná v celej študovanej oblasti na lúkach a pasienkoch. Do (1977), P

Trifolium repens L. – ďatelina plazivá. Hojne v trávnatých stráňach Heďky a západných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

Vicia cracca L. – vika vtáčia. Hojne v krovinatých stráňach, suchých lúkach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Vicia hirsuta (L.) Gray – vika chlpatá. Hojne v krovinatých stráňach, suchých lúkach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

HYPERICACEAE – ľubovníkovité

Hypericum perforatum L. – ľubovník bodkovaný. Ojedinele na vyslňených a zarastených stráňach suchých lúk Vápeníka a pri lome. Do (1977), P

CISTACEAE – cistovité

Helianthemum nummularium (L.) Mill. – deväťorník peniažtekový. Hojne v krovinatých stráňach a na pasienkoch prírodnej rezervácie. Go, UI (1991), P

TILIACEAE – lipovité

Tilia cordata Mill. – lipa malolistá. Ojedinele v ochrannom pásme pri vstupe do prírodnej rezervácie. Do (1977), P

MALVACEAE – slezovité

Lavatera thuringiaca L. – slezovec durínsky. Ojedinele v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

LINACEAE – ľanovité

Linum catharticum L. – ľan prečisťujúci. Ojedinele na skalnatej pôde Vápeníka. Do (1977), P

Linum flavum L. – ľan žltý. Ojedinele na skalnatej pôde v skupine Vápeníka. Stupeň ohrozenia: LR.nt. Druh z kopca Terba nad Demjatou ho udáva Dostál (1977).

Linum tenuifolium L. – ľan tenkolistý. Hojne v rozsahu skaliek na strane Vápeníka. Má (1948), Do (1975, 1977, 1987), P

GERANIACEAE – pakostovité

Erodium cicutarium (L.) L' Hér. – bocianik rozpukovitý. Hojný v celej študovanej oblasti v okolí lúk, pasienok a krovin Vápeníka. Do (1977), P

POLYGALACEAE – horčinkovité

Polygala amara L. – horčinka horká. Vzácné na suchých lúkach celej študovanej oblasti.

Polygala major Jacq. – horčinka väčšia. Vyskytuje sa hojne predovšetkým na výhrevných vápencových a dolomitových pôdach, ďalej na vyslňených stepných lúkach ochranného pásma prírodnej rezervácie. Do (1977), P

Polygala vulgaris L. – horčinka obyčajná. Hojne pri vstupe do prírodnej rezervácie z obce Demjata a na stepných lúkach v ochrannom pásme. Go, UI (1991), P

CELASTRACEAE – bršlencovité

Euonymus europaeus L. – bršlen európsky. Ojedinele v krovinatom poraste na Vápeníku. Do (1977), P

SANTALACEAE – santalovité

Thesium linophyllum L. – ľanolistník prostredný. Hojne na slnečných, trávnatých

a stepných stráňach skupiny Vápeníka. Go, Ul (1977), P

EUPHORBIACEAE – prýštecovité

Tithymalus cyparissias (L.) Scop. – mliečnik chvojkový. Hojne na vysnlených pasienkoch, krovinách, lúkach a v ochrannom pásme pri vstupe do PR. Do (1977), P

Tithymalus esula (L.) Scop. – mliečnik obyčajný. Hojne na lúkach v skupine Vápeníka, ďalej na Heďke a Pod pece. Do (1977), P

Tithymalus exiguus (L.) Lamk. – mliečnik drobný. Hojne na stepných stráňach Vápeníka a na Heďke. Do (1977), P

Tithymalus helioscopia (L.) Scop. – mliečnik kolovratcový. Hojne na kopci Terba nad Demjatou, ďalej na Heďke a pod Pece. Do (1977), P

THYMELAEACEAE – vrabcovníkovité

Thymelaea passerina (L.) Coss. et Germ. – vrabcovník obyčajný. Ojedinele na poľnohospodárskych kultúrach pri Heďke a pod Pece. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

RHAMNACEAE – rašetliakovité

Rhamnus catharticus L. – rašetliak prečisťujúci. Ojedinele na kamenitých stráňach a krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

ACERACEAE – javorovité

Acer campestre L. – javor poľný. Hojne na vysnlených stráňach Vápeníka a v ochrannom pásme pri vstupe do PR. Do (1977), P

CORNACEAE – drieňovité

Cornus mas L. – drieň obyčajný. Roztrúsene v okolí Demjaty na nasledujúcich lokalitách: viac stromovitých a krovinatých exemplárov na svahoch kopcov smerom k Vápeníku, ojedinele na Heďke a na spásanom kopčeku pri Veľkom Slivníku. Má (1954) Do (1975, 1977, 1987), P

Swida sanguinea (L.) Opiz – svíb krvavý. Hojne na zarastených stráňach, vápenco-vých kopčekov v skupine Vápeníka a pri lome. Do (1977), P

ARALIACEAE – aralkovité

Hedera helix L. – brečtan popínavý. V študovanej oblasti sa vyskytuje ojedinele v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

APIACEAE – mrkvovité

Aethusa cynapium L. – tetucha kozia. Ojedinele v krovinách, pasienkoch v skupine Vápeníka. Do (1977), P

Daucus carota L. – mrkva obyčajná. Hojne na suchých lúkach, pasienkoch v skupine Vápeníka. Go, Ul. (1991), P

Eryngium campestre L. – kotúč poľný. Vyskytuje sa hojne na spásaných úpätiach kopčekov bližšie k Veľkému Slivníku a na juhovýchodných svahoch kopca Heďky. Do (1975, 1977, 1987), P

Falcaria vulgaris Bernh. – kosáček obyčajný. Hojne na suchých trávnatých medziach na východ od Veľkého Slivníka, ďalej na kopčeku Pod pece a na Heďke. Do (1975, 1977), P

Peucedanum cervaria (L.) Cusson – smldník jelení. Ojedinele na vysychavých vápenatých pôdach, juhovýchodných svahoch Heďky. Do (1977), P

Pimpinella saxifraga L. – bedrovník lomikameňový. Hojný na vysnlených vápenco-vých skalách a krovinách celej študovanej oblasti. Go, Ul. (1991), P

Seseli osseum Crantz emed. Simonk. – sezel sivý. Hojne na vápencových stráňach, skalách, lúkach a pasienkoch skupiny Vápeníka. Go, Ul. (1991), P
Torilis japonica (Houtt.) DC. – torica japonská. Ojedinele v nižšie položených krovinnatých stráňach Vápeníka. Do (1977), P

VIOLACEAE – fialkovité

Viola arvensis Murray – fialka roľná. Hojne v krovinnách po obvode skupiny Vápeníka. Do (1977), P
Viola hirta L. – fialka srstnatá. Ojedinele v krovinnách po obvode skupiny Vápeníka. Do (1977), P
Viola mirabilis L. – fialka podivuhodná. Vzácné v ochrannom pásme Vápeníka. Do (1977), P

PRIMULACEAE – prvosienkovité

Anagallis arvensis L. – drchnička roľná. Hojne na poľnohospodárskych kultúrach celej študovanej oblasti. Do (1977), P
Primula veris L. – prvosienka jarná. Vzácné v krovinnách vápencového kopčeka č.3. Do (1977), P

RUBIACEAE – marenovité

Asperula cynanchica L. – marinka psia. Hojne na suchých pasienkoch celej študovanej oblasti. Do (1977), P
Cruciata laevipes Opiz – križiavka chlpatá. Hojne v medziach, priekopách a pasienkoch skupiny Vápeníka. Do (1977), P
Galium aparine L. – lipkavec obyčajný. V študovanej oblasti sa vyskytuje hojne v krovinnách skupiny Vápeníka a Heďky, spolu s druhmi: *Galium mollugo* L. a *Galium verum* L. Do (1977), P
Galium mollugo L. – lipkavec mäkký. Do (1977), P
Galium verum L. – lipkavec syridlový. Do (1977), P
Sherardia arvensis L. – drapuľa roľná. Druh zastúpený hojne na poľnohospodárskych kultúrach. Do (1977), P.

CAPRIFOLIACEAE – zemolezovité

Lonicera xylosteum L. – zemolez obyčajný. Hojne v krovinnách juhovýchodných svahoch Vápeníka a kopca Terba. Do (1977), P
Sambucus nigra L. – baza čierna. Ojedinele na Heďke a pri lome. Do (1977), P

VALERIANACEAE – valeriánovité

Valerianella locusta (L.) Laterr. – valeriánka poľná. Druh hojne zastúpený na suchých lúkach skupiny Vápeníka, Heďky a Pod pece. Do (1977), P

DIPSACACEAE – štetkovité

Dipsacus fullonum L. – štetka lesná. Ojedinele na spásanom kopčeku pri Veľkom Slivníku.
Knautia arvensis (L.) Coulter – chrastavec roľný. Hojne zastúpený v celej študovanej oblasti predovšetkým v týchto lokalitách: kopec Terba, Heďka a Pod pece. Do (1977), P
Scabiosa ochroleuca L. – hlaváč žltkastý. Do (1977), P

OLEACEAE – olivovité

Ligustrum vulgare L. – zob vtáčí. Hojne v krovinnách juhovýchodných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

GENTIANACEAE – horcovité

Centaurium pulchellum (Schwartz) Druce – zemežľč spanilá. Druh zastúpený ojedinele na lúke v ochrannom pásme Pod Pece. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: VU
Gentianopsis ciliata (L.) Ma – pahorec brvitý. Hojne na kopčekoch skupiny Vápeníka a pri lome. Má (1948), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

ASCLEPIADACEAE – glejovkovité

Vincetoxicum hirsutaria Medik – luskáč lekársky. Ojedinele v trávnatých a krovinatých porastoch skupiny Vápeníka. Do (1977), P

CONVOLVULACEAE – pupencovité

Convolvulus arvensis L. – pupenec roľný. Hojne na poľnohospodárskych kultúrach pri Hed'ke, Pod pece a na suchých lúkach skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

CUSCUTACEAE – kukučínovité

Cuscuta epithymum (L.) L. – kukučina dúšková. Hojne na slnečných trávnatých a krovinatých stráňach skupiny Vápeníka. Predstavuje nezelenú cudzopasnú jedno-ročnú až dvojročnú bylinu. Vyskytuje sa na mnohých rastlinách, najmä na maternej dúške. Go, UI (1991), P

BORAGINACEAE – borákovité

Anchusa officinalis L. – smohla lekárka. V študovanej oblasti sa vyskytuje hojne na pasienkoch a v krovinatých stráňach študovanej oblasti. Do (1977), P

Cerinthe minor L. – voskovka menšia. Ojedinele v krovinatých medziach na Hed'ke. Do (1977), P

Cynoglossum officinale L. – psojazyk lekársky. Hojne v krovinatých stráňach, pasienkoch Vápeníka. Do (1977), P

Echium russicum J. F. Gmel. – hadinec červený. Rastie len na jednom mieste na južnom svahu kopčeka Pod pece. Go, UI (1991), P. Stupeň ohrozenia: EN

Echium vulgare L. – hadinec obyčajný. Hojne v celom študovanom území na lúkach, pasienkoch, ďalej na okraji poľnohospodárskych kultúr a pri lome. Do (1977), P

Lappula squarrosa (Retz.) Dumort. – lopúšik nezábudkový. Hojne na pasienkoch, lúkach v skupine Vápeníka. Do (1977), P

Lithospermum arvense L. – kamienka roľná. Ojedinele v krovinatých porastoch juhovýchodných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

Myosotis arvensis (L.) Hill – nezábudka roľná. Hojne v krovinatých stráňach a poľnohospodárskych kultúrach študovanej oblasti. Do (1977), P

Pulmonaria mollis Wulfen ex Hornem. – pľúcnik mäkký. Roztrúsene na Hed'ke, ďalej na západných svahoch kopca pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P

Pulmonaria officinalis L. – pľúcnik lekársky. Roztrúsene na Hed'ke a pri lome. Go, UI (1991), P

Symphytum officinale L. – kostihoj lekársky. Ojedinele na poľnohospodárskych kultúrach, popri priekope pozdĺž prírodnej rezervácie.

LAMIACEAE – hluchavkovité

Acinos arvensis (Lam.) Dandy – dušovka roľná. Hojne v krovinatých stráňach Vápeníka, z ďalších nálezísk sa vyskytuje na Hed'ke a Pod pece. Do (1977), P

Ajuga genevensis L. – zbehovcec ženevský. Ojedinele na suchej lúke pri vstupe do PR a v krovinatých stráňach Vápeníka. Do (1977), P

Ajuga reptans L. – zbehovcec plazivý. Ojedinele pri vstupe do PR. Go, UI (1991), P

Ballota nigra L. – balota čierna. Ojedinele na suchej lúke Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

Betonica officinalis L. – betonika lekárska. Hojne v medziach poľnohospodárskych kultúr Hed'ky a Pod pece.

Glechoma hederacea L. – zádušník brečtanovitý. Druh sa v študovanej oblasti vyskytuje hojne, prevažne v krovinatých stráňach a lúkach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Glechoma hirsuta Waldst et Kit. – zádušník chlpatý. Hojne v krovinatých stráňach a lúkach Vápeníka.

Lamium album L. – hluchavka biela. Ojedinele pri medziach vápencového kopček č. 3 pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P

Lamium amplexicaule L. – hluchavka objímavá. Ojedinele na strmých úbočiach vápencového kopčeka, č. 3. Do (1977), P

Lamium purpureum L. – hluchavka purpurová. Ojedinele pri Hed'ke na humózných pôdach. Do (1977), P

Mentha arvensis L. – mäta roľná. Ojedinele na pasienkoch a lúkach blízko Hed'ky a Pod pece. Do (1977), P

Nepeta cataria L. – kocúrník obyčajný. Ojedinele popri ceste a v okrajových častiach ochranného pásma Vápeníka.

Origanum vulgare L. – pamajorán obyčajný. Hojne na kamenistých stráňach v skupine Vápeníka. Go, Ul (1991), P

Prunella grandiflora (L.) Scholler – čiernohlávk veľkokvetý. Ojedinele na kopčeku Pod pece. Do (1977), P

Prunella vulgaris L. – čiernohlávk obyčajný. Ojedinele v krovinatých stráňach južných svahoch Vápeníka. Go, Ul (1977), P

Salvia pratensis L. – šalvia lúčna. Hojne na suchých stráňach lúk a pasienok Vápeníka. Do (1977), P

Salvia verticillata L. – šalvia praslenatá. Hojne na kamenistých stráňach, suchých lúkach a vápencových skalách skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Stachys annua (L.) L. – čistec ročný. Hojne v krovinatých stráňach lúk a pasienok vápencových kopčekov Vápeníka. Do (1977), P

Stachys germanica L. – čistec nemecký. Ojedinele na skalnatých pôdach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Stachys recta L. – čistec rovný. Druh sa vyskytuje hojne v celej študovanej oblasti najmä na suchých lúkach a krovinatých stráňach Vápeníka. Do (1977), P

Teucrium chamaedrys L. – hrdobarka obyčajná. Hojne na vysušených skalách Vápeníka. Do (1977), P

Thymus pannonicus All. – dúška panónska. Ojedinele na hrebni Vápeníka, ďalej na Hed'ke. Go, Ul (1991), P

Thymus pulegioides L. – dúška vajcovitá. Ojedinele na hrebni Vápeníka a pri Hed'ke. Go, Ul (1991), P

Thymus serpyllum L. em. Mill – dúška materina. Hojne na hrebni v skupine Vápeníka, Hed'ky a Pod pece. Do (1977), P

SCROPHULARIACEAE – krtičníkovité

Kickxia elatine (L.) Dumort – oštepovka obyčajná. Druh uvádzaný Dostálom sa nám

nepodarilo overiť. Do (1977), N. Stupeň ohrozenia: LR:nt
Kickxia spuria (L.) Dumort. – oštepovka pochybná. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N. Stupeň ohrozenia: VU
Linaria vulgaris Mill – pyštek obyčajný. Roztrúsene na strmých úbočiach vápencových skál Vápeníka, ďalej pri ceste vedúcej do susednej obce Veľký Slivník. Do (1977), P
Melampyrum arvense L. – čermeľ roľný. Hojne na slnečných lúkach skupiny Vápeníka. Do (1977), P
Melampyrum cristatum L. – čermeľ hrebenitý. Ojedinele v krovinatých stráňach skupiny Vápeníka. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt
Verbascum densiflorum Bertol. – divozel veľkokvetý. Ojedinele na vápencových skalách Vápeníka č. 2 a pri lome. Do (1977), P
Verbascum phlomoides L. – divozel sáповitý. Ojedinele na vylnených krovinatých stráňach Vápeníka č. 2. Do (1977), P
Veronica hederifolia L. – veronika brečtanolistá. Hojne na poľnohospodárskych kultúrach z ďalších nálezísk pri Heďke a Pod pece. Do (1977), P
Veronica chamaedrys L. – veronika obyčajná. Druh sa v študovanej oblasti vyskytuje hojne na poľnohospodárskych kultúrach. Do (1977), P
Veronica teucrium L. – veronika hrdobarkovitá. Hojne v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

OROBANCHACEAE – zárazovité

Orobanche alba Stephan ex. Willd. – záraza biela. Ojedinele na vyslnených vápencových svahoch skupiny Vápeníka. Do (1977), P
Orobanche lutea Baumg. – záraza žltá. Vzácne na kopčekoch skupiny Vápeníka. Go, Ul (1991), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

PLANTAGINACEAE – skorocelovité

Plantago lanceolata L. – skorocel kopijovitý. Druh sa v študovanej oblasti vyskytuje hojne predovšetkým v týchto lokalitách: krovinaté stráne skupiny Vápeníka, Heďka a Pod pece. Go, Ul (1991), P
Plantago major L. – skorocel väčší. Hojne na lúkach, pasienkoch v ochrannom pásme Vápeníka. Go, Ul (1991), P
Plantago media L. – skorocel prostredný. Roztrúsene na poľnohospodárskych kultúrach. Go, Ul (1991), P

CAMPANULACEAE – zvončekovité

Campanula glomerata L. – zvonček kľbkatý. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N
Campanula persicifolia L. – zvonček broskyňolistý. Ojedinele na vápencových skalách a krovinách skupiny Vápeníka. Do(1977), P
Campanula rapunculoides L. – zvonček repkovitý. Vzácne na zarastených vápencových skalách. Do (1977), P.

ASTERACEAE – astrovité

Acosta rhenana (Boreau) Soják – navádzka porýnska. Druh sa v študovanej oblasti vyskytuje hojne na vápencových stráňach, skalách a pri lome. Go, Ul (1991), P
Achillea millefolium L. – rebríček obyčajný. Vyskytuje sa hojne na poľnohospodárskych kultúrach pri Heďke a Pod pece. Do (1977), P

Artemisia absinthium L. – palina pravá. Roztrúsene na strmých vápencových úbočiach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Artemisia vulgaris L. – palina obyčajná. Hojne na strmých vápencových úbočiach skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

Aster amelloides Besser – astra spišská. Roztrúsene na severozápadných svahoch Heďky, ďalej pri lome a vzácne na skalách Vápeníka. Má (1948), Do (1975, 1977, 1987), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

Bellis perennis L. – sedmokráska obyčajná. Hojne na lúkach a pasienkoch skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

Carduus acanthoides L. – bodliak trnitý. Roztrúsene na strmých úbočiach údolia Vápeníka. Do (1977), P

Carlina acaulis L. – krasovlas bezbyľový. Vzácne na hrebeni Vápeníka č. 3 pri Veľkom Slivníku. Go, UI (1991), P

Carlina vulgaris L. – krasovlas obyčajný. Hojne v krovinatých stráňach skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

Cirsium arvense (L.) Scop. – pichliač roľný. Hojne na poľnohospodárskych kultúrach pri Heďke, Pod pece, ďalej na lúkach a pasienkoch v skupine Vápeníka. Go, UI (1991), P

Cirsium eriophorum (L.) Scop. – pichliač bielo hlavý. Roztrúsene na vysnlených stráňach, a krovinách skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

Cirsium vulgare (Savi) Ten. – pichliač obyčajný. Hojne na poľnohospodárskych kultúrach celej študovanej oblasti. Go, UI (1991), P

Cyanus segetum Hill – navádza poľná. Roztrúsene v krovinatých stráňach skupiny Vápeníka nad Demjatou. Go, UI (1991), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

Erigeron acris L. – turica ostrá. Vzácne na strmých úbočiach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Inula britannica L. – oman britský. Vzácne na stepných stráňach Heďky. Do (1977), P

Inula ensifolia L. – oman mečolistý. Vzácne na stepných kamenistých stráňach Vápeníka nad Demjatou a pri Heďke. Do (1977), P

Inula salicina L. – oman vřbolistý. Vzácne v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka. Do (1977), P

Jacea pratensis Lamk. – nevädzovec lúčny. Hojne na lúkach a pasienkoch pri vchode od PR. Go, UI (1991), P

Leucanthemum vulgare Lam. – margaréta biela. Hojne na stepných stráňach skupiny Vápeníka, Heďky a Pod pece. Go, UI (1991), P

Onopordum acanthium L. – ostropes obyčajný. Roztrúsene na pasienkoch pri Heďke a pri lome. Do (1977), P

Senecio jacobaea L. – starček Jakubov. Hojne v trávnatých a krovinatých porastoch, vápencových skál skupiny Vápeníka a pri lome. Do (1977), P

Tanacetum vulgare L. – vrtič obyčajný. Ojedinele pri lome a na vápencových stráňach Vápeníka.

Tussilago farfara L. – podbeľ liečivý. Hojne v ochrannom pásme Vápeníka západne od Demjaty. Do (1977), P

CICHORIACEAE – čakankovité

Cichorium intybus L. – čakanka obyčajná. Roztrúsene na stepných stráňach Vápeníka. Go, UI (1991), P

Lactuca serriola L. – šalát kompasový. Roztrúsene vo svetlých krovinách a slnečných svahoch Hed'ky. Do (1977), P

Leontodon autumnalis L. – púpavec jesenný. Ojedinele na pasienkoch pri Hed'ke. Go, UI (1991), P

Picris hieracioides L. – horčík jastrabinkovitý. Hojne na suchých lúkach, pasienkoch skupiny Vápeníka a Hed'ky. Do (1977), P

Pilosella bauhini (F. W. Schultz ex Besser) Arv.-Touv. – chlpaník Bauhinov. Hojne na vyslneňných trávnatých stráňach Vápeníka, Hed'ky a Pod pece. Do (1977), P

Pilosella officinarum F. W. Schultz et Sch. Bip. – chlpaník obyčajný. Ojedinele na vápencových skalách Vápeníka. Do (1977), P

Taraxacum officinale auct. non Weber – púpava lekárska. Roztrúsene na poľnohospodárskych kultúrach pri Hed'ke a v ochrannom pásme Vápeníka. Do (1977), P

Tragopogon orientalis L. – kozobrada východná. Roztrúsene v krovinách juhovýchodných svahoch Vápeníka. Go, UI (1991), P

LILIACEAE – ľaliovité

Allium scorodoprasum L. – cesnak orešcový. Vzácné na vápencovom kopčeku č. 3 pri Veľkom Slivníku. Do (1977), P

Asparagus officinalis L. – asparágus lekársky. Ojedinele v krovinách na juhovýchodných svahoch Vápeníka nad Demjatou, ďalej na hrebeni Hed'ky. Do (1977), P

Convallaria majalis L. – konvalinka voňavá. Ojedinele v krovinách Vápeníka. Do (1977), P. Stupeň ohrozenia: LR:nt

Gagea lutea (L.) Ker Gawl. – krivec žltý. Roztrúsene na trávnatých stráňach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Gagea pratensis (Pers.) Dumort. – krivec lúčny. Ojedinele na lúke pri Hed'ke. Do (1977), P

Leopoldia comosa (L.) Parl. – leopoldia chochlátá. Vzácné na suchej lúke vápencového kopčka č. 3. Go, UI (1991), P

Scilla bifolia L. – scilla dvojlistá. Ojedinele v krovinách Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

CYPERACEAE – šachorovité

Podčľaď: CARICOIDEAE

Carex caryophyllea Latourr. – ostrica klinčeková. Druh sa v študovanej oblasti vyskytuje hojne na trávnatých a vápencových stráňach skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Carex digitata L. – ostrica prstnatá. Roztrúsene v krovinatých porastoch Vápeníka nad Demjatou. Do (1977), P

Carex flacca Schreb. – ostrica sivá. Roztrúsene v krovinách skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Carex michelii Host – ostrica Micheliho. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N

Carex montana L. – ostrica horská. Druh uvádzaný Dostálom sa nám nepodarilo overiť. Do (1977), N

Carex tomentosa L. – ostrica plstnatá. Roztrúsene v krovinách skupiny Vápeníka. Go, UI (1991), P

POACEAE – lipnicovité

Apera spica-venti (L.) P. Beauv. – metlička obyčajná. Hojne v krovinatých stráňach a poľnohospodárskych kultúrach lúk a pasienok.

Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl – ovsík obyčajný. Hojne na trávnatých stráňach skupiny Vápeníka a Hed'ky. Do (1977), P

Brachypodium pinnatum (L.) P. Beauv. – mrvica peristá. Hojne na strmých úbočiach a krovinatých stráňach Vápeníka. Do (1977, 1978), P

Briza media L. – traslica prostredná. Vzácné na lúke pri Hed'ke. Go, UI (1991), P

Dactylis glomerata L. – reznáčka laločnatá. Zastúpená hojne na poľnohospodárskych kultúrach študovanej oblasti. Go, UI (1991), P

Elytrigia intermedia (Host) Nevski – pýr sivý. Hojne v krovinatých stráňach lúk a pasienok študovanej oblasti. Do (1977), P

Elytrigia repens (L.) Desv. – pýr plazivý. Hojne na hrebeni Vápeníka, ďalej na poľnohospodárskych kultúrach lúk a pasienok. Go, UI (1991), P

Festuca rubra L. – kostrava červená. Hojne na lúkach a pasienkoch pri Hed'ke a Pod pece. Do (1977), P

Festuca rupicola Heuff. – kostrava žliabkatá. Roztrúsene na vápencových skalách skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Koeleria macrantha (Ledeb.) Schult. – ometlina štíhla. Roztrúsene na stepných stráňach, krovinách a skalách skupiny Vápeníka. Do (1977), P

Phleum phleoides (L.) H. Karst. – timotejka tuhá. Hojne na vápencových skalách, sutinách a krovinách celej študovanej oblasti. Go, UI (1991), P

Poa angustifolia L. – lipnica úzkolistá. Hojne na suchých lúkach a krovinatých stráňach celej PR. Do (1977), P

Poa compressa L. – lipnica stlačená. Hojne na vyslnených stráňach vápencových skál skupiny Vápeníka. Do (1977), P.

ZÁVER

V práci sú zhrnuté výsledky botanického prieskumu PR DK. Floristická štúdia vznikla na základe vlastných terénnych prieskumov i pozorovaní (floristický prieskum sme uskutočnili v priebehu vegetačného obdobia roka 2009 na piatich lokalitách PR DK o rozlohe 8,68 ha) a štúdia odbornej literatúry. Štúdia zahŕňa zistenie druhového zastúpenia cievnatých rastlín v študovanom území v roku 2009 a porovnáva zistené údaje so staršími literárnymi prameňmi z obdobia rokov 1972 – 1974 a 1991.

PR DK predstavuje významnú lokalitu teplomilného rastlinstva, v ktorej platí piaty stupeň ochrany. Terénnym prieskumom v priebehu vegetačného obdobia roka 2009 v študovanom území sme zaznamenali 250 druhov cievnatých rastlín, z ktorých 4 druhy sú zákonom chránené a 17 druhov patrí do niektorej z kategórií ohrozenosti.

V porovnaní so staršími literárnymi prameňmi sme doplnili prehľad údajov o nami zaznamenaných 22 taxónoch, z toho 20 taxónoch, výskyt ktorých v študovanom území doposiaľ nebol publikovaný (*Anemone nemorosa* L., *Apera spica-venti* (L.) Beauv., *Betonica officinalis* L., *Cerasus avium* (L.) Moench., *Dipsacus fullonum* L., *Fragaria moschata* (Duchesne) Weston, *Glechoma hederacea* L., *Chenopodium album* L., *Lathyrus pratensis* L., *Nepeta cataria* L., *Polygala amara* L., *Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd., *Ranunculus repens* L., *Rosa pimpinellifolia* L., *Sedum rupestre* L., *Sorbus*

aucuparia L., *Spergula arvensis* L., *Symphytum officinale* L., *Tanacetum vulgare* L., *Urtica dioica* L.) a 2 taxónov, výskyt ktorých v minulosti inými autormi publikovaný bol z Demjaty a jej okolia: *Linum flavum* L. (DOSTÁL, 1977) a *Neslia paniculata* L. Desv. (MRÁZ, 2002).

V študovanom území sa nám nepodarilo overiť výskyt 10 rastlinných taxónov (*Arabis glabra* (L.) Bernh., *Campanula glomerata* L., *Carex montana* L., *Carex michelii* Host, *Cotoneaster integerrimus* Med., *Erucastrum nasturtiifolium* (Poir.) O. E. Schulz, *Potentilla inclinata* Vill.), z ktorých tri patria medzi ohrozené (zraniteľné druhy: *Erysimum repandum* L. a *Kickxia spuria* (L.) Dumort., menej ohrozený druh: *Kickxia elatine* (L.) Dumort.). Dôvody môžu byť nasledovné:

- druh z územia pravdepodobne vymizol, naposledy bol zaznamenaný pred viac než 37 rokmi;
- druh mohol byť v priebehu doby štúdia prehliadnutý.

Najvýznamnejším taxónom PR je *Echium russicum* J. F. Gem., druh národného a európskeho významu, ktorý má na území PR DK v rámci územia Slovenska najsevernejšiu lokalitu svojho výskytu. V študovanom území sme okrem neho zaznamenali ďalšie rastlinné druhy považované za druhy národného významu: *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce, *Pulsatilla grandis* Wender. (druh aj európskeho významu), *Thalictrum simplex* L.

Za botanicky najzaujímavejšie lokality možno označiť krovinaté stráne a porasty skupiny Vápeníka, Hed'ky a Pod pece, ktoré sú zaujímavé z hľadiska výskytu taxónov: *Anemone sylvestris* L., *Aster amellodites* Besser, *Echium russicum* J. F. Gmel., *Gentianopsis ciliata* L., *Orobanche lutea* Baumg., *Pulsatilla grandis* Wender., *Thalictrum simplex* L.

Študované územie PR DK je čo do flóry druhovo bohaté a pestré, prevládajú v ňom druhy hojne rozšírené, ktoré sú charakteristické pre nie príliš výživný substrát bradlového pásma.

Z negatívnych javov sme v blízkom okolí PR DK zaznamenali ošetrovanie poľnohospodárskych kultúr, najmä v jej blízkosti pestovaných obilnín. Krajina je v súčasnej dobe značne narušená negatívnymi antropogénnymi zásahmi počnúc od zakladania ohnísk, cez devastáciu chráneného územia motorkármí. V záujme zachovania botanických hodnôt územia bude potrebné negatívne javy vyskytujúce sa v študovanom území riešiť.

Floristickému prieskumu územia PR DK budeme venovať našu pozornosť naďalej s cieľom aktualizovať výsledky uvedené v tejto štúdii po časovom odstupe.

LITERATÚRA

- BERTO VÁ, L. – BERTA, J., 1993. *Echium*. In: BERTO VÁ, L., GOLIAŠOVÁ, K. (eds.), 1993. Flóra Slovenska V/1. Bratislava: Veda, s. 53. ISBN 80-224-0349-0.
- DOSTÁL, J. – ČERVENKA, M., 1991. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín I. Bratislava: SPN. ISBN 80-08-00273-5.
- DOSTÁL, J. – ČERVENKA, M., 1992. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín II. Bratislava: SPN. 1567 s. ISBN 80-08-00003-1.
- DOSTÁL, L., 1974. Poznámky k výskytu *Pulsatilla grandis* Wend. na východnom Slovensku. Biológia, 29: 590.

- DOSTÁL, Ľ., 1975. Príspevok k floristickému výskumu východného Slovenska. Ms. (Rigor. práca depon. in Kat. botaniky, PF UK Bratislava), 197 s.
- DOSTÁL, Ľ., 1977. Floristické poznámky o vegetácii vápencových kopčekov pri Demjate. Zborník Východoslov. Múz. Košice. Prírodné vedy, 18: 143-150.
- DOSTÁL, Ľ., 1987. Štátom chránené územia okresu Prešov. In: PALÁŠTHY, J., DOSTÁL, Ľ., CIBUEKOVÁ, Ľ., 1987. Príroda okresu Prešov a jej ochrana. Košice: Východoslovenské vydavateľstvo n. p. Košice, s. 94 – 95.
- FERÁKOVÁ, V. – MAGLOCKÝ, Š. – MARHOLD, K., 2001. Červený zoznam papraďoras-tov a semenných rastlín (december 2001). In: BALÁŽ, D., MARHOLD, K., URBAN, P. (eds.), 2001. Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska, Ochr. Prír. 20 (Sup-pl.): 44 – 77. ISBN 80-89035-05-1.
- FUTÁK, J., 1982. *Pulsatilla* Mil. In: FUTÁK, J., BERTOVÁ, L. (eds.), 1982. Flóra Sloven-ska III. Bratislava: Veda, s. 122.
- GOJDIČOVÁ, E., 2010. *Echium russicum* J. F. Gmelin. [on line]. [cit. 2010-04-21]. Do-stupné na:
<<http://www.sopsr.sk/index.php?page=infoservis/biota/rastliny/echrus>>
- GOJDIČOVÁ, E. – ULICHÁ, V., 1991. Botanický inventarizačný výskum. Chránené nále-zisko Demjatské kopce. Ms. (Depon. in ŠOP SR, RCOP v Prešove), 13 s.
- GRULICH, V. – PROCHÁZKA, F., 1999. *Echium russicum* J. F. Gmelin. In: ČEŘOVSKÝ, J., FERÁKOVÁ, V., HOLUB, J., MAGLOCKÝ, Š., PROCHÁZKA, F., 1999. Červená kniha ohro-zených a vzácných druhov rastlín a živočíchov SR a ČR. Vol. 5. Vyššie rastliny. Bratislava: Príroda, s. 144. ISBN 80-07-01084-X.
- KREJČA, J., 1993. Veľká kniha rastlín, hornín, minerálov a skamenelín. Bratislava: Príroda, 393 s. ISBN 80-07-00583-8.
- MÁJOVSKÝ, J., 1948. Niekoľko floristických údajov z východného Slovenska. Čs. bot. Listy, 1: 35 – 37.
- MÁJOVSKÝ, J., 1954. Geobotanické pomery Kapušianskych kopcov (okres Prešov). Biológia, Bratislava, 9: 144 – 165.
- MARHOLD, K. – HINDÁK, Š. (eds.), 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Sloven-ska (Checklist of non-vascular and vascular plants of Slovakia). Bratislava: Veda, s. 333 – 687. ISBN 80-224-0526-4.
- MRÁZ, P., 2002. *Neslia* Desv. In: GOLIAŠOVÁ, K., ŠÍPOŠOVÁ, H. (eds.), 2002. Flóra Slo-venska V/4. Bratislava: Veda, s. 588.
- POLÁK, P. – SAXA, A., (eds.), 2005. Priaznivý stav biotopov a druhov európskeho vý-znamu. Banská Bystrica: ŠOP SR, 736 s. ISBN 80-89035-33-7.
- VESTNÍK ministerstva životného prostredia SR, 2004: XII, s. 170. ISSN 1335-1567.
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 17/2003 Z.z., ktorou sa ustanovujú národné prírodné rezer-vácie a uverejňuje zoznam prírodných rezervácií v znení vyhlášky MŽP SR č. 420/2003 Z.z.
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny, v znení vyhlášky č. 492/2006 Z. z. a 638/2007 Z. z.
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 579/2008 Z. z., ktorou sa mení vyhláška Ministerstva život-ného prostredia Slovenskej republiky č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov

POĎAKOVANIE

Autorky ďakujú RNDr. Eme Gojdičovej za cenné rady a pripomienky.

**ZMENA KVALITY VÔD V POSLEDNÝCH DVOCH DEKÁDACH V POVODIACH
TOPLA A ONDAVY A PROBLÉMY SÚVISIACE ZO ZÁSOBOVANÍM PITNOU VODOU
A KANALIZÁCIOU**

**THE CHANGES QUALITY OF WATER IN LAST TWO DECADES IN WATER BASINS
OF TOPLA AND ONDAVA AND PROBLEMS CONNECTED WITH WATER SUPPLY
BY DRINKING WATER AND SEWERAGE**

Jozef TEREK¹ – Milan NOVOSAD²

ABSTRACT

In last two decencies the waste water decrease approximately about one quarter. It is a consequence of liquidation industrial, big places agricultural factories and introducing new technologies and biological cleaning factories of water. The public sewerages decreased the waste water since 1990 only about 10%, and the number of the balance estuaries water rose. The deficit of water for a public water supply still insist (cca 430 – 600 l^l.s⁻¹ for year 2015).

Compared to the other region of Slovakia, the Prešov self governing region contains a low number of adequate groundwater sources. The discovered capacity of groundwater reserves in the Prešov region is about 3000 litres per second. At present surface waters account for almost 50% of the total capacity of used drinking water sources, with 10 - 20% of consumption covered by direct intakes from flows and 30 - 40% from water supply reservoirs. Cover the emerging water deficit in public supply (estimated at between 430-and 600 l.s⁻¹ in 2015) by construction the high-capacity reservoir.

In Prešov self governing region, the share of the pollution connected to a public water supply system is the lowest in Slovakia –77,1 %, Vranov nad Topľou district – 50,0%. There is symmetry – a lower share of the populations connected to a public water supply, means higher share of the population using individual water sources (23 %).

KEYWORDS

Drinking waters, groundwater and surface water quality, physical and chemical properties

- 1 *prof. RNDr. Jozef Terek, PhD., Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40*
- 2 *Milan Novosad, Slovenský vodohospodársky podnik, š.p. Banská Štiavnica, OZ Povodie Bodrogu a Hornádu, 040 00 Košice*

Úvod

Problematika kvality vôd bola predmetom zvýšeného záujmu štátnych orgánov aj v povojnovom období. V r. 1945 bolo vládou uložené vypracovať Štátny vodohospodársky plán ako základnú smernicu pre riadenie vodného hospodárstva. Budovanie priemyselných podnikov, zakladanie veľkoplošných poľnohospodárskych podnikov a následne znečistenie vôd nadobudlo takú mieru, že voda v niektorých tokov bola nevhodná pre potreby spoločnosti. Povodie Tople aj Ondavy patrí medzi tie povodia, ktorým bola venovaná pozornosť aj v minulosti, napr. založením Vodného družstva na Ondave (HANUŠIN, 1949). Už v prvom Štátnom vodohospodárskom pláne sa konštatuje, že stav čistoty vody v Topli a Ondave je podľa vtedajších kritérií, ale aj v porovnávaní s dnešným spôsobom klasifikácie čistoty povrchových vôd pomerne priaznivý. Obidva toky sa zaraďujú prevážne do I. – II. triedy čistoty, iba ojedinele dosahujú parametre vtedajšej III. triedy, napr. pre BSK₅ vymedzovala prístupný obsah v priemere do 3 mg.l⁻¹, maximálne do 5,0 mg.l⁻¹ O₂ (ANONYMUS, 1956). V podstatnej zmene kvality vôd dochádza uvedením do prevádzky sulfátovej celulózky v Hencovciach, v dôsledku ktorej z Ondavy pod Hencovcami sa stáva odpadový kanál (ANTONIČ, 1960). K výraznému zlepšeniu kvality vody nedošlo ani vplyvom zlepšenia prietokov v rieke Ondava akumuláčnou nádržou Domaša v r. 1964.

Hospodárske pomery povodia Ondavy a Tople určuje priemyselná a poľnohospodárska výroba, ale aj hustota osídlenia. Povodie patrí na východnom Slovensku k menej priemyselným oblastiam, čo pramení predovšetkým zo slabej surovínovej základne pre rozvoj priemyslu. Problematika zdrojov znečistenia je kľúčovou oblasťou riešenia znečistenia povrchových i podzemných vôd. Bodové znečistenie má výrazný rozhodujúci podiel na znečistení hlavne povrchových vôd. Ich vplyv sa dominantným spôsobom prejavuje v príslušných recipientoch, najmä pri nízkych prietokoch vody. Tieto pomery sú zvlášť dôležité v reáliách východoslovenských povodí, hlavne v horných úsekoch tokov, na ktorých aj relatívne malé množstva znečistenia vypúšťaného u bodových zdrojov znečistenia s ohľadom na minimálne hodnoty prietokov môže výrazne zhoršovať kvalitu povrchových vôd. V týchto pramenných oblastiach predstavujú zdroj vody pre skupinové a hromadné zásobovanie pitnou vodou a podľa toho zvýšenej ochrane v rámci pásiem hygienickej ochrany. Nízke hodnoty prietokov v recipientoch sú spravidla rozhodujúcim limitujúcim faktorom pre možnosť príjmu úbytkového znečistenia aj z takých bodových zdrojov znečistenia, ktoré vypúšťajú odpadové vody po základnom čistení na úrovni emisných limitov v zmysle nariadenia vlády SR č. 242/1999 Z.z. Nezriedka ani dodržanie emisných limitov nezabezpečuje súlad s imisnými limitmi v recipientoch pre kategóriu vodárenských tokov (NOVOSAD a kol., 2000).

Bukové drevo je najdôležitejšou surovinou, ktorá podmienila výstavbu relatívne veľkej celulózky Bukóza v Hencovciach v r.1955 a ktorá bola výrazne najväčším producentom organického znečistenia vo východoslovenskom kraji, znemožňovala využívanie vody v Ondave pod Hencovcami aj pre účely zavlažovania. V súčasnosti Bukocel Hencovce spracováva drevnú hmotu a vyrába bielenú sulfátovú buničinu – papierenskú a viskózovú a naďalej patrí medzi najväčších znečisťovateľov vody v povodí. Chemko Strážske (vybudované v roku 1956) produkuje odpadové vody

pretekajúce cez odkalisko Poša, ktoré vyúsťuje do Ondavy. Odpadové vody majú široké spektrum špecifických kontaminantov.

Priemyselné závody slaboprúdej elektrotechniky Tesla Stropkov a závody na výrobu obuvi v Bardejove sa na znečistení výrazne nepodieľajú. Výrazný podiel predstavuje komunálne znečistenie napriek skutočnosti, že sú už vybudované veľkokapacitné ČOV (Bardejov, Stropkov, Svidník, Giraltovec, Hanušovce nad Topľou, Bystré, Hlinné, Vranov nad Topľou, Sečovce, Trebišov mesto, Trebišov (Potravínarský kombinát: Deva, Droždiareň, Cukrovar od r. 1999 nie je v prevádzke). Poľnohospodárska výroba, s prevahou intenzívnej rastlinnej výroby, je rozvinutá hlavne v južnej časti povodia, t.j. v severnej časti Potiskej nížiny a v stredných oblastiach v údoliach riek. Pôvodne rozvinuté poľnohospodárstvo podnietilo vzrast potravinárskeho priemyslu, z ktorého okrem potravinárskeho kombinátu a konzervárenského závodu v Trebišove sú menšie závody a prevádzky lokalizované v každom okresnom meste povodia Ondavy a Tople. V severných oblastiach horných úsekov tokov s menej kvalitnou pôdou, kde prevládajú trvalé trávne porasty a dominuje živočíšna výroba. Agrotechnické zásahy, ktoré boli uskutočňované v rámci intenzifikácie poľnohospodárskej výroby ovplyvňovali rozhodujúcou mierou kvantitatívnu bilanciu vody vzrastom ďalších požiadaviek na odber vody v povodí, ale aj na kvalitatívne zloženie vypúšťaním odpadových vôd z poľnohospodárskych objektov a splaškov z poľnohospodárskych kultúr (NOVOSAD a kol., 2000).

MATERIÁL A METODY

Charakteristika skúmaného územia

Povodie Ondavy a Tople sa rozprestiera na ploche 3382,4 km², čo predstavuje 7,03 % plochy celého Slovenska. Zasahuje územie okresov Bardejov, Svidník, Vranov, Trebišov a okrajovo Michalovce a Prešov.

Celú záujmovú oblasť z hľadiska geologického možno rozdeliť na celky: zemplínsky paleozoický ostrov, humenské mezozoické pohorie, bradlové pásmo, flyšové pásmo, prešovsko-tokajské vulkanické pohorie a neogénna Potiská kotlina.

Zemplínsky paleozoický ostrov sa rozprestiera v dolnej časti povodia. Hlbší podklad tvoria kryštalické bridlice, na ktorých spočíva karbón. Ku karbónu patria sludnaté bridlice, pieskovce a grafické bridlice. K vrchnému karbónu až permu patria zelené až červené sludnaté bridlice a červené konglomeráty. Na komplexoch permu ležia červené ílovité bridlice a pieskovce s vložkami kremencov, patriace k triasu. K spodnému triasu sa rátať aj šedivé vápence, ktorá niekedy prechádzajú v dolomitické vápence.

Humenské mezozoické pohorie sa nachádza na pravom brehu Ondavy pri obci Podčičva. Podklad tvoria súvrstvia, ktoré patria k spodnej jure. Vyššie oddiely patria k spodnej kriede.

Bradlové pásmo sa rozprestiera v povodí Tople juhovýchodne od Skrabského. Územie je tvorené bradlovým pásmom, ktoré je zložené z karbonátových hornín (mezozoické vápence) v susedstve, ktorých sa nachádzajú paleogénne sedimenty (bridlice a pieskovce).

Flyšové pásmo zahŕňa v Povodí Tople a Ondavy vrchovinu a časť Čerhovskej vrchoviny, ktoré patria do rozsiahlej oblasti karpatského flyšu. Celé flyšové územie je hornatého rázu, s nie príliš vysokými horskými chrbtami, medzi ktorými sú zarezané údolia. Pretože flyšové súvrstvia veľmi ľahko podliehajú zvetrávaniu, na príkrejších svahoch je mnoho svahových sutín a na miernejších svahoch je pomerne hrubá prikrývka hlien. Údolia sú vyplnené riečnymi aluviálnymi náplavami prevážne flyšového zloženia.

Prešovsko-tokajské vulkanické pohorie zaberá juhozápadnú časť povodia Tople a Ondavy. Začína pri Pavlovciach a pokračuje po rozvodnici až po slovensko-maďarské hranice. Severnú časť vrchov tvoria vulkanické horniny andezitovej formácie, strednú časť pyrocén-andezit, ryolit, amfibol-andezit a južnú časť ryolit, pyrocén-andezit, ortoklas-ryolit a ich tufy a aglomeráty. V nižších polohách a dolinách sa nachádzajú štvrtohorné sedimenty, ktoré tvoria štrky a piesky, náplavy riečnych kužeľov, svahové hliny a spraše.

Potiská kotlina je súčasťou veľkej vnútrokarpatskej panvy, ktorá zasahuje hlboko aj do dolín Tople a Ondavy. Dunajská pánev a k nej patriaci výbežok Potiská kotliny vznikli hlbokými prehybmi zemskej kôry v neogéne. Takto vzniknuté neogénne more tu usadilo svoje sedimenty, predovšetkým neogénne vápence, íly, piesky a pieskovce (BAŇACKÝ a kol., 1989).

Vodárenské zdroje v severnej časti povodia sú relatívne obmedzené vzhľadom na to, že územie je budované sedimentmi neogénu a neovulkanitmi a majú malé plošné rozšírenie. Kvartérne sedimenty predstavujú ekonomický a technicky najdostupnejšie zdroje podzemnej vody a z hľadiska kvality sú i vodohospodársky najproduktívnejšie (ZATKOVIČ a kol., 1980).

Metodika hodnotenia

Pre spracovanie problematiky zmien kvality vôd bola použitá databáza o hlavných druhov znečistenia pre časovú úroveň rokov 1999 v porovnaní s rokom 1990 (NOVOSAD a kol., 2000), ako aj ďalšie aktualizácie a porovnanie s údajmi 80. rokov 20. storočia. Tieto roky predstavujú zlomové obdobia, kedy došlo k výraznej štrukturalizácii priemyselnej i poľnohospodárskej výroby, ako aj pokračujúci trend kanalizácie a budovania čistiarň odpadových vôd.

Celkové hodnotenie kvality vody v čiastkovom povodí Ondava a Bodrog bolo vykonané v 22 základných profiloch celoslovenskej monitorovanej siete. Predmetom klasifikácie je pre súčasný stav celkom 41 kontrolných profiloch, vrátane 16 doplnkových.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Bodové zdroje znečistenia

Celkovo bolo evidovaných 82 bodových zdrojov znečistenia s 93 samostatnými vyústeniami odpadových vôd v povodí Ondavy a Bodrogu. Z mechanickými čistiarňami odpadových vôd sa započalo pri stavbe závodov, ktoré sú v posledných decéniách nahrádzané biologickými čistiarňami odpadových vôd. Zo spracovaných bilancií kvalitatívno-quantitatívnych vyplýva, že došlo v priebehu posledných dvoch decénií

k zníženiu odpadových vôd cca o jednu štvrtinu. Je to dôsledok likvidácie priemyselných i poľnohospodárskych podnikov napriek skutočnosti, že údaje sú rozdielne (20 - 35 %).

Zo spracovaných kvantitatívnych a kvalitatívnych bilancii odpadových vôd a znečistenia vyplýva, že v porovnaní s východným rokom 1990 k časovej úrovni r. 1999 pokleslo celkové bilančné množstvo odpadových vôd o viac ako 21 %. Významný dominantný podiel na tomto poklese má kategória priemyselných a ostatných zdrojov znečistenia. V tejto kategórii predstavuje pokles množstva vypúšťaných odpadových vôd v r. 1999 v porovnaní s rokom 1990 takmer 29 %. Na vypúšťaní odpadových vôd v tejto kategórii sa rozhodujúcim spôsobom podieľa päť významných zdrojov znečistenia v kategórii priemyselných a ostatných zdrojov znečistenia a to Tesla Stropkov, Bukocel Hencovce, Chemko Strážske-odkalisko Poša, Droždiareň Trebišov. Ich podiel na celkovom množstve vypustených odpadových vôd v kategórii priemyselných a ostatných zdrojov znečistenia predstavoval v roku 1990 – 97,2 % a v r. 1999 – 97,1 %. U verejných kanalizácií predstavuje pokles množstva vypúšťaných odpadových vôd v porovnaní s rokom 1990 súhrne iba 10 %, vzrástol však počet bilancovaných vyústení odpadových vôd z 21 na 32 (NOVOSAD a kol., 2000).

Následkom rozvoja kanalizačnej siete vzrástol podiel verejných kanalizácií na celkovom bilancovanom množstve odpadových vôd v povodí Ondavy .

Tabuľka 1 Pokles celkového množstva vypúšťaného znečistenia v roku 1999 v porovnaní s rokom 1990

Ukazovateľ	pokles [%]
BSK ₅	62,8
CHSK _{Cr}	64,3
Rozpustené látky	6,1
Ner rozpustené látky	84,0

Podobne ako pri bilancovanom množstve odpadových vôd, aj u bilancovaného vypúšťaného znečistenia sa na celkovom poklese percentuálne významnejšie podieľa skupina priemyselných a ostatných zdrojov. Zmeny vypúšťaného znečistenia v roku 1999 porovnaní s rokom 1989 pre dve základne skupiny zdrojov znečistenia sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Zmeny vypúšťaného znečistenia v roku 1999 porovnaní s rokom 1989

Ukazovateľ	Zmena 1989/1999 [%]	
	Priemysel	Verejná kanalizácia -VK
BSK ₅	-68,3	-56,4
CHSK _{Cr}	-67,0	-50,1
Rozpustné látky	+0,8	-20,6
Ner rozpustné látky	-87,4	-61,4

V skupine verejných kanalizácií sa na vypúšťanom znečistení rozhodujúcou mierou podieľa 9 producentov. Verejné kanalizácie miest Svidník, Stropkov, Bardejov, Bystre, Vranov nad Topľou, Sečovce, Trebišov, Čierna nad Tisou a Kráľovský Chlmec

majú na vypúšťaní verejnými kanalizáciami v relevantných ukazovateľoch znečistenia nasledovný podiel.

Tabuľka 3 Podiel [%] verejných kanalizácií na znečistení v relevantných ukazovateľoch

Rok	BSK ₅	CHSK _{Cr}	Rozpustné látky	Nerozpustné látky
1990	96,2	95,9	96,8	96,0
1999	91,5	91,1	91,4	91,6

Plošné zdroje znečistenia

Presná evidencia tohoto znečistenia je problematická. Predpokladáme, že sa podieľa približne na polovici všetkého znečistenia. Pozornosť je potrebné venovať najmä poľnohospodárstvu, lesnému hospodárstvu, neodkanalizovaným usadlostiam a dažďovým vodám. Predpokladáme, že podiel poľnohospodárskeho znečistenia sa výrazne znížil, t.j. odnos fosforu z ornej pôdy minimálne o 50 %, nakoľko došlo k zníženiu výmery ornej pôdy a jej následnému zatrávneniu. Podobne aj na intenzívne využívaných poliach poklesli aplikované dávky priemyselných hnojív. Na druhej strane nepredpokladáme výrazne zníženie vymývania fosforu a dusíku z lesov, ako dôsledok zvýšenej exploatacie lesných porastov.

Tabuľka 4 Potenciálne množstvo fosforu a dusíka v povodí, ktoré sa môže dostať do povrchových vôd

Odnos živín z	Fosfor	Dusík
ornej pôdy	778 750 kg P.rok ⁻¹	3 937 500 kg N.rok ⁻¹
Lesá	1420 kg P.rok ⁻¹	280 400 kg N.rok ⁻¹
zatrávnených plôch	16 500 kg P.rok ⁻¹	412 500 kg N.rok ⁻¹

Napojenie na verejnú kanalizáciu je v jednotlivých okresov značne rozdielne avšak možno konštatovať, že v rámci Slovenska je nízke.

Súčasný stav kvality povrchových vôd

Ondava má po celej trase podobnú kvalitu a udržiava si v ukazovateľov A – kyslíkový režim v IV. triede čistoty okrem sútoku z Trnávkou, ktorá je značne znečistená na V., E – mikrobiálne znečistenie po celej trase je v IV. – V. triede. Koncentrácie ťažkých kovov sú na hranici detekčných limitov. Najnižšia trieda čistoty II. – III. je pri ukazovateľoch C – nutrienty. Hlavnými znečisťovateľmi sú mestské odpadové vody Svidníka a Stropkova. K výraznému zlepšeniu vo všetkých ukazovateľoch dochádza vo vodnej nádrži Domaša. V južnej časti toku dochádza k silnému znečisteniu Bukocelom, Chemkom Strážske a verejnou kanalizáciou – VK Vranov nad Topľou a pri vyústení Trnávky. Voda obsahuje formaldehyd, chloroform, arzén, ale aj N-NH₃, N-NH₄ a celkový fosforu.

Topľa nad Bardejovom má dobrú kvalitu, vplyv komunálneho znečistenia sa prejavuje hlavne na kyslíkovom režime. Hlavným znečisťovateľom je Bardejov a Giraltovec, na znečistení sa podieľajú početné dediny s doteraz jestvujúcimi poľnohospo-

dárskymi podnikmi a plošným znečistením. Limitná koncentrácia BSK_5 5 – 4 mg.l⁻¹ pod Bardejovom zriedka prekračuje a vplyvom prítoku Cerninka už spĺňa kritéria pre vodárenské toky (NOVOSAD a kol., 2000). K výraznému znečisteniu dochádza za Giraltovcami, výrazným zhoršením kyslíkového a mikrobiálneho režimu, ktorý ovplyvňuje aj Ondavu v dolnom toku.

Bodrog – si udržiava III. triedu čistoty v ukazovateľoch A, B, C, v mikrobiálnom znečistení IV. triedu. Výrazným znečisťovateľom Bodrogu je Somotorský kanál, do ktorého vyúsťujú vyčistené odpadové vody Čierna nad Tisou, poľnohospodárske bodové i plošné znečistenie. Somotorský kanál má vo všetkých ukazovateľoch V. triedu čistoty.

Kvalita podzemných vôd

Na základnom chemizme podzemných vôd a alúviu Ondavy po vodnú nádrž Domaša sa podieľajú najmä hydrogénuhličitan, kationy Ca, Mg, Na. Podiel síranov, chloridov a dusičnanov je malý. Podľa Palmer – Gazdovej klasifikácie sú zaraďované do základného výrazného až nevýrazného vápenato-horečnato-hydrogénuhličitanového typu. Hodnoty mineralizácie v rámci oblasti pohybujú sa od 374 – 671 mg.l⁻¹. Nadlimitné množstvá sa vyskytujú u Mn, Fe_{celk} a Al, NH₄, CHSK_{Mn}. Podzemné vody pod vodnou nádržou Ondava si udržiavajú podobný charakter, avšak mineralizácia dosahuje stredne vysoko až vysoké hodnoty (654 – 1290 mg.l⁻¹). V dôsledku nízkej koncentrácie rozpusteného kyslíka nevyhovovali ukazovatele kvality vody súvisiace s redukčným procesom (ZATKOVIČ a kol., 1988).

Kvalitu podzemných vôd, ktoré sa nachádzajú vo fluvialných a fluvialnoeolických sedimentoch, ovplyvňuje hlavne kvalita vôd, ktorú dopĺňa infiltrácia z horizontu rieky alebo zo zrážok ako aj interakcia voda hornina a spôsob cirkulácie vôd. Kvalitu podzemných vôd fluvialných sedimentov ovplyvňujú povrchové toky. Na hranici Ondavy, Laborca a Latorice sa stretávame s kalciovo (magnéziovo) bikarbonátovými vodami s celkovou mineralizáciou od 300 – 600 mg.l⁻¹. V južnej časti hlavným zdrojom dopĺňovania zásob podzemných vôd sú zrážkové vody. V pririekovej zóne, kde prebieha intenzívna vodovámena sú vody blízke svojou kvalitou vode v povrchovom toku. V podzemných vodách akumulovaných vo fluvialných sedimentoch sú často vyššie obsahy železa a mangánu (BAŇACKÝ a kol., 1989).

Vplyv klimatických zmien na vodné zdroje

Pri hodnotení terajšieho i budúceho predpokladaného stavu v zásobovaní vodou je potrebné počítať s vplyvom klimatických zmien na vodné zdroje. Celoplošný a dlhšie trvajúci výskyt hydrologického sucha si vyžaduje vodné zdroje s možnosťou viacročnej akumulácie. Pri celoplošnom výskyte hydrologického sucha bude dochádzať k zhoršovaniu kvality vody v tokoch a v tejto súvislosti je potrebné prijímať regulačné opatrenia obmedzujúce využívanie priamych odberov z tokov. Z hľadiska koncepcií, ktoré boli vypracované už v poslednej dekáde minulého storočia je potrebné oveľa intenzívnejšie než sa predpokladalo vyradovať priame odbery z tokov zo zásobovania obyvateľstva nielen z hľadiska kvality vody, ale aj z hľadiska kvalitatívneho a hydrologického a paušálne ich nahrádzať inými zdrojmi. V dôsledku zvyšovania sa teploty, menších prietokov a tendencii zvyšovania znečistenia hlavne fosforom

problémy môžu byť ešte výraznejšie. Navyše pri bilančných úvahách bude potrebné opatrnejšie nakladať z ich doteraz uvažovanými kapacitami, pretože prebiehajú výskumy v oblasti hydroekologických limitov VÚVH a SHMÚ, ktoré povedú k sprísneniu podmienok využívania povrchových vôd v obdobiach sucha. Toky môžu mať tendenciu vytvárať súvislé obdobie nízkej vodnatosti od mája do septembra, príp. októbra. Na juhu východného Slovenska nie je možné ani vylúčiť súvislé obdobie vyrovnaných nízkych prietokov vo vnútri roka. Priame odbery z tokov môžu mať v budúcnosti zníženú bilančnú kapacitu, odhady zmien dlhodobých priemerných mesačných prietokov kolišu medzi cca 3 až 20 % v období od mája do septembra na severe územia a medzi cca 15 až 55 % na juhu územia.

Uvedené hodnotenia napovedajú, že priame odbery z tokov bude potrebné postupne vyradovať zo zásobovania. Priame odbery je nutne nahrádzať povrchovými zdrojmi schopnými vykonávať odtok aspoň vo vnútri roka.

Zdroje povrchových vôd

V súčasnosti predstavujú takmer 50 % celkovej kapacity využívaných vodných zdrojov pitnej vody, z toho cca 20 – 27 % predstavujú priame odbery z tokov a zvyšok z vodárenských nádrží. V bilanciách terajšieho stavu sa počíta s viacerými dočasnými lokalitami. V Prešovskom kraji je 25 priamych odberov z tokov určených na zásobovanie obyvateľov s kapacitou 670 l.s^{-1} čo predstavuje 20 – 27 % z celkovej kapacity v súčasnosti využívaných zdrojov pitnej vody. Najvýznamnejšie sú odbery na Topli (100 l.s^{-1}) pre skupinový vodovod Bardejov a 15 l.s^{-1} pre Giraltovce) a na Toryse (100 l.s^{-1}) pre Prešovský skupinový vodovod. Významnú časť potrieb kryjú priame odbery z tokov v skupinovom vodovode Humenné (160 l.s^{-1}), Stará Ľubovňa (80 l.s^{-1}), ale aj skupinovom vodovode Medzilaborce, Svidník a Kežmarok. Priame odbery z tokov sú často jediným zdrojom na zásobovanie tatranských osád a horských zariadení. Na ostatnom území Slovenska sa priame odbery z tokov nevyužívajú (BALKO, 1997).

Stav zásobovania pitnou vodou VÚC Prešov

Zásobovanie vodou východoslovenského regiónu bolo riešené v rámci bývalého Košického kraja a je prepojené do jednotnej sústavy zásobovania. Oblasť regiónu nedisponuje dostatočnými vodnými zdrojmi v optimálnej vzdialenosti od spotrebísk a to je tiež príčinou vysokej ceny vody a zaostávanie v zásobovaní pitnou vodou za celoslovenským priemerom (1997 – 79,4 %, 2001 – 83,6 %), Prešovský kraj (1997 – 74,8 %, 2001 – 75,72 %) v percentuálnom vyjadrení napojených obyvateľov. Obce bez verejného vodovodu predstavujú v Prešovskom kraji 43,8 % (VIKULENKOVÁ, KLÍNK, 2003). Generel Slovenska predpokladal nárast zásobovanosti vody na východnom Slovensku 90,3 % t.j. 1,2 % pod celoslovenským priemerom, k čomu predpokladal spotrebu $7796,9 \text{ l.s}^{-1}$, bilančný nedostatok vodných zdrojov k roku 2010 predstavuje $-1240,4 \text{ l.s}^{-1}$ pre Východoslovenskú vodárenskú spoločnosť a pre SPVS $-879,8 \text{ l.s}^{-1}$. Okres Vranov nad Topľou bol zásobovaný v r. 52,12 %, Sabinov 51,0 %. Menej ako 80 % napojenie na verejné vodovody majú okresy Medzilaborce, Prešov, Snina, Stará Ľubovňa, Stropkov, Svidník. Oveľa horšia situácia je z hľadiska napojenia vyhovujúcich zdrojov pitnej vody. Podľa týchto kritérií je potrebné v mestách Svidník, Strop-

kov, Bardejov, Giraltovce hodnotiť ako havarijný. Nevyhovujúca kvalita „surovej“ vody sa odráža aj v kvalite vody upravenej, ktorá nevyhovuje v 20 – 30 % vyšetrených vzoriek (VIKULENKOVÁ, KLÍNK, 2003; KRAK, 2005). Na zdravotné rizika vyplývajúce z nekvalitných vôd upozornili TEREK, MURÁROVÁ (2005).

V súčasnosti na území povodia je využívaných 211 zdrojov podzemných vôd, z toho počtu 107 prameňov, 14 studní a 89 vrtov. Z uvedených zdrojov hromadné zásobovanie obyvateľstva je odoberaných maximálne 1143,0 l.s⁻¹ (SESZTÁK, 2000). Nedostatok vodných zdrojov bol začiatkom 80. rokov riešený napojenosťou na vodovody provizórnymi zdrojmi pitnej vody, predovšetkým priamymi odbermi z tokov, z ktorých sa stali odbery trvalé. Väčšina vodných tokov ma byť vyradená, v zmysle uznesenia vlády SR č.30/1996, čo vyvoláva nároky na nové vyhovujúce vodné zdroje. Podľa tohto uznesenia malo v riešenom období vyradených 1420 l.s⁻¹ a po aktualizácii je to 1300,8 l.s⁻¹. Pozornosť je potrebné venovať aj z hľadiska vplyvu očakávaných, resp. už jestvujúcich klimatických zmien.

Vybavenosť obcí vodovodmi napojením obyvateľstva na kanalizačné siete a čistiarne odpadových vôd patrí VÚC Prešov k najnižším. Je evidentné, že došlo k zníženiu znečistenia povrchových a podzemných vôd, ale to súvisí z dôvodu menších vstupov priemyslu, resp. z dôvodov útlmu poľnohospodárstva menej z dôvodu reštrukturalizácie týchto odvetví. Vývoj kvality zásob povrchových i podzemných vôd komplikuje častý výskyt povodní (TEREK, 2005).

ZÁVER

Zo spracovaných bilancii kvalitatívno - kvantitatívnych vyplýva, že v priebehu posledných dvoch decénií došlo k zníženiu odpadových vôd cca o jednu štvrtinu. Je to dôsledok likvidácie priemyselných i poľnohospodárskych podnikov. Implementácia smerníc EU o pitnej vode si vyžaduje nové prístupy, ktoré sa značne rozchádzajú s našimi dlhodobými koncepciami či už v oblasti ochranných pásiem, kvantitatívnych požiadaviek na fyzikálno-chemické a biologické vlastnosti a budovania celkovej environmentálnej infraštruktúry. Vybudovanie potrebnej vodárenskej infraštruktúry je podstatnou podmienkou sociálno-ekonomického rozvoja VÚC Prešov. Pre ďalší rozvoj regiónu je potrebné vybudovať infraštruktúru, ktorá zabezpečí požadované množstvo a kvalitu vody. Význam veľkokapacitnej nádrže stúpa zo zhoršujúcou sa kvalitou vôd, poklesom výdatnosti zdrojov podzemnej vody, ako aj prognózovanými vplyvmi klimatických zmien.

LITERATÚRA

- ANONYMUS, 1956. Štátny vodohospodársky plán Československej republiky. Čiastkové povodie XXXIV – Bodrog. I. diel. VRS Bratislava 1954, II. diel VRS Bratislava, s. 126 – 127.
- ANONYMUS, 2004: HODNOTENIE KVALITY POVRCHOVÝCH VÔD ZA OBDOBIE 2003 – 2004. SVP s. p. Banská Štiavnica, 127 s. ANTONIČ, M., a kol., 1960. Zdravotne technický a limnologický výskum v povodí Bodrogu. Záverečná správa VÚV, Bratislava I – III, časť.

- BALKO, A., 1997. Technicko-ekonomická štúdia zabezpečenia súčasných a výhľadových potrieb vody vo východoslovenskom regióne. Časť A, D (mapové prílohy). Záverečná správa, PBH Košice.
- BAŇACKÝ, V., a kol., 1989. Vysvetlivky ku geologickej mape južnej časti Východoslovenskej nížiny a Zemplinských vrchov. Geol. ústav Dionýza Štúra Bratislava, 143 s.
- HANUŠIN, J., 1949. Vodné družstvo na Ondave. Storočnica vodohospodárskej činnosti. Jubilejná monografia. Bratislava, Poverejnictvo pôdohospodárstva a pozemkovej reformy. Bratislava, 151 s.
- KRAK, J., 2005. Aktuálne problémy v zásobovaní obyvateľstva pitnou vodou v Prešovskom kraji. Zbor. Environmentálny manažment-kvalita vody v Prešovskom samosprávnom kraji z hľadiska vplyvu na zdravotný stav obyvateľstva, s. 22 – 26.
- NOVOSAD, M., a kol., 2000. Hydroekologický plán povodia Ondavy a Bodrogu. Stav, vývoj a prognóza kvality vôd. Slov. vodohosp. podnik, š.p. Banská Štiavnica, 296 s.
- SESZTÁK, J., 2000. Hydroekologický plán povodia Ondavy a Bodrogu. Časť C: Ochrana vodného bohatstva. Slov. vodohosp. podnik, š.p. Banská Štiavnica, 105 s.
- TEREK, J., 2005. Vybrané charakteristiky povrchových a podzemných vôd VÚC Prešov. Zbor. Environmentálny manažment – kvalita vody v Prešovskom samosprávnom kraji z hľadiska vplyvu na zdravotný stav obyvateľstva, s. 41 – 46.
- TEREK, J., MURÁROVÁ, M., 2005. Pitná voda a choroby, prehľad hlavných chorôb spôsobených a prenášaných vodou. Zbor. Environmentálny manažment – kvalita vôd v Prešovskom samosprávnom kraji z hľadiska vplyvu na zdravotný stav obyvateľstva, s. 53 – 57.
- VIKULEKOVÁ, V., KIING, J., 2003: Zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou z povrchových zdrojov. Zbor. I. blok: Pitná voda. INCHEBA Bratislava, s. 14 – 26.
- ZAKOVIČ, M., a kol., 1988. Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 00. List 28, Svidník. Vyd. Geol. ústav D. Štúra Bratislava, 80 s.

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).

Veličiny 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), *Verbasicum* 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 odstavce 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 pridrižujte uvedených príkladov.

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

Príklady: KOŠČO (2008), (FAZEKAŠOVÁ et al., 2007; KOŠČO, 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. Vyhnite sa vertikálnemu orámovaniu v tabuľkách. Tie isté údaje sa nemajú opakovať v texte, tabuľkách, či na obrázkoch. Obrázky dodávajte v odtieňoch sivej. Uistite sa, že všetky obrázky (najmä grafy) sú zrozumiteľné a prehľadné. Preskenované obrázky majú mať náležité rozlíšenie (1200 dpi pre perovky, 600 dpi pre obrázky v odtieni sivej.)

Postup pri spracovaní prijatých rukopisov:***Hodnotenie:***

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

Výtlačky:

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

Copyright:

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

Rukopisy posielajte na adresu redakčnej rady:

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

folia@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 Assotiation 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, BALÁZS, 2009), TEREK (1998a, 1998b).

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

Examples:

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

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

HENSEL, K., – MUŽÍK, V., 2001. Červený (ekosozologický) zoznam 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.

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

folia@unipo.sk

Názov: PRÍRODNÉ VEDY / FOLIA OECOLOGICA 4

Zostavovatelia: doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.
Mgr. Peter Manko, PhD.

Vydavateľ: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity

Korektúra: autori

Vydanie: prvé, 2010

Rozsah diela: 120 strán

Sadzba: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity

Tlač: Tlačiareň Kušnír, Prešov

ISSN 1338-080X