

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 47–52

POSÚDENIE VPLYVU ZRÁŽOK A RÔZNEJ FREKVENCIE KOSIEB NA KONCENTRÁCIU FOSFORU V TRÁVNEJ FYTOMASE

IMPACT OF PRECIPITATION AND FREQUENCY OF CUTS ON PHOSPHORUS CONTENT IN HERBAGE

Norbert BRITAŇÁK, Ľubomír HANZES, Iveta ILAVSKÁ

Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica

Plants require macrobiogenic elements (calcium, nitrogen, magnesium, phosphorus, potassium and sulphur) to meet their demands throughout their life cycle. The attribute 'macrobiogenic' means that the content of these elements in dry matter (DM) is more than 1 g·kg⁻¹. Phosphorus is significant for all the living organisms as an important component of genetic information and as a universal conveyer of energy. Phosphorus (P) is very mobile in the living organisms; however, the P mobility in soil is dependent on the soil moisture content and the soil reaction. Models predicting the future climate presume that the rise in temperature by 1 Kelvin is going to increase rainfall by 7% and to redistribute and intensify the precipitation. The models foresee the intensification of the hydrological cycle through increased intensity of rainfall and prolonged periods of drought. The altered hydrological regime will affect the availability of P to plants. The more intensive rainfall results in enhanced content of P in herbage DM, mainly during the growing seasons with the periods of drought.

Key words: cutting, phosphorus, rainfall intensity

Každá populácia rastlín sa určitým spôsobom podieľa na fyto-geochemickom kolobehu prvkov v prírode, zahŕňajúcim ich príjem z pôdy koreňmi rastlín, ich translokáciu a inkorporáciu rastlinami, spätný výdaj a návrat do pôdy (Jančovič, 1999). Anorganické makroživiny sú v pôde zvyčajne prítomné v nízkych koncentráciách a často musia byť akumulované proti strémumu koncentračnému gradientu. Aj keď je dostupnosť živín v pôde všeobecne nízka, zväčša sa môže meniť v čase a prie- store pôsobením faktorov ako sú zrážky, teplota, vietor, pôdný typ a pôdná reakcia (Maathuis, 2009).

Použitie dusíka (N) a fosforu (P) spôsobilo revolúciu v pol- nohospodárstve (Davidson and Howarth, 2007). Fosfor je z hľadiska dôležitosť pre výživu rastlín druhým prvkom v poradí (Novák, 2008; Gibson, 2009). Významnými vstupmi fosforu sú atmosféra (Gibson, 2009), zvetrávanie materskej horniny (najmä primárnych minerálov, napr. apatitov, Frank, 2008), a prie- myselné fosforečné hnojivá (Gibson, 2009). Vlhkým a suchým depozitom sa do pôdy dostáva 0,02 až 0,15 g·m⁻²·rok⁻¹ P (Gib- son, 2009), v podmienkach Slovenskej republiky Novák (2008) uvádza hodnotu 0,03 g·m⁻²·rok⁻¹ P.

Turner and Haygarth (2000) v rôznych typoch pôd pod tráv- lými trávnymi porastmi zistili malý export fosforu (<0,05 g·m⁻² P), ktorý z agronomického hľadiska predstavuje malú stratu, ale prispieva k eutrofizácii najmä vodného prostredia. Prístupný fosfor reprezentujú predovšetkým formy dihydrogenfosfo- rečnanov a hydrogenfosforečnanov, ktoré majú pôvod vo zvetrávaní minerálov a v mineralizácii rastlinných, živočíšnych a mikrobiálnych organických látok (Novák, 2008; Gibson, 2009). Väčšina fosforu, podľa Maathuisa až 90% (2009), v pôde je v rôznych nerozpustných anorganických formách (Bardgett, 2006), ktoré sú viazané na vápnik, železo, alebo hliník (Gibson, 2009). Tieto anorganické formy sú neprístupné pre rastliny (okladovaný fosfor). Dôsledkom toho mnohé z reakcií, ktoré riadia dostupnosť fosforu rastlinám, sú skôr geochemické než biologické (Bardgett, 2006). Naopak, Van der Heijden et al. (2008) poukazujú na skutočnosť, že pôdne mikroorganizmy (mykorízne huby a baktérie, ktoré sprístupňujú tento prvek)

sprístupňujú fosfor pre rastliny v rozsahu 0–90% ich potreby. Navyše dostupnosť fosforu je rovnako silne ovplyvnená prechádzajúcim obhospodarovaním (Bardgett, 2006).

Fosfor je imobilizovaný prostredníctvom mikroorganizmov, keď pomer uhlíka (C) k fosforu vystúpi nad ~ 100 na pôdach bohatých na fosfor (Bardgett, 2006) a ~ 200 na pôdach deficitných na fosfor (Gibson, 2009), pretože mikroorganizmy majú relatívne vyššie požiadavky na fosfor (1,5–2,5% v sušine) než rastliny (0,05–0,5% v sušine). V dôsledku toho mikroorganizmy agresívne konkurujú rastlinám o dostupný fosfor v pôde (Bardgett, 2006).

Kapacita pôdnej mikrobiálnej biomasy pôsobí ako sink pre fosfor, ktorý je silne ovplyvnený environmentálnymi stresmi, ako napríklad kolobehy vlhnutia a vysúšania, ktoré majú za následok odumieranie mikroorganizmov a následné uvoľňovanie fosforu z nich do pôdneho prostredia (Turner and Haygarth, 2001). Preto je mikrobiálny fosfor významným zdrojom potenciálne dostupného fosforu v pôde (Bardgett, 2006). Činnosťou mikroorganizmov v pôde sa sprístupňuje fosfor z vápenatých a horečnatých fosfátov (Fecenko a Ložek, 2000).

Nízku koncentráciu celkového fosforu v pôdach Slovenskej republiky Fecenko a Ložek (2000) odôvodňujú tým, že tu prevládajú substráty a sypké horniny s menším potenciálnym množstvom živín a s veľmi malou koncentráciou fosforu.

Trávny porast sa dobre vyvíja na takých stanovištiach, kde je koreňový systém trvalo a v dostatočnom množstve zásobený vodou. Vodný režim je jedným z najdôležitejších faktorov, ktorý podmieňuje fotosyntetickú aktivitu trávnych porastov (Novák, 2007).

Predpovedanie a adaptovanie sa na očakávané zmeny globálneho kolobehu vody, v dôsledku antropogénne podmiene- ného globálneho otepľovania, predstavuje pre ľudstvo jednu z najväčších výziev (Allen and Soden, 2008). Wentz et al. (2007) na základe Clausius-Clapeyronovej rovnice očakávajú, že so zvýšením povrchovej teploty o jeden Kelvin úmerne vzrástú zrážky o sedem percent. Allen and Soden (2008) na zá- klade rôznych modelov predpokladaného vývoja klímy a ich po- rovnaní so súčasnosťou (roky 1980–2007) poukazujú na to, že výskyt extrémnych zrážok je viac pravdepodobný počas teplej-

ších období, a naopak. Inými slovami, otepľovanie zosilňuje extrémne zrážky. Ich prístupy ďalej potvrdzujú to, že vlhké oblasti sa stanú vlhšími a v suchších oblastiach budú suchá väčšie. Knapp et al. (2008) ďalej predpokladajú, že zosilnenie fluktuácií hydrologického cyklu ako dôsledok globálneho otepľovania bude viesť k extrémnejším zrážkam charakterizovaným nárostrom ich množstva a dlhšími intervalmi medzi nimi. V dôsledku toho bude častejšie dochádzať na jednej strane k intenzívnejšiemu premočeniu, a naopak, na strane druhej k presušeniu pôdneho profilu. Uvedený režim bude mať za dôsledok rozvoj a odumieranie mikroorganizmov v pôde, s následným uvoľnením fosforu z mŕtvykh mikroorganizmov do pôdneho roztoku (Turner and Haygarth, 2001). Takéto pôsobenie je zjavné najmä v jarnom období (Turner and Haygarth, 2000).

Cieľom predloženého príspevku je nepriamo stanoviť a vyhodnotiť vplyv intenzity zrážok na koncentráciu fosforu v sušine nadzemnej fytomasy trvalého trávneho porastu pri rôznej frekvencii kosného využívania v horskej oblasti v ochrannom pásme Národného parku Nízke Tatry.

Materiál a metódy

V ochrannom pásme Národného parku Nízke Tatry v katastri obce Liptovská Teplička bol v roku 2006 založený pokus s rôznou intenzitou kosného využívania trvalého trávneho porastu. Výsledky experimentu zahŕňajú obdobie rokov 2006 až 2008. Pokus sa nachádzal v nadmorskej výške 940 m s priemernou teplotou počas roka na úrovni 4,0 °C (vo vegetačnom období 9,0 °C) a priemerným dlhodobým úhrnom zrážok v roku 900 mm (počas vegetačného obdobia 500 mm). Sledovaný poloprirodny trávny porast patril do skupiny trojštetových lúk horských (Ružičková 1996).

Pôdne pomery pred založením pokusu boli nasledovné:

- výmenná pôdna reakcia $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,12$;
- oxidovateľný uhlík $\text{C}_{\text{ox}} = 47,63 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- celkový dusík $\text{N}_{\text{tot}} = 4,68 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- rastlinná prístupná fosfor $\text{P} = 14,29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- prístupný draslík $\text{K} = 175,89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- prístupný horčík $\text{Mg} = 856,59 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Varianty predstavovali rôznou frekvenciou využívaný poloprirodny trávny porast asociácie *Festuco-Cynosuretum* Tüxen in Büker 1942, pričom:

- Variant 1 predstavoval štyri kosby – prvé využitie 15. mája a následne každých 45 dní.
- Variant 2: tri kosby – prvé využitie 30. mája a ďalšie využitia každých 60 dní.
- Variant 3: dvojkosný – prvé využitie 15. júna, druhé využitie po 90 dňoch.
- Variant 4: posunutý dvojkosný – prvé využitie 30. júna, druhé po 90 dňoch v štyroch náhodne usporiadaných opakovaniach.

Gravimetricky sa stanovila produkcia sušiny nadzemnej fytomasy poloprirodneho trávneho porastu a v nej koncentrácia fosforu podľa normy STN 46 7093.

Odtrendovanie a zabezpečenie normality štatistického súboru koncentrácie fosforu v sušine nadzemnej fytomasy trvalého trávneho porastu sa vykonalo na základe nasledovného vzťahu:

$$DP = \log_{10} \left(\frac{P}{D_{\text{vo}}} \right) \text{ v } \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$$

kde:

- P – koncentrácia fosforu v sušine
 D_{vo} – predstavuje počet dní vegetácie k jednotlivým kosbám

Index sucha (S) podľa Klementovej a Litschmanna (2001) sa stanovil na základe vzťahu:

$$S = \frac{\Delta t}{\sigma_t} - \frac{\Delta z}{\sigma_z}$$

kde:

- Δt a Δz – odchýlky priemernej teploty a zrážok od dlhodobých priemerov nameraných počas vegetačného obdobia

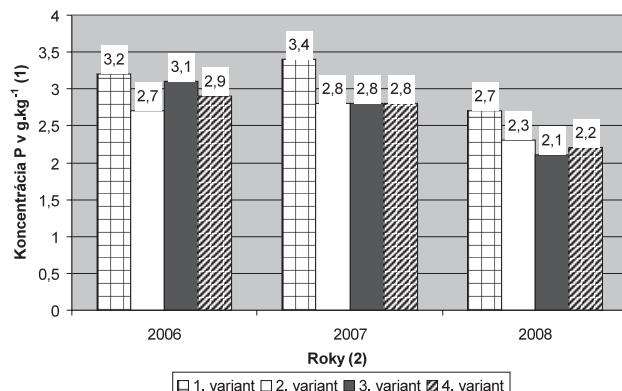
- σ_t a σ_z – smerodajné odchýlky (v príslušnom štatistickom období odchýlky priemernej teploty vo vegetačnom období a priemerného úhrnu zrážok vo vegetačnom období). Index sucha je vyjadrený bezrozmerným parametrom a má charakter relatívnej miery zrážkovej a teplotnej extrémity pre posudzované obdobie a dané územie

Údaje boli spracované pomocou štatistického programu STATIT Professional QC (Statware, Oregon, USA).

Výsledky a diskusia

Tabuľka 1 zobrazuje priemernú dĺžku vegetačného obdobia, teplotu, zrážky a ich intenzitu pre rôzne sumy zrážok. Grafy 1 a 2 a tabuľka 2 zobrazujú koncentráciu fosforu v sušine nadzemnej fytomasy, celkovú produkciu poloprirodneho trávneho porastu a celkový odber fosforu ekosystémov trávnych porastov. Priemerná koncentrácia fosforu pripadajúca na jednu kosbu bola 2,789 g·kg⁻¹ P sušiny nadzemnej fytomasy poloprirodneho trávneho porastu. Priemerná produkcia sušiny tohto porastu predstavovala hodnotu 1,190 t·ha⁻¹ (údaje o priemernej koncentrácií fosforu v sušine nadzemnej fytomasy a jej produkciu k jednotlivým kosbám uvádzajú tabuľka 3).

S postupujúcim časom, t. j. počtom dní rastu poloprirodneho trávneho porastu, kosného využívania došlo k preukaznému zníženiu koncentrácie fosforu v sušine nadzemnej fytomasy ($r = -0,713$; $T = -3,127$; $Df = 10$; $P = 0,009$). So zvyšujúcim sa frekvenciou pratotechnických zásahov stúpalo aj množstvo P v sušine nadzemnej fytomasy TTP ($r = 0,447$; $T = 1,582$; $Df = 10$; $P = 0,145$).



Graf 1
Graph 1 Koncentrácia fosforu v sušine nadzemnej fytomasy
Phosphorus content in herbage dry matter
(1) koncentrácia P v g·kg⁻¹, (2) roky

Tabuľka 1 Priemerné trojročné charakteristiky klimatických podmienok počas vegetačného obdobia (2006–2008)

Variant (1)	Kosba (2)	Priemerné hodnoty (3)										
		počas celkového obdobia (4)					počas obdobia so zrážkami $\geq 1,1$ mm (5)			obdobia so zrážkami $\geq 5,1$ mm (6)		
		dĺžka VO v dňoch (7)	teplota v °C (8)	zrážky v mm (9)	dni so zrážkami (10)	intenzita v mm.d ⁻¹ (11)	zrážky v mm (9)	dni so zrážkami (10)	intenzita v mm.d ⁻¹ (11)	zrážky v mm (9)	dni so zrážkami (10)	intenzita v mm.d ⁻¹ (11)
1	1	57,3	6,91	139,9	32,0	4,37	136,5	19,7	6,94	100,9	8,3	12,11
	2	34,0	12,71	98,0	19,7	4,98	74,7	13,3	6,78	73,2	6,3	11,56
	3	42,7	14,83	156,1	19,0	8,22	170,4	17,0	9,12	139,1	11,0	12,65
	4	49,7	10,35	149,3	17,7	8,45	154,5	15,0	9,85	126,1	8,7	14,54
2	1	67,0	7,55	180,0	34,3	5,24	160,6	24,7	7,14	141,5	11,0	12,86
	2	54,7	14,68	169,7	26,7	6,36	214,2	21,0	7,91	140,2	12,0	11,68
	3	62,0	10,85	193,5	23,3	8,29	180,1	20,0	9,63	169,2	11,3	14,97
3	1	78,0	8,16	208,1	40,7	5,12	214,2	29,3	7,12	157,9	12,7	12,46
	2	90,7	13,62	311,5	40,7	7,66	312,5	33,7	9,16	256,7	20,3	12,63
4	1	90,3	9,28	243,3	48,0	5,07	230,0	34,0	7,00	186,7	15,0	12,45
	2	93,3	12,24	298,9	36,3	8,23	324,9	31,7	9,38	263,5	19,0	13,87

Table 1 Climatic conditions during the growing season averaged over three years (2006–2008)

(1) treatments, (2) cuts – 1st, 2nd, 3rd, 4th, (3) mean values, (4) means of the total season, (5) means of the periods with rainfall ≥ 1.1 mm, (6) means of the periods with rainfall ≥ 5.1 mm, (7) duration of the growing season (days), (8) temperature in °C, (9) rainfall in mm, (10) days with rainfall, (11) rainfall intensity in mm day⁻¹

Tabuľka 2 Odber fosforu z pôdy v kg.ha⁻¹

Variant (1)	Rok (2) 2006	Rok (2) 2007	Rok (2) 2008	Priemer (3)	Suma poradia (4)
1	10,24	9,97	8,99	9,73 ^a	25
2	9,88	7,58	6,52	7,99 ^a	13
3	10,40	6,55	7,48	8,14 ^a	16
4	11,39	8,39	9,14	9,64 ^a	24

Rôzne písmená v indexoch označujú štatistický významné rozdiely ($P < 0,05$). Kritické hodnoty pre mnohonásobné porovnávania: rok – $k = 3$; $N = 4 : 23,9$
Different letters in superscripts denote significant differences at level $P < 0.05$. Critical values for multiple comparison: years – $k = 3$; $N = 4 : 23.9$

Table 2 Phosphorus uptake from soil

(1) treatments, (2) years, (3) mean, (4) rank-sum

Tabuľka 3 Koncentrácia fosforu v sušine nadzemnej fytomasy (g.kg⁻¹ ± 1 SE – štandardná chyba priemeru) a produkcia sušiny trávneho porastu v t.ha⁻¹ ± 1 SE

	Kosba (1)	Variant (2)			
		1	2	3	4
Fosfor (3)	1	3,177 $\pm 0,511$	2,747 $\pm 0,415$	2,683 $\pm 0,379$	2,567 $\pm 0,355$
	2	3,140 $\pm 0,297$	2,480 $\pm 0,100$	2,617 $\pm 0,154$	2,650 $\pm 0,312$
	3	3,150 $\pm 0,197$	2,520 $\pm 0,128$	–	–
	4	2,923 $\pm 0,198$	–	–	–
	Priemer (5)	3,099 $\pm 0,143$	2,582 $\pm 0,135$	2,665 $\pm 0,183$	2,608 $\pm 0,212$
Sušina (4)	1	0,821 $\pm 0,175$	1,306 $\pm 0,190$	1,754 $\pm 0,204$	2,527 $\pm 0,224$
	2	1,007 $\pm 0,182$	1,332 $\pm 0,196$	1,323 $\pm 0,159$	1,182 $\pm 0,130$
	3	1,016 $\pm 0,082$	0,516 $\pm 0,079$	–	–
	4	0,303 $\pm 0,026$	–	–	–
	Priemer (5)	0,787 $\pm 0,104$	1,051 $\pm 0,157$	1,539 $\pm 0,150$	1,854 $\pm 0,322$

Table 3 Phosphorus content in DM of above-ground biomass (g.kg⁻¹ ± 1 SE) and the DM production at grassland (t.ha⁻¹ ± 1 SE – standard error of the mean)

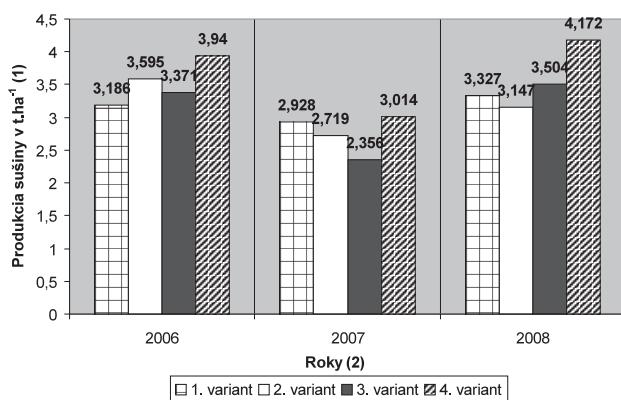
(1) cuts – 1st, 2nd, 3rd, 4th, (2) treatments, (3) phosphorus, (4) dry matter, (5) mean

Počas trojročného sledovania sa zistilo, že zvyšujúca sa produkcia sušiny mala za následok zníženie množstva P v nej ($r = -0,371$; $T = -1,264$; $Df = 10$; $P = 0,235$). Zároveň dochádzalo ku kontinuálnemu odčerpávaniu tohto prvku z pôdneho prostredia (tabuľka 2).

Čím viac bolo P v sušine nadzemnej fytomasy trávneho porastu, tým vyšší bol aj jeho odber ($r = 0,563$;

$T = 2,153$; $Df = 10$; $P = 0,057$; tabuľky 2 a 3). Rovnako aj nastajúca produkcia sušiny nadzemnej fytomasy trávneho porastu odoberala čoraz väčšie množstvo tohto prvku z trávneho ekosystému ($r = 0,553$; $T = 2,097$; $Df = 10$; $P = 0,062$; tabuľka 3).

So zvyšujúcou sa produkciou poloprirodného trávneho porastu štatisticky nevýznamne klesala koncentrácia fosforu v su-



Graf 2 Produkcia sušiny nadzemnej fytomasy trávneho porastu
Graph 2 Dry matter production of semi-natural grassland
(1) production of dry matter, (2) years

šine nadzemnej fytomasy. Stupeň závislosti sa s oneskorovaním vykonania prvej kosby (t. j. znižovaním intenzity využívania) menil z pozitívneho na negatívny (tabuľka 4). Uvedené potvrdzuje aj klesajúca tendencia koncentrácie fosforu s narastajúcim časom od začiatku vegetačného obdobia (pri variante 1 štatisticky vysoko preukazne ($P = 0,001$) k prvemu kosnému využitiu a medzi jednotlivými využívaniami.

Stupeň závislosti medzi množstvom fosforu v sušine nadzemnej fytomasy poloprirodňeho trávneho porastu a indexom sucha bol kladný a štatisticky nevýznamný ($r = 0,221; T = 1,260; Df = 31; P = 0,217$). Pri akumulácii fosforu v sušine fytomasy to poukazuje na pozitívny vplyv pri prevahe teplôt nad zrážkami. Z údajov uvedených v tabuľke 4 vyplýva, že čím dlhšie bolo vegetačné obdobie tým výraznejšia bola reakcia koncentrácie fosforu na zvyšovanie hodnôt indexu sucha. Tabuľka 5 zobrazuje trojročné hodnoty indexu sucha.

Množstvo zrážok k jednotlivým využívaniam, či už celkové, pri úhrne zrážok väčšom alebo rovnajúcom sa úrovni 1,1 mm, alebo pri úhrne 5,1 mm, nemalo štatisticky preukazný vplyv na množstvo fosforu v sušine nadzemnej fytomasy. Jednotlivé varianty poskytujú rôzno smerné výsledky (tabuľka 4).

Priemerný úhrn zrážok v milimetroch na deň poukazuje na to, že so stúpajúcou intenzitou zrážok jednotlivých úrovniach stúpa koncentrácia fosforu v sušine nadzemnej fytomasy. V prípade variantu 4 ide takmer o signifikantný vplyv ($P = 0,055$). Uvedené tak potvrdzuje predpoklad, že so stúpajúcou intenzitou zrážok stúpa aj koncentrácia fosforu v sušine nadzemnej fytomasy poloprirodňeho trávneho porastu.

Priemerná teplota počas dní v bezzážkovom období mala pozitívny a štatisticky preukazný vplyv len vo variante 1 ($P = 0,020$). Vo variantoch 1 a 2 mal tento ukazovateľ klesajúcu, avšak stále pozitívnu tendenciu. Priemerné teploty v bezzážkovom období vo variantoch 3 a 4 mali zápornú koreláciu s koncentráciou fosforu v sušine poloprirodňeho trávneho porastu.

Stúpajúca teplota počas dní s rôznym úhrnom zrážok vo všeobecnosti zvyšovala koncentráciu fosforu v sušine nadzemnej fytomasy poloprirodňeho trávneho porastu. Vo variantoch 1 a 2 štatisticky preukazne (variant 1 pri úrovni 1,1 mm $P = 0,037$; vo variante 2 pri úrovni 5,1 mm $P = 0,016$). Vo variantoch 3 a 4 sa tendencia priemerných teplôt počas zrážok menila zo záporného stupňa závislosti na pozitívny.

Analyza variancie pomocou Kruskal-Wallisovho testu pri odbere fosforu pôdy do hĺbky 0,10 m poukázala na to, že jednotlivé varianty sa medzi sebou nelisia ($\chi^2 = 2,69; P = 0,442; k = 4, N = 3$; tabuľka 4). Avšak zaznamenali sa štatisticky preukazné rozdiely pri hodnotení jednotlivých rokov ($\chi^2 = 6,577; P = 0,037; k = 3; N = 4$; tabuľka 4).

Analyzou variancie pri využití Kruskal-Wallisovho testu sa nezaznamenali žiadne rozdiely v indexe sucha pri hodnotení

Tabuľka 4 Korelačné koeficienty (r) koncentrácie detrendovaného fosforu v sušine nadzemnej fytomasy a sledovaných ukazovateľov jednotlivých variantov

Variant (1)	1	2	3	4
Df	10	7	4	4
Produkcia (2)	0,236	0,191	-0,024	-0,150
Dni vegetácie (3)	-0,821	-0,357	-0,424	-0,276
Index sucha(4)	-0,093	-0,097	0,037	0,550
Suma zrážok: (5)				
– celková	-0,044	-0,051	-0,545	0,398
≥ 1,1 mm	-0,073	-0,035	-0,501	0,397
≥ 5,1 mm	0,131	0,046	-0,499	0,362
Intenzita zrážok: (6)				
– celková	0,224	0,341	-0,190	0,310
≥ 1,1 mm	0,256	0,246	-0,148	0,459
≥ 5,1 mm	0,389	0,409	0,575	0,802
teplota v dňoch bez zrážok (7)	0,653	0,408	-0,376	-0,144
< 1,0 mm	0,553	0,426	-0,386	-0,283
< 5,0 mm	0,547	0,340	-0,474	-0,311
teplota v dňoch so zrážkami (8)	0,454	0,518	-0,324	-0,320
≥ 1,1 mm	0,606	0,506	-0,305	-0,165
≥ 5,1 mm	0,573	0,767	0,193	0,028

Hrubo označené koeficienty predstavujú štatistickú signifikantnosť na úrovni $P < 0,05$
The coefficients printed in **bold** are statistically significant at the level of $P < 0,05$

Table 4 Pearson's correlation coefficients (r) for the detrended phosphorus in DM of above-ground biomass as well as for the parameters within the treatments
(1) treatments, (2) production, (3) days of vegetation, (4) drought index, (5) sum of rainfall: total, (6) rainfall intensity: total, (7) mean temperature during the days without rainfall, (8) mean temperature during the days with rainfall

Tabuľka 5 Index sucha

	Rok (2)	1	2	3	Priemer (3)	Suma poradia (4)
Variant (1)	1	-0,08	0,38	0,15	0,15 ^a	20
	2	-0,05	0,40	0,13	0,16 ^a	21
	3	-0,01	0,22	0,01	0,07 ^a	18
	4	-0,04	0,35	0,07	0,13 ^a	19

Table 5 Drought index

(1) treatments, (2) years, (3) mean, (4) rank-sum

Tabuľka 6 Priemerné trojročné ukazovatele

Rok (1)	Koncentrácia P (2)	Intenzita zrážok (3)		
		celková (4)	≥1,1 mm	≥5,1 mm
1	2,935	4,99	6,53	12,01
2	3,035	8,97	10,61	15,26
3	2,397	6,16	7,62	11,12
Korelačný koeficient (5)		0,371	0,396	0,773
Pravdepodobnosť (6)		0,758	0,741	0,434

Table 6 The parameters averaged over three years

(1) years, (2) phosphorus content, (3) rainfall intensity, (4) total[rainfall intensity], (5) Pearson's correlation coefficient, (6) probability

jednotlivých variantov ($\chi^2 = 0,128$; $P = 0,988$; $k = 4$; $N = 3$; tabuľka 5). Naopak, pri hodnotení jednotlivých ročníkov sa zistili štatistiky vysoko preukazné rozdiely medzi prvým a druhým pestovateľským ročníkom ($\chi^2 = 9,85$; $P = 0,007$; $k = 3$; $N = 4$; tabuľka 5).

Naše výsledky potvrdzujú tzv. zriedovací efekt (Fecenko a Ložek, 2000; Frank, 2008). Starnutím porastu množstvo fosforu v sušine nadzemnej fytomasy klesá (Míka, 1980; Frank, 2008), t. j. s postupujúcou vegetáciou dochádza k znižovaniu koncentrácie živín vo fytomase (koncentrácia fosforu v prvej kosbe jednotlivých variantov).

So zvyšovaním obsahu vláhy v pôde sa zvyšuje intenzita prijímania fosforu (Fecenko a Ložek, 2000) a stúpa koncentrácia fosforu v rastlinách (Míka, 1980). Prezentované výsledky poukazujú na to, že so stúpajúcim úhrnom zrážok pri sledovaných intenzitách došlo k pozitívному vplyvu zrážok na množstvo fosforu v sušine nadzemnej fytomasy poloprírodného trávneho porastu. Takže naše výsledky (okrem variantu 4, tabuľka 4) sú v súlade s tvrdeniami uvedených autorov.

Tvrdenie Míku (1980) o tom, že koncentrácia fosforu v sušine nadzemnej fytomasy v prvej kosbe je nižšia než v nasledujúcich kosbách, sa v našom experimente potvrdilo len na dvojkosne využívanom trávnom poraste s posunutou kosbou (tabuľka 3). V predloženom experimente sa pri ostatných variantoch zistili do druhej kosby vždy nižšie koncentrácie fosforu než v prvej kosbe (v priemere troch rokov; tabuľka 3).

Míka (1980) ďalej hovorí o tom, že krmivo je vo vlhkých rokoch na fosfor bohatšie než v suchých, pretože sucho silne obmedzuje príjem fosforu z pôdy. Naše trojročné výsledky to potvrdzujú len parciálne, pretože najvyššia priemerná koncentrácia fosforu sa zaznamenala v druhom pestovateľskom ročníku (3,035 g.kg⁻¹; tabuľka 6), ktorý však bol najsuchší (t. j. najvyšší relatívny nedostatok zrážok, index sucha v tabuľke 5). Zároveň naše výsledky (údaje v tabuľkach 5 a 6) nepriamo potvrdzujú hypotézu o tom, že zvyšujúca sa intenzita zrážok pri výskete sucha, ovplyvňuje dynamiku rozvoja a odumierania mikroorganizmov v pôde (Turner and Haygarth, 2001), čo môže zlepšovať koncentráciu rastlinám dostupného fosforu

v pôdnom prostredí. Na strane druhej môže to viesť aj k strate fosforu z ekosystému a prispieť k eutrofizácii recipientov (Turner and Haygarth, 2000; 2001).

Ako primerané sa javí použitie indexu sucha (S), ktorý agreguje pôsobenia zrážok a teplôt (a ich vzťahu k dlhodobým prieberom, alebo priebehom poveternostných podmienok) do jedného bezrozumného parametra. Ako z výsledkov vyplýva, predĺžovanie vegetačného obdobia, formou oneskorovania vykonania prvého pratotechnického zásahu, podporovalo hromadenie fosforu v sušine nadzemnej fytomasy pri zvyšujúcim sa význame sucha. Navyše uvedené hodnotenie pôsobí proti zriedovaciemu efektu (Fecenko a Ložek, 2000).

Prezentované výsledky tak poukazujú na to, že zosilnenie extrémov hydrologického cyklu (zvýšenie intenzity zrážok a predĺžovanie výskytu vln horúčav) (Knapp et al., 2008) môže mať na mezohydrofytné ekosystémy pozitívne (zvýšená dostupnosť fosforu pre rastliny) a aj negatívne dôsledky (vyplavovanie (Turner and Haygarth, 2000, 2001) a okludovanie fosforu (Bardgett, 2006)). Avšak Knapp et al. (2008) uvádzajú, že zosilnenie extrémov hydrologického cyklu má negatívny vplyv práve len na takéto mezohydrofytné ekosystémy. Na ostatné (xerofytický a hygrofytický) ekosystémy vplývajú zvýšené zrážky a vlny horúčav pozitívne.

Súhrn

Rastliny pri uspokojovaní vlastných potrieb na ukončenie celého životného cyklu vyžadujú makrobiogénne prvky: draslik, dušík, fosfor, horčík, síru a vápnik. Prvlastok makrobiogénne znamená to, že ich koncentrácia v sušine je v množstvách vyššich než 1 g.kg⁻¹. Význam fosforu pre všetky živé organizmy je v tom, že je dôležitou zložkou genetickej informácie a pôsobí ako univerzálny prenášač energie. Fosfor je v živých organizmoch vysoko mobilný, avšak jeho pohyb v pôde je minimálny, závislý od jej vlhkosti a reakcie. V modeloch budúcej klímy sa počíta s tým, že so zvýšením teploty o jeden Kelvin stúpnu úhrny zrážok o 7 percent a ich prerozdelenie a intenzita. Modely predpovedajú zosilnenie hydrologického cyklu nasledovaným spôsobom: zvýšená intenzita zrážok a predĺžovanie obdobia výskytu sucha. Zmenený hydrologický režim bude mať vplyv na dostupnosť fosforu pre rastliny. V predloženej práci poukazujeme na to, že výšia intenzita zrážok má najmä počas pestovateľských ročníkov s výskytom sucha za následok výšiu koncentráciu fosforu v sušine nadzemnej fytomasy.

Klúčové slová: fosfor, intenzita zrážok, kosenie

Literatúra

- ALLEN, R. P. – SODEN, B. J. 2008. Atmospheric warming and the amplification of precipitation extremes. In: *Science*, vol. 321, 2008, no. 5895, p. 1481–1484. ISSN 0036-8075
- BARDGETT, R. A. 2006. *The biology of soil: A community and ecosystem approach*. Oxford : Oxford University Press 2008, 242 p. ISBN 978-0-19-852503-5
- DAVIDSON, E. A. – HOWARTH, R. W. 2007. Nutrients in synergy. In: *Nature*, vol. 449, 2007, no. 7165, p. 1000–1001. ISSN 0028-0836
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných pôd*. Nitra : SPU a Šaľa: Duslo, 452 s. ISBN 80-7137-777-5
- FRANK, D. A. 2008. Ungulate and topographic control of nitrogen: phosphorus stoichiometry in a temperate grassland; soils, plants and mineralization rates. In: *Oikos*, vol. 117, 2008, no. 4, p. 591–601. ISSN 0030-1299

- GIBSON, D. J. 2009. Grasses and grassland ecology. Oxford : Oxford University Press 2009, 305 p. ISBN 978-0-19-852919-4
- JANČOVIČ, J. 1999. Vybrané biologické, produkčné a kvalitatívne charakteristiky trávnych porastov zväzu *Cynosurion* ovplyvnené hnojením. Nitra : SPU, 93 s. ISBN 80-7317-601-9
- KLEMENTOVÁ, E. – LITSCHMANN, T. 2001. Výsledky hodnotenia sucha v oblasti Hurbanova. In: Rožnovský, J. – Janouš, D. (eds). Sucho, hodnocení a predikce. Pracovní seminář, Brno, 19. 11. 2001, 9 s.
- KNAPP, A. K. – BEIER, C. – BRISKE, D.D. – CLASSEN, A. T. – LUO, Y. – REICHSTEIN, M. – SMITH, M. D. – SMITH, S. D. – BELL, J. E. – FAY, P. A. – HEISLER, J. L. – LEAVITT, S. W. – SHERRY, R. – SMITH, B. – WENG, E. 2008. Consequences of more extreme precipitation regimes for terrestrial ecosystems. In: BioScience, vol. 58, 2008, no. 9, p. 811–821. ISSN 0006-3568
- MAATHUIS, F. J. M. 2009. Physiological function of mineral macronutrients. In: Current Opinion in Plant Biology, vol. 12, 2009, no. 3, p. 250–258. ISSN 1369-5266
- MÍKA, V. 1980. Obsah minerálních látek v trávách. Studie ČSAV č. 8, Praha : Academie, 108 s.
- NOVÁK, J. 2007. Zúrodňovanie trvalých trávnych porastov zásahom do mačiny. In: Holubek, R. (ed). Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra : SPU, s. 264–279. ISBN 978-80-8069-911-6
- NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávníky. Prievidza : Patria I., 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1
- RUŽIČKOVÁ, H. 1996. Lúky a pasienky. In: Ružičková, H. – Halada, L. – Jedlička, L. – Kalivodová, E. (eds). Biotopy Slovenska. Bratislava : ÚKE SAV, 1996, s. 90–100. ISBN 80-967527-3-1
- TURNER, B. L. – HAYGARTH, P. M. 2000. Phosphorus forms and concentrations in leachate under four grassland soil types. In: Soil Science Society of America Journal, vol. 64, 2000, no. 3, p. 1090–1099. ISSN 0361-5995
- TURNER, B. L. – HAYGARTH, P. M. 2001. Phosphorus solubilization in rewetted soils. In: Nature, vol. 411, 2001, no. 6835, p. 258. ISSN 0028-0836
- VAN DER HEIJDEN, M. G. A. – BARDGETT, R. D. – VAN STRAALLEN, N. M. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. In: Ecology Letters, vol. 11, 2008, no. 3, p. 296–310. ISSN 1461-0248
- WENTZ, F. J. – RICCIARDULLI, L. – HILBURN, K. – MEARS, C. 2007. How much more rain will global warming bring? In: Science, vol. 317, 2007, no. 5835, p. 233–235. ISSN 0036-8075

Kontaktná adresa.

Ing. Norbert Britaňák, PhD., Mgr. Ľubomír Hanzes, PhD., Ing. Iveta Ilavská, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, Regionálne výskumné pracovisko Poprad, ul. SNP 1278/2, 058 01 Poprad 4, e-mail: brinor@isternet.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 52–56

BIODIVERZITA EPIGEICKÝCH SKUPÍN PRÍRODNEJ REZERVÁCIE „ALÚVİUM ŽITAVY“

BIODIVERSITY OF THE EPIGEIC GROUPS IN THE NATURE RESERVE OF „ALÚVİUM ŽITAVY“

Jana PORHAJAŠOVÁ,¹ Jana URMINSKÁ,¹ Jaroslav NOSKOVIČ,¹ Peter ONDRÍŠÍK,¹ Zbyšek ŠUSTEK²

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre¹
Ústav zoologije SAV, Bratislava²

The goal of our research was to evaluate the biodiversity epigeic groups, which are an important biocoenosis of the life of ecosystems and act as a significant bioindicator of the environmental quality. Collection of biological material were made by the terrestrial trap method, from 2006 to 2008, during the vegetation period, at four locations (sampling places) of the natural reservation Aluvium Žitavy, which covers an area of 32.53 ha in altitude of 111–121 m. During the three-year period on the nature reserve Aluvium Žitavy was obtained 9 315 ex epigeic animal component by terrestrial trap method, which were represented by 27 groups. We have registered dominant abundance of *Collembola*, *Coleoptera* *Araneidea*, *Acarina*, *Formicoidea* and *Larvae species*. With other groups *Diplopoda*, *Diptera*, *Auchenorrhyncha* we have reported lower occurrence (recedent or subrecurrent occurrence lower than 5 percent), but despite putting his presence contributed to the diversity of this specific habitat. Index value of species identity by Jaccarda within individual sampling places ranged from 72.00 to 84% identity index of dominance by Rennkonen ranged between 66.49 to 84.13% and the average value of diversity by the Shannon-Weaver was 2.12188. Calculated values clearly confirm the suitability of the environment and the positive relationship between the pursuit zoocoenosis and habitats that the site is nature reserve Aluvium Žitavy, which is an important element in terms of maintaining ecological stability of the country and clearly contributes to maintaining the biodiversity of the country.

Key words: biodiversity, bioindicator, ecosystem, epigeic group, nature reserve

Významnosť mokradí je úzko spojená s ich funkciemi v ekosystéme, ktoré sa stávajú nepostrádateľné aj pre človeka. Význam a funkcie mokradí spočívajú v zachovaní rozmanitosti živých organizmov, podielajú sa na odstraňovaní chemických a organických odpadov, živí ako aj sedimentov, čím slúžia ako prirodzené čističky vód, vystupujú ako kontrolný mechanizmus povodní a ochrany pred eróziou, sú zdrojom prírodných surovín potrebných pre človeka, poskytujú životné prostredie mnohým

vysoko špecializovaným a dokonale adaptovaným druhom rastlín a živočíchov s nezastupiteľnou funkciou v kolobehu hmoty a energie (Reichholf, 1998). Mokrade sú veľmi citlivé ekosystémy, ktoré často krát reagujú nezvratnými zmenami na mnohé zásahy realizované človekom. V kultúrnej krajinе prispievajú k zvýšeniu jej ekologickej stability a poskytujú refugium mnohým vzácnym druhom živých organizmov, vrátane nami sledovaných epigeických skupín. Spoločenstvá živočí-