



ANALÝZA STAVU TRÁVNÝCH PORASTOV V RÔZNYCH OBLASTIACH SLOVENSKA

VARGOVÁ VLADIMÍRA – KOVÁČIKOVÁ ZUZANA – MEDVECKÝ MICHAL –
DANIEL JÁN

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych
porastov a horského poľnohospodárstva

SÚHRN

Účelom tejto štúdie bola analýza stavu trávnych porastov aluviálnej lúky a trávneho porastu v podhorskej oblasti pri dlhodobom hnojení. Príspevok obsahuje údaje za obdobie 5 rokov (2016 – 2020). V západnej časti Zvolenskej kotliny (Veľká Lúka) bol založený prvý poľný experiment v nadmorskej výške 350 m. Pokus pozostával z 10 variantov hnojenia: nehnojený variant, PK variant, varianty s hnojením 50, 100, 150 a 200 kg N.ha⁻¹ s dvoma pomermi živín (1: 0,3: 0,8 a 1: 0,15: 0,4). Na severe Slovenska (Krivá) bol založený druhý experiment v nadmorskej výške 680 m. Pokus pozostával z 9 variantov hnojenia: nehnojený variant a varianty s hnojením 90 kg N.ha⁻¹ s rôznymi dávkami PK hnojenia a vápnika. Trávny porast bol využívaný trikrát kosením. Aplikácia hnojív ovplyvňovala produkciu sušiny. Na lokalite Veľká Lúka bola najvyššia produkcia sušiny (8,57 t.ha⁻¹) na variante s dávkou 200 kg N.ha⁻¹ s pomerom živín 1: 0,3: 0,8. Pôda je fluvizem, hlinitá s počiatočným pH pôdy (KCl) = 6,03. V rokoch 2016 - 2020 sa znížilo pH_(KCl) pôdy na hodnotu v rozmedzí 4,34 - 4,93. Najvyššia pôdna reakcia (4,93) bola na variante s dávkou 200 kg N.ha⁻¹ s pomerom živín 1: 0,15 : 0,4. Zásoba fosforu v pôde bola signifikantne ($P < 0,05$) najvyššia na variante s dávkou 200 kg N.ha⁻¹ s pomerom živín 1: 0,3: 0,8. Experiment v Krivej poskytol najvyššiu produkciu sušiny na variante s dávkou dusíka 90 kg.ha⁻¹, 26,4 kg P.ha⁻¹ a 49,8 kg K.ha⁻¹ (7,70 t.ha⁻¹). Pôdna reakcia na kambizeme bola extrémne až silne kyslá, s najvyššou hodnotou pH_(KCl) na variante s

dávkou dusíka 90 kg.ha⁻¹, 26,4 kg P.ha⁻¹ a 49,8 kg K.ha⁻¹ (4,93) a s vápnením. Signifikantne ($P < 0,05$) najvyšší obsahu fosforu bol na variantoch s NPK a NP hnojením.

Kľúčové slová: dlhodobý pokus, trávny porast, hnojenie, produkcia sušiny, pôdna reakcia

ÚVOD A PREHEAD LITERATÚRY

Charakter trávnych porastov ich predurčuje ako významný stabilizačný krajinnoko-ekologický prvok s mnohými mimoprodukčnými funkciami. Pri obhospodarovaní a využívaní trávnych ekosystémov je nutné opierať sa o zákonitosti dynamiky ich vývoja a reakciu na ekologické podmienky prostredia a na pratotechnické zásahy (*Vozár a Kovár*, 2015). Trávne porasty majú vysokú produkčnú schopnosť, ktorá vyplýva z toho, že zmiešané spoločenstvo komplexnejšie využíva pôdny priestor k príjmu vody, živín i nadzemný priestor k zachyteniu slnečnej energie. Primárna funkcia porastov je zabezpečiť krm, živiny, palivá a liečivá. Sekundárna funkcia trávnych porastov je biodiverzita rastlín a živočíchov, ktorá je dôležitá pre udržanie kolobehu živín, vody, energie a funkčnosť ekosystémov. Doplnkovou funkciou trávnych porastov v 21. storočí sa stáva udržanie kvality ovzdušia, viazanie uhlíka, podpora opel'ovačov a symbiotických organizmov (*Skládanka et al.*, 2014).

Farber et al. (2006) rozdeľuje služby a funkcie trávnych porastov do štyroch kategórií: 1. podporné funkcie (kolobeh živín, primárna produkcia, opel'ovači), 2. regulačné schopnosti (viazanie CO₂, prevencia pôdnych strát, udržanie pôdnej štruktúry), 3. zaistovanie služieb (hry), 4. kultúrne služby (turistika, tvorba krajiny). Všeobecne patrí produkčná funkcia trávnych porastov medzi základné funkcie, pretože zabezpečuje výživu zvierat, človeka, obnovu energie alebo tvorbu surovín (*Novák*, 2008). Produkčná funkcia je množstvo sušiny vytvorené fotosyntetickou premenou svetelnej energie rastlinami, t.j. transformácia slnečnej energie do produkcie fytomasy (*Skládanka et al.*, 2014).

Najvýznamnejšími ekologickými faktormi pôsobiacimi na druhové zloženie, produkciu a kvalitu krmu trávnych porastov sú vodný a živinový režim. Hnojenie zvyšuje produkciu využiteľnej biomasy všetkých druhov v poraste. Produkcia sušiny trávneho porastu je závislá od distribúcie a spôsobu využitia asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou

časťou trávneho porastu, pričom je potrebné zohľadniť úbytok sušiny v procese respirácie (Vozár a Jančovič, 2014 cit. Skládanka 2014).

Hnojením možno ovplyvniť aj zmeny koncentrácie organických a minerálnych látok v sušine nadzemnej fytohmoty trávneho porastu. Tieto zmeny môžu byť primárne alebo sekundárne. Primárne zmeny sú vyvolané zmenou koncentrácie určitého prvku v poraste a sekundárne sú vyvolané zmenou hmotnostného podielu druhov a floristických skupín v trávnom poraste (Skládanka et al., 2014). Podľa Jančoviča et al. (2006) možno hodnotiť tento vplyv nasledovne: obsah živín v sušine trávnych porastov klesá so znižovaním prístupných živín v pôde a klesá aj so zvyšovaním úrod tzv. zriedčovací efektom v odrastenej biomase. Celkový úspech hnojenia závisí od pôvodného stavu trávneho porastu, jeho zabezpečenia vodou, od klimatických a pôdných podmienok, od spôsobu a frekvencie využívania a dĺžky času systematického hnojenia (Vargová et al., 2012).

Pôda je kľúčovým a mimoriadne cenným zdrojom pre človeka. V súčasnosti chápeme význam pôdy hlavne z pohľadu produkcie potravín (Bezák et al., 2012). Pôda, konkrétne pôdny kryt zohráva ako jedna zo základných zložiek životného prostredia významnú úlohu z dvoch hľadísk - a to zohľadnením jej produkčných a mimoprodukčných funkcií (akumulácia vody, filtrácia, imobilizácia znečisťujúcich látok, akumulácia uhlíka). Je to výrazný krajinný prvok s obrovským regulačným a detoxikačným potenciálom (Kozba et al., 2012). Makovniková et al. (2012) uvádza, že pôdny kryt spolu s využívaním krajiny a zmenami v jej využívaní patria k najvýznamnejším činiteľom, ktoré ovplyvňujú funkcie pôdy a služby ekosystémov. Pri identifikovaní funkcií pôdy v ekosystémoch je dôležitá skutočnosť, že funkcie pôdy konkrétnej lokality sú optimálne z hľadiska špecifického ekoregiónu (Warkentin, 1995). Ako uvádza Vilček a Bujnovský (2008), význam pôdy vo väzbe na jej využívanie je významný tak z aspektu produkcie dostatku kvalitných potravín a dostatku pitnej vody – čo bezprostredne ovplyvňuje kvalitu života človeka, ako aj z pohľadu riešenia ďalších celospoločenských a environmentálnych problémov.

Vlastnosti pôd sú ovplyvňované edafickými faktory ako geologický podklad, pôdny druh a pôdny typ (Skládanka et al., 2014). Dostupnosť živín v pôde je však všeobecne nízka a mení sa pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009). Intenzívne dusíkaté hnojenie spôsobuje silné odčerpávanie živín a zvyšovanie kyslosti pôdy (Jančovič, 2002). Hnojenie ovplyvňuje zmeny nadzemného habitu, množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde. Vyvážené hnojenie mierne zvyšuje

intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a súčasne zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (Holúbek et al., 2007). Do pôdy pod trávny porast sa dostávajú aj živiny z opadu po mineralizácii, aj dusík pútaním hrčkotvornými baktériami a fosfor mycéliom mykorrhíznych húb (Novák, 2008).

Konečný efekt správneho hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov a najmä od zhodnotenia krmu v živočíšnej výrobe. Zlepšenie obhospodarovania trávnych porastov by malo viesť k tomu, aby bola zlepšená úžitkovosť hospodárska a zároveň sa udržala kultúrna krajina. Nájst' súlad medzi zachovaním biodiverzity druhov a hospodárskym využívaním trávnych porastov je v súčasnosti hľadané optimum. Zvolený konkrétny spôsob a intenzita využívania porastov sa následne odráža ako v produkcii a kvalite krmu, tak aj v zmenách ich druhovej skladby a celkového charakteru (Gaisler a Fiala, 2003, Nilsdotter-Lind et al., 2002). Cieľom práce bolo posúdenie produkčných a pôdnych charakteristík aluviálnej lúky a trávneho porastu v podhorskej oblasti pri dlhodobom hnojení.

MATERIÁL A METÓDA

Dlhodobé pokusy boli založené na dvoch lokalitách, vo Veľkej Lúke a v Krivej. V príspevku uvádzame výsledky za obdobie rokov 2016 – 2020. Charakteristika jednotlivých lokalít je uvedená v *tabuľke 1*. Pokus vo Veľkej Lúke bol založený v roku 1961 v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely 32 m², varianty hnojenia sú uvedené v *tabuľke 2*. Skoro na jar (marec) sa aplikovala prvá dávka hnojív (65 % N a celá dávka P a K) a po prvej kosbe (jún) bola dodaná druhá dávka N (35 %). Experiment v Krivej bol založený v roku 1968 v štyroch opakovaniach s veľkosťou pokusnej parcely 18 m². Hnojenie sa aplikovalo skoro na jar (*tabuľka 3*), dávka dusíka bola rozdelená nasledovne: 1/3 z celkovej dávky na jar (apríl), 1/3 po prvej kosbe (jún) a 1/3 po druhej kosbe (august). Vápnenie bolo realizované v roku 2018 a pravidelne sa opakuje každých 6 rokov v dávke 6,0 t.ha⁻¹ CaO.

Tabuľka 1: Charakteristika pokusných lokalít

Table 1: Characteristics of experimental sites

Stanovište	Veľká Lúka	Krivá
Nadmorská výška (m n. m.)	350	680
Dlhodobý priemer zrážok – za rok (R_t – mm)	757	895
Dlhodobý priemer zrážok – za vegetáciu (R_v – mm)	428	551
Dlhodobý priemer denných teplôt – za rok (t_{dr} - °C)	8,2	6,0
Dlhodobý priemer denných teplôt – za vegetáciu (t_{dv} - °C)	14,7	12,7
Pôdny druh	hlinitá	piesočnatohlinitá
Pôdny typ	fluvizem	kambizem
Pôvodná pôdna reakcia	6,03	5,45
Geologický substrát	aluviálne naplaveniny	podhôrny flyš

Tabuľka 2: Varianty pokusu - Veľká Lúka

Table 2: Trial treatments - Veľká Lúka

Variant	Hnojenie (kg.ha ⁻¹)			Pomer N:P:K
	N	P	K	
1	-	-	-	-
2	-	22	41,5	-
3	50	15	40	(1 : 0,30 : 0,8)
4	100	30	80	(1 : 0,30 : 0,8)
5	150	45	120	(1 : 0,30 : 0,8)
6	200	60	160	(1 : 0,30 : 0,8)
7	50	7,5	20	(1 : 0,15 : 0,4)
8	100	15	40	(1 : 0,15 : 0,4)
9	150	22,5	60	(1 : 0,15 : 0,4)
10	200	30	80	(1 : 0,15 : 0,4)

Porasty na oboch lokalitách boli využívané tromi kosbami, s termínom prvej kosby na začiatku klasickej prevládajúcich druhov tráv, 6 – 8 týždňov po prvej kosbe, 8 – 10 týždňov po druhej kosbe. Pred každou kosbou sa odobrali priemerné vzorky zelenej

fytomasy (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny podľa STN 47 7007. Na jeseň každého roku sa z hĺbky 0 – 150 mm odobrali pôdne vzorky na chemické analýzy. Z odobratých priemerných vzoriek sa stanovili pH/KCl, obsah organického uhlíka, fosfor, draslík a horčík. Rozbor pôd sa robil podľa Vyhlášky MPRV SR Zz.č.151/2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív. Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou analýzy variancie ANOVA prostredníctvom Tukeyovho testu na hladine významnosti 0,05. Analýzy boli vykonané použitím programu STATGRAPHIC Centurion XVI.I.

Tabuľka 3: Varianty pokusu - Krivá

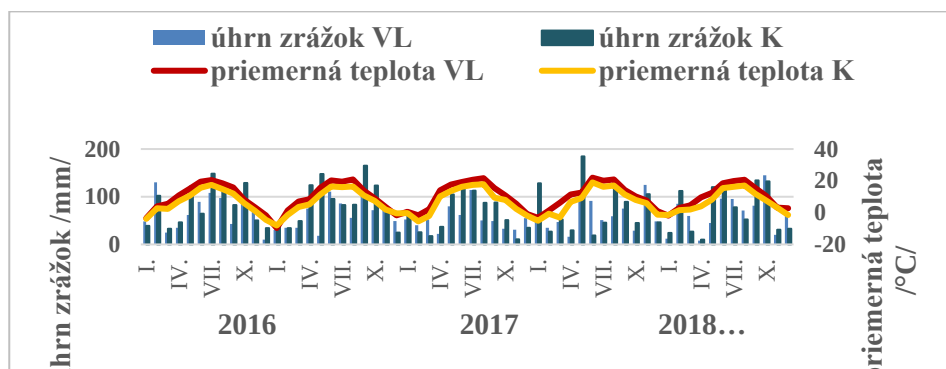
Table 3: Trial treatments - Krivá

Variant	Hnojenie (kg.ha ⁻¹)			
	N	P	K	Ca
1	-	-	-	-
2	90	26,4	49,8	-
3	90	26,4	49,8	6000
4	90	26,4	-	-
5	90	26,4	-	6000
6	90	-	49,8	-
7	90	-	49,8	6000
8	90	-	-	-
9	90	-	-	6000

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná teplota za vegetačné obdobie v roku 2016 bola na lokalite Veľká Lúka 16,7 °C s úhrnom zrážok 434 mm (*graf 1*). Rok 2017 mal počas vegetácie úhrn zrážok 454 mm (o 20 mm viac ako v roku 2016). Najviac zrážok spadlo v júli a septembri. Priemerná teplota vzduchu za vegetačné obdobie bola 16,4 °C, čo je menej o 0,03 °C ako v roku 2016. Rok 2018 bol zrážkovo podnormálny, za vegetáciu spadlo len 328 mm, pričom najnižší úhrn zrážok bol v apríli (22 mm). Najviac zrážok bolo v júli (114 mm) spolu s druhou maximálnou priemernou mesačnou teplotou 20,6 °C. Priemerná teplota vzduchu

za vegetáciu bola najvyššia v tomto roku (18,1 °C), čo je o 1,4 – 2,0 °C viac ako v ostatných rokoch. Ďalší rok mal úhrn zrážok počas vegetácie 404 mm a maximálne mesačné úhrny zrážok počas vegetácie boli zaznamenané v mesiaci máj (112 mm), pričom najnižší úhrn zrážok bol v apríli (16 mm). Najvyššia priemerná mesačná teplota bola v júni (22,0 °C) a aj ďalšie letné mesiace mali teplotu nad 20,0 °C. V roku 2020 bol úhrn zrážok za vegetáciu 396 mm s najnižším mesačným úhrnom zrážok 8 mm v mesiaci apríl. Priemerná mesačná teplota za vegetačné obdobie bola 16,1 °C (graf 1), čo je o 0,08 °C menej ako v roku 2019. Letné mesiace, okrem augusta (20,6 °C), nedosiahli priemernú teplotu nad 20,0 °C.



Graf 1: Walterov klimatogram - Veľká Lúka (VL), Krivá (K)

Figure 1: Walter's climatogram - Veľká Lúka (VL), Krivá (K)

Na lokalite Krivá sa roky 2016 – 2020 vyznačovali nadpriemernými teplotami a výrazne nadpriemerným úhrnom zrážok (graf 1). Okrem roku 2019, kedy bol úhrn zrážok za vegetáciu len 488 mm. Najvyššia priemerná teplota za vegetáciu (14,1 °C) bola v roku 2018. Rok 2017 dosiahol najvyšší úhrn zrážok počas vegetácie 698 mm s priemernou teplotou nižšou o 1,49 °C ako v 2018. Výraznejšie výkyvy sme zaznamenali v roku 2020, kedy v mesiaci apríl bol úhrn zrážok len 41 mm a v ďalších mesiacoch máj (120 mm) a jún (127 mm) sme zaznamenali maximálne úhrny zrážok. V tomto roku bola priemerná mesačná teplota za vegetáciu najnižšia, len 12,1 °C.

V roku 2016 bola pôdna reakcia na lokalite Veľká Lúka extrémne až silne kyslá a oscilovala v rozpätí od 4,45 do 5,02. V ďalších rokoch poklesla a najnižšia bola v roku 2018, čo bolo štatisticky preukazné ($P < 0,05$). Za uvedené roky bola najvyššia pôdna

reakcia v roku 2020 na variante 10, so štatistickým potvrdením ($P < 0,05$). Signifikantne vyššie hodnoty pH mali varianty 7 až 10 ako varianty 3 až 6 (tabuľka 4). Obsah humusu v priemere rokov stúpal, signifikantne najvyššie hodnoty boli v rokoch 2017 a 2018 ($31,97$ a $32,28 \text{ g.kg}^{-1}$), s následným poklesom v ďalšom období. Jančovič *et al.* (2007) zistil zvýšenie obsahu C_{ox} na intenzívne hnojených variantoch. Rovnakú tendenciu, aj so štatistickým potvrdením ($P < 0,05$) sme zaznamenali aj pri obsahu dusíka. Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplýva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých ekosystémov (Vitousek *et al.*, 1997). Signifikantne vyšší obsah fosforu mali varianty 3 – 6 a varianty 7 – 10 mali vyšší obsah horčíka. Najvyšší obsah fosforu v pôde sme zistili na variante 6 so signifikantným ($P < 0,05$) vplyvom (tabuľka 4). Jednotlivé roky nemali vplyv na obsah fosforu a draslíka v pôde. Varianty ako faktor, ovplyvňovali pôdnu reakciu, obsah fosforu a horčíka. Kobza *et al.* (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom, s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky. Signifikantný nárast koncentrácie horčíka s jeho najvyšším obsahom bol na variante 10 ($439,24 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Tabuľka 4: Vplyv rokov, pomerov a variantov na pôdnu reakciu a zásobu prvkov v pôde
- Veľká Lúka

Table 4: Effect of years, nutrient ratios and treatments on soil reaction and supply of soil elements in soil - Veľká Lúka

Faktor		pH	Cox g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹
Rok	2016	4,65 ^{ab}	24,62 ^b	2,93 ^b	14,99 ^a	103,48 ^a	381,51 ^{ab}
	2017	4,55 ^{ab}	31,97 ^c	2,91 ^b	11,43 ^a	116,94 ^a	393,83 ^b
	2018	4,41 ^a	32,28 ^c	3,19 ^b	12,31 ^a	117,30 ^a	382,76 ^{ab}
	2019	4,61 ^{ab}	20,37 ^a	2,91 ^b	9,83 ^a	116,44 ^a	352,04 ^a
	2020	4,73 ^b	20,04 ^a	2,10 ^a	4,11 ^a	109,44 ^a	359,68 ^{ab}
Pomer	0	4,38 ^a	27,69 ^a	3,01 ^a	2,12 ^{ab}	111,31 ^a	402,22 ^b
	PK	4,34 ^a	24,63 ^a	2,58 ^a	9,32 ^{ab}	116,25 ^a	333,56 ^b
	1 : 0,3 : 0,8	4,58 ^{ab}	26,06 ^a	2,81 ^a	20,16 ^b	113,26 ^a	345,79 ^a
	1 : 0,15 : 0,4	4,71 ^b	25,49 ^a	2,81 ^a	3,32 ^a	111,65 ^a	405,18 ^b
Varianty	1	4,39 ^{ab}	27,69 ^a	3,01 ^a	2,11 ^a	111,31 ^a	402,22 ^{cd}
	2	4,34 ^a	24,63 ^a	2,58 ^a	9,32 ^a	116,25 ^a	333,56 ^{ab}
	3	4,51 ^{abc}	26,44 ^a	2,92 ^a	3,25 ^a	106,19 ^a	346,99 ^{abc}
	4	4,57 ^{abc}	27,03 ^a	2,85 ^a	10,48 ^a	114,03 ^a	329,00 ^{ab}
	5	4,62 ^{bc}	24,96 ^a	2,67 ^a	18,14 ^a	113,80 ^a	380,46 ^{abcd}
	6	4,61 ^{bc}	25,83 ^a	2,81 ^a	48,78 ^b	119,00 ^a	326,72 ^a
	7	4,54 ^{abc}	25,82 ^a	2,85 ^a	2,49 ^a	107,72 ^a	406,37 ^{cd}
	8	4,65 ^c	26,87 ^a	2,80 ^a	2,81 ^a	113,34 ^a	385,17 ^{abcd}
	9	4,73 ^{cd}	25,05 ^a	2,93 ^a	3,26 ^a	109,86 ^a	389,93 ^{bcd}
	10	4,93 ^d	24,23 ^a	2,64 ^a	4,71 ^a	115,69 ^a	439,24 ^d

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukázateľné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, $P = 0,05$).

Pôdna reakcia na lokalite Krivá bola extrémne, silne kyslá až kyslá, v priemere rokov oscilovala od 3,88 na variante 6 (NK) do 5,49 na variante 3 s NPK (+ Ca) hnojením, so štatisticky preukazným rozdielom ($P < 0,05$). Za uvedené roky bola najvyššia pôdna reakcia v roku 2019, bez signifikantného rozdielu (*tabuľka 5*). Obsah humusu bol v priemere rokov najvyšší v roku 2016 (20,53 g.kg⁻¹). Varianty ani rok nemali vplyv na obsah humusu v pôde. Na nehnojenom variante sme zaznamenali v priemere rokov stredný obsah humusu 17,71 g.kg⁻¹ C_{ox} a dusíka (2,20 g.kg⁻¹). Signifikantne

($P < 0,05$) najvyšší obsah dusíka bol v roku 2016. Najvyššie hodnoty obsahu fosforu mali varianty 2 (NPK) a 4 (NP) s vysoko preukazným vplyvom ($P < 0,05$). Rok ako faktor ovplyvňoval obsah fosforu a draslíka, so signifikantným vplyvom v roku 2019, kedy boli zaznamenané maximálne hodnoty. Obsah draslíka v rokoch mierne stúpal, pričom najvyšší bol na variante 6 ($90,31 \text{ mg.kg}^{-1}$) v roku 2019. Varianty ako faktor, ovplyvňovali pôdnu reakciu, obsah fosforu a horčíka. Nárast koncentrácie horčíka bol signifikantný s maximálnou hodnotou na variante 5 (NP + Ca), $316,28 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Tabuľka 5: Vplyv rokov a variantov na pôdnu reakciu a zásoby prvkov v pôde - Krivá
Table 5: Effect of years, nutrient ratios and treatments on soil reaction and supply of soil elements in soil - Krivá

Faktor		pH	Cox g.kg^{-1}	N g.kg^{-1}	P mg.kg^{-1}	K mg.kg^{-1}	Mg mg.kg^{-1}
Rok	2016	4,45 ^a	20,53 ^a	2,73 ^c	4,10 ^a	74,38 ^a	218,23 ^a
	2017	4,36 ^a	18,30 ^a	1,82 ^a	5,14 ^{ab}	67,74 ^a	211,61 ^a
	2018	4,31 ^a	19,76 ^a	1,93 ^a	5,79 ^{bc}	69,55 ^a	259,43 ^a
	2019	4,87 ^a	18,43 ^a	2,36 ^b	6,93 ^c	82,56 ^b	264,54 ^a
	2020	4,65 ^a	20,40 ^a	2,11 ^{ab}	4,96 ^{ab}	75,50 ^{ab}	245,05 ^a
Varianty	1	4,11 ^a	17,71 ^a	2,20 ^a	3,10 ^b	75,05 ^a	209,93 ^{acb}
	2	4,14 ^a	18,10 ^a	2,11 ^a	10,60 ^c	71,52 ^a	189,49 ^{ab}
	3	5,49 ^c	20,15 ^a	2,20 ^a	7,41 ^b	75,21 ^a	315,88 ^c
	4	4,22 ^{ab}	17,80 ^a	1,98 ^a	10,95 ^c	74,01 ^a	198,29 ^{ab}
	5	5,17 ^{bc}	20,88 ^a	2,33 ^a	6,74 ^b	72,50 ^a	316,28 ^c
	6	3,88 ^a	21,46 ^a	2,35 ^a	2,57 ^a	78,86 ^a	175,61 ^a
	7	5,15 ^{bc}	19,68 ^a	2,18 ^a	2,63 ^a	74,07 ^a	297,05 ^{bc}
	8	4,26 ^{ab}	19,89 ^a	2,23 ^a	2,24 ^a	70,70 ^a	229,03 ^{acb}
	9	4,37 ^{ab}	19,70 ^a	2,13 ^a	2,23 ^a	73,58 ^a	226,39 ^{abc}

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, $P = 0,05$).

Počas sledovaného obdobia bola najvyššia produkcia sušiny na lokalite Veľká Lúka v roku 2016 na variantoch 3 – 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8, od $7,76 \text{ t.ha}^{-1}$ do $11,81 \text{ t.ha}^{-1}$. V roku 2018 sme zaznamenali na všetkých variantoch najnižšiu produkciu (*tabuľka 6*), čo bolo spôsobené nízkym úhrnom zrážok. Hnojené varianty 3 až 6 dosahovali produkciu od $3,83 - 5,32 \text{ t.ha}^{-1}$, a varianty 7 – 10 ju mali o $0,39 - 1,36 \text{ t.ha}^{-1}$ nižšiu. Najvyššiu úrodu

sušiny 5,32 t.ha⁻¹ sme zaznamenali na variante 6 (200 kg N, 60 kg P, 160 kg K). Tento variant poskytol signifikantne ($P < 0,05$) maximálne hodnoty produkcie sušiny aj v ďalších rokoch, 10,61 t.ha⁻¹ v roku 2020, 7,17 t.ha⁻¹ v roku 2019 a 7,95 t.ha⁻¹ v roku 2017. Štatisticky preukazne najvyššiu úrodu poskytli aj varianty 5 (150 kg N + PK) a 10 (200 kg N + PK).

Tabuľka 6: Produkcia sušiny - Veľká Lúka

Table 6: Dry matter yields - Veľká Lúka

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	
1	5,17	3,84	2,52	3,66	4,54	3,95 ^a
2	6,93	4,80	2,77	4,13	7,11	5,15 ^{ab}
3	7,76	4,50	3,83	5,83	7,42	5,87 ^{ab}
4	8,96	6,22	5,04	6,46	8,54	7,04 ^{ab}
5	11,24	5,65	5,30	7,12	10,33	7,93 ^b
6	11,81	7,95	5,32	7,17	10,61	8,57 ^b
7	7,44	6,30	3,44	5,00	7,24	5,88 ^{ab}
8	9,29	6,75	2,42	5,80	7,78	6,41 ^{ab}
9	9,76	5,98	3,94	7,19	10,69	7,51 ^{ab}
10	10,66	7,65	4,45	7,51	10,26	8,11 ^b

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, $P = 0,05$).

Výsledky pokusu potvrdzujú štatisticky preukazný vplyv roka na produkciu sušiny (tabuľka 7). Hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny vo všetkých kosbách a rokoch (Velich 1986, Holúbek 1991, Glaba a Kacorzykb 2011). Najnižšia produkcia sušiny bola na nehnojenom variante, od 2,52 t.ha⁻¹ v roku 2018 do 5,17 t.ha⁻¹ v roku 2016. Štatisticky preukazne ($P < 0,05$) najvyššiu produkciu sušiny zaznamenali porasty v prvej a druhej kosbe, a v rokoch 2016 a 2020 (tabuľka 7), potvrdené aj v práci Vargová et al. (2012).

*Tabuľka 7: Vplyv rokov, kosby a pomerov na produkciu sušiny ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)**Table 7: Effect of years, cutting and nutrient ratios on dry matter production (t/ha)*

Rok	Priemer	Kosba	Priemer	Pomer	Priemer
2016	2,71 ^c	1	2,25 ^b	0	1,33 ^a
2017	1,73 ^b	2	2,15 ^b	PK	1,72 ^a
2018	1,04 ^a	3	1,46 ^a	1 : 0,3 : 0,8	2,45 ^b
2019	1,73 ^b			1 : 0,15 : 0,4	2,33 ^b
2020	2,55 ^c				

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, $P = 0,05$).

Diferencovaná skladba pôdných živín má zásadný vplyv na pokryvnosť agrobotanických skupín a aj na výšku úrod. Výrazný odstup sa prejavuje medzi jednotlivými variantmi predovšetkým vplyvom fosforečného hnojenia. Výška úrod je odrazom jeho obsahu v pôde, z čoho vyplýva, že rastliny nedokážu jeho nedostatok vykompenzovať. Za sledované obdobie dosiahol v roku 2016 na lokalite Krivá najvyššiu produkciu sušiny variant 2 s NPK hnojením ($8,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a najnižšiu nehnojený variant ($4,41 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Aplikáciou vápenatého hnojenia bola produkcia sušiny nižšia o 5,9 % (N + Ca) – 18,64 % (NP + Ca). Pri porovnaní variantov NPK hnojenie s NP, NK a N hnojením sme zaznamenali pokles úrody o $1,15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na variante 4 (NP), o $2,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na variante 6 (NK) a o $3,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na variante 8 (N) (tabuľka 8).

Tabuľka 8: Produkcia sušiny - Krivá

Table 8: Dry matter yields - Krivá

Variant	2016	2017	2018	2019	2020	Priemer
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	
1	4,41	3,57	2,85	3,21	4,15	3,64 ^a
2	8,82	7,92	7,24	6,38	8,14	7,70 ^c
3	7,29	7,64	6,74	6,43	7,15	7,05 ^c
4	7,67	8,39	6,17	6,38	7,34	7,19 ^c
5	6,24	7,17	5,94	5,76	6,44	6,31 ^{bc}
6	6,12	5,37	4,00	3,79	4,81	4,82 ^{ab}
7	5,44	4,88	4,38	2,95	3,83	4,30 ^a
8	4,99	4,15	3,73	3,10	3,81	3,96 ^a
9	4,71	2,99	3,58	3,76	4,51	3,91 ^a

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t*-test, *P* = 0,05).

V roku 2017 dosiahol variant 4 (NP) vyššiu produkciu sušiny o 0,47 t.ha⁻¹ ako variant 2 s NPK hnojením. Najnižšiu úrodu sme zaevidovali na variante 9 s dusíkatým hnojením + Ca (2,99 t.ha⁻¹). Produkcia sušiny bola v ďalšom roku (2018) na všetkých variantoch veľmi nízka, najnižšia za sledované obdobie. Hnojené varianty poskytli produkciu sušiny od 3,73 do 7,24 t.ha⁻¹. Najvyššiu úrodu sme zistili na variante 2 s NPK hnojením (tabuľka 8). Aplikácia dusíka + P (variant 4) zvýšila produkciu sušiny o 2,17 t.ha⁻¹ v porovnaní s aplikáciou dusíka + K (variant 6). Druhú najvyššiu produkciu sušiny sme zaznamenali v roku 2020 na variante 2 s NPK hnojením (8,14 t.ha⁻¹) a najnižšiu na variante 8 s N hnojením (3,81 t.ha⁻¹). Aplikáciou vápenatého hnojenia sa produkcia sušiny na variante 9 (N + Ca) zvýšila o 0,7 t.ha⁻¹, v porovnaní s variantom 8.

Signifikantne (*P* < 0,05) najvyššia produkcia sušiny bola v roku 2016 (tabuľka 9). Na nárast produkcie sušiny bol vplyv prvej a druhej kosby štatisticky preukazný (*P* < 0,05), rovnako ako aj na lokalite Veľká Lúka.

Tabuľka 9: Vplyv rokov a kosby na produkciu sušiny ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)Table 9: Effect of years and cutting on dry matter production (t/ha)

Rok	Priemer	Kosba	Priemer
2016	2,06 ^b	1	2,20 ^b
2017	1,92 ^a	2	2,00 ^b
2018	1,65 ^a	3	1,23 ^a
2019	1,55 ^a		
2020	1,86 ^a		

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t -test, $P = 0,05$).

Pri porovnaní oboch lokalít môžeme konštatovať, že vyššiu produkciu sušiny sme zistili na lokalite Veľká Lúka. Priemerná produkcia za dané obdobie bola od 3,95 na nehnojenom variante do 8,57 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na variante 6 s 200 kg dávkou dusíka (+ PK). Experiment v Krivej poskytol priemernú produkciu úrody od 3,64 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na nehnojenom variante do 7,70 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na variante 2 s 90 kg dávkou dusíka (+ PK). Na oboch lokalitách sme zaznamenali pozitívny vplyv aplikácie hnojív na zvýšenie produkcie sušiny. Rovnako preukazne ovplyvňovali nárast úrody aj faktory rok (2016) a kosba (1. a 2. kosba).

ZÁVERY

Za sledované obdobie 2016 – 2020 bola zaznamenaná vyššia produkcia sušiny na aluviálnej lúke na lokalite Veľká Lúka (350 m n. m.), s maximálnou produkciou (v priemere rokov 8,57 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) vo všetkých rokoch na variante s dávkou dusíka 200 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, 60 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a 160 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. V podhorskej oblasti v Krivej (680 m n. m.) rovnako štatisticky preukazne, vo vzťahu k hnojeniu a jeho výške, dosiahol najvyššiu produkciu sušiny variant s dávkou dusíka 90 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, 26,4 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a 49,8 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (7,70 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Výsledky pokusov potvrdili signifikantný vplyv faktorov rok (2016) a kosby (1. a 2. kosby) na nárast produkcie sušiny na oboch lokalitách. Pôdna reakcia bola na hodnotených lokalitách extrémne až silne kyslá, pričom najvyššia hodnota pôdnej reakcie 5,49 bola na lokalite Krivá, na variante s dávkou dusíka 90 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, 26,4 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a 49,8 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spolu s vápnením v roku 2018. Experiment na Veľkej Lúke mal v roku 2020

signifikantne ($P < 0,05$) najvyšší obsah dusíka a pH. Faktor variant ovplyvňoval na obidvoch lokalitách pôdnu reakciu a zásobu fosforu a horčíka v pôde.

ANALYSIS OF THE STATE OF GRASS GROWTH IN DIFFERENT AREAS OF SLOVAKIA

VARGOVÁ VLADIMÍRA – KOVÁČIKOVÁ ZUZANA – MEDVECKÝ MICHAL –
DANIEL JÁN

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych
porastov a horského poľnohospodárstva

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the condition of grasslands of alluvial meadow and grassland in the foothill area of long-term fertilization. The paper consists of experimental data collected during 5 years (2016 – 2020). The first field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina (Veľká Lúka) basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 10 treatments of fertilization: unfertilized grass swards, PK fertilized grass swards and grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg N/ha with two nutrient ratios (1 : 0.3 : 0.8 and 1 : 0.15 : 0.4). The second field experiment was established on the north part of Slovakia (Krivá) at 680 m a.s.l. The experiment consisted of 9 treatments of fertilization: unfertilized grass swards and grass swards fertilized 90 kg N/ha with different levels PK of fertilization and application of calcium. The grassland was used three times by cutting. Application of fertilizers had an effect on DM yield. The rate of 200 kg N/ha with a ratio of 1 : 0.3 : 0.8 produced the highest DM yields (11.81 t/ha) in the area of Veľká Lúka. The soil is loamy fluvisol; the initial soil pH (KCl) is 6.03. In the years 2016 - 2020 the soil pH_(KCl) decreased to the values in range 4.34 - 4.93. The most significant decrease of soil pH (4.93) was on the treatment rate of 200 kg N/ha with a ratio of 1 : 0.15 : 0.4. The phosphorus supply in the soil was significantly ($P < 0.05$) the highest on the treatment of rate of 200 kg N/ha with a ratio of 1 : 0.3 : 0.8. The experiment Krivá was the highest DM yield in the rate of 90 kg N/ha with 26.4 kg P/ha and 49.8 kg K/ha (7.70 t/ha). The soil reaction on cambisol was extremely to strongly acidic, with the highest pH_(KCl) on the treatment in the rate of 90 kg N/ha with, 26.4 kg

P/ha and 49.8 kg K/ha (4.93) and with liming. Significantly ($P < 0.05$) the highest phosphorus content was on treatments with NPK and NP fertilization.

Keywords: long-term experiment, grassland, fertilised, dry mater, soil reaction

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) „Komplexné systémy hospodárenia na trávnych porastoch“ v priebehu rokov 2016 – 2018 a „Multifunkčné hospodárenie na rôznych typoch trávnych porastov“ v rokoch 2019 – 2021.

LITERATÚRA

Bezák, P., Skalský, R., Szallayová, R. (2012): Alternatívne riešenia poľnohospodárskej pôdy pred zábermi vo väzbe na legislatívu. In Vedecké práce VÚPOP Bratislava, s. 24 – 36.

Gaisler, J., Fiala, J. (2003): Vliv hnojení a počtu sečí na botanické složení, výnos a kvalitu píce trávniho porostu. In Ekologicky šetrné a ekonomicky přijatelné obhospodařování travních porostů (sborník z mezinárodní vědecké konference) Praha : VÚRV, pp. 71 - 78.

Glaba, T., Kacorzkyb, P. (2021): Root distribution and herbage production under different management regimes of mountain grassland. Soil and Tillage Research, vol. 113, no. 2, pp. 99–104.

Farber, S., Costanza, R., Childers, D. L., Erikson, J., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, Ch. S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P., Wilson, M. (2006): Linking ecology and economics for ecosystem management. BioScience, vol. 56, pp.121-133.

[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)056\[0121:LEAEFE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)056[0121:LEAEFE]2.0.CO;2)

Holúbek, R. (1991): Produkčná schopnosť a kvalita PTP v mierne teplej a mierne suchej oblasti. Poľnohospodárska veda, Bratislava : Veda SAV, 132 s.

Holúbek, R. et al. (2007): Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra, 420s.

- Jančovič, J.* (2002): Vplyv hnojenia a využívania na vyplavovanie živín a zmeny pôdných vlastností v trávnom ekosystéme. In *Ekológia trávneho porastu VI*. Banská Bystrica. s. 138-146.
- Jančovič, J., Ďurková, E., Vozár, L.* (2006): Trávne porasty a poľné krmoviny. 3. nezmenené vyd. Nitra: SPU, 127.
- Jančovič, J. et al.* (2007): Základné agrochemické vlastnosti kambizemu pod trávnyim porastom v dlhodobom pokuse. In *Ekológia trávneho porastu VII*. Banská Bystrica. 2007, s. 328-332.
- Kobza, J. et al.* (2010): Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia*, roč. 50, 2010, č.1, s. 3-8.
- Kobza, J., Barančíková, G., Hrivňáková, K., Makovníková, J., Pálka, B., Styk, J., Širáň, M.* (2012): Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívneho územia Horná Nitra s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 2010, 94 s.
- Makovníková, J., Orságová, K., Pálka, B., Širáň, M., Bohunčáková, S.* (2012): Využitie rekreačnej funkcie pôdy v cestovnom ruchu. In *Vedecké práce VÚPOP Bratislava*, s. 60 – 70.
- Maathuis, F.* (2009): Physiological function of mineral macronutrients. In *Current Opinion in Plant Biology*, 12, vol. 3, s. 250-258.
- Nilsdotter-Linde, N., Stenberg, M., Tuveesson, M.* (2002): Nutritional quality and yield of white and red clover mixed swards with different harvest and nitrogen strategies. *Grassland Science in Europe*, vol. 7, pp. 146–147.
- Novák, J.* (2008): Pásienky, lúky a trávniky. Prievidza : Patria I. spol. s r. o. , 708 s.
- Skládanka, J. et al.* (2014): Pícninářství. Brno : MU, 368 s.
- Vargová, V., Kovačíková, Z., Michalec, M.* (2012): Effects of rates and nutrient ratios on production and quality of phytomass at fertiliser application to an alluvial meadow. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 58 (1), pp.1–10. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10207-012-0001-z>
- Velich, J.* (1986): Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového prosecu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Praha: Videopres MON., 162s.
- Vilček J., Bujnovský R.* (2008): Produkčno-ekonomické aspekty udržateľného využívania poľnohospodárskych pôd Slovenska. Bratislava: VÚPOP, 2008. 5 s.

Vitousek, P. et al. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In *Ecological Applications*, 1997, 7, pp. 737-750.

Vozár, L., Kovár, P. (2015): https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/19/19-vozar.pdf

Vozár, L., Jančovič, J. (2014): Ošetrovanie travných porostů. In Skládanka, J. et al. *Pícninářství*. Brno : MU, s. 225-245.

Warkentin, B. (1995): The changing concept of soil quality. In *J. Soil Water Conserv.*, 50, 1995, p. 226-228.

Adresy autorov – Address of the authors:

Vargová Vladimíra

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 21
vladimira.vargova@nppc.sk

Kováčiková Zuzana

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 21
zuzana.kovacikova@nppc.sk

Medvecký Michal

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Regionálne výskumné pracovisko Krivá Krivá 62, 027 55, Krivá
michal.medvecky@nppc.sk

Daniel Ján

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Regionálne výskumné pracovisko Krivá Krivá 62, 027 55, Krivá
jan.daniel@nppc.sk