

Yield and quality phytomass of alluvial meadow in interaction with temperature and rainfall

Produkcia a kvalita fytohmasy aluviálnej lúky v interakcii so zrážkami a teplotou

Vladimíra VARGOVÁ (✉), Zuzana KOVÁČIKOVÁ, Miriam KIZEKOVÁ

National Agricultural and Food Centre – Grassland and Mountain Agriculture Research Institute, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, Slovakia

✉ Corresponding author: vladimira.vargova@nppc.sk

Received: April 17, 2020; accepted: December 11, 2020

ABSTRACT

The aim of the experiment was to assess an effect of rainfall, temperature and fertilization on grassland dry matter (DM) production and quality. Five treatments control (CON), PK, N50PK, N100PK and N150PK were established in the western part of “Zvolenská kotlina” basin (Slovakia) on alluvial meadow. The paper consists of experimental data collected during 11 years (2008 – 2018). The highest DM production was found in the treatment with the rate of 150 kg/ha, the lowest crude protein (CP) content was identified with the unfertilized treatment. However fertilization showed no statistically significant impact on dry matter production or CP content. Variability in rainfall over growing period was an important factor affecting DM production with statistically significant ($P < 0.01$). To contrary, there was no relationship between average temperature over growing period and DM production or CP content. On average, the highest CP content was found in years with the normal rainfall and the normal average temperature.

Keywords: alluvial meadow, *Alopecurion pratensis*, fertilization, dry matter production, crude protein, rainfall, temperature

ABSTRAKT

Cieľom výskumu bolo vyhodnotiť účinok zrážok, teploty a hnojenia na produkciu a kvalitu trávneho porastu. Pokus bol založený na aluviálnej lúke v západnej časti “Zvolenskej kotliny” (Slovensko) a pozostával z 5 variantov: kontrola (CON), PK, N50PK, N100PK a N150PK. Príspevok obsahuje údaje za obdobie 11 rokov (2008 – 2018). Najvyššia produkcia sušiny (DM) bola zaznamenaná na variante hnojenom dávkou dusíka 150 kg/ha, najnižší obsah dusíkatých látok bol zistený na nehnojenej kontrole. Hnojenie nemalo štatisticky významný vplyv na produkciu sušiny a na obsah dusíkatých látok. Významným faktorom, ktorý ovplyvňoval produkciu sušiny bola variabilita v úhrne zrážok za vegetačné obdobie so štatistickou preukaznosťou ($P < 0,01$). Naopak, priemerná teplota za vegetačné obdobie nemala vplyv na produkciu sušiny ani na koncentráciu dusíkatých látok. V priemere, najvyšší obsah dusíkatých látok bol zistený v rokoch s normálnym úhrnom zrážok a normálnou priemernou teplotou za vegetačné obdobie.

Keywords: aluviálna lúka, *Alopecurion pratensis*, hnojenie, produkcia sušiny, dusíkaté látky, priemerná teplota, zrážky

DETAILED ABSTRACT

Fertilization is a well-known method of grassland intensification. It increase not only herbage yield and quality, but it also helps to maintain grassland in a good condition for a long period. Thermal continentality plays an important role not only in the basic characterization of the climate in individual regions, but also in the phytogeographic distribution of plants and the formation of ecosystems. The objective of this research was to assess an effect of different fertilizer application rates on yield and quality of an alluvial meadow. In 1961, the experiment was established at Veľká Lúka site (Slovakia, western part of "Zvolenská kotlina" basin, an altitude 350 m a.s.l., N 48° 37'; E 19° 10'). The long-term rainfall over growing season is 430 mm and the long-term annual rainfall is 780 mm, the long-term average annual temperature is 9.3 °C and the long-term mean temperature over growing season is 16.5 °C. The sward type was *Alopecurion pratensis* association with dominant species *Arrhenatherum elatius* L., *Alopecurus pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L., *Trifolium pratense* L., *Leontodon hispidus* L. The paper presents results of the 11 years period (2008 – 2018). There were included five fertiliser treatments: control (CON), PK, N50PK, N100PK and N150PK with N rate of 50 kg/ha, 100 kg/ha and 150 kg/ha, respectively. The fertiliser nitrogen was applied as ammonium nitrate (LAD 27%), P was applied as "superphosphate" (19%) and K as potassium salt (60%). The total rate of N fertiliser was split into two dressings which were applied in the early spring (65%) and after the 1st cut (35%). The grassland was utilised by three cuts: the 1st cut - at the ear emergence of dominant grass species; the 2nd cut – approximately 6 to 8 weeks later; the 3rd cut – approximately 8 to 10 weeks after the 2nd cut. On average, the highest DM production (7.27 t/ha) was recorded at the treatment with N 150 kg/ha. However, fertilization did not show any significant effect on DM yield. The average CP content was 130.39 g/kg, 125.54 g/kg, 125.18 g/kg, 125.12 g/kg and 124.82g/kg for PK, N50PK, N100PK, N150PK and CON, respectively. Yield at the CON, PK, N50PK, and N150PK treatments was significantly affected by rainfall over growing period ($P < 0.01$), while there was no relationship between rainfall, average temperature and CP content.

ÚVOD

Klimatická zmena je realitou, ktorá sa netýka len budúcnosti, ale je vážnym problémom aj súčasnosti. Najdôležitejším indikátorom klimatickej zmeny sa považuje globálne otepľovanie. Priemerná teplota na Zemi stúpa, zvyšuje sa početnosť a sila hurikánov, tropických búrok a cyklónov, pribúdajú záplavové obdobia, posúvajú sa klimatické pásma, ubúda výška snehovej pokrývky, extrémnou rýchlosťou sa topia ľadovce a pribúdajú dlhé obdobia tepla a sucha. Tie často vystriedajú bleskové povodne. Aj toto je dopad klimatických zmien na Slovensku. Rok 2018 skončil v Európe ako tretí najteplejší za rokmi 2014 a 2015, a to aj napriek tomu, že teplý polrok (apríl až september 2018) bol v Európe vôbec najteplejší v období posledných 40 rokov. Tento rok (2018) sa zapísal do histórie Slovenska ako mimoriadne až extrémne teplý (prevažne 1. až 2. najteplejší od roku 1931, resp. 1901) (Pecho a Markovič, 2019). Najteplejších 12 rokov bolo zaznamenaných od začiatku 90-tych rokov. Zároveň došlo k poklesu atmosférických zrážok v priemere o 5,6%. Regionálne rozdiely boli zaznamenané medzi južnou a

severnou časťou územia (Lapin et al., 2003, 2007; Pecho et al., 2008). Prejavom klimatických zmien je najmä výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu (do 5%).

Tepelná kontinentalita zohráva dôležitú úlohu nielen pri základnej charakterizácii podnebia v jednotlivých regiónoch, ale aj pri fyto geografickom rozmiestnení rastlín a tvorbe ekosystémov. Z dôvodu prebiehajúcich klimatických zmien sú otázky týkajúce sa zmien tepelnej kontinentality veľmi dôležité. Výsledky sledovania, z rokov 1961 až 2013, ukazujú, že kontinentalita Slovenska sa zvýšila, hoci tento trend nebol až tak významný. Najvyšší bol pozorovaný na údolnej stanici Sliač (Vilček et al., 2016), kde sa nachádza aj dlhodobý pokus, ktorého výsledky publikujeme.

Na nehnojených porastoch je fixácia dusíka okrem prísunu atmosférickými zrážkami jediným zdrojom dusíka. Hnojenie zvyšuje produkciu využiteľnej biomasy všetkých druhov v poraste. Konečný efekt správneho hnojenia nezáleží len od úrovne dosiahnutých úrod a kvality krmu, ale i od správneho využívania porastov (Holúbek et al., 2007).

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). Hnojením možno ovplyvniť aj zmeny koncentrácie organických a minerálnych látok v sušine nadzemnej fytomasy 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. zriedovacím efektom v odrastenej biomase.

Cieľom výskumu bolo zhodnotiť vplyv zrážok, teploty a hnojenia (dávok N a PK) na produkciu a obsah dusíkatých látok fytomasy aluviálnej lúky za jedenástorčné obdobie.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol založený v roku 1961 na Veľkej Lúke, ktorá sa nachádza v západnej časti Zvolenskej kotliny v nadmorskej výške 350 m (N 48° 37'; E 19° 10'), geologický substrát sú aluviálne naplaveniny, pôdny typ je fluvizem. Dlhodobý úhrn zrážok za rok je 780 mm a za vegetačné obdobie 430 mm, dlhodobá priemerná teplota vzduchu za rok je 9,3 °C a za vegetačné obdobie 16,5 °C. Pri založení pokusu v roku 1961 bol z fytoecologického hľadiska trávny porast charakterizovaný ako zväz *Alopecurion pratensis*. V príspevku uvádzame výsledky za obdobie

rokov 2008 – 2018. Z fytoecologického prieskumu v hodnotených rokoch dominovali na nehnojenom variante *Arrhenatherum elatius* L., *Alopecurus pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L., *Trifolium pratense* L., *Leontodon hispidus* L. Variant PK bol charakteristický zastúpením najmä *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L., *Arrhenatherum elatius* L., *Alopecurus pratensis* L., *Leontodon hispidus* L. Dominantné druhy na variantoch N50PK, N100PK a N150PK boli *Arrhenatherum elatius* L., *Alopecurus pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L., *Festuca rubra* L. Experiment bol založený blokovou metódou (32 m², 8 x 4 m) v štyroch opakovaníach. Pozostával z piatich variantov (CON - nehnojená kontrola, PK, N50PK, N100PK a N150PK) s dávkami živín NPK uvedenými v tabuľke 1. Na začiatku vegetačného obdobia (marec) bola aplikovaná celá dávka fosforu, draslíka a prvá dávka N v množstve 65% z celkového množstva. Druhú dávku N sme dodali po prvej kosbe (koniec mája, začiatok júna). Porasty sa využívali tromi kosbami: 1. kosba sa vykonala na začiatku klásenia prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba prebehla o 6 až 8 týždňov po 1. kosbe, 3. kosba sa vykonala 8 až 10 týždňov po 2. kosbe. Pred každou kosbou boli odobraté priemerné vzorky zelenej hmoty s hmotnosťou približne 500 gramov na stanovenie produkcie sušiny podľa STN 47 7007 a na stanovenie obsahu dusíkatých látok (Kjeldalova metóda) podľa STN 46 7093. Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou analýzy variancie ANOVA prostredníctvom Tukeyovho testu na hladine významnosti 0,01, na určenie vzájomných vzťahov bol použitý Pearsonov korelačný koeficient. Analýzy boli vykonané použitím programu STATGRAPHIC Centurion XVI.I.

Table 1. Trial treatments

Tablica 1. Varianty pokusu

Treatments / Nutrient rates Varianty / Dodané živiny	CON (kg/ha)	PK (kg/ha)	N50PK (kg/ha)	N100PK (kg/ha)	N150PK (kg/ha)
N	0	0	50	100	150
P	0	22	7,5	15	22,5
K	0	41,5	20	40	60

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Za sledované obdobie 2008 – 2018 bol najvyšší úhrn zrážok počas vegetačného obdobia zaznamenaný v roku 2010, a to až 711 mm. Obrázok 1 ukazuje, že počas vegetačného obdobia v rokoch 2008 – 2018 zrážky dominovali nad teplotou len v rokoch 2010 a 2014. Najnižší úhrn zrážok počas vegetácie (315 mm) bol nameraný v roku 2009 a predstavoval len 73% dlhodobého normálu. Roky 2013, 2016 a 2017 boli teplotne a zrážkovo normálne. Toto potvrdili aj ďalší autori (Kováč a Jakubová, 2017). Naopak rok 2018 bol najsuchší a najteplejší rok za sledované obdobie. Rovnaké informácie uvádza aj Pecho a Markovič, (2019), ktorí tento rok označili za štvrtý najteplejší v novodobej histórii meteorologických meraní (od roku 1880), kde poradie najteplejších rokov je 2016, 2017, 2015, 2018 a 2014.

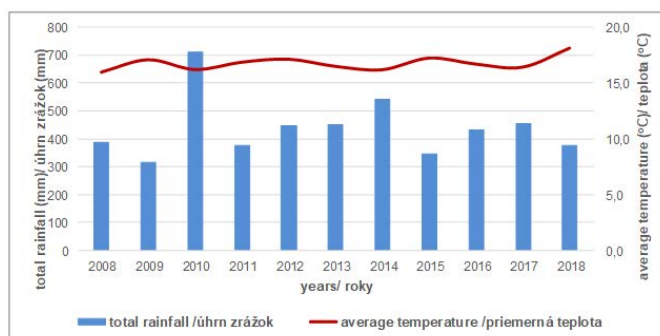


Figure 1. Total rainfall and average temperature for growing season during 2008 – 2018

Obrázok 1. Úhrn zrážok a priemerné teploty za vegetačné obdobie v rokoch 2008 – 2018

Za sledované obdobie dosiahol najnižšiu priemernú produkciu sušiny kontrolný variant (4,51 t/ha). Na variante s PK hnojením bola úroda sušiny vyššia o 1 t/ha, čo predstavuje 22,2%-né zvýšenie pri porovnaní s kontrolou (Tabuľka 2). Pri aplikácii dusíka v dávke 50 kg/ha + PK bola produkcia sušiny v priemere rokov vyššia o 31,9% (5,95 t/ha). Pozitívny vplyv na zvýšenie produkcie sušiny o 2,12 – 2,76 t/ha (47% a 61,2%-ný nárast) mali aj dávky dusíka 100 kg/ha a 150 kg/ha + PK, ale bez štatistickej preukaznosti (Tabuľka 2). Dané výsledky potvrdzujú tvrdenia viacerých autorov (Glabá a Kacorzykb, 2011; Vargová et al., 2012), ktorí zistili, že hnojenie dusíkom zvyšovalo produkciu sušiny v kosbách a rokoch. Hnojenie

dusíkom vo všeobecnosti zvyšuje produkciu biomasy trávnych porastov (Kizeková et al., 2017). K rovnakým záverom dospel aj Humbert et al. (2016), že nárast produkcie sušiny ovplyvňuje dávka a spôsob aplikácie dusíka.

Výsledky pokusu ukazujú štatisticky preukazný vplyv ročníka na produkciu sušiny (Tabuľka 2). Štatisticky preukazne najvyššiu produkciu sušiny zaznamenali porasty v roku 2010, kedy úhrn zrážok za vegetačné obdobie dosiahol 165% dlhodobého normálu. Naopak najnižšia úroda sušiny bola charakteristická pre rok 2018 (Tabuľka 2), kedy sa produkcia pohybovala od 2,52 t/ha na kontrole do 3,94 t/ha na variante N150PK. V tomto roku úhrn zrážok za vegetačné obdobie dosahoval 76% dlhodobého normálu a priemerná teplota bola o 1,6 °C vyššia v porovnaní s dlhodobým priemerom. Korelačná analýza ukázala silný pozitívny vzťah medzi produkciou sušiny a úhrnom zrážok za vegetačné obdobie takmer na všetkých variantoch. Naše výsledky poukazujú na silný pozitívny vzťah medzi produkciou sušiny a úhrnom zrážok (Tabuľka 3). S vyšším úhrnom zrážok počas vegetačného obdobia sa štatisticky významne zvýšila úroda sušiny na variantoch N150PK ($r = 0,8233^{**}$, $P < 0,01$), CON ($r = 0,7763^{**}$, $P < 0,01$), PK ($r = 0,7674^{**}$, $P < 0,01$) a N50PK ($r = 0,7547^{**}$, $P < 0,01$). Výnimku tvoril variant N100PK, kde zrážky nemali vplyv na tvorbu úrody sušiny. Niektorí autori poukazujú na negatívny vplyv zvyšovania teploty ovzdušia na produkciu trávnych porastov (Yang et al., 2009; Su et al., 2020; Gilmanov et al., 2010; Wu et al., 2013). Vyššia priemerná teplota počas vegetačného obdobia v porovnaní s dlhodobým normálom mala nepriaznivý účinok na tvorbu úrody aj v našej štúdii, avšak tento vplyv nebol štatisticky signifikantný (Tabuľka 3).

Koncentrácia dusíkatých látok oscilovala od 99,08 g/kg sušiny v roku 2011 do 145,32 g/kg sušiny v roku 2016 (Tabuľka 4). V priemere najvyšší obsah dusíkatých látok dosiahol variant PK (Obrázok 2), avšak rozdiel medzi variantmi nebol štatisticky preukazný. Rok 2011 zaznamenal veľmi nízky obsah dusíkatých látok, v priemere len 102,62 g/kg sušiny čo bolo spôsobené vyššími priemernými mesačnými teplotami a veľmi nízkym úhrnom zrážok v jarných (25 - 30 mm) ako aj v zimných mesiacoch.

Table 2. Dry matter yields at the years (t/ha)**Tablica 2.** Produkcia sušiny v rokoch (t/ha)

Treatment/ Year Variant/ Rok	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Average treatment Priemer variant
CON	2,63	4,16	8,40	4,97	3,49	2,45	6,13	3,81	5,17	3,84	2,52	4,51a
PK	2,70	4,14	9,73	6,93	3,49	4,62	7,34	4,45	6,93	4,79	2,77	5,51 a
N50PK	3,23	4,63	9,64	7,15	3,30	5,33	8,40	4,10	7,44	6,30	3,44	5,95 a
N100PK	4,61	6,26	9,00	8,63	4,98	4,52	7,64	4,60	9,29	6,75	2,42	6,63 a
N150PK	5,08	5,77	13,36	7,83	5,68	5,02	9,18	5,02	9,76	5,98	3,94	7,27 a
Average year Priemer rok	3,65 ^{ab}	4,99 ^{ab}	10,03 ^e	7,10 ^{cd}	4,19 ^{ab}	4,38 ^{ab}	7,74 ^d	4,39 ^{ab}	7,72 ^d	5,53 ^{bc}	3,02 ^a	-

Differing indices indicate statistically significant differences between factor levels (Tukey t-test, $P < 0.01$)

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t-test, $P < 0,01$)

Table 3. Relationship between rainfall (mm), average temperature (°C) over growing season and dry matter production (t/ha)**Tablica 3.** Vzťah medzi úhrnom zrážok (mm), priemernou teplotou (°C) za vegetačné obdobie a produkciou sušiny (t/ha)

Year/ Rok	Average temperature/ Priemerná teplota (°C)	Total rainfall/ Úhrn zrážok (mm)	CON	PK	N50PK	N100PK	N150PK
2008	16,0	389	2,63	2,70	3,23	4,61	5,08
2009	17,1	315	4,16	4,14	4,63	6,26	5,77
2010	16,2	711	8,4	9,73	9,64	9	13,36
2011	16,9	377	4,97	6,93	7,15	8,63	7,83
2012	17,1	448	3,49	3,49	3,3	4,98	5,68
2013	16,5	451	2,45	4,62	5,33	4,52	5,02
2014	16,2	541	6,13	7,34	8,4	7,64	9,18
2015	17,2	346	3,81	4,45	4,1	4,6	5,02
2016	16,7	434	5,17	6,93	7,44	9,29	9,76
2017	16,4	454	3,84	4,79	6,3	6,75	5,98
2018	18,1	328	2,52	2,77	3,44	2,42	3,94
	r_T		-0,3957	-0,4476	-0,5077	-0,5240	-0,4911
	r_R		0,7763**	0,7674**	0,7547**	0,5430	0,8233**

CON, PK, N50PK, N100PK, N150PK – treatments, r_T - Pearson correlation coefficient for relationship between the DM yield and average temperature, r_R - Pearson correlation coefficient for relationship between the DM yield and total rainfall, ** - significantly different at 99% level

CON, PK, N50PK, N100PK, N150PK – varianty, r_T - Pearsonov korelačný koeficient pre vzťah medzi produkciou sušiny a priemernou teplotou, r_R - Pearsonov korelačný koeficient pre vzťah medzi produkciou sušiny a úhrnom zrážok, ** - významné rozdiely na úrovni 99%

Najvyššia koncentrácia dusíkatých látok na variante PK bola ovplyvnená vysokým zastúpením bôbových rastlín v poraste (Vargová et al., 2015). Dôvodom vyrovnaného obsahu dusíkatých látok medzi nehnojenou kontrolou a porastami hnojenými dusíkom 50 kg/ha až 150 kg/ha je tzv. zriedovací účinok, kedy so zvyšovaním úrod klesá obsah živín v sušine trávnych porastov. Nižší obsah dusíkatých látok v nadzemnej fytomase trávnych porastov hnojených minerálnymi hnojivami v porovnaní s nehnojenou kontrolou uvádzajú aj práce ďalších autorov (Hejcman et al., 2010; Jančovič et al., 2007; Frank, 2008; Kováčiková et al., 2013; Szewczyk et al., 2004). Pozitívny vplyv zrážok na kvalitu nadzemnej fytomasy trávnych porastov vo svojich prácach uvádzajú Čop et al.

(2009) a Ren et al. (2016). V našom pokuse signifikantne najvyššia ($P < 0,01$) koncentrácia dusíkatých látok bola evidovaná v rokoch 2017 a 2013 (Tabuľka 4), ktoré boli zrážkovo a teplotne normálne. Rok 2018 bol najteplejším rokom (neplatilo to v zimnom a jarnom období) a mal rovnomerne rozložené zrážky na jar. Napriek tomu sa neprejavil negatívny vplyv na obsah dusíkatých látok (132 g/kg). Výsledky korelačnej analýzy poukazujú na veľmi nízky stupeň závislosti medzi obsahom dusíkatých látok a úhrnom zrážok resp. priemernou teplotou za vegetačné obdobie na všetkých hodnotených variantoch. K podobným záverom dospel aj Schönbach et al. (2012), ktorý uvádza štatisticky významný vplyv ročníka na koncentráciu dusíkatých látok.

Table 4. Relationship between rainfall (mm), average temperature (°C) over growing season and crude protein content (g/kg)

Tablica 4. Vzťah medzi úhrnom zrážok (mm), priemernou teplotou (°C) za vegetačné obdobie a obsahom dusíkatých látok (g/kg)

Year/ Rok	Average/ Priemer	T (°C)	R (mm)	CON	PK	N50PK	N100PK	N150PK
2008	122,88 ^{abc}	16,0	389	121,02	124,51	123,17	124,42	121,26
2009	125,07 ^{abc}	17,1	315	117,36	117,36	127,63	129,52	133,48
2010	122,20 ^{abc}	16,2	711	120,92	128,83	121,05	124,83	115,37
2011	102,62 ^a	16,9	377	99,08	107,71	103,41	102,81	100,07
2012	114,22 ^{ab}	17,1	448	111,25	112,02	118,22	112,38	117,21
2013	139,84 ^c	16,5	451	143,51	153,37	129,71	141,25	131,36
2014	135,32 ^{bc}	16,2	541	130,59	154,24	133,52	117,87	140,36
2015	120,18 ^{abc}	17,2	346	116,03	126,60	126,70	122,01	109,57
2016	133,18 ^{bc}	16,7	434	145,32	138,14	127,15	129,18	126,10
2017	140,42 ^c	16,4	454	139,94	143,44	144,50	136,18	138,01
2018	132,43 ^{bc}	18,1	328	128,02	128,09	125,91	136,57	143,55
		r_T		-0,2206	-0,3923	-0,1770	0,0730	0,1025
		r_R		0,1810	0,3541	0,0820	-0,0550	-0,0511

T - average temperature, R - total rainfall, CON, PK, N50PK, N100PK, N150PK - treatments, r_T - Pearson correlation coefficient for relationship between the crude protein content and average temperature, r_R - Pearson correlation coefficient for relationship between the crude protein content and total rainfall, ^{abc} - differing indices indicate significantly different at 99% level (Tukey t-test, $P < 0.01$)

T - priemerná teplota, R - celkové zrážky, CON, PK, N50PK, N100PK, N150PK - varianty, r_T - Pearsonov korelačný koeficient pre vzťah medzi obsahom dusíkatých látok a priemernou teplotou, r_R - Pearsonov korelačný koeficient pre vzťah medzi obsahom dusíkatých látok a úhrnom zrážok, ^{abc} - rozdielne indexy znamenajú signifikantné rozdiely pri 99% hladine (Tukey t-test, $P < 0,01$)

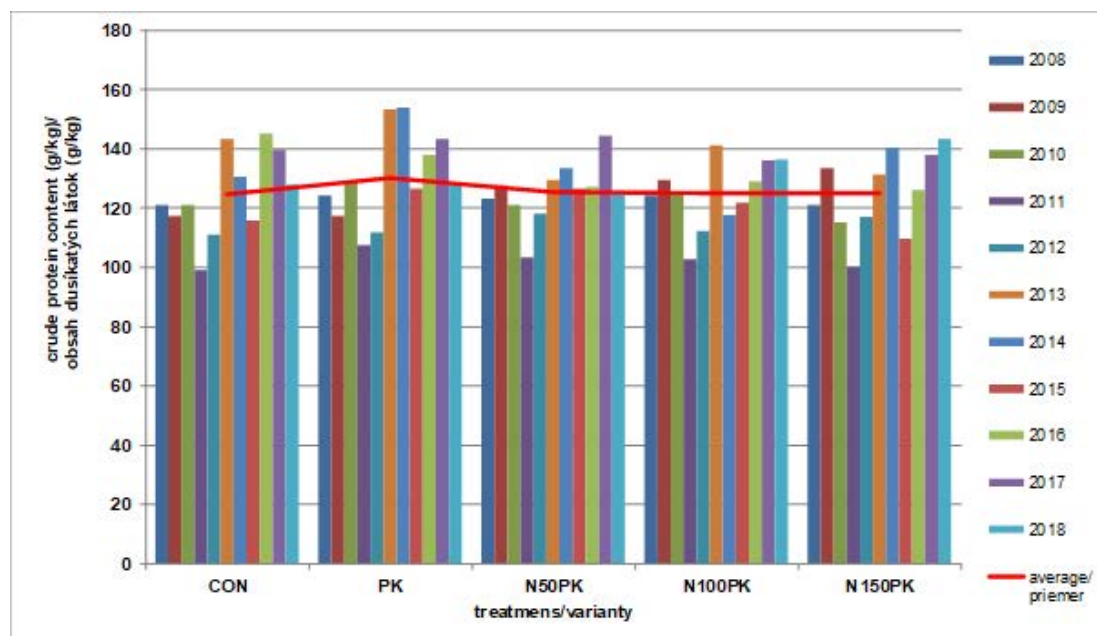


Figure 2. Crude protein content (g/kg)

Obrázok 2. Koncentrácia dusíkatých látok (g/kg)

CONCLUSIONS

Zo získaných výsledkov za sledované obdobie 2008 – 2018 môžeme konštatovať, že najvyššia produkcia sušiny (7,27 t/ha) v priemere rokov bola na variante N150+PK. Rok 2010, spolu s úhrnom zrážok (711 mm) a priemernou mesačnou teplotou za vegetáciu (16,2 °C) signifikantne ovplyvňovali výšku produkcie sušiny. Variant PK dosiahol koncentráciu dusíkatých látok 130,39 g/kg, čo predstavuje najvyššiu hodnotu pri porovnaní s ostatnými variantami, ale bez štatisticky preukazného vplyvu. Rok 2017, spolu s úhrnom zrážok (454 mm) a priemernou mesačnou teplotou za vegetáciu (16,4 °C) ovplyvňovali signifikantne koncentráciu dusíkatých látok v sušine fytomasy (140,42 g/kg). Na hodnotených variantoch sa potvrdila pozitívna korelácia medzi úrodou sušiny a úhrnom zrážok za vegetačné obdobie, okrem variantu s dávkou dusíka 100 kg/ha. Naopak pri obsahu dusíkatých látok korelačná analýza poukázala na veľmi nízky stupeň závislosti medzi ich obsahom a zrážkami.

ACKNOWLEDGEMENTS

Tento príspevok bol spracovaný z výsledkov riešenia Rezortného projektu výskumu a vývoja (RPVaV) v priebehu rokov 2008 – 2018.

REFERENCES

- Čop, J., Lavrenčič, A., Košmelj, K. (2009) Morphological development and nutritive value of herbage in five temperate grass species during primary growth: analysis of time dynamics. *Grass and Forage Science*, 64 (2) 122-31.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2008.00676.x>
- Frank, D. A. (2008) Ungulate and topographic control of nitrogen: phosphorus stoichiometry in a temperate grassland; soils, plants and mineralization rates. *Oikos*, 117 (4), 591-601.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16220.x>
- Gilmanov, T. G., Aires, L., Barcza, Z., Barón, V. S., Beilelli, L., Beringer, J., Billesbach, D., Bonal, D., Bradford, J., Ceschia, E., Cook, D., Corradi, C., Frank, A., Gianelle, D., Gimeno, C., Gruenwald, T., Guo, H., Hanan, N., Haszpra, L., Heilman, J., Jacobs, A., Jones, M. B., Johnson, D. A., Kiely, G., Li, S., Magliulo, V., Moors, E., Nagy, Z., Nasyrov, M., Owensby, C., Pinter, K., Pio, C., Reichstein, M., Sanz, M. J., Scott, R., Soussana, J. F., Stoy, P., Svejcar, T., Tuba, Z., Zhou, G. (2010) Productivity, respiration and light-response parameters of world grassland and agroecosystems derived from flux-tower measurements. *Rangeland Ecology Management*, 63, 16-39.
DOI: <https://doi.org/10.2111/REM-D-09-00072.1>
- Glaba, T., Kacorzkyb, P. (2011) Root distribution and herbage production under different management regimes of mountain grassland. *Soil and Tillage Research*, 113 (2), 99-104.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.02.008>
- Hejcman, M., Szaková, J., Schellberg, J., Tlustoš, P. (2010) The Rengen grassland experiment: relationship between soil and biomass chemical properties, amount of elements applied, and their uptake. *Plant Soil*, 333, 163-179.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0332-3>
- Holúbek, R., Jančovič, J., Gregorová, H., Novák, J., Ďurková, E., Vozár, L. (2007) *Krmovinarstvo – manažment pestovania a využívania krmovín*. Nitra: SPU. 420.

- Humbert, J., Dwyier, J.M., Andrey, A., Arlettaz, R. (2016) Impacts of nitrogen addition on plant biodiversity in mountain grasslands depend on dose, application duration and climate: a systematic review. *Global Change Biology*, 22, 110-120. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.12986>
- Jančovič, J., Ďurková, E., Vozár, L. (2006) Trávne porasty a poľné krmoviny. 3. nezmenené vyd. Nitra: SPU, 127.
- Jančovič, J., Vozár, L., Fillo, M. (2007) Základné agrochemické vlastnosti kambizeme pod trávnym porastom v dlhodobom pokuse. In: Krajčovič, V., ed. Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku VÚTPHP. Ekológia trávneho porastu VII. Banská Bystrica, 28-30 November 2007, SCPV -VÚTPHP, pp. 328-332.
- Kížeková, M., Feoli, E., Parente, J., Kanianska, R. (2017) Analysis of the effects of mineral fertilization on species diversity and yield of permanent grasslands: revisited data to mediate economic and environmental needs. *Community Ecology*, 18, 295-304.
- Kováč, L., Jakubová, J. (2017) Teplomilné plodiny na ťažkých pôdach a ekonomika ich pestovania. Lužianky: NPPC, 74.
- Kováčiková, Z., Vargová, V., Jančová, L. (2013) Effect of digestate application on herbage quality and quantity of permanent grassland. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 59 (2), 88-98. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10207-012-0005-8>
- Lapin, M., Damborská, I., Gaál, L., Melo, M. (2003) Possible precipitation regime change in Slovakia due to air pressure circulation changes in the Euro-Atlantic area until 2001. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, 33 (3), 161-189.
- Lapin M., Faško, P., Pecho, J. (2007) Snow Cover Variability and Trends in the Tatra Mountains in 1921-2006. Ducroq, V., ed. Proceedings of the 29th International Conference on Alpine Meteorology. ICAM, Chambéry, France, 4-8 June 2007, pp.683-686.
- Pecho, J., Faško, P., Melo, M. (2008) Precipitation deficit periods in the Danubian lowland in Slovakia. In: Brilly, M., Šraj, M., eds. Conference abstracts of XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Bled, Slovenia, 2-4 June 2008, 15 pp.
- Pecho, J., Markovič, L. (2019) Posledné štyri roky boli globálne najteplejšie v histórii. <http://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=975>
- Ren, H., Guodong, H., Lan, Z., Wan, H., Schönbach, P., Gierus, M., Taube, F. (2016) Grazing effects on herbage nutritive values depend on precipitation and growing season in Inner Mongolian grassland. *Journal of Plant ecology*, 9 (6), 712-723. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtw011>.
- Skládanka, J., Cagaš, B., Doležal, P., Havlíček, Z., Hejduk, S., Horký, P., Jančovič, J., Klusoňová, I., Knot, P., Kovár, P., Mejia, J. E. A., Mikyska, F., Nawrath, A., Pokorný, R., Sláma, P., Szwedziak, K., Tukiendorf, M., Šeda, J., Vozár, L., Vyskočil, I., Zeman, L. (2014) Pícninářství. Brno: MENDELU, 368.
- Schönbach, P., Wan, H., Gierus, M., Loges, R., Müller, K., Lin, L., Susenbeth, A., Taube, F. (2012) Effect of grazing and precipitation on herbage production, herbage nutritive value and performance of sheep in continental steppe. *Grass and Forage Science*, 67 (4), 535-545. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00874.x>.
- Szewczyk, W., Kasperczyk, M., Kacorzyk, P. (2004) Role of farmyard manure on upland meadows. *Grassland Science in Europe*, 9, 714-716.
- Su, R., Yu, T., Dayananda, B., Bu, R., Su, J., Fan, Q. (2020) Impact of climate change on primary production of Inner Mongolian grasslands. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00928. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00928>
- Vilček, J., Škvarenina, J., Vido, J., Nalevanková, P., Kandrik, R., Škvareninová, J. (2016) Minimal change of thermal continentality in Slovakia within the period 1961–2013. *Earth System Dynamics*. 7 (3), 735-744. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-7-735-2016>
- Yang, H., Fang, J.Y., Pan, Y.D., Ji, C.D. (2009) Aboveground biomass in Tibetan grasslands. *Journal of Arid Environments*, 73 (1), 91-95. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.09.027>
- Vargová, V., Kováčiková, 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), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10207-012-0001-z>
- Vargová, V., Michalec, M., Kováčiková, Z. (2015) Impact of the long-term fertiliser application on the properties of soil at an alluvial meadow. In: Klikušovská, Z., Sviček, M., eds. Zborník z vedeckého seminára. Environmentálne indexy, oblasti ekologického záujmu a ekosystémové služby v krajine. Bratislava, 25 November 2015, NPPC – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, pp. 56-59.
- Wu, F., Deng, X., Yin, F., Yongweini, Y. (2013) Projected Changes of Grassland Productivity along the Representative Concentration Pathways during 2010-2050 in China. *Advances in Meteorology*, DOI: <https://sx.doi.org/10.1155/2013/812723>