

UČINEK GNOJENJA NA HRANILNO VREDNOST KRME S TRAJNEGA KRAŠKEGA TRAVNIKA. 2. VSEBNOST MAKRO- IN MIKROELEMENTOV

Drago BABNIK^{a)}, Vida ŽNIDARŠIČ-PONGRAC^{b)}, Janko VERBIČ^{c)} in Jože VERBIČ^{d)}

^{a)} Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, znanstveni svetnik, dr., mag.

^{b)} Isti naslov, raziskovalno razvojni sodelavec, mag.

^{c)} Isti naslov, asistent.

^{d)} Isti naslov, višji znanstveni sodelavec, dr., mag.

Delo je prispelo 2000-02-22, sprejeto 2000-04-10.

Received February 22, 2000, accepted April 10, 2000.

IZVLEČEK

Leta 1983 smo zasnovali večletni gnojilni poskus po načelu naključnih blokov v štirih ponovitvah. V letu 1994 smo zbrali vzorce krme na negnojeni različici (0), različici, gnojeni s fosforjem in kalijem (PK), ter različici, gnojeni s fosforjem, kalijem in dušikom (NPK). Vzorce prve, druge in tretje košnje smo ločili na trave, metuljnice in zeli ter ločeno določali vsebnosti Ca, P, Mg, K, Na, Zn, Mn, Fe, in Cu. Glede na delež posamezne botanične skupine smo izračunali tudi vsebnosti elementov v krmi. Gnojenje je značilno vplivalo na vsebnost večine elementov v travah, metuljnicah in zelih vseh treh košenj. Gnojenje s PK je v krmi zmanjšalo vsebnost Mg in Mn ter povečalo vsebnost P in K. Pri gnojenju z NPK v primerjavi z negnojeno različico (0) se je v krmi zmanjšala vsebnost Fe, povečala pa vsebnost P, K in Zn. Gnojenje z dušikom (NPK vs. PK) je v krmi značilno povečalo vsebnost P, Mg, Zn in Mn ter zmanjšalo vsebnost Ca. Zaporedna košnja je značilno vplivala na vsebnost vseh analiziranih elementov v krmi razen na vsebnost Cu. Pri krmi druge in tretje košnje je bila vsebnost Ca, Mg in Mn večja kot pri krmi prve košnje. Največje vsebnosti P in Zn smo ugotovili v krmi tretje košnje. Metuljnice in zeli vsebujejo v primerjavi s travami dva- do trikrat več Ca, Mg, Zn in Cu. Zaradi tega se s spreminjanjem botanične sestave travne ruše precej spreminja tudi vsebnost teh elementov v krmi. Glede na potrebe krav v laktaciji smo ugotovili izrazito pomanjkanje Na, Zn in Cu, pomanjkanje P pa le v krmi z negnojenih parcel.

Ključne besede: kraško travinje / gnojenje / trave / metuljnice / zeli / hranilna vrednost / makroelementi / mikroelementi

THE EFFECT OF FERTILISATION ON THE NUTRITIVE VALUE OF FORAGE FROM THE PERMANENT KARST MEADOW. 2. CONCENTRATIONS OF MACRO- AND MICROELEMENTS

ABSTRACT

A long term fertilizer experiment was designed in 1983 as a randomized block design in four repetitions. In 1994 forage samples were collected on unfertilised variant (0), variant fertilised with phosphorous and potassium (PK) and variant fertilised with phosphorous, potassium and nitrogen (NPK). Samples from the first, second and third cut were separated to grasses, legumes and forbs in which the concentrations of Ca, P, Mg, K, Na, Zn, Mn, Fe, in Cu were determined separately. Based on proportions of single botanical groups (grasses, legumes and forbs) the concentrations of elements in forage were calculated. Concentrations of the majority of elements in grasses, legumes and forbs of all three cuts were significantly affected by fertilisation. PK fertilisation reduced the concentrations of Mg and Mn and increased the concentration of P and K in forage. Compared to the unfertilised variant (0), NPK fertilisation reduced the concentration

of Fe and increased the concentrations of P, K and Zn. Nitrogen fertilisation (NPK vs. PK) significantly increased the concentrations of P, Mg, Zn and Mn and reduced the concentration of Ca. With the exception of Cu, the concentration of all minerals analysed was significantly affected by consecutive cut. The concentrations of Ca, Mg and Mn were in second- and third-cut forage higher than in the first-cut forage. The highest concentrations of P and Zn were recorded in third-cut forage. Legumes and forbs contained two to three times more Ca, Mg, Zn and Cu than grasses. Therefore, the concentrations of these elements in forage were affected markedly by botanical composition of the sward. With respect to the requirements of dairy cows in lactation a large deficit of Na, Zn and Cu was observed while P was deficient only in forage from unfertilised variant.

Key words: Karst grassland / fertilisation / grasses / legumes / forbs / nutritive value / macroelements / microelements

UVOD

Glavne značilnosti kraških travnikov in pašnikov so propustna matična podlaga, plitva tla, razgiban relief in za rast večine kmetijskih rastlin neugodno razporejene padavine s pogostimi poletnimi sušami. Zaradi neugodnih pridelovalnih in gospodarskih razmer je vse več kraškega travinja prepuščenega zaraščanju, ki povečuje požarno ogroženost. Ogrožen je tudi življenjski prostor številnih vrst rastlin in živali. S podpiranjem reje goved in drobnice bi lahko vsaj delno zadrževali zaraščanje kraškega travinja. Pri reji prežvekovalcev je mogoče uporabljati krmo različne kakovosti, tudi krmo z negojenih travnikov. Za gospodarno rejo prežvekovalcev pa je med drugim pomembna tudi najugodnejša oskrba z rudninskimi snovmi. Pomanjkljiva, prekomerna ali neusklajena oskrba prežvekovalcev z mineralnimi elementi negativno vpliva na zdravje, plodnost in prirejo. Prekomerna oskrba živali s posameznimi elementi pa pomeni tudi nevarnost za onesnaževanje okolja. Za najboljšo oskrbo prežvekovalcev z mineralnimi elementi je potrebno poznavanje vsebnosti le teh v krmi. Vsebnost mineralnih elementov v krmi s travinja je lahko zelo spremenljiva in odvisna od številnih dejavnikov, kot so gnojenje, intenzivnost izkoriščanja travinja, botanična sestava, razvojna faza, rastna sezona, geološka podlaga, vlažnost in kislost tal, temperatura oziroma klimatske razmere in drugo (Fleming, 1977; Reid in Horvath, 1980; Leskošek, 1983; Van Soest, 1994; Golob, 1995; Babnik in sod., 1995). Vplive gnojenja in starosti ob košnji na vsebnost mineralnih elementov v krmi s travinja je med drugimi preučil tudi Leskošek (1983), ki je v petletnem poskusu podrobneje raziskal enajst lokacij po Sloveniji, od katerih pa nobena ni bila zasnovana na področju Krasa.

Namen raziskave je bil preučiti vpliv gnojenja z rudninskimi gnojili na vsebnost makro in nekaterih mikroelementov v travah, metuljnicah in zelih pri prvi, drugi in tretji košnji. Rezultati za prvo košnjo so bili že predstavljeni (Babnik in sod., 1996), zato v tem prispevku podrobneje obravnavamo razlike med košnjami. Precej pozornosti smo posvetili tudi razlikam med travami, metuljnicami in zelmi.

MATERIAL IN METODE DELA

Na trajnem kraškem travniku v Rožicah pri Materiji (zemljepisne koordinate: $\varphi = 45^{\circ}35'16''$ N, $\lambda = 13^{\circ}59'30''$ E; nadmorska višina 500 m) poteka od leta 1983 poskus z devetimi postopki gnojenja v štirih ponovitvah. Krmo, pridelano v letu 1994, smo podrobneje analizirali na vsebnost mineralnih elementov pri naslednjih treh različicah: negojeno (0), gnojeno s fosforjem in kalijem (PK) in gnojeno z dušikom, fosforjem in kalijem (NPK). Gnojenje je nekoliko podrobneje opisano v članku Babnika in sod. (1995). Tla, na katerih smo izvedli poskus, spadajo v združbo antropogenih rendzin na apnencu. Založenost tal s fosforjem in kalijem, vsebnost humusa v tleh, pH tal ter vsebnosti nekaterih drugih elementov v tleh ob začetku poskusa (1983) in v letu 1995 prikazujemo v preglednici 1.

Prvo košnjo smo opravili 16. maja, ko so bile trave v polnem latenju. Drugo košnjo smo opravili po osmih tednih (12. julija), tretjo pa pozno jeseni (13. oktobra), ko si je po jesenskem deževju ruša opomogla. Zbrane vzorce zelinja smo zamrznili in kasneje ločili na trave, metuljnice in zeli, posušili pri 60° C in določili vsebnosti makro in mikroelementov. Koncentracijo P v posameznih botaničnih skupinah smo določali spektrofotometrično z vanadatmolibdenovim reagentom, K z emisijsko plamensko spektrometrijo, vseh ostalih makro- in mikroelementov pa z atomsko absorpcijsko spektrometrijo.

Preglednica 1. Vsebnosti nekaterih makro- in mikroelementov, vsebnost humusa in pH tal ob začetku poskusa (1983) in v letu 1995

Table 1. Concentration of some macro- and microelements, concentration of humus and soil pH at the beginning of the experiment (1983) and in 1995

	Globina vzorčenja – Sampling depth					
	0-6 cm			6-12 cm		
	Leto 1983 – Year 1983					
Humus (g kg ⁻¹)	112			72		
pH	6,8			6,9		
P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	56			41		
K ₂ O (mg kg ⁻¹)	236			175		
	Leto 1995 – Year 1995					
	Gnojenje – Fertilisation			Gnojenje – Fertilisation		
	0	PK	NPK	0	PK	NPK
Humus (g kg ⁻¹)	110	115	111	67	84	79
pH	6,9	6,8	6,8	7,0	7,0	6,9
P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	15	213	179	10	82	67
K ₂ O (mg kg ⁻¹)	221	403	277	156	242	192
Mg (mg kg ⁻¹)	512	440	510	/	/	/
Na (mg kg ⁻¹)	82,5	74,3	69,3	/	/	/
Zn (mg kg ⁻¹)	87,3	84,0	81,8	/	/	/
Mn (mg kg ⁻¹)	843	835	829	/	/	/
Fe (g kg ⁻¹)	29,3	30,3	30,0	/	/	/
Cu (mg kg ⁻¹)	28,7	26,3	25,0	/	/	/

Vsebnosti elementov v krmi smo izračunali ob upoštevanju deleža trav, metuljnic in zeli. Skozi vse obdobje poskusa (od 1983 do 1998) smo pri vsaki košnji in postopku gnojenja ocenili utežni delež trav, metuljnic in zeli. Na podlagi deležev trav, metuljnic in zeli pri posameznem postopku gnojenja ter vsebnosti mineralnih elementov v njih smo za obdobje zadnjih desetih let (od 1988 do 1998) ocenili možno variabilnost mineralnih elementov v krmi, ki bi lahko bila posledica sprememb v botanični sestavi travne ruše.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Vpliv gnojenja na vsebnost elementov v travah, metuljnicah in zelih

V preglednici 2 podajamo vsebnost makro- in mikroelementov v travah, metuljnicah in zelih prve, druge in tretje košnje. Pri travah, ki so prevladovali pri vseh postopkih gnojenja in vseh

košnjah, je gnojenje značilno vplivalo na vsebnost večine elementov. Gnojenje s PK gnojili je v travah vseh treh košenj značilno povečalo vsebnost P in K ter zmanjšalo vsebnost Mg. Zaradi gnojenja s PK gnojili se je zmanjšala tudi vsebnost Ca in Mn, razlike pa so bile statistično značilne ($p < 0,05$) le pri prvi košnji. Pri prvi in drugi košnji se je neznačilno zmanjšala tudi vsebnost Cu. Tudi gnojenje z NPK je v primerjavi z negnojeno različico v travah povečalo vsebnost P in K. Pri vseh treh košnjah se je značilno povečala tudi vsebnost Zn. Pri tretji košnji se je zaradi NPK gnojenja povečala tudi vsebnost Cu, pri drugi košnji pa razlika ni bila značilna. Pri prvi košnji je bila vsebnost Cu pri NPK gnojeni različici značilno manjša kot pri negnojeni, značilno je bila manjša tudi vsebnost Mn. Pri vseh košnjah se je zaradi NPK gnojenja neznačilno zmanjšala vsebnost Fe. Razlike v vsebnosti elementov v travah ugotavljamo tudi med PK in NPK različicama gnojenja. Gnojenje z dušikom je v travah vseh treh košenj značilno povečalo vsebnost Mg in Zn, pri prvi košnji tudi K, pri drugi in tretji košnji pa Cu. Pri vseh treh košnjah smo opazili tudi manjšo vsebnost Fe ter večjo vsebnost Mn, vendar razlike niso značilne.

Delež metuljnic v travni ruši je bil leta 1994 neobičajno majhen (Verbič in sod., 2000), zato nismo uspeli zbrati reprezentativnega vzorca metuljnic za določitev vsebnosti elementov negnojene in NPK gnojene različice prve košnje ter negnojene različice tretje košnje. Na splošno lahko ocenimo, da vpliva gnojenje na vsebnost elementov v metuljnicah podobno kot pri travah. Izjema je Zn, saj se je vsebnost le-tega tako zaradi gnojenja s PK kakor tudi zaradi gnojenja z NPK gnojili v metuljnicah zmanjšala. Gnojenje s PK gnojili je v metuljnicah povečalo vsebnost P in K (pri drugi košnji značilno, pri tretji neznačilno). Neznačilno se je zmanjšala vsebnost Mg in Mn. NPK gnojenje je v primerjavi z negnojeno različico v metuljnicah druge košnje značilno, pri tretji košnji pa opazno povečalo vsebnost P in K. Neznačilno sta se zmanjšali vsebnosti Mn in Fe. Gnojenje z dušikom (NPK proti PK) je v metuljnicah tretje košnje značilno, druge pa neznačilno povečalo vsebnost Zn. Trendi povečanih vsebnosti so opazni tudi pri Mg, Mn in Fe, zmanjšanih vsebnosti pa pri Ca in K.

Tudi pri zeleh, katerih delež v travni ruši ni bil značilno odvisen od gnojenja (Verbič in sod., 2000), je gnojenje značilno vplivalo na vsebnosti nekaterih makro- in mikroelementov. Gnojenje s PK gnojili je vsaj pri dveh košnjah v zeleh značilno povečalo vsebnost P in K ter zmanjšalo vsebnost Mg. Pri vseh treh košnjah ugotavljamo tudi precej, vendar neznačilno manjšo vsebnost Mn, Fe in Cu. NPK gnojenje je v primerjavi z negnojeno različico v zeleh značilno povečalo vsebnost P in K, neznačilno tudi vsebnost Mg, zmanjšalo pa vsebnosti Ca, Zn in Fe. Razlike v vsebnosti elementov v zeleh med PK in NPK postopkoma gnojenja so manj izrazite in razen pri P in Na pri drugi košnji in pri Ca in Mg pri tretji košnji neznačilne. Splošni trendi pa so tudi pri zeleh podobni kot pri travah. Gnojenje z dušikom je torej v zeleh opazno povečalo vsebnosti Mg, Mn in Cu ter zmanjšalo vsebnosti Ca, K in Zn.

Spremenbe v vsebnosti makro in mikroelementov v travah, metuljnicah in zeleh, povzročene s PK in NPK gnojenjem, so lahko posledica spremenjene botanične sestave znotraj botanične skupine kakor tudi spremenjene vsebnosti elementov pri posamezni vrsti. Z gnojenjem se je v ruši povečeval delež kakovostnejših trav, metuljnic in zeli (Verbič in sod., 2000). V literaturi lahko zasledimo, da obstajajo razmeroma velike razlike v vsebnostih nekaterih elementov med vrstami. Schubiger in sod. (1998) naprimer ugotavljajo, da se vsebnosti P, K, Ca in Mg med vrstami znotraj botaničnih skupin, trav, metuljnic in zeli, razlikujejo za dva- do trikrat. Spatz in Baumgartner (1990) ugotavljata razlike v vsebnosti Ca, P, Mg, Na in K med različnimi vrstami zeli. Orešnik in sod. (1999) ugotavljajo pri različnih vrstah trav značilne razlike v vsebnosti Mn, Regius in Varhegyi (1980) pa razlike med različnimi vrstami trav v vsebnosti Mn in Na. Da bi lahko realno ocenili vpliv spremenjene botanične sestave znotraj botanične skupine na vsebnost elementov, bi morali določiti vsebnosti elementov pri posamezni vrsti.

Preglednica 2. Vpliv gnojenja na vsebnost mineralnih elementov v travah, metuljnicah in zelih prve, druge in tretje košnje (na kg sušine)

Table 2. The effect of fertilisation on mineral elements content in grasses, legumes and forbs from the first, second and third cut (per kg dry matter)

Elementi Elements	Trave – Grasses				Metuljnice – Legumes				Zeli – Forbs			
	0	PK	NPK	SEM	0	PK	NPK	SEM	0	PK	NPK	SEM
Prva košnja - First cut												
Ca (g)	3,3 ^b	3,25 ^a	3,25 ^a	0,09	/	19,23	/	2,34	11,48	10,20	9,85	0,82
P (g)	1,78 ^a	2,95 ^b	3,08 ^b	0,04	/	3,35	/	0,13	2,45 ^a	3,50 ^b	3,45 ^b	0,09
Mg (g)	1,99 ^b	1,63 ^a	1,86 ^b	0,04	/	5,48	/	0,33	5,64 ^b	4,53 ^a	5,26 ^{ab}	0,25
K (g)	13,7 ^a	17,4 ^b	19,4 ^c	0,33	/	18,1	/	1,33	16,1	24,2	23,7	0,63
Na (g)	0,18	0,17	0,16	0,01	/	/	/	/	0,14	0,13	0,12	0,00
Zn (mg)	16,3 ^a	16,5 ^a	20,0 ^b	0,45	/	23,0	/	0,91	35,3	32,0	30,8	1,51
Mn (mg)	77,5 ^b	61,8 ^a	64,5 ^a	3,08	/	42,3	/	2,29	69,8	56,5	59,3	4,69
Fe (mg)	208	178	152	24,5	/	195	/	10,9	540	436	415	64,5
Cu (mg)	5,68 ^b	4,69 ^{ab}	4,24 ^a	0,29	/	/	/	/	7,82	6,54	7,16	0,30
Druga košnja - Second cut												
Ca (g)	6,33	6,04	5,75	0,17	18,8	21,2	18,0	1,45 (1,68) [‡]	17,8	16,6	15,5	0,64
P (g)	1,58 ^a	3,39 ^b	3,24 ^b	0,05	1,71 ^a	2,32 ^b	2,40 ^b	0,11 (0,12)	1,75 ^a	3,32 ^c	2,96 ^b	0,07
Mg (g)	3,02 ^b	2,60 ^a	3,15 ^b	0,08	7,45	5,94	6,27	0,41 (0,47)	7,85	6,06	8,02	0,50
K (g)	12,7 ^a	17,6 ^b	17,1 ^b	0,39	7,9 ^a	16,8 ^b	14,9 ^b	0,86 (1,00)	12,0 ^a	19,5 ^b	18,1 ^b	0,61
Na (g)	0,11	0,12	0,10	0,01	/	/	/	/	0,08 ^a	0,08 ^a	0,17 ^b	0,01
Zn (mg)	14,0 ^a	14,4 ^a	17,6 ^b	0,42	40,5 ^b	21,7 ^a	23,9 ^a	3,01 (3,47)	37,9	39,4	33,1	2,24
Mn (mg)	78,7	67,6	78,9	5,98	121,7	55,9	56,5	17,6 (20,3)	72,3	60,7	66,5	5,55
Fe (mg)	115	142	99	25,2	113	121	100	19,5 (22,6)	300	299	185	109
Cu (mg)	3,89 ^{ab}	3,35 ^a	4,91 ^b	0,30	/	/	/	/	6,52	5,97	7,29	0,31
Tretja košnja – Third cut												
Ca (g)	7,62	6,95	7,65	0,33	33,0 [§]	24,9	21,5	1,48	19,4 ^a	21,4 ^b	17,8 ^a	0,52
P (g)	2,21 ^a	3,69 ^b	4,03 ^c	0,05	2,74 [§]	3,47	2,95	0,46	2,76 ^a	4,62 ^b	4,53 ^b	0,09
Mg (g)	3,52 ^b	2,84 ^a	3,95 ^c	0,10	7,68 [§]	6,96	7,78	0,37	10,2 ^b	8,22 ^a	11,5 ^c	0,30
K (g)	10,7 ^a	15,5 ^b	15,5 ^b	0,51	11,0 [§]	15,5	12,4	1,65	16,0 ^a	23,3 ^b	20,7 ^b	0,87
Na (g)	0,14	0,13	0,16	0,02	/	/	/	/	0,11	0,13	0,16	0,01
Zn (mg)	16,7 ^a	16,2 ^a	21,1 ^b	0,45	61,0 [§]	24,6 ^a	41,0 ^b	0,76	79,4	60,5	53,5	7,26
Mn (mg)	80,2	68,3	79,7	3,70	89,9 [§]	65,0	79,4	2,96	62,8	61,8	63,6	5,58
Fe (mg)	345	242	221	45,2	305 [§]	133	189	10,0	524	386	400	100
Cu (mg)	4,63 ^a	4,63 ^a	6,18 ^b	0,39	/	/	/	/	10,4	9,04	9,62	0,51

Povprečja, označena z različnimi črkami znotraj botaničnih skupin, se značilno razlikujejo ($p < 0,05$).

Means with different superscripts within botanical groups are significantly different ($P < 0,05$).

§ Rezultat analize združenega vzorca vseh štirih ponovitev, podatki niso bili vključeni v analizo variance.

Result of analysis of sample pooled from all four repetitions, data were not included in analysis of variance.

SEM, standardna napaka povprečja - standard error of the mean

‡ SEM za NPK; n=3

SEM for NPK; n=3

Vpliv gnojenja na vsebnost različnih elementov pri posamezni vrsti je prav tako velik, vendar pogosto nekonsistenten. Po Reidu in Horvathu, (1980) vnos posameznega elementa v zemljo z gnojenjem običajno (1) neposredno vpliva na njegovo povečanje v rastlini, (2) posredno lahko vpliva na manjšo vsebnost nekaterih drugih elementov v rastlinah zaradi redčenja, do katerega prihaja zaradi povečanja rasti ter (3) lahko deluje antagonistično ali sinergistično na sorbcijo drugih ionov iz zemlje. Podobno kot v naši raziskavi lahko tudi v literaturi (Reid in Horvath, 1980) zasledimo, da gnojenje s K v rastlinah zmanjša vsebnosti Ca, Mg in Na, poveča pa vsebnost K. Gnojenje z N lahko po navedbah Fleminga (1977) poveča vsebnost Mg in Cu.

Hopkins in sod. (1994) so ugotovili, da je gnojenje z N pri *L. perenne* povečalo vsebnost Mg, Na in Zn ter zmanjšalo vsebnost Ca. Pri isti vrsti trave ugotavljajo Wilman in sod. (1994), da gnojenje z N v listih poveča vsebnost K, gnojenje s P pa poveča vsebnost P in Na. Večina rezultatov in ugotovitev naše raziskave je podobnih ugotovitvam tujih avtorjev.

Vsebnost elementov v travah, metuljnicah in zeleh

Preglednica 3. Razlike med travami, metuljnicami in zelmi. Prikazana so povprečja meritev vseh košenj in postopkov gnojenja (na kg sušine)

Table 3. Differences between grasses, legumes and forbs. Means of measurements of all cuts and fertilisation treatments are presented (per kg dry matter)

	Trave Grasses	SEM	Metuljnic Legumes	SEM	Zeli Forbs	SEM	Značilnost Significance
Ca (g)	5,64 ^a	0,54	20,7 ^c	0,68	15,6 ^b	0,54	0,001
P (g)	2,88 ^{ab}	0,14	2,71 ^a	0,18	3,26 ^b	0,14	0,05
K (g)	15,5 ^a	0,61	14,23 ^a	0,76	19,27 ^b	0,61	0,001
Mg (g)	2,73 ^a	0,27	6,66 ^b	0,34	7,47 ^b	0,27	0,001
Na (g)	0,14 ^b	0,01	0,10 ^a	0,02	0,13 ^{ab}	0,01	0,05
Zn (mg)	17,0 ^a	1,97	29,3 ^b	2,46	44,6 ^c	1,97	0,001
Mn (mg)	73,0	3,18	69,9	4,16	63,7	3,18	NS
Fe (mg)	190 ^a	23,0	144 ^a	28,8	387 ^b	23,0	0,001
Cu (mg)	4,69 ^a	0,25	6,38 ^b	0,62	7,74 ^c	0,26	0,001

Povprečja, označena z različnimi črkami, so značilno različna ($p < 0,05$)

Means with different superscripts are significantly different ($P < 0,05$)

Vsebnosti elementov pri travah, metuljnicah in zeleh vseh treh košenj in različic gnojenja podajamo v preglednici 3. V primerjavi s travami so vsebovale metuljnice trikrat več Ca, dvakrat več Mg, pa tudi precej več Zn in Cu. Vsebovale pa so manj Na in Fe, neznačilno manj tudi P in K. Zeli so v primerjavi s travami vsebovale dvakrat več Ca, Mg, Fe in Zn, značilno več tudi K in Cu. V primerjavi z metuljnicami pa so zeli vsebovale značilno več P, K, Fe, Zn in Cu ter manj Ca. V vsebnosti Mn med travami, metuljnicami in zelmi ni bilo značilnih razlik. Precej podobne zakonitosti v razlikah med travami, metuljnicami in zelmi so za Ca, K, Mg, Fe in Zn ugotovili tudi Garcia-Ciudad in sod. (1997).

Vpliv zaporedne košnje in postopkov gnojenja na vsebnost elementov v krmi

S praktičnega vidika nas zanima, kakšen je vpliv zaporedne košnje na vsebnost elementov v krmi (preglednica 4). Vrednosti veljajo za skupen pridelek trav, metuljnic in zeli. Vsebnost elementov v krmi, razen Cu, se je med košnjami značilno razlikovala. V krmi druge košnje je bilo v primerjavi s krmo prve košnje več Ca, Mg in Mn ter manj K, Na in Fe. Pri tretji košnji je bilo v primerjavi s prvo v krmi več Ca, P, Mg, Zn in Mn ter manj K in Na. Pri tretji košnji v primerjavi z drugo pa je bilo v krmi več P, Fe in Zn ter manj K. Na vsebnost Cu zaporedna košnja ni imela značilnega vpliva. Pri večini mineralov (Ca, K, Mg, Mn in Zn) je imela zaporedna košnja precej podoben učinek, kot ga je pri travah ugotovil Golob (1995). Na vsebnost mineralov v celotnem pridelku krme ima največji vpliv prva košnja, saj je predstavljala 51%, druga košnja 34%, tretja pa le 15% pridelka sušine.

Preglednica 4. Vpliv zaporedne košnje (K) in gnojenja (G) na vsebnost mineralov v krmi s trajnega kraškega travnika. Vrednosti veljajo za skupen pridelek, sestavljen iz trav, metuljnic in zeli (na kg sušine)

Table 4. The effect of consecutive cut (K) and fertilisation (G) on the concentration of minerals in forage from permanent karst meadow. Values are valid for total yield which is composed from grasses, legumes and forbs (per kg dry matter)

	Košnja – Cut				Gnojenje – Fertilisation			Značilnost – Significance			
	1	2	3	SEM	0	PK	NPK	SEM	K	G	K x G
Ca (g)	4,75 ^a	9,13 ^b	8,87 ^b	0,31	7,67 ^{ab}	8,31 ^b	6,76 ^a	0,31	0,001	0,01	NS
P (g)	2,70 ^a	2,67 ^a	3,36 ^b	0,03	1,93 ^a	3,35 ^b	3,46 ^c	0,03	0,001	0,001	0,001
K (g)	17,6 ^c	15,8 ^b	14,4 ^a	0,23	12,5 ^a	17,4 ^b	17,8 ^b	0,23	0,001	0,001	NS
Mg (g)	2,39 ^a	4,00 ^b	4,08 ^b	0,08	3,63 ^b	3,17 ^a	3,66 ^b	0,08	0,001	0,001	0,01
Na (g)	0,16 ^b	0,11 ^a	0,13 ^a	0,01	0,13	0,13	0,14	0,01	0,01	NS	NS
Zn (mg)	20,1 ^a	20,2 ^a	21,7 ^b	0,37	20,0 ^a	20,0 ^a	22,0 ^b	0,37	0,01	0,001	0,05
Mn (mg)	66,3 ^a	72,9 ^b	74,7 ^b	2,21	77,4 ^b	64,1 ^a	72,4 ^b	2,21	0,05	0,01	NS
Fe (mg)	227 ^b	148 ^a	283 ^b	23,1	264 ^b	215 ^{ab}	179 ^a	23,1	0,01	0,05	NS
Cu (mg)	5,22	4,76	5,16	0,29	4,83	4,85	5,46	0,28	NS	NS	NS

Povprečja, označena z različnimi črkami v okviru košenj in postopkov gnojenja, so značilno različna ($p < 0,05$)

Means with different superscripts within cuts and fertilisation treatments are significantly different ($P < 0,05$)

Vplive postopkov gnojenja na vsebnost elementov po posameznih botaničnih skupinah smo prikazali že v preglednici 2, v skupnem pridelku krme vseh košenj pa prikazujemo v preglednici 4. Različno gnojenje je značilno vplivalo na vsebnost elementov v krmi, razen na vsebnost Na in Cu. Podobno kot Leskošek (1983) smo tudi mi ugotovili, da ima krma z negnojnih parcel zelo malo P, pa tudi vsebnost K je bila razmeroma majhna. V krmi s PK gnojnih parcel je bilo v primerjavi s krmo z negnojnih parcel več P in K, neznačilno več Ca ter manj Mg in Mn, neznačilno tudi Fe. Krma z NPK gnojnih parcel je v primerjavi s krmo z negnojnih parcel vsebovala več P, K in Zn, neznačilno tudi Cu ter manj Fe, neznačilno manj tudi Ca in Mn. Gnojenje z dušikom (NPK vs. PK) je v krmi značilno povečalo vsebnost Mg in Zn, kar se ujema z rezultati Hopkinsa in sod. (1994). V našem poskusu pa je gnojenje z N povečalo tudi vsebnost P in Mn, neznačilno se je povečala tudi vsebnost Cu. Vsebnost Ca se je zmanjšala, neznačilno se je zmanjšala tudi vsebnost Fe. Vpliv gnojenja na vsebnost elementov je tudi pri skupnem pridelku podoben kot pri posameznih botaničnih skupinah, le da so razlike pri nekaterih elementih nekoliko manjše, pri drugih pa zaradi vpliva botanične sestave nekoliko večje.

Vpliv botanične sestave na vsebnost elementov v krmi

Že razmeroma majhne spremembe v botanični sestavi ruše lahko vplivajo na vsebnost nekaterih elementov v krmi, saj so razlike med travami, metuljnicami in zelmi velike. Na splošno velja, da PK gnojenje poveča delež metuljnic v travni ruši. To se je pokazalo tudi v našem poskusu, kljub temu da je bil delež metuljnic v letu 1994 pri vseh obravnavanjih zelo majhen (pri kontroli 0,9%, PK gnojenju 6,7% in NPK gnojenju 0,6% v sušini celotnega pridelka). V posameznih letih so lahko deleži metuljnic v ruši precej večji. Z vizualno oceno od leta 1989 do 1999 smo ugotovili, da se je delež metuljnic pri negnojnih različici gibal od 0,5 do 13%, pri PK gnojenju od 4 do 50% in pri NPK gnojenju od 0 do 5% sušine. Odvisno od gnojenja se je v ruši zadnjih 10 let spreminjal tudi delež zeli. Pri negnojnih različici se je delež zeli gibal od 3 do 7%,

pri PK gnojenju od 4 do 8% in pri NPK gnojenju od 5 do 20% pridelka sušine. V preglednici 5 navajamo oceno možne variabilnosti vsebnosti elementov v krmi v zadnjih desetih letih (od 1988 do 1998) kot posledico botaničnih sprememb ruše. Ocene kažejo, da so bila največja nihanja v krmi s PK gnojnih parcel, in sicer v vsebnostih Ca in Mg, nekoliko manjša pa tudi v vsebnosti Zn, Cu in Mn. V krmi z negnojnih parcel so nihanja zaradi botaničnih sprememb opazna predvsem v vsebnosti Zn in Mn, nekoliko manj tudi Ca. Pri NPK gnojenju so bila nihanja nekoliko manjša in opazna predvsem pri Ca, Mg, Zn in Fe.

Preglednica 5. Ocenjene največje, najmanjše in povprečne vsebnosti mineralnih elementov v krmi glede na desetletno nihanje botanične sestave pri posameznem postopku gnojenja (na kg sušine)

Table 5. Estimated maximal, minimal and average concentrations of mineral elements in forage in relation to ten-years variation in botanical composition at particular fertilisation treatment (per kg dry matter)

Elementi Elements	Postopek gnojenja – Fertilisation treatment									Potrebe ^S Requirem.
	0			PK			NPK			
	Največ Max.	Najmanj Min.	Povp. Average	Največ Max.	Najmanj Min.	Povp. Average	Največ Max.	Najmanj Min.	Povp. Average	
Ca (g)	8,4	6,3	7,1	14,5	6,5	10,8	8,0	6,0	7,1	4,2
P (g)	1,9	1,9	1,9	3,4	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4	2,6
Mg (g)	3,8	3,0	3,3	4,6	2,7	3,7	4,2	3,3	3,8	1,4
K (g)	11,9	12,4	12,2	17,2	17,0	17,1	17,6	17,2	17,4	8,0
Na (g)	0,15	0,13	0,14	0,14	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,9
Zn (mg)	21,3	16,8	18,6	21,7	17,1	19,5	24,2	20,6	22,6	40
Mn (mg)	83,6	78,7	80,4	65,2	59,6	62,2	73,7	71,6	72,6	40
Fe (mg)	232	227	230	193	183	187	192	168	180	40
Cu (mg)	4,8	4,3	4,6	6,2	4,5	5,4	5,4	5,3	5,3	12

^S Potrebe po mineralnih elementih za vzdrževanje in prirejo mleka iz osnovne krme (12 do 14 l dan⁻¹) pri kravah (MAFF in sod., 1984; Spiekers, 1993).

Mineral requirements for maintenance and milk production from basal diet (12 to 14 l day⁻¹) in dairy cows (MAFF *et al.*, 1984; Spiekers, 1993).

V preglednici 5 prikazujemo tudi potrebe krav v laktaciji. V potrebah po elementih so zajete potrebe za vzdrževanje in prirejo mleka iz osnovnega obroka (približno 12 do 14 l mleka). Vsebnosti Ca, K, Mg, Fe in Mn v krmi so v povprečju dovolj visoke za kritje potreb. Vsebnost P v krmi z negnojnih parcel je premajhna, vsebnost Ca pa razmeroma velika, zaradi česar je tudi razmerje Ca/P v tem primeru zelo neugodno. Izredno nizke vsebnosti Na pokrivajo le 20% vseh potreb. Da vsebuje krma s travinja zelo malo Na, sta ugotovila že Stekar in Pen (1980). Zelo malo je v krmi tudi Zn in Cu, saj je pokrita le polovica potreb. Kljub temu da so pri Na, Zn in Cu značilne razlike med postopki gnojenja in zaporednimi košnjami, potrebe v vseh primerih precej presegajo vsebnosti v krmi. Dodajanje teh treh elementov v obrok je potrebno tudi pri prireji mleka iz osnovnega obroka. Podobno kot pri govedu tudi pri ovcah z osnovno krmo niso pokrite potrebe po Na, Zn, Cu in P z negnojnih parcel. Za rastoča jagnjeta, ki potrebujejo manj Cu (3 mg kg⁻¹ sušine) kot odrasle ovce (MAFF in sod., 1984), pa je v krmi dovolj Cu. Kljub temu da naše raziskave predstavljajo le enoletne analize z ene same lokacije, pa potrjujejo večino Leskoškovič (1983) ugotovitev. Podrobneje je obdelal vsebnosti mineralov v krmi iz petletnega poskusa na enajstih lokacijah drugje po Sloveniji. V primerjavi z njegovimi rezultati smo

ugotovili, da lahko pričakujemo v krmi s kraškega travnika v primerjavi s krmo z drugih rastišč po Sloveniji še izrazitejše pomanjkanje Na, Zn ter še posebno Cu.

Raziskave o vplivih gnojenja in rabe travinja na vsebnost mineralnih elementov v krmi bi bilo potrebno nadaljevati. Gre za zapleteno soodvisnost med posameznimi elementi. Čeprav se vsebnost mikroelementov v zemlji zaradi povečanih pridelkov na gnojenih parcelah zmanjšuje (preglednica 1), se vsebnost nekaterih elementov v krmi zaradi gnojenja povečuje.

ZAKLJUČKI

Gnojenje trajnega kraškega travnika značilno vpliva na vsebnost večine elementov v travah, metuljnicah in zelih vseh treh košenj. Gnojenje s PK gnojili zmanjšuje v krmi vsebnost Mg in Mn, ter povečuje vsebnost P in K. Pri gnojenju z NPK v primerjavi z negnojeno različico se v krmi zmanjšuje vsebnost Fe in neznatno vsebnost Ca in Mn, povečuje pa P, K in Zn neznatno tudi Cu. Zaporedna košnja značilno vpliva na vsebnost vseh analiziranih elementov razen na vsebnost Cu. Zeli in metuljnice predstavljajo v primerjavi s travami pomemben vir Ca, Mg, Zn in Cu. Vsebnost teh elementov se tudi najbolj spreminja zaradi spreminjanja botanične sestave travne ruše. V krmi s trajnega kraškega travnika smo ugotovili izrazito pomanjkanje Na, Zn in Cu. Dokrmeljevanje teh elementov je potrebno tudi pri priraji mleka iz osnovnega obroka. Pomanjkanje P lahko pričakujemo predvsem pri krmi z negnojenih parcel. Podobno pomanjkanje Na, Zn in Cu kot pri kravah lahko pričakujemo tudi pri odraslih ovcah.

ZAHVALA

Kmetu g. J. Bolčiču se zahvaljujemo za pomoč pri izvedbi poskusa. Delo sta financirala Ministrstvo za znanost in tehnologijo in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

VIRI

- Babnik, D./ Verbič, J./ Briški, L./ Trontelj, A. Učinek gnojenja trajnega kraškega travinja na preskrbo krav s Ca, P in K. I. Učinek na vsebnost v krmi. Zb. Biotehniške fak., Univ. v Ljubljani, Kmetijstvo. Zootehnika, 66(1995), 119-130.
- Babnik, D./ Žnidaršič-Pongrac, V./ Verbič, J./ Verbič, J. The effect of fertilisation on the concentration of mineral elements in grasses, forbs and legumes from the permanent karst grassland. Proceeding of the 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado, Italy, September 15-19., (1996), 373-376.
- Fleming, G.A. Mineral disorders associated with grassland farming. Int. Meeting on Anim. Prod. from Temperate Grassland Dublin, Jan 1977, (1977), 88-95.
- Garcia-Ciudad, A./ Ruano-Ramos, A./ Vazquez de Aldana, B.R./ Garcia-Criado, B. Interannual variations of nutrient concentrations in botanical fractions from extensively managed grasslands. Anim. Feed Sci. Technol., 66(1997)1-4, 257-269.
- Golob, A. Sezonska nihanja v mineralni sestavi trav. Zbornik predavanj, Posvetovanje o prehrani domačih živali »Zdravčevi-Erjavčevi dnevi«, Radenci, 26-27/10 1995, 49-51.
- Hopkins, A./ Adamson, A.H./ Bowling, P.J. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co, and Mo in herbage at a range of sites. Grass and Forage Science, 49(1994), 9-20.
- Leskošek, M. Uticaj gnojilbe i intenzivnosti korištenja na sadržaj mineralnih tvari sijena sa prirodnih livada Slovenije. Krmiva, 25(1983), 106-113.
- MAFF, DAFS, DANI, UKASTA, BVA Working party report. Mineral, trace element and vitamin allowances for ruminant livestock. V Recent advances in animal Nutrition- 1984 (Haresign Cole eds.), Butterworths, London, (1984), 113-142.
- Orešnik, A./ Lavrenčič, A./ Stopar, J. Variabilnost v vsebnosti mangana v vzorcih trav in črne detelje. Zb. Biotehniške fak. Univ. v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika, 74(1999), 53-60.

- Regius, A./ Varhegyi, J. Mineralstoff- und Spurenelementveränderungen in Gräsern während der Vegetation. D. Wirtschaftseig. Futter, 26(1980), 77-91.
- Reid, R.L./ Horvath, D.J. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. Anim. Feed Sci. Technol., (1980)5, 95-167.
- Schubiger, F.X./ Bosshard, H.R./ Dietl, W. Nährwert von Alpweidepflanzen. Agrarforschung, 5(1998)6, 285-288.
- Spatz, G./ Baumgartner, A. Zur Bewertung der Grünlandkräuter als Futterpflanzen. D. Wirtschaftseig. Futter, 36(1990), 79-91.
- Spiekers, H. Weniger Phosphor und Calcium füttern. Top Agrar, (1993)4, 12-16.
- Stekar, J.M.A./ Pen, A. Sadržaj natriuma, cinka i mangana u stočnoj hrani sa travnatih površina. Agrohemija, 21(1980)1-2, 7-15.
- Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. Cornell University Press, Ithaca and London, (1994), 476 s.
- Verbič, J./ Verbič, J./ Babnik, D. Vpliv gnojenja na kakovost krme s trajnega kraškega travnika. 1. Botanična sestava, kemična sestava, *in vitro* prebavljivost in vsebnost neto energije za laktacijo. Zb. Biotehniške fak. Univ. v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika, 76(2000)1, 83-93.
- Wilman, D./ Acuna P., G.H./ Joy Michaud, P. Concentrations of N, P, K, Ca, Mg and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. Grass and Forage Science, 49(1994), 422-428.