

UTJECAJ VRSTE TRAVE NA OTPUŠTANJE NEKIH KATIONA U BURAGU OVACA

Z. Černy, D. Grbeša, B. Mioč, Vesna Pavić, Željka Laškarin

Sažetak

Predmet ovoga rada je odrediti brzinu i obujam otpuštanja u buragu: kalcija, magnezija, željeza i cinka iz vlasulje crvene, vlasulje livadne i engleskog ljulja. Otpuštanje minerala je određivano inkubacijom uzoraka trava 0, 2, 6, 12, 18, 24 i 48 sati u buragu tri ovce hranjene livadnim sijenom. Efektivno otpuštanje minerala iz vlasulje crvene, vlasulje livadne i engleskog ljulja iznosi (%): Ca 70.10, 50.08, 56.43; Mg 81.25, 86.35, 78.82; Fe 66.44, 55.23, 65.98; Zn 78.04, 63.72, 56.43. Postoji razlika između vrste trava u otpuštanju Ca, Mg, Fe i Zn.

Uvod

Za normalno odvijanje svih životnih procesa životinja, potrebno je osigurati niz minerala. Za učinkovitu fermentaciju i rast mikroorganizama u preživača je potreban optimalni omjer energije i proteina i minerala (Emanuel i sur., 1991). Prema Mackie-u i Therion-u (1984) oni značajno reguliraju ekosustav buraga - osmotski pritisak, brzinu dilucije i njegov puferni kapacitet.

Opseg iskoristivosti minerala ovisi o dva procesa: 1) o njihovom otpuštanju ili topljivosti iz krmiva u buragu i 2) o resorpciji otpuštenih minerala od strane mikroorganizama buraga i životinje (Field, 1981).

Iskoristivost minerala iz mineralnih krmiva je dobro poznata (Thompson, 1978), dok je malo podataka o iskoristivosti minerala iz voluminoznih krmiva (Emanuel i Staples, 1990).

Brzina oslobađanja minerala ovisi o građi stanične stijenke, odnosno o potrebnom vremenu fermentacije. Minerali iz voluminozne hrane na početku se otpuštaju brzo, da bi se usporedo s razgradnjom surovih vlakana počeli otpuštati sporije (Rock i sur. 1983).

Kapacitet izmjene kationa ovisan je o strukturi stanične stijenke, osobito o stanju njezine lignifikacije (Allen i sur. 1985).

Tehnika najlonskih vrećica inkubiranih u buragu koristi se i u istraživanju otpuštanja ili topljivosti minerala (Playne i sur., 1978; Emanuel i

Dr. Zdravko Černy, red. profesor, mr. Darko Grbeša, sveuč. asistent, mr. Boro Mioč, sveuč. asistent, dr. Vesna Pavić, sveuč. asistent, dipl. inž. med. biok. i dipl. inž. farm. Željka Laškarin, Agronomski fakultet, Zagreb.

Staples, 1990; Flachowsky i Grun 1992).

Svrha ovoga rada je utvrditi otpuštanje metalnih kationa- kalcija (Ca), magnezija (Mg), željeza (Fe) i cinka (Zn) u buragu iz jesenskog otkosa crvene vlasulje, livadne vlasulje i engleskog ljulja.

Materijal i metode rada

Istraživanje je provedeno u tri odrasle ovce u tipu kupreške pramenke s ugrađenim fistulama buraga unutarnjeg promjera 40 mm.

Pokusne trave su proizvedene u Botincu 1989. g., na vrlo slabo podzoliranom, glinasatom tlu, čiji je kapacitet zraka oko 11%, a vode 36%. Tlo je slabo humusno - 2.7%, kisele reakcije pH u KC1 5.3. Prema Gašparev-u i sur. (1988) ovo tlo sadrži (mg/100 g) K₂O 18.2; P₂O₅ 6.4; Mg 22; Zn 6.2 i Cu 5.5. Prema tome, tlo je dobro opskrbljeno mineralima, osim sa fosforom. Vlasulja crvena cv Korana, vlasulja livadna cv B - 14 i engleski ljulj cv K - 15 ručno su posijane na dubinu sjetve 1.0 - 1.5 cm. Osnovna gnojidba 300 kg/ha NPK 10:30:30. Trave su ručno pokošene na visini od 5-6 cm, u drugom jesenskom otkosu, u H fazi vlatanja. Pokošene su trave sasjeckane na dužinu od 2.5 - 3.0 cm i osušene liofilizacijom na -20°C.

Ovce su hranjene s 900 g ST u dva jednaka dnevna obroka u 8 i u 20 sati. Vodu su dobivale po volji. Životinje su vagane na početku i na kraju pokusa.

In situ metoda

Osušeni uzroci trave su samljeveni Wiley mlinom na veličinu od 2 mm. Točno mjerena masa od 3.00 +/- 0,0001 g uzorka svake trave je stavljena u dvostruko proživene najlonske vrećice, poroziteta 50 μm, dimenzija 13x6 cm. Po dvije su vrećice pojedinog krmiva stavljene u burag svake ovce u vrijeme jutarnjeg hranjenja, a vadene su iz buraga nakon 2, 6, 12, 18, 24 i 48 sati. Odmah po vađenju one su oprane u ledenoj vodi, a zatim u stroju za pranje rublja i sušene na 60°C 24 h.

Nulta inkubacija

Topljivost minerala u vodi određena je nultom inkubacijom, po metodi Madsen i Hvelplud (1991). Jedan gram uzorka krmiva pomiješan je s 40 ml destilirane vode (20°C). Nakon toga uzorak je ispiranjem sa 3x40 ml destilirane vode kroz bezpepelni filter papir (crna vrpca) prebačen u lončić za žarenje. Količina pojedinog minerala prije i nakon tretmana izražena u postotku predstavlja topljivi mineral ili nultu (0) inkubaciju.

Kemijske analize

Dostavna vlaga je određena sušenjem 100 g uzorka na 60°C do konstantne težine, a laboratorijska trosatnim sušenjem na 105°C. Pepeo je određen od 2.00 +/- 0,005 g svake biljke spaljivanjem na 550°C tijekom četiri sata. Mineralni elementi Ca, Mg, Fe i Zn su određivani atomskom absorpcijom, aparatom Perkin Elmer 4000: Pepeo je otopljen u 10 ml 5 M HCl i kroz filter prebačen u 50 ml odmjernu tikvicu te nadopunjen do oznake. Koncentracija pojedinog mineralnog elementa je mjerena u pripremljenoj ili odgovarajućoj diluiranoj otopini. Fosfor je određen

spektrofotometrijski (Caveil, 1955).

Iz dobivenih podataka o mineralnom sastavu uzoraka biljaka prije i poslije svakog razdoblja inkubacije izračunato je otpuštanje minerala (OM) po vremenima inkubacije.

$$OM(\%) = \frac{\text{Mineral u inkub. ST(mg)} - \text{Mineral u ostatku(mg)}}{\text{Mineral u inkubiranoj ST(mg)}} \times 100$$

Statistička analiza

Izračunate su srednje vrijednosti po inkubacijama za svaku vrstu trave, te korigirani na izvore varijabilnosti - razdoblje inkubacije i vrsta trave linearnim modelom (Harvey, 1975).

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + E_{ijk}$$

gdje je Y_{ijk} otpuštanje pojedinog elementa po razdobljima inkubacije
 μ srednja vrijednost korigirana na utjecaj vrste
 T_j utjecaj pojedine vrste trave
 E_{ijk} neprotumačeni utjecaj

Na ovaj način dobivene su korigirane srednje vrijednosti sadržaja pojedinog minerala po razdobljima inkubacije iste trave i između trava.

Razlike u sadržaju minerala između vrsta trava po razdobljima inkubacije izračunate su pomoću odgovarajućih linearnih funkcija i izražene F vrijednostima koje su testirane na signifikantnost razlika.

Parametri krivulje otpuštanje minerala izračunati su po modelu Orskov i McDonald (1979).

$$OM(\%) = a + b(1 - e^{-c \cdot t})$$

OM je otpuštanje minerala u vremenu t (2...48)
 a je fiksna vrijednost i predstavlja otpuštanje u o vremenu, odnosno u vodi topljivi mineral
 b je netopljivi mineral u vodi, koji se međutim otpusti u buragu
 c je brzina otpuštanja u vodi netopljene mase minerala
 t je vrijeme inkubacije

Efektivno otpuštanje minerala (EOM) izračunato je po slijedećem modelu, na temelju gore procijenjenih parametara a i k , što je brzina prolaza digesta i iznosi 0,06.

$$EOM = a + b \times (c / (c + k))$$

Rezultati istraživanja i rasprava

Sadržaj elemenata u ispitivanim krmivima (tablica 1.) je u granicama koje navodi INRA (1980) za jesenski otkos trave, osim za količinu željeza u engleskom ljuju. Njegova visoka razina je posljedica kontaminacije uzoraka krme sa zemljom (Grbeša i sur., rad u tisku).

Tab. 1. - SADRŽAJ MINERALNIH ELEMENATA U SUHOJ TVARI TRAVA
THE MINERAL ELEMENT CONTENTS IN GRASS DRY MATTER

| Vrsta trave - Grass species | Sadržaj minerala u suhoj tvari trava The mineral contents in grass dry matter | | | |
|-----------------------------------|--|--------|---------|---------|
| | Ca (%) | Mg (%) | Fe (mg) | Zn (mg) |
| Vlasulja crvena - Red fescue | 0.57 | 0.18 | 228 | 17.43 |
| Vlasulja livadna - Meadow fescue | 0.63 | 0.22 | 205.5 | 18.54 |
| Engleski ljulj - English ryegrass | 0.68 | 0.28 | 1237 | 23 |

U tablicama (2, 3, 4 i 5), te grafikonima (1, 2, 3 i 4), prikazani su rezultati otpuštanja Ca, Mg, Fe i Zn iz trave, nakon različitog vremena inkubacije u buragu.

Topljivost Ca u vodi (0 inkubacija) je znatno viša nego što je iz tropskih krmiva - 22% (Ibrahim i sur., 1990). Međutim, slična je vrijednostima koje iznose Ledoux i Martz (1991) za pet krmiva (33.1 - 60,3%). Dvotruke razlika u topljivosti i otpuštanju Ca iz drugog porasta trave (tablica 2) dobio je i Van Eys i Reid (1987). Pošto je kalcij povezan sa strukturom stanične stijenke i sudjeluje sa 34 do 61% u sadržaju njenih minerala (McManus i sur., 1979), jasno je da njegovo otpuštanje znatno zavisi o razgradnji i kapacitetu izmjene kationa stanične stijenke (Newton i sur., 1983). Razgradnja stanične stijenke je ovisna o stupnju njene lignifikacije, koja je odraz vrste biljke, stadija zrelosti i podneblja (Van Soest, 1982). Visoke su razlike ($P < 0.01$) u otpuštanju Ca (48 h) između trave vjerojatno odraz razlike u sastavu i stupnju lignifikacije stanične stijenke trave (tablica 1 i grafikon 1).

Tab. 2. - OTPUŠTANJE KALCIJA IZ TRAVA NAKON RAZLIČITOG VREMENA INKUBACIJE U BURAGU
RELEASE OF CALCIUM FROM GRASSES AFTER VARYING TIMES OF RUMEN INCUBATION

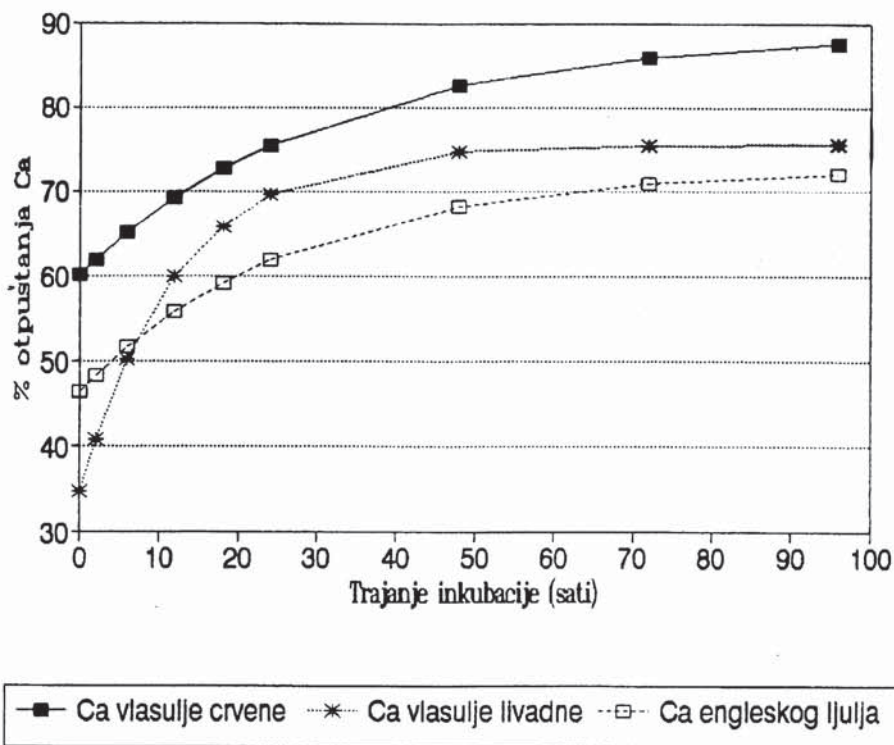
| Vrijeme inkubacije (h) Incubation time (h) | Trava Grass | | | | | | F test F ratio |
|---|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------|------------------------------------|--------|-------------------|
| | Vlasulja crvena Red Fescue | | Vlasulja livadna Meadow fescue | | Engleski ljulj English ryegrass | | |
| | k ¹ | se ² | k | se | k | se | |
| 0 | 60.05ab | 0.0211 | 34.81a | 0.2801 | 46.49ab | 1.7461 | 153.1 |
| 2 | 60.82ab | 0.5818 | 39.00a | 0.7691 | 47.86ab | 0.9687 | 193.33 |
| 6 | 65.89a | 0.8103 | 53.87a | 0.7404 | 51.98a | 0.6136 | 108.03 |
| 12 | 66.95a | 0.7039 | 57.08a | 0.8941 | 54.73a | 1.1536 | 48.044 |
| 18 | 71.17a | 0.6592 | 66.53ab | 1.3810 | 59.90ab | 0.530 | 36.702 |
| 24 | 79.24a | 1.1297 | 69.63ab | 0.8754 | 62.01ab | 0.5872 | 93.708 |
| 48 | 81.91a | 0.7118 | 74.92ab | 0.5776 | 68.22ab | 0.6070 | 118.24 |

1 srednja vrijednost, 2 standardna greška

1 mean, 2 standard error

a, b, srednje vrijednosti u redu sa istim superskriptom su različite ($P < 0.01$)

a,b. means in the same row with the same superscripts differ ($P < 0.01$)



Graf. 1. - KRUVLJE OTPUŠTANJA KALCIJA IZ TRAVA
THE CURVES OF CALCIUM RELEASE FROM GRASSES

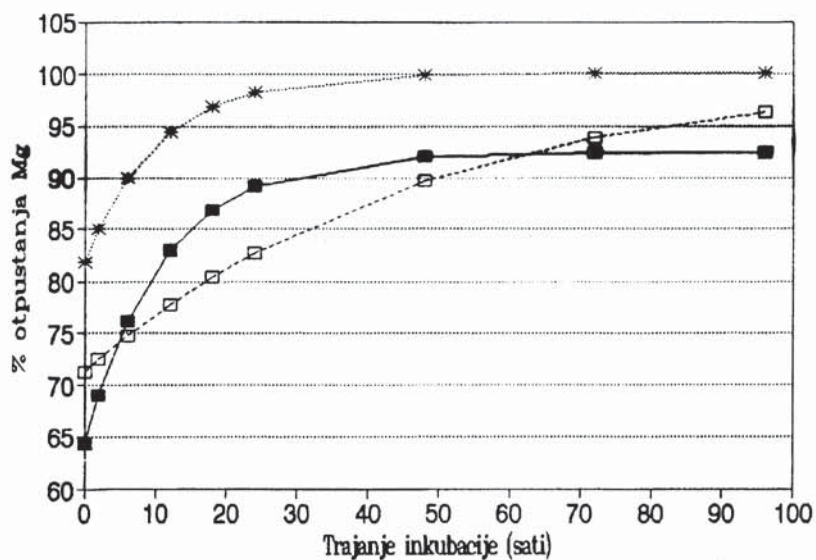
Visoka topljivost, otpuštanje po razdobljima inkubacije i efektivno otpuštanje Mg je u skladu s navodima Ledoux-a i Martz-a (1991). Todd (1961) je također utvrdio visoku topljivost Mg iz ljulja u destiliranoj vodi (64-74%). Prema Waghorn-u i sur. (1990) različit je omjer u sadržaju Mg povezanog sa staničnom stijenkom i kloroplastom biljaka. Kloroplast se u najvećoj mjeri (64%) otopi u buragovoj tekućini do 2 sata nakon hranjenja krava (Waghorn i sur. 1989). Flachowsky i sur. (1992) su ustanovili da se Mg iz talijanskog ljulja otpušta u većoj mjeri na voluminoznom nego koncentratnom tipu obroka te da kapacitet izmjene kationa ima znatno manji utjecaj na njegovo nego na otpuštanje Ca.

Tab. 3. - OTPUŠTANJE MAGNEZIJA IZ TRAVA NAKON RAZLIČITOG VREMENA INKUBACIJE U BURAGU
RELEASE OF MAGNESIUM FROM GRASSES AFTER VARYING TIMES OF RUMEN INCUBATION

| Vrijeme inkubacije (h) Incubation time (h) | Trava Grass | | | | | | F test F ratio |
|---|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------|------------------------------------|--------|-------------------|
| | Vlasulja crvena Red Fescue | | Vlasulja livadna Meadow fescue | | Engleski ljulj English ryegrass | | |
| | k ¹ | se ² | k | se | k | se | |
| 0 | 64.42a | 0,0188 | 81.82a | 0.0205 | 71.34 | 7.4304 | 4.1690 |
| 2 | 63.01 | 1.4633 | 74.80 | 10.992 | 53.79 | 2.2870 | 2.5961 |
| 6 | 74.53a | 0.8438 | 80.41ab | 0.3144 | 69.10ab | 0.6494 | 79.217 |
| 12 | 84.28c | 0.5662 | 82.93 | 2.3326 | 74.82c | 4.0007 | 3.6054 |
| 18 | 88.24 | 0.9605 | 89.94c | 1.5114 | 84.40c | 1.2302 | 5.1073 |
| 24 | 89.89 | 0.3102 | 91.38c | 1.7091 | 86.37c | 1.7225 | 3.3157 |
| 48 | 90.66 | 1.0875 | 92.25 | 0.7053 | 89.26 | 0.4957 | 3.4957 |

1 srednja vrijednost, 2 standardna greška
1 mean, 2 standard error

a, b, srednje vrijednosti u redu sa istim superskriptom su različite (P<0.01), c (P<0.05)
a.b. means in the same row with the same superscripts differ (P<0.01), c (P<0.05)



—■— Mg vlasulje crvene ···*··· Mg vlasulje livadne - - □ - - Mg engleskog ljulja

Graf. 2. - KRIVULJE OTPUŠTANJA MAGNEZIJA IZ TRAVA
THE CURVES OF MAGNESIUM RELEASE FROM GRASSES

Niska topljivost željeza i cinka u vodi (tablica 4 i 5) u sve tri vrste trave je slična nalazima njihove topljivosti iz talijanskog ljulja (Flachowsky i sur., 1989). Nagli porast njihovog otpuštanja nakon šestog sata je vjerojatno prouzročen istovremenim porastom razgradnje surovih vlakana. Pavić (1992) je utvrdila da se surova vlakna te tri trave značajnije razgrađuju nakon 12 sati inkubacije u buragu.

Tab. 4. - OTPUŠTANJE ŽELJEZA IZ TRAVA NAKON RAZLIČITOG VREMENA INKUBACIJE U BURAGU
RELEASE OF IRON FROM GRASSES AFTER VARYING TIMES OF RUMEN INCUBATION

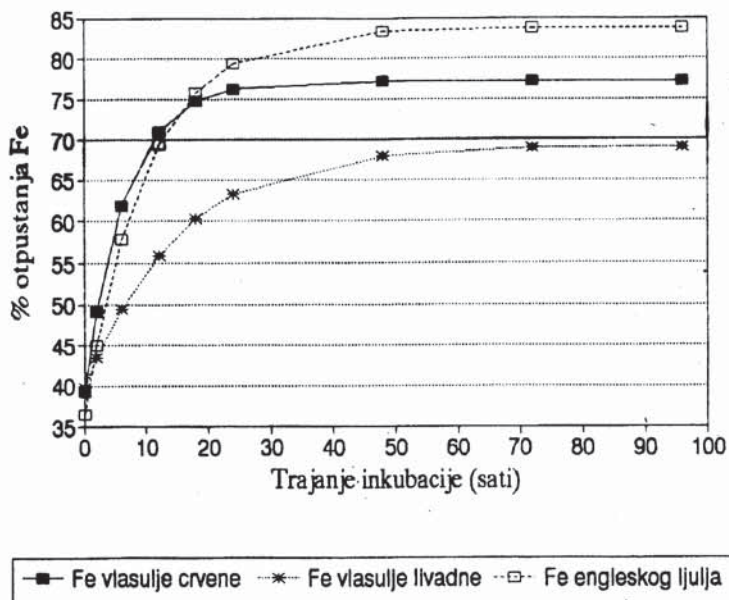
| Vrijeme inkubacije (h) Incubation time (h) | Trava Grass | | | | | | F test F ratio |
|---|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------------------|
| | Vlasulja crvena Red Fescue | | Vlasulja livadna Meadow fescue | | Engleski ljuj English ryegrass | | |
| | k ¹ | se ² | k | se | k | se | |
| 0 | 39.22 | 4.5823 | 39.74 | 2.1101 | 36.50 | 0.8592 | 0.3450 |
| 2 | 53.82a | 2.5205 | 39.38ab | 1.2994 | 46.32ab | 1.1889 | 16.553 |
| 6 | 64.97 | 1.6904 | 52.20 | 2.3256 | 61.69 | 5.9054 | 3.0613 |
| 12 | 65.20 | 2.4493 | 55.85 | 1.3964 | 66.44 | 5.9085 | 2.3436 |
| 18 | 73.66a | 0.9015 | 59.97ab | 3.0261 | 76.76b | 0.4756 | 24.6732 |
| 24 | 73.38c | 2.2892 | 63.25cd | 3.8948 | 75.86d | 1.4142 | 5.9729 |
| 48 | 82.92a | 1.9763 | 68.11ab | 0.6191 | 86.04ab | 1.3320 | 45.371 |

1 srednja vrijednost, 2 standardna greška

1 mean, 2 standard error

a, b, srednje vrijednosti u redu sa istim superskriptom su različite (P<0,01), c (P<0,05)

a, b, means in the same row with the same superscripts differ (P<0.01), c (P<0.05)



Graf. 3. - KRUVLJE OTPUŠTANJA ŽELJEZA IZ TRAVA
THE CURVES OF IRON RELEASE FROM GRASSES

Tab. 5. - OTPUŠTANJE CINKA IZ TRAVA NAKON RAZLIČITOG VREMENA INKUBACIJE U BURAGU
RELEASE OF ZINC FROM GRASSES AFTER VARYING TIMES OF RUMEN INCUBATION

| Vrijeme inkubacije (h) Incubation time (h) | Trava Grass | | | | | | F test F ratio |
|---|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------|------------------------------------|--------|-------------------|
| | Vlasulja crvena Red Fescue | | Vlasulja livadna Meadow fescue | | Engleski ljulj English ryegrass | | |
| | k ¹ | se ² | k | se | k | se | |
| 0 | 37.10 | 1.8484 | 37.92 | 5.3545 | 34.75 | 4.4026 | 0.1586 |
| 2 | 56.34 | 1.9545 | 32.80 | 11.963 | 30.91 | 9.9849 | 2.4642 |
| 6 | 81.24a | 1.0377 | 46.34a | 5.6889 | 36.58a | 8.9969 | 14.057 |
| 12 | 83.52cd | 0.5937 | 56.76d | 8.9461 | 51.33c | 8.5924 | 5.7762 |
| 18 | 85.78ab | 0.0672 | 77.31 ab | 2.3866 | 67.39a | 1.7335 | 29.1783 |
| 24 | 86.73c | 1.2115 | 84.44 | 1.4237 | 77.75c | 3.7907 | 3.6576 |
| 48 | 86.22 | 1.8919 | 87.19 | 1.3693 | 81.79 | 1.6571 | 3.0926 |

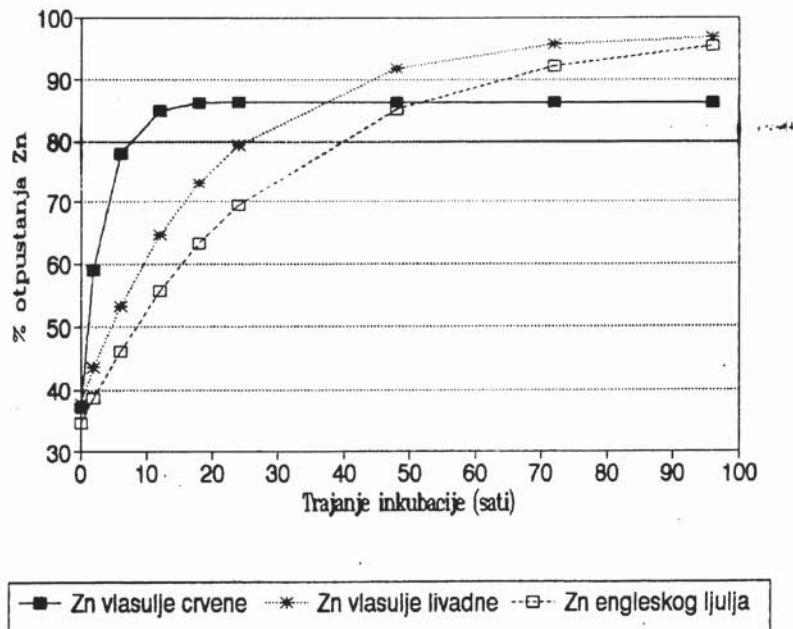
1 srednja vrijednost, 2 standardna greška

1 mean, 2 standard error

a, b, srednje vrijednosti u redu sa istim superskriptom su različite (P<0,01), c (P<0,05)

a.b. means in the same row with the same superscripts differ (P<0.01), c (P<0.05)

Cink je, kao i željezo i kalcij, varijabilno raspoređen između staničnog sadržaja i stijenke (24 - 78%) (Withthead i sur., 1985). Međutim, njegovo visoko otpuštanje nakon 24 sata inkubacije pokazuje da je on povezan s visoko probavljivom staničnom stijenkom mezofila i floema (Akin i Broderik, 1975).



Graf. 4. - KRIVULJA OTPUŠTANJA CINKA IZ TRAVA
THE CURVES OF ZINC RELEASE FROM GRASSES

Tab. 6. - PARAMETRI KRIVULJE RAZGRADNJE I EFEKTIVNO OTPUŠTANJE MINERALA IZ TRAVA (5)
THE PARAMETERS OF DEGRADATION CURVE AND EFFECTIVE MINERAL RELEASE FROM GRASSES (%)

| Vrsta trave Grass species | Parametri krivulje i efektivno otpuštanje minerala (%) - The parameters of degradation curve and effective mineral released from grasses (%) | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------------|
| | Mineral | a ¹ | b ¹ | c ¹ | EOM ERM ₂ |
| Vlasulja crvena Red fescue | Ca | 60.05 | 28.81 | 0.0322 | 70.10 |
| | Mg | 64.42 | 23.93 | 0.0910 | 81.25 |
| | Fe | 39.22 | 38.07 | 0.1506 | 66.44 |
| | Zn | 39.10 | 49.30 | 0.2939 | 78.04 |
| Vlasulja livadna Meadow fescue | Ca | 34.81 | 40.84 | 0.0795 | 58.08 |
| | Mg | 81.82 | 18.25 | 0.0198 | 86.35 |
| | Fe | 39.73 | 29.44 | 0.0667 | 55.23 |
| | Zn | 37.92 | 59.52 | 0.0459 | 63.72 |
| Engleski ljulj English ryegrass | Ca | 46.49 | 26.37 | 0.0362 | 56.43 |
| | Mg | 71.34 | 28.96 | 0.0209 | 78.82 |
| | Fe | 36.50 | 47.30 | 0.0993 | 65.98 |
| | Zn | 34.75 | 63.28 | 0.0363 | 56.43 |

1 a, b i c su parametri krivulje razgradnje $a + (b \cdot c/c + k)$; gdje je a konstanta, b je potencijalno otpuštanje minerala, c je brzina otpuštanja minerala, k je konstanta pasaže 0.06

1 EOM je efektivno otpuštanje minerala.

1 a, b i c are the parameters of degradation curve $a + (b \cdot c/c + k)$; where a is constant, b is potential released mineral, c is rate of releasing b and k is rate of passage 0.06.

2 ERM is the effective mineral release

Efektivno se otpuštanje minerala (EOM) trave (tablica 6.) kreće u rasponu od 55.23 do 86.35. U prosjeku je najviše EOM Mg Zn Fe Ca. Nekonzistentna sig-nifikantnost razlika i visoka varijabilnost (SE) između vrsta trave po vremenu inkubacije za svaki je mineral vjerojatno posljedica malog broja uzoraka po inkubaciji (9) i varijabilnog sadržaja minerala prije stavljanja uzoraka u vrećice.

Zaključak

Burag je glavno mjesto otpuštanja magnezija, cinka, željeza i kalcija iz crvene vlasulje, livadne vlasulje i engleskog ljulja. Otpuštanje minerala je dobar pokazatelj moguće iskoristivosti minerala od mikroorganizama buraga i životinje domaćina.

Daljnja istraživanja trebaju razjasniti odnos između razgradljivosti sastojaka biljne stanične stijenke i njenog kapaciteta izmjene kationa s jedne strane i otpuštanja minerala s druge strane u voluminoznih krmiva.

EFFECT OF VARIOUS SPECIES OF GRASS ON THE RELEASE OF SOME CATIONS IN THE RUMEN OF SHEEP

Summary

The aim of this experiment was to determine the rate and extent of ruminal release of calcium, magnesium, iron and zinc from red fescue, meadow fescue and English ryegrass.

Mineral release was determined by incubation of grass samples during 0, 2, 6, 12, 18, 24 and 48 hours in the rumen of three sheep fed meadow hay.

Effective mineral release from red fescue, meadow fescue and English ryegrass is as follows: Ca 70.10, 58.08, 56.43; Mg 81.25, 86.35, 78.82; Fe 66.44, 55.23, 65.98; Zn 78.04, 63.72, 56.43. There are differences between the grasses in release of Ca, Mg, Fe and Zn.

LITERATURA

1. Akin, D.E. i D. Broderick (1975): Percentage of tissue types in tropical and temperate grassleaf blades and degradation of tissue by rumen microorganisms. *Crop Sci.*, 15:661 -
2. Allen, M.S., McBurney, M.J. i van Soest, P.J. (1985): Cation - exchange capacity of plant cell walls at neutral pH. *J. Sci. Food Agric.*, 36:1065 - 1072.
3. Cavell, A.F. (1955): The colorimetric determination of phosphorus in plant materials. *J. Food Sci. and Agric.* 6: 479 - 480.
4. Emanuele, S.M., i C.R. Staples (1990): Ruminal release of minerals from six forage species. *J. Anim. Sci.*, 68: 2052 - 2060.
5. Emanuele, S.M., C.R. Staples i C.J. Wilcox (1991): Extent and site of mineral release from six forage species incubated in mobile dacron bags. *J. Anim. Sci.*, 69: 801 - 810.
6. Field, A.C. (1981): Some thoughts on dietary requirements of macro-elements for ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 40: 267.
7. Flachowsky, G. i M. Grun (1992): Influence of type of diet and incubation time on major elements release in sacco from Italian ryegrass, untreated and ammonia - treated wheat straw. *Anim. Feed Scien. Techn.*, 36: 239 - 254.
8. Flachowsky, G., Grun, M., Kronemann Hella, Tiroke, K. i Heidrun Koch (1989): Influence of type of diet and incubation time on major and trace elements release in sacco from Italian ryegrass. 6th International Trace Element Symposium, Leipzig 1989, Vol. 2, 466 - 472.
9. Gašparov, S., S. Halagić, H. Tetarić, N. Petravić i Ljerka Lovrec (1988): Komparativna ispitivanja gospodarskih osobina stranih i nekoliko domaćih sorata lucerne. VI. Jugoslavenski simpozij o krmnom bilju. 22 - 24. 06. 1988. god. u Osijeku. 57 - 73.
10. Grbeša, D., Z. Černy, Željka Laškarić i Jasna Posavac (1993): Mineralni sastav neke zelene krme trava, leguminoza i krstašica te njihova vrijednost za preživače. *Krmiva* (u tisku).
11. Harvey, W.R. (1975): Least - squares analysis of data with unequal subclass numbers. USDA - ARS H - 4, Beltsville, MD.
12. Ibrahim, M.N., van der Kamp, A., Zimmelnik, G. i S. Tamminga (1990): Solubility of mineral elements present in ruminant feeds. *J. Agric. Sci.*, (Cambridge), 114: 265 - 274.
13. INRA (1980): Alimentation des éuminants. Ed. Jarrige. Edite par I.N.R.A Publ., Paris.
14. Ledoux, D.R. i F.A. Martz (1991): Ruminal solubilization of selected macrominerals from forages and diets. *J. Dairy Sci.*, 74: 1654 - 1661.
15. Mackie, R.I. i J. Thompson (1984): Influence of mineral interactions on growth and efficiency of rumen bacteria. In: *Herbivore Nutrition* (Eds. F.M.C. Gilchrist and R.J. Mackie), Science Press, Craighall, South Africa, 457 - 477.
16. Madsen, J. i T. Hvelplund (1991): Ring Test on protein degradability of different feeds using the nylon bag technique. (pismo priopćenje)
17. McManus, W.R., Anthoy, R.G., Malin, A.S. i V.N.E. Robinson (1979): Biocrystallization of mineral material on forage plant cell walls. *J. Agric. Res.*, 30: 645 - 652.
18. Newton, G.L., Hale, O.M. i C.O. Plank (1983): Effect of wheat bran in particle diets on mineral absorption by pigs at two ages. *Can. J. Anim. Sci.*, 63: 399 - 405.
19. Orskov, E.R. i I. McDonald (1979): The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92: 499 - 503.

20. Pavić Vesna (1992): Razgradljivost bjelančevina trava u buragu ovaca. Doktorska disertacija, Zagreb, 109.
21. Playne, M.J. Echevarria, M.G. i R.G. Megarrity (1978): Release of nitrogen, sulphur, phosphorus, calcium, magnesium, potassium and sodium from four tropical hays during their digestion in sacco in nylon bags in the rumen. *J. Sci. Food and Agricult.*, 29: 520 - 526.
22. Rooke, J.A., Akinsoyinu, A.O. i D.G. Armstrong (1983): The release of mineral elements from grass silages incubated in sacco in the rumens of Jersey cattle. *Grass and Forage Science*, 38; 311 - 316.
23. Thompson, D.J. (1978): Biological availability of macroelements. In: *Latin. am. Symp. Miner. Nutr. with Graz. Rumin.* (Eds., Conrad, J.H. i L.R. McDowell). 127 - 135. Univ. of Florida, Gainesville.
24. Todd, J.R. (1961): Magnesium in forage plants. II. Magnesium distribution in grasses and clovers. *J. Anim. Sci. (Camb)* 57: 35 - 38.

Primljeno: 12. 3. 1993.