

UTJECAJ DODATKA SIRUTKE NA HRANIDBENU VRIJEDNOST FERMENTIRANE KRME POLUPRIRODNOG TRAVNJAKA

THE EFFECT OF WHEY SUPPLEMENTATION ON THE NUTRITIVE VALUE OF FERMENTED FORAGE FROM SEMI-NATURAL GRASSLAND

Marina Vranić, K. Bošnjak, T. Mašek, Kristina Starčević, Božica Lukšić, G. Kiš, Lucija Stjepčević

Izvorni znanstveni članak - Original scientific paper
Primljeno - Received: 26. studeni - November 2019

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka sirutke u prahu provenutoj biljnoj masi poluprirodnog travnjaka na hranidbenu vrijednost fermentirane krme i kvalitetu fermentacije u silosu. Korišteno je pet razina dodatka sirutke u prahu kg^{-1} silirane suhe tvari (ST) krme poluprirodnog travnjaka: (i) 0 g; (ii) 13 g; (iii) 65 g; (iv) 130 g; (v) 260 g (tretmani T0, T13, T65, T130 i T260 respektivno).

Biljna je masa silirana u laboratorijskim silosima. Silosi su otvoreni 40. dan od zatvaranja radi procjene hranidbene vrijednosti fermentirane krme i kvalitete NIR spektroskopijom.

Zaključeno je da sirutka u prahu, kao dodatak provenutoj biljnoj masi poluprirodnog travnjaka prilikom siliranja, linearno povećava sadržaj ST ($P < 0,05$), korigirane ST (KST) ($P < 0,01$), sirovih proteina (SP) ($P < 0,001$), neutralnih detergent vlakana (NDV) ($P < 0,001$), fermentirajuće metaboličke energije u metaboličkoj energiji (FME/ME) ($P < 0,001$), probavljivost organske tvari u ST (D-vrijednost) ($P < 0,001$), faktor konzumacije za goveda ($P < 0,001$), faktor konzumacije za ovce ($P < 0,001$), a smanjuje pH vrijednost ($P < 0,05$), sadržaj organske tvari (OT) ($P < 0,001$), sadržaj amonijskog dušika ($\text{NH}_3\text{-N}$) ($P < 0,001$) i rezidua šećera ($P < 0,001$) u fermentiranoj krmi.

Ključne riječi: sirutka, hranidbena vrijednost, fermentirana krma, poluprirodni travnjak

UVOD

Cilj korištenja dodataka biljnoj masi prilikom siliranja je povećanje kvalitete fermentacije u silosu te posljedično očuvanje hranidbene vrijednosti krme koja se silira. Jedno od krmiva koje se može dodavati biljnoj masi kod siliranja je sirutka u prahu kao nusproizvod mljekarske industrije. Sirutka je bogata mliječnim šećerom (laktozom) (Schingoethe i Beardsley, 1975.; Schingoethe, 1976.), a sadrži bakterije mliječne kiseline (LAB), kao što su *Lactobacillus delbre-*

ueckii, *L. helveticus* i *Streptomyces thermophilus*. Mliječna kiselina snižava pH koji inhibira rast nepoželjnih bakterija u silosu (Mannu i sur., 2002.). Sirutka povećava kiselost biljne mase koja se silira te krmo obogaćuje albuminima i lakto-globulinima, amino-kiselinama bogatim sumporom (cistein i metionin) i mineralima (Ha i Zemel, 2003.) čime stvara bolje uvjete za rast poželjnih bakterija i povećanje proizvodnje mliječne kiseline (Zhang i sur., 2000.). Utvrđen je pozitivan učinak dodatka sirutke biljnoj masi na proizvodnju mlijeka (Schingoethe i Rook, 1976.).

Marina Vranić, Krešimir Bošnjak, corresponding autor: e-mail: kbosnjak@agr.hr, Lukšić Božica, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za specijalnu proizvodnju bilja, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska; Tomislav Mašek, Kristina Starčević, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, Zavod za prehranu i dietetiku životinja, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska Goran Kiš, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za hranidbu životinja, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska Lucija Stjepčević, studentica na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

U ranijim je istraživanjima u fermentiranoj biljnoj masi koja je silirana uz dodatak sirutke utvrđen niži sadržaj amonijskog N, veća palatabilnost i veća proizvodnost životinja (Schingoethe i Beardsley, 1975.).

Dodatak malih količina sirutke (2% od silirane ST), u suhom, koncentriranom ili tekućem obliku, prilikom siliranja trava ili biljke kukuruza, povećava probavljivost glavnih sastojaka fermentirane krme (Schingoethe, 1976.). Sirutka u prahu u hranidbi kastriranih ovnova, kao komponenta obroka baziranog na sjenazi lucerne, povećava konzumaciju suhe tvari (ST) i organske tvari (OT) obroka (Vranić i sur., 2015.) i konzumaciju vode (Stjepčević, 2015.), ali smanjuje probavljivost ST i OT obroka (Vranić i sur., 2015.).

Hipoteza istraživanja je da će dodatak sirutke biljnoj masi prilikom siliranja povećati hranidbenu vrijednost fermentirane krme i kvalitetu fermentacije. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka sirutke u prahu provenutoj biljnoj masi poluprirodnog travnjaka prilikom siliranja na hranidbenu vrijednost fermentirane krme i kvalitetu fermentacije u silosu.

MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je provedeno tijekom vegetacijske sezone 2017. godine na pokusnim površinama pokušališta Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta Centra za travnjaštvo smještenog na 638 metara nadmorske visine u Parku prirode Medvednica na poluprirodnom travnjaku zajednice *Arrhenatherum medioeuropaeum ruderale*.

Košnja pokusne površine i formiranje laboratorijskih silosa

Pokusna površina je košena 18.5.2017. ručnom grebenastom kosilicom na visinu od 5 cm. Oko 2,5 kg pokošene biljne mase sa svake pokusne parcelice je korišteno za daljnja istraživanja.

Biljna masa za siliranje je nakon košnje provenuta tijekom 24 sata na šatorskim krilima položenim na betonsku podlogu. Vrijeme tijekom provenjavanja je bilo sunčano i toplo (najviša dnevna temperatura 25 °C).

Laboratorijski silosi su formirani tako da je točno 150 grama provenute, nesjeckane biljne mase odvagano u plastičnu vrećicu za vakumiranje. Na biljnu masu je raspršeno 10 ml vode i 0 g sirutke -

kontrolna skupina (T0), odnosno 13 g, 65 g, 130 g ili 260 g sirutke u prahu otopljene u 100 ml vode za svaki laboratorijski silos (T13, T65; T130 i T260 respektivno). Laboratorijski silosi su zatvarani pomoću vakuum uređaja (Smart-Vac) na način da je najprije iz biljne mase pomoću vakuuma izvučen zrak, a zatim je vrećica zalemljena čime su odmah stvoreni anaerobni uvjeti.

Formirana su po 4 laboratorijska silosa po tretmanu. Ukupno je formirano 20 laboratorijskih silosa. Nakon 40 dana od zatvaranja laboratorijskih silosa, silosi su otvoreni radi provedbe analiza.

Sirutka u prahu

Sirutka u prahu (pasterizirana slatka obrana sirutka) za potrebe istraživanja donirana je od tvrtke Dukat d.d., M. Čavića 9, 10000 Zagreb.

Kemijske analize

Sadržaj suhe tvari (ST) je utvrđen sušenjem uzoraka u sušioniku (EAS23-030) na temperaturi od 60 °C tijekom 48 sati (AOAC, 1990.). Uzorci su samljeveni u mlinu čekićaru (Christy Noris) kroz sito otvora 1mm, dosušivani 3 sata u sušioniku na temperaturi od 105 °C, hlađeni u eksikatoru tijekom 15 minuta te punjeni u kivetu (dimenzije 5,0 x 6,5 cm) radi skeniranja na NIR aparatu. Kiveta napunjena uzorkom je stavljana u ležište NIR aparata (Foss, model 6500). Uzorci su skenirani korištenjem programa ISI SCAN pomoću infracrvenog elektromagnetskog spektra u valnim duljinama 1100-2500 nm.

Obzirom na prethodno utvrđen sadržaj dostavne ST, procijenjeni su (i) kemijski parametri hranidbene vrijednosti fermentirane biljne mase: korigirana ST (KST), organska tvar (OT), sirovi proteini (SP), neutralna detergent vlakna (NDV), kisela detergent vlakna (KDV), metabolička energija (ME), fermentirajuća metabolička energija u ME (FME/ME), (ii) kemijski parametri kvalitete fermentacije u silosu: pH vrijednost, amonijski dušik (NH₃-N) i (iii) biološki parametri hranidbene vrijednosti fermentirane krme: probavljivost OT u ST (D-vrijednost), razgradivost proteina u buragu životinja te konzumacija fermentirane krme od strane goveda i ovaca.

Statističke analize

Rezultati istraživanja su obrađeni korištenjem statističkog programa SAS (SAS Institut, 1999.) pomoću MIXED procedure, a kao izvor varijabiliteta

koristilo se pet razina dodatka sirutke provenutoj krmu poluprirodnog travnjaka prije siliranja u laboratorijskim silosima.

Rezultati kemijskog sastava prikazani su kao srednja vrijednost korištenjem LSD vrijednosti ukoliko je F-test bio signifikantan ($P=0,05$). Linearni i kvadratni efekt dodatka sirutke provenutoj biljnoj masi prije siliranja na kemijski sastav, kvalitetu fermentacije i biološke pokazatelje hranjivosti fermentirane krme dobiven je korištenjem CONTRAST procedure SAS-a. Primijenjeni model: $Y_{ij}=\mu+T_i+P_j+e_{ij}$ gdje je Y =ukupni model, μ =srednja vrijednost, T =tretman, P =period, e =eksperimentalna greška, i =broj tretmana, j =broj perioda.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA REZULTATA

Kvalitetna travna silaža bi trebala sadržavati više od 300 g suhe tvari (ST) kg^{-1} svježe krme, 300-400 g korigirane ST (KST) kg^{-1} svježe krme, 150-175 g sirovih proteina (SP) kg^{-1} ST, 4,0-4,5 pH vrijednost, više od 11,00 MJ metaboličke energije (ME) kg^{-1} ST, više od 70% fermentirajuće ME (FME) u ME, 500-

550 g neutralnih detergent vlakana (NDV) kg^{-1} ST, manje od 50 g ukupnog dušika u formi $\text{NH}_3\text{-N}$ kg^{-1} ST, više od 100 g rezidua šećera kg^{-1} ST (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Tablica 1 prikazuje utjecaj dodatka sirutke u prahu provenutoj biljnoj masi poluprirodnog travnjaka na kemijski sastav fermentirane krme.

S dodatkom sirutke u prahu provenutoj biljnoj masi prilikom siliranja utvrđeno je linearno povećanje sadržaja ST (g kg^{-1} svježeg uzorka) ($P<0,05$), KST ($P<0,01$), SP ($P<0,001$) i NDV ($P<0,001$), a opadanje sadržaja OT ($P<0,001$) i KDV ($P<0,01$).

Linearno opadanje sadržaja OT sa 923,5 g kg^{-1} ST (T0) do 913,5 g kg^{-1} ST (T260) ($P<0,05$) djelomično se može obrazložiti povećanjem sadržaja minerala u krmu dodatkom sirutke biljnoj masi za siliranje (Ha i Zemel, 2003.).

Tretman T260 je imao veći sadržaj SP (199,7 g SP kg^{-1} ST) u usporedbi s ostalim istraživačkim tretmanima. Osušena sirutka korištena u ovom istraživanju sadržavala je 112 g SP kg^{-1} ST što je posljedično i povećalo sadržaj SP u fermentiranoj krmu u tretmanu s najvišom razinom dodatka

Tablica 1. Utjecaj dodatka sirutke u prahu na kemijski sastav fermentirane krme (u g kg^{-1} ST ako nije drugačije navedeno)

Table 1 The effect of dried whey supplementation on chemical composition of fermented forage (in g kg^{-1} DM if not otherwise stated)

Tretman Treatment	ST/DM (g kg^{-1} SU/FS)	KST/CDM (g kg^{-1} SU/FS)	OT/OM	SP/CP	NDV/NDF	KDV/ADF	ME MJ kg^{-1} ST/DM
T0	401,5 ^a	409,7 ^a	923,5 ^a	184,3 ^a	438,7 ^a	247,0 ^a	10,2 ^a
T13	463,1 ^{ab}	472,5 ^{ab}	919,5 ^b	184,0 ^{ab}	435,5 ^a	241,3 ^a	10,3 ^{ab}
T65	513,7 ^b	524,0 ^b	919,2 ^b	185,7 ^{ab}	439,7 ^a	241,5 ^{ab}	10,5 ^b
T130	518,3 ^b	529,0 ^b	916,0 ^c	190,7 ^b	439,3 ^a	233,3 ^c	10,7 ^c
T260	521,5 ^b	546,5 ^b	913,5 ^c	199,7 ^c	442 ^b	237,0 ^{bc}	10,9 ^d
Sig.	*	*	*	*	*	*	*
Lin.	*	**	***	***	***	**	N.S.
Q	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	*	N.S.
SEM	27,2	27,69	1,03	1,92	2,46	2,41	0,09

ST, suha tvar; KST, korigirana suha tvar; SU, svježi uzorak; OT, organska tvar; SP, sirovi proteini; NDV, neutralna detergent vlaknina; KDV, kisela detergent vlaknina; ME, metabolička energija; T0, 0 g sirutke kg^{-1} ST; T13, 13 g sirutke kg^{-1} ST; T65, 65 g sirutke kg^{-1} ST; T130, 130 g sirutke kg^{-1} ST; T260, 260 g sirutke kg^{-1} ST; SEM, standardna greška srednje vrijednosti; Sig., vrijednosti u istoj koloni označene različitim slovima statistički se značajno razlikuju, * $p<0,05$, Lin., linearni utjecaj dodatka sirutke; Q, kvadratni utjecaj dodatka sirutke.

DM, dry matter; CDM, dry matter corrected; FS, fresh sample; OMT, organic matter; CP, crude protein; NDF, neutral detergent fiber; ADF, Acid Detergent Fiber; ME, metabolic energy; T0, 0 g whey kg^{-1} DM; T13, 13 g whey kg^{-1} DM; T65, 65 g whey kg^{-1} DM; T130, 130 g whey kg^{-1} DM; T260, 260 g whey kg^{-1} DM; SEM, standard error of mean; Sig., Values in the same column indicated by different letters differ significantly, * $P<0,05$, Lin., the linear effect of whey supplementation; Q, quadratic effect of whey supplementation.

Silirana travna masa uobičajeno sadrži od 450 do 550 g NDV kg⁻¹ ST (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Uzorci biljne mase T0 sadržavali su u prosjeku 438,75 g NDV kg⁻¹ ST, a T260 tretman je imao veći sadržaj NDV (P<0,05) koji je u prosjeku iznosio 456 g NDV kg⁻¹ST. KDV predstavlja količinu neprobavljivih biljnih komponenti u krmi. Koncentracija KDV smanjivala se s dodatkom sirutke kod tretmana T130 i T260 u usporedbi s T0 i T13 (P<0,05). Krma nižeg sadržaja KDV sadrži više ME (Chamberlain i Wilkinson, 1996.) što je ovim istraživanjem potvrđeno. Sadržaj ME u krmi predstavlja energiju hrane od koje se oduzima energija fecesa, metana i urina. Sadržaj ME u analiziranim uzorcima povećavao se (P<0,05) kod tretmana T65, T130 i T260 u usporedbi s tretmanom T0.

U tablici 2 je prikazan utjecaj dodatka sirutke u prahu na kvalitetu fermentacije biljne mase poluprirodnog travnjaka

Poželjna vrijednost FME/ME u fermentiranoj voluminoznoj krmi za hranidbu preživača je veća od 0,70 što zadovoljavaju svi istraživani tretmani (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Tretmani T130 i T260 su u prosjeku imali niži sadržaj FME/ME (P<0,05) u usporedbi s ostalim istraživanim tretmanima dodatka sirutke. Najviša FME/ME od 0,83 je procijenjena u uzorcima T0, T13 i T65.

Amonijski dušik je pokazatelj količine ukupnog N koja se razgradi do amonijaka tijekom fermentacije u silosu. Prihvatljiva količina NH₃-N u siliranoj biljnoj masi je od 50 - 150 g NH₃-N kg⁻¹ ukupnog N (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Sadržaj NH₃-N je bio niži (P<0,05) kod tretmana T65, T130 i T260 u usporedbi sa sadržajem NH₃-N u T0 i T13 između kojih nije bilo razlika u sadržaju NH₃-N (P>0,05). Utvrđeno je statistički značajno linearno opadanje (P<0,001) sadržaja NH₃-N kod T130 u usporedbi s T65 (za 50%) kao i kod tretmana T260 u usporedbi s T130 (za 50%).

Chamberlain i Wilkinson (1996.) navode da fermentirana biljna masa dobre kvalitete treba sadržavati min 100 g rezidua šećera kg⁻¹ ST. Prosječan udio rezidua šećera kod tretmana T0 i T13 je bio veći od 100 g kg⁻¹ ST dok je kod ostalih tretmana bio niži od 100 g kg⁻¹ ST. Tretmani T130 i T260 su imali niži sadržaj rezidua šećera u fermentiranoj krmi (P<0,05) u usporedbi s tretmanima T0, T13 i T65. Paralelno s opadanjem rezidua šećera u fermentiranoj krmi, opadala je njezina pH vrijednost. Najviša pH-vrijednost je utvrđena kod uzoraka T0 (5,47 pH) i T13 (5,47 pH). Dodavanjem sirutke u prahu provedenoj biljnoj masi pH-vrijednost se smanjivala te je bila najniža (5,10) kod tretmana s najvišim dodatkom sirutke u prahu (T260).

Tablica 2. Utjecaj dodatka sirutke u prahu na kvalitetu fermentacije biljne mase

Table 2 The effect of dried whey supplementation on forage fermentation quality

Tretman Treatment	FME/ME (MJ kg ⁻¹ ST/DM)	pH	NH ₃ -N (g N kg ⁻¹ ukupnog/total N)	Rezidui šećera/sugar residues (g kg ⁻¹ ST/DM)
T0	0,83 ^a	5,47 ^a	153,0 ^a	108,0 ^a
T13	0,83 ^a	5,47 ^a	128,0 ^a	118,0 ^a
T65	0,83 ^a	5,45 ^a	73,5 ^b	99,5 ^a
T130	0,80 ^b	5,32 ^b	21,7 ^c	76,25 ^b
T260	0,75 ^c	5,10 ^c	9,7 ^d	8,5 ^c
Sig.	*	*	*	*
Lin.	***	*	***	***
Q	*	N.S.	***	N.S.
SEM	0,01	0,03	0,03	8,0

ST, suha tvar; FME/ME, fermentirajuća metabolička energija u metaboličkoj energiji – energija dostupna za mikroorganizme buraga; pH- vrijednost, NH₃-N, količina amonijakog dušika u ukupnom dušiku, Rezidui šećera- ostatak šećera; T0, 0 g sirutke kg⁻¹ ST; T13, 13 g sirutke kg⁻¹ ST; T65, 65 g sirutke kg⁻¹ ST; T130, 130 g sirutke kg⁻¹ ST; T260, 260 g sirutke kg⁻¹ ST; Lin, linearni utjecaj dodatka sirutke; Q, kvadratni utjecaj dodatka sirutke; SEM- standardna greška srednje vrijednosti, Sig., vrijednosti u istoj koloni označene različitim slovom statistički se značajno razlikuju, * p<0.05.

DM, dry matter; FME/ME, fermenting metabolic energy in metabolic energy - energy available for rumen microorganisms; pH- value, NH₃-N, ammonium nitrogen in total nitrogen, sugar residues- residual sugar; T0, 0 g whey kg⁻¹ DM; T13, 13 g whey kg⁻¹ DM; T65, 65 g whey kg⁻¹ DM; T130, 130 g whey kg⁻¹ DM; T260, 260 g whey kg⁻¹ DM; Lin, the linear effect of whey supplementation; Q, quadratic effect of whey supplementation; SEM standard error of mean, Sig., values in the same column marked with different letter differ significantly, * P<0.05.

U tablici 3 je prikazan utjecaj dodatka sirutke u prahu na biološke parametre hranidbene vrijednosti fermentirane krme poluprirodnog travnjaka

Procijenjena je prosječna visoka razgradivost SP travne sjenaže u buragu (93%) (Tablica 3) što predstavlja ubičajenu razgradivost proteina fermentirane travne mase u buragu (Vranić i sur., 2005.). Proteini sjenaže su visoko topivi u buragu (Phipps i sur., 1992.), pa za njihovo optimalno iskorištenje od mikroorganizama buraga, obrocima baziranim na sjenaži treba dodavati energetske komponente (Vranić i sur., 2015.).

S povećanjem razine dodatka sirutke biljnoj masi za siliranje procijenjen je linearan porast D-vrijednosti fermentirane krme ($P < 0,001$), faktora konzumacije za goveda do T130 ($P < 0,001$) i faktora konzumacije za ovce do T260 ($P < 0,001$).

U ranijem *in vivo* istraživanju (Vranić i sur., 2015.) je dodatak sirutke u prahu obroku baziranom na sjenaži lucerne povećao konzumaciju ST obroka, ali je doveo do opadanja probavljivosti ST obroka ($P < 0,01$) i OT obroka ($P < 0,5$).

Kvaliteta voluminozne krme je ovisna o kemijskim i fizikalnim karakteristikama krme, što u najvećoj mjeri utječe na pasažu hrane i razinu konzumacije (Linden i sur., 2014.). Negativan utjecaj veće konzumacije krme na probavljivost obroka može biti posljedica brže pasaže hrane kroz probavni trakt (Souza i sur., 2013.). Također, hranidba preživača voluminoznom krmom veće hranidbene vrijednosti uz dodatak energetske komponente može rezultirati negativnim združenim utjecajem krmiva u obroku na probavljivost obroka (Pordomingo i sur., 1991.).

Positivan združeni utjecaj dva krmiva u obroku je utvrđen kod dodatka krme veće hranidbene vrijednosti krmu niže hranidbene vrijednosti (Matejovsky i Sanson, 1995.).

Krma koja ima niži sadržaj NDV i KDV ima veću konzumaciju u usporedbi s krmom višeg sadržaja NDV i KDV (Vranić i sur., 2005.) što je djelomično u suglasju s rezultatima ovog istraživanja u kojem je procijenjena konzumacija krme za goveda i ovce linerano rasla ($P < 0,001$) (tablica 3) s povećanjem sadržaja NDV, ali opadanjem sadržaja KDV do čega je došlo s većom razinom dodatka osušene sirutke biljnoj masi prilikom siliranja.

Tablica 3. Utjecaj dodatka sirutke u prahu na biološke parametre hranidbene vrijednosti fermentirane krme

Table 3 The effect of dried whey supplementation on fermented forage nutritive value in terms of biological parameters

Tretman Treatment	D-vrijednost/ value	Razgradivi/degraded SP/CP	Faktor konzumacije Intake factor	
			Goveda/cattle	Ovce/sheep
T0	64,25 ^a	0,93 ^a	121 ^a	101 ^a
T13	64,75 ^{ab}	0,93 ^a	123 ^a	103 ^a
T65	65,75 ^{bc}	0,94 ^{ab}	124 ^b	109 ^a
T130	66,5 ^c	0,94 ^b	128 ^c	123 ^b
T260	68,75 ^d	0,93 ^a	130 ^c	140 ^c
Sig.	*	*	*	**
Lin.	***	N.S.	***	***
Q	N.S.	**	N.S.	N.S.
SEM	0,44	0,003	0,88	2,9

Razgradivost SP- razgradivi sirovi proteini u buragu; D-vrijednost, probavljivost organske tvari u suhoj tvari; T0, 0 g sirutke kg⁻¹ ST; T13, 13 g sirutke kg⁻¹ ST; T65, 65 g sirutke kg⁻¹ ST; T130, 130 g sirutke kg⁻¹ ST; T260, 260 g sirutke kg⁻¹ ST; Lin., linearni utjecaj dodatka sirutke; Q, kvadratni utjecaj dodatka sirutke; SEM- standardna greška srednje vrijednosti, Sig., vrijednosti u istoj koloni označene različitim slovima statistički se značajno razlikuju* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Degraded CP- crude protein degraded in rumen; D-value, the digestibility of organic matter in the dry matter; T0, 0 g whey kg⁻¹ DM; T13, 13 g whey kg⁻¹ DM; T65, 65 g whey kg⁻¹ DM; T130, 130 g whey kg⁻¹ DM; T260, 260 g whey kg⁻¹ DM; Lin., Linear effect of whey supplementation; Q, quadratic effect of whey supplementation; SEM standard error of mean, Sig., values in the same column indicated by different letter statistically differ significantly, * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Faktor konzumacije (FK) prikazuje preferenciju krmiva od strane životinja. Faktor konzumacije za goveda koji iznosi oko 100 opisuje krmu osrednje do niže preferencije od strane životinja. U istraživa-nim uzorcima FK za goveda varira od 121-130 što pokazuje da goveda preferiraju krmu s dodatkom sirutke. Tretmani T65, T130 i T260 su imali veći FK za goveda ($P < 0,05$) u usporedbi s T0 i T13 između kojih nije bilo razlika u FK za goveda ($P > 0,05$).

U istraživanim uzorcima FK za ovce varira od 101 (T0) do 140 (T260). Tretmani T130 i T260 su u prosjeku imali viši FK za ovce ($P < 0,01$) u usporedbi s T0, T13 i T65 između kojih tretmana nije bilo razli-ka u FK za ovce ($P > 0,05$).

ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem je utvrđeno da je utjecaj do-datka sirutke u prahu, provenutoj biljnoj masi po-luprirodnog travnjaka prilikom siliranja, na hranid-benu vrijednost fermentirane krme ovisan o količini dodane sirutke u prahu. Dodatak sirutke u prahu u količini od 65 g kg^{-1} ST nema nikakav utjecaj na istraživane parametre, dodatak sirutke u prahu u ko-ličini od 130 g kg^{-1} ST i 260 g kg^{-1} ST imaju pozitivan utjecaj na većinu istraživanih parametara hranidbe-ne vrijednosti fermentirane krme.

Zaključeno je da je 130 g sirutke u prahu, kao dodatak provenutoj biljnoj masi poluprirodnog trav-njaka, dostatno kako bi se postigla veća hranidbena vrijednost fermentirane krme poluprirodnog travnja-ka.

LITERATURA

1. AOAC (1990.): Official methods of the association of analytical chemists, Vol. 2, 15th Edition. AOAC, Arling-ton, Virginia, USA.
2. Chamberlain, A.T., Wilkinson, J.M. (1996.): Feeding the Dairy Cow. Chalcombe Publications, PainShall, Ln2 3LT, UK.
3. Ha, E., Zemel, M.B. (2003.): Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *Journal of Nutrition Biochemistry* 14:251-258.
4. Linden, D.R., Titgemeyer, E.C., Olson, K.C., Ander-son, D.E. (2014.): Effects of gestation and lactation on forage intake, digestion, and passage rates of pri-miparous beef heifers and multiparous beef cows. *J Anim Sci.*;92 (5):2141-2151.
5. Mannu, L., Riu, G., Comunian, R., Fozzi, M.C., Scintu, F. (2002.): A preliminary study of lactic acid bacteria in whey starter culture and industrial Pecorino Sardo ewe's milk cheese: PCR identification and evolution during ripening. *International Dairy Journal* 12:17-26.
6. Matejovsky, K.M., Sanson, D. W. (1995.): Intake and digestion of low-, medium-, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. *J. Anim. Sci.* 73, 2156-2163.
7. Phipps, R.H., Weller, R.F., Siviter, J.W. (1992.): Whole-crop cereals for dairy cows. In: Stark, B.A. Wilkinson, J.M. (Eds.) *Whole Crop Cereals*. Chalcombe Publica-tions, Cantenbury, pp 51-57.
8. Pordomingo, A. J., Wallace, J.D., Freeman, A.S., Galyean, M.L. (1991.): Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. *J. Anim. Sci.* 69:1678.
9. SAS (1999.): SAS® Software, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
10. Schingoethe, D.J. (1976.): Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. *J. Dairy Sci.*, 59(3): 556–570.
11. Schingoethe, D.J., Beardsley, G.L. (1975.): Feeding value of corn silage containing added urea and dried whey. *J. Dairy Sci.*, 58 (2): 196– 201.
12. Schingoethe, D.J., Rook, J.A. (1976.): Ration dige-stibility and mineral balance in lactating cows fed rations containing dried whey. *J. Dairy Sci.*, 59 (5): 992–996.
13. Souza, R.A., Voltolini, T.V., Araújo, G.G.L., Pereira, L.G.R., Moraes, S.A., Mistura, C., Belem, K.V.J., Mo-reno, G.M.B. (2013.): Intake, apparent digestibility of nutrients and nitrogen and water balances of sheep fed with buffel grass cultivars silages. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 65:526-536.
14. Stjepčević, L. (2015.): Utjecaj dodatka sirutke sjenaži lucerne na konzumaciju vode kastriranih ovnova. Za-vršni rad, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
15. Vranić, M., Bošnjak, K., Pintar, J., Leto, J., Čačić, I., Stipičić, I., Protulipac, M., Bukal, M. (2015.): The influ-ence of dried whey supplementation to alfalfa hayla-ge on ration intake and digestibility in wether sheep. *Stočarstvo:časopis za unapređenje stočarstva*. 69; 17-24.

16. Vranić, M., Knežević, M., Leto, J., Perčulija, G., Bošnjak, K., Kutnjak, H., Maslov, L. (2005.): Kvaliteta voluminozne krme na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u Republici Hrvatskoj: Monitoring kvalitete travne silaže tijekom dvije sezone zimske hranidbe muznih krava. *Mljekarstvo* 55 (4): 283-296.
17. Zhang, J.G., Tanaka, O., Uegaki, R., Cali, Y., Kobayashi, R. (2000.): The effect of inoculation and additives on D(-) and L(+) lactic acid production and fermentation quality of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) silage. *Journal of Science Food Agriculture* 80:2186-2189.

SUMMARY

The aim of the study was to determine the effect of dried whey supplementation, at ensiling forage from semi-natural grassland, on the nutritive value of fermented forage and the quality of fermentation. Wilted forage from semi-natural grassland was supplemented with five levels of dried whey kg^{-1} of dry matter (DM) at ensiling into laboratory siloses: (i) 0 g; (ii) 13 g; (iii) 65 g; (iv) 130 g; (v) 260 g (treatments T0, T13, T65, T130 and T260 respectively).

The siloses were opened after 40 days of ensiling to evaluate the nutritive value of fermented forage and the fermentation quality by NIR spectroscopy.

It was concluded that dried whey, supplemented at ensiling to wilted forage from semi-natural grassland, linearly increases the content of DM ($P < 0.05$), corrected DM (CDM) ($P < 0.01$), crude protein (CP) ($P < 0.001$), neutral detergent fiber (NDF) ($P < 0.001$), fermenting metabolic energy in the metabolic energy (FME/ME) ($P < 0.001$), digestibility of organic matter (OM) in the DM (D-value) (0.001), intake factor for cattle ($P < 0.001$), intake factor for sheep ($P < 0.001$), while reducing the pH ($P < 0.05$), OM ($P < 0.001$), ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) ($P < 0.001$) and sugar residues ($P < 0.001$) in fermented forage.

Key words: whey, nutritive value, fermented forage, semi-natural grassland