

UTICAJ INOKULACIJE NA HENIJSKI SASTAV I KVALITET SILAŽA OD SOJE I KUKURUZA¹

N. Đorđević, G. Grubić, B. Dinić, D. Negovanović

Sadržaj: U radu je ispitivan uticaj bakterijsko-enzimskog inokulanta Sill-All na hemijski sastav i kvalitet silaža cele biljke soje i kukuruza, siliranih u međusobnom odnosu 1 : 0; 2 : 1 i 1 : 2.

U ukupno šest ispitivanih tretmana sa po tri ponavljanja ustanovljen je značajan uticaj korišćenog inokulanta na intenziviranje fermentacije mlečnokiselinskog tipa, uz porast apsolutnog i relativnog učešća mlečne kiseline u ukupnom sadržaju kiselina. Silaže sa inokulantom su sadržale značajno više BEM-a i amonijačnog azota, i odlikovale su se značajno većom očuvanošću proteinskog azota. Uključivanje kukuruzne biljke u smeše uticalo je na postepeno povećavanje sinteze mlečne kiseline i redukciju proteolize, uz smanjenje količine sirovih proteina i celuloze.

Ključne reči: silaža, soja, kukuruz, inokulant.

Uvod

U svetu i kod nas soja je poznata kao kultura koja se gaji za zmo, u cilju dobijanja ulja i proteinskih proizvoda (za ljudsku ishranu) i sačmi i pogača (za stočnu hranu). Manje je poznato da se soja može gajiti za zelenu masu, seno i silažu, u glavnoj, naknadnoj i postroj setvi, kao i da je polovinom prošlog veka u Americi gajenje soje u ovu svrhu bilo dominantno (*Undersander, 1999*). Posebno je značajna mogućnost gajenja soje i kukuruza za silažu u združenim uslovima, u glavnoj, pa čak i u naknadnoj i postroj setvi. Takvim načinom gajenja obezbeđuje se potrebni šećerni minimum, a pri kombajniranju ovakvih useva istovremeno se vrši njihovo mešanje. Sve to doprinosi dobijanju kvalitetnih silaža sa povoljnim sadržajem hranljivih materija (*Kolarski i sar. 1988; Dinić i sar. 1999*). Pored toga, *Terzić i sar. (2001)* su ustanovili da se pri gajenju kukuruza i soje u združenim usevima (u postroj setvi) dobijaju veći prinosi nego pri gajenju čistih useva. Nasuprot tome, *Andrighetto i sar. (1992)* su ustanovili da je u združenoj setvi kukuruza i soje ostvaren sličan ukupan prinos kao i u čistom usevu, ali uz značajno veći prinos proteina.

Korišćenje bioloških dodataka pri siliranju biljaka sa "kritičnim" količinama fermentabilnih šećera predstavlja aktuelan postupak zbog prihvatljivih cena, jednostavnog doziranja i aplikacije, kao i zbog izostanka negativnih efekata (rezidua). Kako navode *Jambor i Hrabe (1997)* u Velikoj Britaniji od ukupnog broja korišćenih preparata za spremanje silaže

¹ Originalni naučni rad – original scientific paper. Rad je finansiran sredstvima Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije, a u okviru projekta BTN.5.1.4.7144.B/1.

² Dr Nenad Đorđević, docent, dr Goran Grubić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Zemun; Dr Bora Dinić, viši naučni saradnik, Centar za krmino bilje, Kruševac; Dr Dragan Negovanović, naučni savetnik, Institut za stočarstvo, Beograd-Zemun.

više od 60 % čine upravo biološki aditivi.

Upotreba inokulanata u ovom eksperimentu bila je u cilju intenziviranja i usmeravanja mlečnokiselinskog vrenja u sredini sa različitom količinom rastvorljivog šećera.

Materijal i metode rada

U eksperimentalnim sudovima zapremine 60 dm³ obavljeno je siliranje soje u fazi mlečno-voštane zrelosti zrna i kukuruza u fazi mlečne zrelosti zrna, u međusobnom odnosu 1 : 0; 2 : 1 i 1 : 2, bez i sa dodatkom preparata Sill-All-a (proizvod firme Alltech). Inokulant (1 g/ 100 kg zelene mase) je najpre rastvoren u destilovanoj vodi, i prskalicom raspoređen po usitnjenoj masi. U cilju ujednačavanja vlažnosti, tretmani bez inokulanta su prskani istom količinom destilovane vode.

Ogled je postavljen po modelu dvofaktorijalnog (2×3 , $n = 3$), pri čemu je faktor A upotreba inokulanta ($a_1 =$ bez inokulanta, $a_2 =$ sa inokulantom), a faktor B međusobni odnos zelene mase soje i kukuruza ($b_1 = 1 : 0$; $b_2 = 2 : 1$ i $b_3 = 1 : 2$). Eksperimentalni sudovi su otvoreni posle 90 dana i ispitani su osnovni parametri hemijskog sastava i kvaliteta silaža (AOAC, 1984). Utvrđeni rezultati su obrađeni analizom varijanse uz korišćenje Tukey testa za poređenje sredine tretmana (*Snedecor i Cochran, 1982*).

Rezultati i diskusija

Količina suve materije za oba ispitivana početna materijala bila je relativno zadovoljavajuća (> 250 g/kg) i dosta ujednačena (tabela 1). Soja je sadržala gotovo dvostruko više sirovih proteina, kao i više sirove celuloze, masti i pepela, dok je cela biljka kukuruza bila bogatija u BEM-u i proteinskom azotu.

Tabela 1. Hemijski sastav početnog materijala, g/kg SM

Table 1. Chemical composition of starting material, g/kg DM

Parametri-parameters	Soja-Soybean	Kukuruzna biljka Maize plant
Suva materija Dry matter, g/kg	265,83	272,26
Sirovi protein-crude protein	148,24	83,46
Proteinski azot Protein nitrogen, g/kg N	665,30	712,17
Sirova celuloza-Crude fiber	267,92	237,27
Sirove masti-Crude lipids	91,79	64,13
BEM-NFE	414,31	569,14
Pepeo-Ash	77,74	46,00

Silaže sa inokulantom su u proseku sadržale statistički značajno više korigovane suve materije ($P < 0,05$), proteinskog azota i BEM-a (tabela 2). U prisustvu homofermentativnih bakterija mlečne kiseline, poreklom iz inokulanta, potrošnja ugljenih hidrata je bila racionalnija i manja, produkcija mlečne kiseline veća, pH vrednosti niže, što se odrazilo i

na smanjenje proteolitičkih procesa (tabela 3). Uticaj inokulanta na udeo sirovih proteina, celuloze, masti i pepela nije bio signifikantan.

Sa porastom učešća kukuruzne biljke u smeši za siliranje došlo je do statistički značajnog povećanja količine suve materije, proteinskog azota i BEM-a, dok je količina sirovih proteina, sirove celuloze i pepela bila značajno smanjena (tabela 3). Međusobni odnos soje i kukuruzne biljke nije značajno uticao na količinu sirovih masti.

Tabela 2. Hemijski sastav silaža, g/kg SM

Table 2. Chemical composition of silages, g/kg DM

Parametri- parameters	Faktori – factors				
	A		B		
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	b ₃
Suva materija Dry matter, g/kg	260,92 b	265,22 a	254,96 b	267,75 a	266,48 a
Sirovi protein-crude protein	133,40 a	131,94 a	148,46 a	129,24 b	120,30 c
Proteinski azot Protein nitrogen, g/kg N	402,15 b	417,88 a	392,94 b	418,26 a	418,83 a
Sirova celuloza-Crude fiber	282,19 a	277,07 a	318,20 a	274,34 b	246,34 c
Sirove masti-Crude lipids	78,47 a	72,93 a	75,24 a	74,97 a	76,89 a
BEM-NFE	431,06 b	441,32 a	369,72 c	447,40 b	491,44 a
Pepeo-Ash	74,88 a	76,75 a	88,38 a	74,05 b	65,02 c

^{a,b,c}vrednosti u istom redu sa različitim slovima su različite (P < 0,05)

values in the some rows with different letters are significantly (P < 0.05)

Upotreba inokulanta je uticala na statistički značajno smanjenje pH vrednosti (4,22 : 4,15). Međutim, obe utvrđene vrednosti su zadovoljavajuće niske i karakteristične za silažu dobrog kvaliteta (tabela 3). Najveću pH vrednost je imala silaža čiste soje (4,88), ali je taj podatak daleko manji od vrednosti koju su utvrdili *Dinić i sar. (1999)* takođe za silažu bez dodatka (6,40). To je, verovatno, posledica relativno male količine proteina u siliranoj soji (tabela 1), usled čega je i njen puferni kapacitet bio niži. U inokulisanim silažama je utvrđena i statistički veća količina amonijačnog azota. To se može se objasniti načinom korišćenja proteina od strane bakterija, koji se sastoji prvo u razlaganju proteina do peptidnog azota, aminokiselina i amonijaka, a zatim ponovnoj sintezi sopstvenih proteina iz amonijaka. Međutim, obe prosečne vrednosti za amonijačni azot (u silažama bez i sa inokulantom) manje su od 100 g/kg N, koja se smatra gornjom granicom za kvalitetnu silažu (*Ensilage, 1978*). Prosečne količine rastvorljivog azota za silaže bez i sa inokulantom (570,58 i 567,96 g/kg N) su, takođe, ispod granične vrednosti (600 g/kg N), pri kojoj se postižu zadovoljavajući rezultati u proizvodnji mleka.

Tabela 3. Biohemijski parametri silaža, g/kg SM

Table 2. Biochemical parameters in silages, g/kg DM

Parametri- parameters	Faktori – factors				
	A		B		
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	b ₃
pH	4,15 b	4,22 a	4,88 a	3,94 b	3,74 c
NH ₃ -N, g/kg N	78,96 b	90,24 a	126,13 a	72,32 b	55,36 c
Rastvorljivi azot Soluble nitrogen, g/kg N	570,58 a	567,96 a	632,44 a	538,37 b	537,00 b
Mlečna kiselina Lactic acid	57,30 b	67,05 a	37,48 c	50,90 b	98,15 a
Sirćetna kiselina-Acetic acid:					
Slobodna-free	19,99 a	17,03 a	11,24 b	21,64 a	22,64 a
Vezana-bound	10,89 b	17,27 a	18,78 a	12,16 b	11,30 b
Ukupna-total	30,88 a	34,30 a	30,02 a	33,80 a	33,94 a
Buterna kiselina-butyric acid:					
Slobodna-free	0,00 b	0,84 a	1,26 a	0,00 b	0,00 b
Vezana-bound	16,34 a	3,61 b	28,67 a	1,26 b	0,00 c
Ukupna-total	16,34 a	4,45 b	29,93 a	1,26 b	0,00 c

^{a,b,c}vrednosti u istom redu sa različitim slovima su statistički različite (P < 0,05)

^{a,b,c}values in the some rows with different letters are significantly different (P < 0.05)

Inokulacija je doprinela intenziviranju mlečnokiseleinskog vrenja homofermentativnog karaktera pa je došlo do značajnog povećanja sinteze mlečne kiseline i smanjenja produkcije buterne kiseline (tabela 3).

Pri porastu udela kukuruzne biljke u masi za siliranje povećana je i količina rastvorljivog šećera, što je doprinelo postepenom smanjenju pH vrednosti, produkcije amonijačnog azota i rastvorljivosti azotnih materija. Sa druge strane, povećanje količine rastvorljivih šećera je omogućilo intenzivniju aktivnost mlečnokiselinskih bakterija poreklom iz prirodne mikro ore ili korišćenog inokulanta. Kao rezultat toga postepeno se povećava količina mlečne kiseline i smanjuje udeo buterne, dok za ukupnu sirćetnu kiselinu ovaj faktor nije bio signifikantan. Produkcija mlečne kiseline je utvrđena čak i u silažama od čiste soje (37,48 g/kg SM) dok su *Dinić i sar.*, (1999) za silažu soje ustanovili potpuno odsustvo mlečne kiseline.

Suprotno porastu količine slobodne sirćetne kiseline, zapaža se smanjenje udela vezane sirćetne kiseline. To se može objasniti, između ostalog, i smanjenjem količine mineralnih materija, za koje se vezuje jedan deo sirćetne kiseline. Naročito je vidljivo značajno prisustvo vezane buterne kiseline u silažama od soje (29,93 g/kg SM), dok je u silažama sa maksimalnim učešćem kukuruza (b₃) nema ni u jednom obliku.

I u pogledu relativnog učešća ispitivanih kiselina vidi se da je inokulacija doprinela potenciranju mlečnokiselinskog tipa fermentacije, i redukcije buternog vrenja (tabela 4). U silažama od čiste soje sve tri organske kiseline sa kratkim ugljenikovim lancem zastupljene su gotovo u podjednakim procentima (37,98; 30,42 i 31,60). Uključivanje kukuruza u smešu za siliranje dovelo je do potpune prevage mlečnokiselionskog vrenja, dok je buterna fermentacija najpre smanjena (b₂), a zatim i potpuno zaustavljena (b₃).

Tabela 4. Relativni odnos kiselina (%) i kvalitet silaža
Table 4. Relative ratio of acids (%) and quality of silages

Parametri- parameters	Faktori – factors				
	A		B		
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	b ₃
Mlečna kiselina Lactic acid	50,93	63,37	37,98	59,21	74,31
Sirćetna kiselina-Acetic acid	34,55	32,42	30,42	39,32	25,69
Buterna kiselina-butyric acid:	14,52	4,21	31,60	1,47	0,00
Klasa kvaliteta (po DLG) Quality class (by DLG)	II	I	IV	I	I

Pri korišćenju DLG metode za ocenu kvaliteta silaže utvrđeno je da je inokulacija doprinela popravljanju kvaliteta silaža u proseku sa II na I klasu, dok je u odnosu na loš kvalitet silaža od čiste soje (IV klasa) uključivanje kukuruza uticalo na dobijanje najviše klase kvaliteta (I).

Zaključak

Upotreba inokulanta Sill-All-a pri siliranju soje u čistom vidu ili u kombinaciji sa kukuruzom uticala je na intenziviranje mlečnokiselinskog vrenja, uz porast apsolutnog i relativnog učešća mlečne kiseline u ukupnom sadržaju, kao i ograničavanju proteolitičkih procesa. Uključivanje kukuruzne biljke u smešu za siliranje doprinelo je porastu udela suve materije i obezbeđivanju potrebne količine rastvorljivih šećera. Usled toga došlo je do povećanja produkcije mlečne kiseline i smanjenja pH vrednosti, uz potpuno odsustvo buterne kiseline u tretmanima sa minimalnim učešćem soje.

Pri siliranju jednogodišnjih leguminoza neophodno je dodavanje adekvatnog izvora fermentabilnih ugljenih hidrata u cilju obezbeđivanja šećernog minimuma i stvaranja povoljnijih uslova za fermentaciju mlečnokiselinskog tipa. U praksi se to najjednostavnije postiže mešanjem sa celom kukuruznom biljkom.

THE INFLUENCE OF INOCULATION ON CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF SILAGES MADE FROM SOYBEAN AND ENTIRE MAIZE PLANT

N. Djordjevic, G. Grubic, B. Dinic, D. Negovanovic

Summary

The ensiling of soybean and entire maize plant was done in experimental siloses with or without inoculant Sill-All (produced by Alltech inc.). The experiment was organized as two-factorial (2 × 3, n=3), where factor A was inoculant (a₁=without inoculant, a₂ = with inoculant), and factor B was soybean and entire maize plant ratio (b₁=1 : 0; b₂=2 : 1 and b₃=1 : 2).

Inoculated silages at average had more lactic acid, lower pH values and higher content of ammonia nitrogen, nonsoluble nitrogen and NFE ($P < 0.05$). The included of entire maize plant in mixture produces high effect on reduction proteolysis. With the increase of entire maize plant share the decrease of pH values and amount of butyric acid, ammonia nitrogen, soluble nitrogen, crude protein and crude fiber was observed.

According to the DLG method for silage quality evaluation, silages without inoculant had second class, and silages with inoculant had first class. Improvement in silage quality with the included entire maize plant from fourth to first class, was achieved.

Key words: silage, soybean, maize plant, inoculant

Literatura

1. ANDRIGHETTO, L.G., GOZZI, M.G., BERZAGHI, P. (1992): Maize-soybean intercropping-effect of different variety and sowing density of the legume on forage yield and silage quality. *Journal of agronomy*, 168:354-360
2. AOAC (1984): Official methods of analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
3. DINIĆ, B., TERZIĆ, D., ĐORĐEVIĆ, N., LAZAREVIĆ, D. (1999): Effects of individual stubble crops share on silage. 9. Medzinarodne Symposium: Konzervovanie objemovych krmiv. 6.-8. september 1999. Nitra. p. 146-147.
4. ENSILAGE (1978). MAI N^o- 15. Bases theoriques de l' ensilage. Paris.
5. JAMBOR, V., HRABE, F. (1997): A state-of-the-art report about silage making in the Czech Republic. Proceedings of the 8th International symposium Forage coservation. Research Institute of Animal Nutrition, Ltd. Pohorelice. 1-6.
6. KOLARSKI, D., POPOVIĆ, Ž., KOLJAJIĆ, V., VUČETIĆ, J. (1988): Kvalitet silaže cele biljke kukuruza i soje sa dodatkom ureje i enzima. *Krmiva*. 30, 11-12: 191-199.
7. SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. (1982): Statistical methods. Iowa State University Press.
8. TERZIĆ, D., STOŠIĆ, M., DINIĆ, B., LAZAREVIĆ, D., RADOVIĆ, J. (2001): Produktivnost kukuruza i soje kao združenih useva. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 62, 220: 151-158.
9. UNDERSANDER, D. (1999): Soybeans for hay or silage. <http://www/uwex.edu/ces/forage/pubs/SOYBNFOR.html>