

ZNAČAJ STEPENA SABIJENOSTI KAO FAKTORA KVALITETA SILAŽE

*N. Đorđević, B. Dinić, G. Grubić, B. Stojanović, A. Božičković, R. Dubljević, D. Mitrović**

Izvod: U radu su prikazani rezultati eksperimenata siliranja lucerke, kukuruza, suncokreta i sirka, i značaj stepena sabijenosti za kvalitet silaža od različitog materijala. Stepen kompresije je utoliko značajniji ukoliko materijal koji se silira ima veći sadržaj suve materije, potiče od zrelijeg materijala i krupnije je seckan. Pri većem stepenu sabijanja silomase u startu se obezbeđuje veći stepen anaerobnosti, te je veća produkcija mlečne i manja produkcija sircetne kiseline, odnosno potiču se niže pH vrednosti. Pri boljem stepenu sabijenosti smanjuju se i ukupni gubici u hranljivim materijama, mada oni mogu da budu veći kod vlažnijeg materijala. Zato se kod višegodišnjih leguminoza i trava vrši provenjavanje a za kukuruz, suncokret i sirak siliranje se obavlja u optimalnoj fazi zrelosti.

Cljučne reči: silaža, sabijenost, anaerobnost, fermentacija, kvalitet.

Uvod

Anaerobnost sredine je prvi uslov koji se mora obezbediti pri konzervisanju hrane za životinje siliranjem u cilju favorizovanja fakultativno anaerobnih bakterija mlečne kiseline, čiji proizvodi (sa dominacijom mlečne kiseline), smanjuju pH vrednost siliranog materijala i zaustavljaju aktivnost enzima biljnih ćelija i drugih mikroorganizama (Đorđević i Dinić, 2007, Đorđević i sar., 2008). Pored toga, brzim istiskivanjem kiseonika znatno se skraćuje trajanje „oksidativne faze“ u kojoj još uvek žive biljne ćelije obavljaju različite metaboličke procese, pri čemu se smanjuje hranljiva vrednost i oslobađa toplota (McEniry et al., 2010; Dinić et al., 2010; 2012b). Anaerobnost sredine se u praksi postiže pre svega dobrim sabijanjem i pokrivanjem, odnosno zatvaranjem silo objekta, dok se u literaturi više teoretski pominje mogućnost izvlačenja vazduha iz silirane mase vakuum pumpama ili ubacivanja gasova poput ugljen dioksida, vodonik-disulfida, sumpor-dioksida i dr. (Balzer, 1962). Step en sabijenosti silirane mase zavisi ne samo od efikasnosti korišćene mehanizacije (Hoffmann et al., 2013), već i od sadržaja suve materije biomase i stepena sitnjenja biljnog materijala. Sadržaj suve materije zavisi delom od faze razvoja ali i od preduzetih mera kao što je provenjavanje leguminoza i trava (Božičković et al., 2013; Đorđević et al., 2013). Usitnjenost biljnog materijala je značajniji za potizanje odgovarajućeg stepena sabijanja pri siliranju kukuruza i sličnog biljnog materijala sa grubljim stablom (Wagner et al., 2004; Yildiz et al., 2010) u odnosu na trave i leguminoze (Shinners et al., 1988). Step en usitnjenosti treba da je u korelaciji sa sadržajem suve materije u biomasi, ali je bitan i za fizičku efektivnost silaže i proizvodnost životinja (Stojanović et al., 2010; 2011; 2012).

U praksi konzervisanja hrane za životinje siliranjem najčešći propusti se prave upravo u pogledu postizanja određenog stepena sabijenosti, usled čega dolazi do smanjenja hranljive vrednosti i upotrebljivosti silaže. Iz tog razloga, primeri izloženi u ovom radu i uzeti iz pregleda domaćih i stranih istraživanja, treba da ukažu na značaj ove mere u kombinaciji sa drugim postupcima (provenjavanje, inokulacija, dodavanje adsorbenata mikotoksina i dr.).

* Dr Nenad Đorđević, redovni profesor; Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet, Beograd, Republika Srbija. Dr Bora Dinić, naučni savetnik; Institut za krmino bilje, Kruševac, Republika Srbija. Dr Goran Grubić, redovni profesor; Dr Bojan Stojanović, docent; Dr Aleksa Božičković, docent; Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet, Beograd, Republika Srbija. Dr Radislav Dubljević vanredni profesor; Dr Dragoljub Mitrović, redovni profesor; Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica, Republika Crna Gora.

E-mail prvog autora: nesadj@agrif.bg.ac.rs.

Diskusija

Mogućnost kompresije biomase pri siliranju u velikoj meri zavisi od stepena suve materije iste. Kada je u pitanju cela biljka kukuruza kao jedan od najčešćih materijala za spremanje silaže u svetu, a pogotovo kod nas, optimalan stepen suve materije je u korelaciji sa optimalnom fazom za siliranje u pogledu sadržaja ukupnih hranljivih materija (Đorđević et al., 2012b), odnosno manja je od 70%, što je jedan od preduslova za kvalitetnu fermentaciju i izostanak buterne kiseline (Dubljević et al., 2012). Međutim, suša, bolesti ili neki drugi problemi mogu dovesti do povećanja sadržaja suve materije u celoj biljci kukuruza, što otežava sabijanje i postizanje adekvatne anaerobnosti. Nasuprot kukuruza, trave i višegodišnje leguminoze mogu se uspešno silirati tek nakon provenjavanja, odnosno smanjenja vlažnosti, što može predstavljati manji ili veći problem pri sabijanju. Osim toga, veći sadržaj suve materije dovodi do redukcije celokupne fermentacije i povećanja pH vrednosti (Đorđević i sar., 2012a), pa se pri korišćenju standardnih metoda za ocenu kvaliteta silaže dobijaju lošije ocene (Đorđević i Dinić, 2003). I pored toga, veći stepen sabijenosti obezbeđuje i bolji kvalitet silaže, jer obezbeđuje bolje uslove za građenje većih količina mlečne kiseline, manje pH vrednosti i manji stepen degradacije proteina (Dinić et al., 2012a). Đorđević et al. (2011) su pri siliranju lucerke ispitivali dva stepena sabijenosti ($A_1=420 \text{ gdm}^{-1}$, $A_2=560 \text{ gdm}^{-1}$) i inokulacije (B_1 =bez inokulanta, B_2 =sa inokulantom) na promene parametara hemijskog sastava, proteolize i kvaliteta silaže (tabela 1). Autori su utvrdili u silažama od bolje sabijenog materijala smanjenje količine amonijačnog i rastvorljivog azota, kao i sirćetne kiseline, i povećanje količine proteinskog azota („pravog“ proteina) i mlečne kiseline ($p<0,05$). Inokulacijom siliranog materijala povećana je produkcija mlečne kiseline i kiselost silaža ($p<0,05$) i istovremeno smanjena produkcija amonijačnog azota i sirćetne kiseline. Ispitivani faktori su bili od manjeg značaja za promene parametara hemijskog sastava hraniva pa su signifikantno varirali samo količina masti i BEM-a. Na osnovu dobijenih rezultata autori zaključuju da je stepen sabijanja najvažnija mera u tehnologiji siliranja hraniva jer se adekvatnim sabijanjem skraćuje trajanje aerobne faze i ograničava delatnost proteolitičkih enzima. Autori preporučuju za praksu postizanje optimalnih faktora od kojih direktno ili indirektno zavisi stepen sabijenosti siliranog materijala: odgovarajući stepen provenulosti, odgovarajuća dužina seckanja, izbor tipa objekta za siliranje i/ili izbor mehanizacije za sabijanje (gaženje ili baliranje).

Sličan trend ustanovili su Dubljević et al. (2013) silirajući celu biljku kukuruza (tabela 2) koji je gajen u dve gustine setve ($A_1 = 60.000$ biljaka/ha i $A_2 = 75.000$ biljaka/ha), a zatim sabijen u eksperimentalne sudove sa dva stepena kompresije ($B_1 = 700 \text{ g/dm}^3$, $B_2 = 600 \text{ g/dm}^3$), bez i sa primenom inokulanata sa homo i heterofermentativnim bakterijama mlečne kiseline ($C_1 =$ bez inokulanta; $C_2 =$ sa inokulantom). Na osnovu hemijske analize, u silažama sa većim stepenom sabijenosti (700 g/dm^3) autori su utvrdili veću količinu mlečne kiseline ($p<0,05$). Inokulacija silaža je intenzivirala fermentaciju i smanjila pH vrednost ($p<0,01$) dok gustina setve nije bila značajna za parametre hemijskog sastava i kvaliteta silaža. Korišćenje nove generacije inokulanta sa homo i heterofermentativnim bakterijama mlečne kiseline došlo je do apsolutnog porasta količine mlečne i sirćetne kiseline, ali je u relativnom pogledu inokulacija dovela do povećanja udela sirćetne kiseline koja je kao jače fungicidno sredstvo značajna za povećanje aerobne stabilnosti kukuruzne silaže (Hu et al., 2009; Arriola et al., 2011).

Tab. 1. Sadržaj amonijačnog, rastvorljivog i proteinskog azota u silažama lucerke, gkg-1 N (Đorđević et al., 2011).*Content of ammonia, soluble and protein nitrogen in alfalfa silages, gkg-1 N (Đorđević et al., 2011).*

Sabijenost <i>Compression (A)</i>	Inokulacija <i>Inoculation (B)</i>	NH ₃ N	Rastvorljivi <i>Soluble N</i>	Proteinski <i>Protein N</i>
420 gkg ⁻¹ (A ₁)	Bez-Without (B ₁)	220,86 ^a	762,71 ^a	262,56 ^c
	Sa-With (B ₂)	197,71 ^b	723,41 ^b	293,76 ^b
560 gkg ⁻¹ (A ₂)	Bez-Without (B ₁)	197,52 ^{bc}	707,04 ^c	307,88 ^b
	Sa-With (B ₂)	189,34 ^c	686,06 ^d	324,26 ^a
Prosečno-Average for A ₁		209,28	743,06	278,16
Prosečno-Average for A ₂		193,43	696,55	316,07
Prosečno-Average for B ₁		209,19	734,88	285,22
Prosečno-Average for B ₂		193,52	704,74	309,01
Prosečno za eksperiment -Average for experiment		201,36	719,80	297,12
Značajnost za p <i>Significance for p</i>	Faktor-Factor A	0,0198	0,0010	0,0011
	Faktor-Factor B	0,0219	0,0737	0,0868
	Interakcija -Interaction A×B	0,0000	0,0000	0,0000
<small>^{b,c,d}, A×B- Vrednosti u istoj koloni sa različitim slovima su statistički značajno različite (p<0,001)</small>				
<small>^{a,b,c,d}, A×B- Values in the same column with different letters are statistically significantly different (p<0.001)</small>				

Tab. 2. Parametri biohemijskih promena u silažama kukuruza, g/kg SM (Dubljević et al., 2013).*Parameters of biochemical changes in maize silages, g/kg DM (Dubljević et al., 2013).*

Hibrid <i>Hybrid</i>	Stepen sabijenosti <i>Degree of compactness</i>	Inokulant <i>Inoculant</i>	pH	Mlečna kiselina <i>Lactic acid</i>	Sirćetna kiselina <i>Acetic acid</i>	Buterna kiselina <i>Butyric acid</i>
(A ₁) 60.000 bilj./ha 60,000 plant/ha	(B ₁) 700 g/dm ³	(C ₁) Bez-Without	3,80	33,49	12,39	0,00
		(C ₂) Sa-With	3,69	49,72	34,09	0,00
	(B ₂) 600 g/dm ³	(C ₁) Bez-Without	3,65	34,09	14,14	0,00
		(C ₂) Sa-With	3,86	48,41	24,06	0,00
(A ₂) 75.000 bilj./ha 75,000 plant/ha	(B ₁) 700 g/dm ³	(C ₁) Bez-Without	4,09	30,08	5,64	0,00
		(C ₂) Sa-With	3,54	49,16	20,24	0,00
	(B ₂) 600 g/dm ³	(C ₁) Bez-Without	3,78	37,78	14,76	0,00
		(C ₂) Sa-With	3,64	48,38	21,85	0,00
Prosečno-Average for A ₁			3,75	41,42	21,85	0,00
Prosečno-Average for A ₂			3,76	41,35	21,17	0,00
Prosečno-Average for B ₁			3,78	33,11	15,62	0,00
Prosečno-Average for B ₂			3,73	41,35	18,09	0,00
Prosečno-Average for C ₁			3,83	33,86	11,73	0,00
Prosečno-Average for C ₂			3,68	48,92	25,06	0,00
Prosečno-Significance for A			ns	ns	ns	-
Prosečno-Significance for B			ns	*	ns	-
Prosečno-Significance for C			**	**	**	-

ns – nije signifikantno-no significance; * (p<0,05); ** (p<0,01)

Siliranje biljnih vrsta sa grubljim stablom zahteva delovanje većim pritiskom pri sabijanju biomase. Ukoliko je masa zrelija, raste sadržaj suve materije pa je sabijanje još više otežano a hranljiva vrednost takve silaže je manja zbog lignifikacije kristalne celuloze. Sa druge strane, u siliranom materijalu sa većim sadržajem suve materije manji su gubici zbog oticanja biljnih sokova i manja je mogućnost za produkciju buterne kiseline (McDonald et al., 1991). Takvi problemi postoje kod kukuruza, suncokreta, sirka i sl. U poslednje vreme, suncokret postaje sve interesantnija kultura za proizvodnju silaže jer je veoma adaptabilan na različite klimatske uslove (Toruk et al., 2010). Suncokret se, takođe odlikuje grubim stablom o čemu treba voditi računa pri siliranju. Toruk and Koc (2009) su silirali suncokret u

dve faze zrelosti (na početku i kraju cvetanja) i sa tri stepena kompresije, izraženo pritiskom koji je ostvaren pri punjenju laboratorijskih sudova (150 kPa, 248 kPa i 498 kPa). U silažama nije detektovana buterna kiselina, dok su tretmani sa većim stepenom zrelosti (i većim sadržajem suve materije) imali više pH vrednosti, veći sadržaj ADF i NDF frakcija, manji sadržaj proteina kao i veći stepen redukcije fermentacije, izražen kroz manju produkciju mlečne i sirćetne kiseline. Ukupno gledano, pri siliranju suncokreta na kraju cvetanja utvđen je lošiji kvalitet i manja hranljiva vrednost. Međutim, u tretmanima sa većim pritiskom utvrđeni su povoljniji parametri kvaliteta silaža (tabela 3).

Tab. 3. Hemijski sastav i kvalitet silaža od suncokreta, % SM (Toruk and Koc, 2009).
Chemical composition nad qualiti of sunflower silages, % DM (Toruk and Koc, 2009).

Faza cvetanja <i>Flowering stage</i>	Pritisak <i>Pressure</i>	SM-DM %	pH	Kiseline-Acids		
				Mlečna <i>Lactic</i>	Sirćetna <i>Acetic</i>	Buterna <i>Butyric</i>
Početak <i>Beginning</i>	Bez <i>Without</i>	18,79±0,21a	3,79±0,01a	1,65±0,00b	0,53±0,03b	0,00
	150 kPa	19,64±0,12ab	3,77±0,01ab	1,36±0,01a	0,30±0,05a	0,00
	248 kPa	20,34±0,3bc	3,65±0,01c	1,90±0,10c	0,39±0,00ab	0,00
	498 kPa	20,87±0,14c	3,65±0,03c	2,05±0,05c	0,44±0,04ab	0,00
Kraj <i>End</i>	Bez <i>Without</i>	26,04±0,16a	5,44±0,07c	0,88±0,01ab	0,90±0,03c*	0,00
	150 kPa	26,57±0,05ab	5,38±0,01c	0,75±0,05a	0,65±0,05b*	0,00
	248 kPa	27,40±0,7bc	5,18±0,07ab	1,00±0,00b	0,41±0,02a*	0,00
	498 kPa	28,49±0,9c	5,34±0,04bc	1,50±0,10c	0,36±0,03a*	0,00

Srednje vrednosti u istom redu sa istim slovima nisu significantne za $p \leq 0,05$

* Srednje vrednosti u istom redu sa istim slovima nisu significantne za $p \leq 0,01$

Mean values on the same row with the same superscript do not differ significantly at $p \leq 0,05$

**Mean values on the same row with the same superscript do not differ significantly at $p \leq 0,01$*

Na stepen sabijenosti utiče i veličina odrezaka kod biljnih vrsta sa robusnijim stablom. Objašnjenje je u boljem „slaganju“ sitnijih odrezaka, pri čemu zaostaje manje vazduha koji je neophodan za aerobnu aktivnost biljnih ćelija i mikroorganizama. Yildiz et al. (2010) su silirali biomasu sirka koja je bila ustinjena na 1 cm i 4 cm, i sa stepenom kompresije 1 Mpa, 2 Mpa i 3 Mpa. U silaži od bolje usitnjenog materijala autori su ustanovili significantno niže pH vrednosti, više mlečne i manje sirćetne kiseline. Povećanje pritiska je dovelo do significantnog smanjenja pH vrednosti i količine sirćetne i propionske kiseline, dok je istovremeno rasla količina mlečne kiseline.

Međutim, stepen usitnjenosti biomase nije važan samo za stepen kompresije silaže. Na mnogim farmama u Evropi, svetu i kod nas kabasta hrana se ne koristi odvojeno već u sklopu potpuno mešanog obroka (TMR). Dužina odrezaka silaže, kao i ostalih vrsta kabaste hrane, odnosno stepen usitnjenosti obroka (fizička efektivnost), jako su važni za parametre proizvodnosti i zdravlja preživara jer prisustvo minimalnog sadržaja fizički efektivnih vlakana stimuliše aktivnost žvakanja, lučenje pljuvačke i kontrakcije retikolorumena (Stojanović et al., 2010). Sadržaj fizički efektivnih vlakana u kompletnom obroku za visokomlečne krave utiče na zdravlje životinja, ruminalnu fermentaciju, konzumiranje i svarljivost obroka, proizvodnju i hemijski sastav mleka (Bhandari et al., 2008). Stojanović et al. (2012) su u eksperimentu sa mlečnim kravama utvrdili da pri smanjenju veličine čestica kabaste hrane dolazi do popravljavanja konverzije hrane, svarljivosti i proizvodnje mleka, dok se količina proteina mleka smanjuje. U skladu sa tim, u skorije vreme postoje preporuke za optimalnu distribuciju čestica hraniva i kompletnih obroka, a za utvrđivanje stepena usitnjenosti silaže kukuruza i senaže lucerke koriste se specijalni separatori (Heinrichs and Kononoff, 2002).

Tab. 4. Uticaj dužine seckanja na kvalitet silaža od sirka, g/kg SM (Yildiz et al., 2010).
The effect of chopping lenght on sorghum silage quality, g/kg DM, (Yildiz et al., (2010).

Faktori- Factors	pH	Mlečna kiselina <i>Lactic acid</i>	Sirćetna kiselina <i>Lactic acid</i>	Propionska kiselina <i>Propionic acid</i>	Buterna kiselina <i>Butyric acid</i>
Veličina seckanja-<i>Mince size</i>					
1 cm	4,04b	39a	17b	11	2
4 cm	4,09a	37b	18a	11	2
Pritisak sabijanja-<i>Compaction pressure</i>					
1Mpa	4,11a	37b	18a	11a	2
2Mpa	4,06b	37b	17ab	10ab	2
3MPa	4,01c	39a	16b	9b	2

Zaključak

Rezultati različitih eksperimenata ukazuju na značaj sabijanja kao neophodne mere za obezbeđenje anaerobnih uslova u siliranom materijalu. U uslovima sa minimalnim ostatkom kiseonika omogućena je dominacija bakterija mlečne kiseline, iz prirodne mikroflore ili inokulanata, čime se postiže maksimalna produkcija mlečne kiseline i brzo smanjenje pH vrednosti do nivoa kada aktivnost ćelijskih enzima postaje minimalna. U praksi, maksimalna kompresija siliranog materijala nema alternativu i zavisi od stepena suve materije, vrste biljnog materijala i dužine odrezaka. Mada se bolje usitnjen materijal bolje sabija, treba voditi računa o fizičkim karakteristikama silaže, zbog njihovog značaja za fiziologiju varenja u preživara i hemijski sastav mleka.

Literatura

1. Arriola, K. G., Kim, S. C., Adesogan, A. T. (2011): Effect of applying inoculants with heterolactic or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation and quality of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 94, 3: 1511-1516.
2. Balzer, I. (1962): Konzervisanje zelene krme siliranjem. *Krmiva*. 5: 109-114.
3. Bhandari, S. K., Ominski, S. Li, K. H., Wittenberg, K. M., Plaizier, J. C. (2008). Effects of the chop lengths of alfalfa silage and oat silage on feed intake, milk production, feeding behavior, and rumen fermentation of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 1942–1958.
4. Božičković, A., Grubić, G., Verbič, J., Žnidaršić, T., Djordjević, N., Stojanović, B. (2013): A modified method for assessment of the morphological stage of development as a predictor of alfalfa herbage chemical composition and nutritive value. *The Journal of Agricultural Science*, 151, pp 590-598.
5. Dinić, B., Đorđević, N., Anđelković, B., Sokolović, D., Terzić, D. (2010): Management of fermentation process in ensilaged livestock feed. *Biotechnology in animal husbandry*, 2, 1-2: 261-274.
6. Dinić, B., Đorđević, N., Lučić, Z. (2012a): Significance of proteolytic processes in silage for modern nutrition of ruminants. XI International Feed Technology Symposium „FEED – TO FOOD“/COST „FEED FOR HEALTH“ joint Workshop, Novi Sad, 03-05. October, 2012. Proceedings, 94-102.
7. Dinić, B., Đorđević, N., Radović, J., Anđelković, B. (2012b): Modern techniques for legumes ensilaging. *Macedonian Journal of Animal Science*, 1, 3: 297-303.
8. Dubljević, R., Đorđević, N., Damjanović, M., Mitrović, D., Milenković, N. (2013): Influence of compression degree and inoculation on chemical composition and silage quality of different maize hybrids. *Agruculture & Forestry*, 59, 2: 37-45.
9. Dubljević, R., Đorđević, N., Damjanović, M., Mitrović, D. (2013): The influence of sowing density, compaction degree and inoculation on chemical composition and quality of maize silage. 10. International Symposium “Modern trends in livestock production”, Institute for Animal Husbandry, Belgrade, Serbia, October 02-04, 2013. Proceedings, p. 1126-1132.

10. *Đorđević, N., Dinić, B. (2003):* Siliranje leguminoza. Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija.
11. *Đorđević, N., Dinić, B. (2007):* Hrana za životinje. Cenzone Tech Europe, Arandelovac.
12. *Đorđević, N., Grubić, G., Dinić, B., Stojanović, B., Božičković, A. (2008):* Značaj mikroorganizama za savremenu ishranu životinja. XVIII inovacije u stočarstvu, 27-28.11.2008., Poljoprivredni fakultet Zemun. Biotehnologija u stočarstvu, 24 (poseban broj), 1-10.
13. *Đorđević, N., Grubić, G., Dinić, B., Stojanović, B., Božičković, A. (2011):* The Influence of compression level and inoculation on biochemical changes in lucerne silages. *Journal of Agricultural Sciences*, 56, 1: 15-23.
14. *Đorđević, N., Grubić, G., Dinić, B., Stojanović, B., Radivojević, M., Božičković, A. (2012a):* Uticaj fenofaze, otkosa i stepena provenulosti na parametre hemijskog sastava, proteolize i kvaliteta silaže lucerke. 26. Savetovanje agronoma, veterinara tehnologa i agroekonomista. Zbornik naučnih radova, 18, 3-4: 41-47.
15. *Djordjevic, N., Grubic, G., Dinic, B., Stojanovic, B., Bozickovic, A., Ivetic, A., Milenkovic, N. (2012b):* Modern procedures to increase and preserve the nutritional value of the corn silage. Third International Scientific Symposium „Agrosym 2012“, Bosnia nad Hercegovina, November 15 - 17, 2012. Book of proceedings, 460-465.
16. *Đorđević, N., Grubić, G., Stojanović, B., Radivojević, M., Božičković, A. (2013):* Uticaj provenjavanja i stepena sabijenosti na parametre hemijskog sastava, proteolize i kvaliteta silaže lucerke. 27. Savetovanje agronoma, veterinara tehnologa i agroekonomista, 20-21.02.2013., PKB Agroekonomik, Padinska Skela. Zbornik naučnih radova, 19, 3-4: 39-46.
17. *Heinrichs, J., Kononoff, P. (2002):* Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State forage particle separator. The Pennsylvania State University College of Agricultural Sciences. Cooperative Extension DAS 02-42. www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/das0242.pdf
18. *Hoffmann, T., Schemel, H., Füll, C. (2013):* Compaction of grass silage taking vibrating stresses into account. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, Vol 15, 1, p.114.
19. *Hu, W., Schmidt, R. J., McDonell, E. E., Klingerman, C. M., Kung, L. (2009):* The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. *Journal of Dairy Science*, 92: 3907-3914.
20. *McDonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E. (1991):* The biochemistry of silage (second edition). Chalcombe Publications.
21. *McEniry, J., O'Kiely, P. O., Clipson, N. J. W., Forristal, P. D., Doyle, E. M. (2010):* Assessing the impact of various ensilage factors on the fermentation of grass silage using conventional culture and bacterial community analysis techniques. *Journal of Applied Microbiology*, 108, 1584-1593.
22. *Shinners, K.J., Koegel, R.G., Straub, R.J. (1988):* Consolidation and compaction characteristic of macerated alfalfa used for silage production. *Trans. ASAE. St. Joseph, Mich.* 31, 4: 1020-1026.
23. *Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A., Ivetić, A. (2010):* Physically effective fibre in dairy cows nutrition and methods for determination. XII international Symposium on Forage Crops of Republika of Serbia - Forage Crops Basis of the Sustainable Animal Husbandry Development. *Biotechnology in animal husbandry*, Vol. 26, book 2, 457-467.
24. *Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A., Ivetić, A. (2011):* Effects of forages and total mixed rations particle size on physical effectiveness and chewing activity of lactating cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27, 3: 935-942.
25. *Stojanovic, B., Grubic, G., Djordjevic, N., Glamocic, D., Bozickovic, A., Ivetic, A. (2012):* Effects of different levels of physically effective fibers in diets for cows in early lactation. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10, 1 : 99-107.

26. Toruk, F., Koc, F. (2009): Effects on silage quality and aerobic stability of different compaction levels in sunflower silage. Bulgarian journal of agricultural science, 15 (3): 269-275.
27. Toruk, F., Gonulol, E., Kayisoglu, B., Koc, F. (2010): Effects of compaction and maturity stages on sunflower silage quality. Afrikan Journal of Agricultural Research, 5 (1): 55-59.
28. Wagner, A., Leurs, K., Buscher, W. (2004): Maize silage-The influence of crop length on compactibility, ensiling and secondary fermentation. LANDTECHNIK, 4, 218-219.
29. Yildiz, C., Öztürk, S., Erkmen, Y. (2010): The effects of harvest period, chopping length and compaction pressure on forage quality of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) silage. Journal of Agricultural Machinery Science, 6 (3): 191-195.

UDC: 636.085.52+633.31

Review paper

THE IMPORTANCE OF COMPRESSION LEVEL AS A FACTOR IN SILAGE QUALITY

*N. Đorđević, B. Dinić, G. Grubić, B. Stojanović, A. Božičković, R. Dubljević, D. Mitrović**

Summary

The results of experiments where lucerne, maize, sunflower and sorghum were ensiled and the importance of compression level on the quality of obtained silages were presented in the paper. Level of compression is more important in silages with higher dry matter content, with more mature material which is also cut in longer particles. With the higher level of silage mass compression the higher degree of anaerobic condition is provided and therefore higher production of lactic acid with lower production of acetic acid, which results in lower pH values. With higher compression of silages the total loss of nutrients is reduced, although it may be higher when moisture content is higher. That is why with perennial legumes and grasses it is better to wilt the material, while maize and sorghum are cut at the optimum maturity phase, prior to ensiling.

Keywords: silage, compression, anaerobic conditions, fermentation, quality.

* Ph.D. Nenad Đorđević; full professor; University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. Ph.D. Bora Dinić; principal research fellow; Institute for Forage Crops, Kruševac, Republic of Serbia. Ph.D. Goran Grubić, full professor; Ph.D. Bojan Stojanović, assistant professor; Ph.D. Aleksa Božičković, assistant professor; University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Republic of Serbia. Ph.D. Radisav Dubljević, associate professor; Ph.D. Dragoljub Mitrović, full professor; University of Montenegro, Faculty of Biotechnology, Podgorica, Republic of Montenegro.

E-mail of the first author: nesadj@agrif.bg.ac.rs.