

UDK:633.15+633.31+636.085.52

Pregledni rad

SAVREMENE TEHNOLOGIJE SILIRANJA KUKURUZA I LUCERKE

N. Đorđević, G. Grubić, B. Stojanović, A. Božičković, A. Ivetić*

Izvod: U radu je dat pregled savremenih postupaka pripremanja silaže kukuruza i senaže lucerke, koji se preduzimaju u cilju postizanja maksimalne hranljive vrednosti.

Za pripremanje kuruzne silaže sve više se radi na selekcionisanju specijalnih hibrida povećane svarljivosti. Ranijih decenija su bili veoma aktuelni brown-midrib hibridi (bm3) zbog znatno nižeg udela lignina a time i povećane *in vitro* svarljivosti NDF vlakana. Zadnjih godina su dosta ispitivani leafy hibridi kukuruza za silažu, koji se karakterišu velikom količinom lišća, većim udelom vlage u zrnu i mekšom teksturom klipa. U cilju povećanja hranljive vrednosti kukuruzne silaže, gaje se hibridi sa povećanim sadržajem ulja- voskovci (waxy) i dr.

U cilju postizanja maksimalnog kvaliteta silaža i kontrole degradacije hranljivih materija, u toku siliranja leguminoza koriste se različiti postupci kao što je provenjavanje, ugljenohidratna stimulacija, inokulacija i hemijsko konzervisanje. Pored ovih tehnologija starijeg datuma, u zadnje vreme vrši se selekcija sorti leguminoza na ruminalnu razgradivost, kao i genetske manipulacije u cilju smanjenja proteolize.

Ključne reči: kukuruz, lucerka, siliranje.

Uvod

Brza promena hemijskog sastava zelene hrane, visoki transportni troškovi mase sa 75-80% vlage i uticaj vremenskih prilika na mogućnost svakodnevnog ubiranja, sve češće eliminišu ovu vrstu hraniva u intenzivnom govedarstvu. Nasuprot tome, u zemljama sa intenzivnim govedarstvom uglavnom se preko cele godine koriste konzervisana kabasta hraniva u kombinaciji sa koncentratima (Đorđević i sar., 2005a). Seno i silaža su glavni oblici konzervisane kabaste hrane. Uslovljenost kvaliteta sena vremenskim uslovima uticala je da seno predstavlja hranivo sa najvarijabilnijim hemijskim sastavom i hranljivom vrednošću. Zadnjih decenija se problem neodgovarajuće vlažnosti mase za seno, istina, dosta uspešno rešava upotrebom hemijskih konzervanasa na bazi propionske kiseline, ali je to moguće samo ukoliko je vlažnost biljne mase ispod 30% (Bolsen, 1993). Pored toga, upotrebom odgovarajućih kondicionera može se ubrzati sušenje pokošene mase za 25-35% i time eventualno izbeći nepovoljne vremenske prilike (Savoie i sar., 1997). Iz navedenih razloga, u savremenom govedarstvu se koriste minimalne količine sena, neophodne za normalizaciju procesa preživanja, i maksimalne količine silirane hrane (Grubić i sar., 1999).

* Dr Nenad Đorđević, vanredni profesor, e-mail: nesadj@agrif.bg.ac.rs; dr Goran Grubić, redovni profesor, dr Bojan Stojanović, asistent, Aleksa Božičković, dipl.inž, asistent, Aleksandra Ivetić, dipl.inž. spec., Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd.

Rad je deo rezultata projekta III-46012 koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Savremeni postupci siliranja kukuruza

Silaža cele biljke kukuruza je jedan od najvažnijih izvora energije u ishrani mlečnih krava, s obzirom da ova biljna vrsta daje visoke prinose zelene mase, ima relativno visok sadržaj energije u suvoj materiji, odlikuje se visokom palatabilnošću i predstavlja neizostavnu komponentu za pripremanje potpuno mešanog obroka (Forouzmard i sar., 2005). Komercijalni hibridi kukuruza se decenijama selekcionišu uglavnom u odnosu na visoke prinose zrna i rezistentnost na određene bolesti (Clark i sar., 2002), dok je hranljiva vrednost bila relativno zanemarivana (Bal i sar., 2000). Činjenica je da između silaža spremljenih od različitih hibrida kukuruza postoje velike razlike u hranljivoj vrednosti (Hunt i sar., 1993), ali je i svarljivost bitna osobina od koje zavisi korišćenje hranljivih materija (Bagg, 2001). Povećanje svarljivosti vlakana iz voluminozne hrane dovodi do povećanja dostupne energije za preživare. Hranljivu vrednost kukuruzne silaže definišu hibrid, stepen zrelosti i sadržaj suve materije. U eksperimentima sa brown-midrib hibridima (bm3) utvrđen je znatno niži udeo lignina i povećana in vitro svarljivost NDF vlakana (Oba i Allen, 1999). Pri korišćenju silaža od brown midrib hibrida utvrđena je i veća mlečnost krava (Keith i sar., 1979). Međutim, ovi hibridi nisu za komercijalno gajenje, jer daju male prinose zrna i biomase za siliranje. Zadnjih godina su dosta ispitivani i leafy hibridi kukuruza za silažu. Ovi hibridi se karakterišu velikom količinom lišća, većim udelom vlage u zrnu i mekšom teksturom klipa. Dwyer i sar. (1998) navode da se u Severnoj Americi oko 16% kukuruzne silaže proizvodi od leafy hibrida. U cilju povećanja hranljive vrednosti kukuruzne silaže, u ovu svrhu se gaje hibridi sa povećanim sadržajem ulja (Weiss i Wyatt, 2000), voskovci (waxy) (Akay i Jackson, 2001) i dr.

Faza zrelosti kukuruza za silažu je važan faktor koji diktira svarljivost. Zrenjem kukuruza povećava se ukupni prinos, kao i procentualno učešće klipa (i zrna) u ukupnoj biljnoj masi. Međutim, pri akumulaciji skroba u zrnu uporedo dolazi do smanjenja svarljivosti stabla (Struik i sar., 1985).

Jedno od rešenja za maksimalno korišćenje obroka sa značajnim udelom kabašte hrane (seno, silaža kukuruza, senaža lucerke...) jeste direktno dodavanje fibrolitičkih enzima (Jalilvand i sar., 2008). Sledeća mogućnost je da se bakterijsko-enzimski dodaci koriste pri siliranju kukuruza, lucerke i trava. Ovi dodaci dovode do smanjenja količine vlakana, povećanja količine fermentabilnih šećera, veće produkcije mlečne kiseline, veće svarljivosti tako tretiranih silaža, i boljih proizvodnih rezultata. Zadnjih nekoliko godina, u naučnim institutima Srbije koje se bave proizvodnjom komercijalnih hibrida kukuruza, intenzivno se radi na ispitivanju njihove svarljivosti. Parametar svarljivosti za celu biljku kukuruza, uz prinos suve materije, mogao bi doprineti još većoj afirmaciji kako do sada priznatih, tako i novih hibrida (Đorđević i sar., 2010a,b).

Jedan od najvećih problema za praksu korišćenja kukuruzne silaže jeste naknadna fermentacija koja se javlja usled neredovnog trošenja silaže i dužeg izlaganja vazduhu. Naknadna fermentacija nastaje usled aktivnosti aerobnih mikroorganizama (gljivica) na supstratu koji čine zaostali šećeri. Upotreba bakterijskih inokulanata na bazi homofermentativnih bakterija mlečne kiseline pri siliranju kukuruza može da bude čak i štetna, jer se fermentacija završava za kraće vreme a materijal se brže zakišeljava pošto se grade veće količine mlečne kiseline a manje drugih proizvoda (sirćetna kiselina, etil alkohol, ugljen-dioksid). Zbog kraćeg trajanja fermentacije zaostaju velike količine šećera koje predstavljaju odličan supstrat za aktivnost aerobnih mikroorganizama pri otvaranju silosa. Pre više godina je potvrđeno da inokulacija sa *Lactobacillus buchneri* popravlja aerobnu stabilnost silaža kukuruza (Ranjit i Kung, 2000), što se objašnjava činjenicom

da se radi o heterofermentativnoj bakteriji koja mlečnu kiselinu prevodi u sirćetnu (Oude Elferink i sar., 2001). Mlečna kiselina kao glavni proizvod homofermentativne fermentacije šećera u siliranoj masi predstavlja jako baktericidno ali slabo fungicidno sredstvo. Suprotno tome, sirćetna, buterna i propionska kiselina imaju izraženo fungicidno dejstvo, te su manje količine ovih kiselina u silažama kukuruza, ali i drugih biljnih vrsta, čak i poželjne. U ogledu koji su izveli Hu i sar. (2009) dokazano je da pri upotrebi inokulanta na bazi *Lactobacillus buchneri* dolazi do signifikantnog porasta aerobne stabilnosti kukuruznih silaža, ali pri tome nije bilo značajne pozitivne interakcije između korišćenih *Lactobacillus buchneri* i *Lactobacillus plantarum*, koji je najvažnija homofermentativna bakterija mlečne kiseline (tabela 1). Osim toga, autori su utvrdili da inokulant na bazi *Lactobacillus buchneri* daje bolje rezultate u materijalu sa većim stepenom suve materije, što je naročito važno za praksu. Đorđević i sar. (2007, 2009) su dokazali da je upotreba homofermentativnih bakterija pri siliranju kukuruza bez efekata na kvalitet silaže.

Tab. 1. Kvalitet i aerobna stabilnost silaže kukuruza (Hu i sar., 2009)
Quality and erobic stability of corn silage (Hu et al., 2009)

| Parametri <i>Parameters</i> | Suva materija, % <i>Dry matter, %</i> | Bez <i>Lactobacillus buchneri</i> <i>Without Lactobacillus buchneri</i> | | Sa <i>Lactobacillus buchneri</i> <i>With Lactobacillus buchneri</i> | |
|---|---|--|--|--|--|
| | | Bez <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Without Lactobacillus plantarum</i> | Sa <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>With Lactobacillus plantarum</i> | Bez <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Without Lactobacillus plantarum</i> | Sa <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>With Lactobacillus plantarum</i> |
| pH | 33,1 | 3,54 | 3,56 | 3,65 | 3,66 |
| | 40,6 | 3,60 | 3,65 | 3,73 | 3,78 |
| Mlečna kiselina <i>Lactic acid, %</i> | 33,1 | 3,39 | 4,12 | 1,97 | 2,60 |
| | 40,6 | 2,97 | 3,13 | 3,83 | 2,91 |
| Sirćetna kiselina <i>Acetic acid, %</i> | 33,1 | 0,84 | 1,02 | 1,33 | 2,23 |
| | 40,6 | 0,55 | 0,60 | 2,58 | 1,69 |
| Aerobna stabilnost <i>Aerobic stability, h</i> | 33,1 | 53 | 47 | 112 | 106 |
| | 40,6 | 49 | 53 | 236 | 300 |

Savremeni postupci siliranja lucerke

Visok puferni kapacitet lucerke, posledica visokog procenta proteina i kalcijuma i mala količina fermentabilnih ugljenih hidrata glavni su ograničavajući faktori za primenu tehnologije siliranja ove biljne vrste u većem obimu. Zbog toga se još od tridesetih godina XX veka izvode brojni eksperimenti širom sveta čiji je zadatak pronalaženje najuspešnijeg načina za konzervisanje lucerke siliranjem (Đorđević i sar., 1994). U cilju postizanja maksimalnog kvaliteta silaža i kontrole degradacije hranljivih materija u toku siliranja leguminoza koriste se različiti postupci, kao što je provenjavanje, ugljenohidratna stimu-

lacija, inokulacija i hemijsko konzervisanje (Nadeau i sar., 2000). Pored ovih tehnologija starijeg datuma, u zadnje vreme vrši se selekcija sorti leguminoza na ruminalnu razgradivost (Broderick i sar., 2004) kao i genetske manipulacije (Getachew i sar., 2009).

U pogledu očuvanosti hranljivih materija najbolje rezultate pokazuju hemijski konzervansi (Guo i sar., 2008). Hemijsko konzervisanje biljaka se zasniva na teoriji inhibicije biljnih enzima pH vrednostima manjim od 4,5. Međutim, hemijsko konzervisanje leguminoza je danas uglavnom napušteno, jer je u suprotnosti sa konceptom proizvodnje zdravstveno ispravne hrane za životinje i ljude. Kod nas je pre nekoliko godina bilo više eksperimenata sa korišćenjem mravlje kao organske kiseline (Đorđević i sar., 2003,2005b), ali postupak nije zaživeo u praksi zbog visoke cene konzervansa i komplikovane tehnologije korišćenja istog.

Za ishranu visokoproizvodnih mlečnih krava danas je naročito aktuelan problem promena azotnih materija u toku siliranja, jer isti može da dovede do pada proizvodnje i poremećaja zdravstvenog stanja (Đorđević i sar., 2004). Rastvorljivost proteina je u pozitivnoj korelaciji sa razgradivošću, što može znatno da umanjí njihovo iskorišćavanje ili da dovede do zdravstvenih poremećaja kod životinja (Koljajić i sar., 1997). Iz tog razloga se za obroke mlečnih krava preporučuje 30-40% rastvorljivih proteina u odnosu na ukupne, dok ova količina u silažama leguminoza najčešće prelazi 60% (Barmore, 1993). Kako navode Slotner i Bertilsson (2006) u živim biljkama 75-90% od ukupne količine azota je u vidu pravih proteina dok je u silažama to svega 30-50%. U odnosu na ostale jednogodišnje i višegodišnje biljne vrste iz familije *Fabaceae*, lucerka predstavlja najveći problem za praksu zbog velikog stepena rastvorljivosti azotnih materija. Po Broderick-u (1995) druge leguminoze se odlikuju manjim stepenom rastvorljivosti proteina, u odnosu na lucerku, zahvaljujući većem prisustvu kondenzovanih tanina. Izuzetak je crvena detelina koja ne sadrži tanine, već enzim polifenol-oksidazu, koja u prisustvu kiseonika reaguje sa O-difenolom gradeći veoma reaktivni O-kvinon, koji sa drugim pogodnim molekulima, na primer proteinima, gradi polimere (Getachew i sar., 2009; Lee i sar., 2009). Eksperimentalno je dokazano da su hemijska sredstva najefikasnija u cilju kontrole proteolize, kao i povećan sadržaj suve materije koji se postiže pri provenjavanju.

Svakako da je u tehnologiji siliranja lucerke danas najaktuelnija upotreba bioloških dodataka (bakterijsko-enzimskih inokulanata), koji se koriste za sve materijale, sa malim sadržajem fermentabilnih šećera u cilju intenziviranja fermentacije i racionalnijeg korišćenja nedovoljne količine dostupnih ugljenih hidrata (Đorđević i sar., 2006). Prednosti korišćenja inokulanata na bazi homofermentativnih bakterija mlečne kiseline dokazane su u nizu ogleda i odnose se na povećanje produkcije mlečne kiseline u kvantitativnom i kvalitativnom smislu (tabela 1). Danas se koriste komercijalni inokulanti za leguminoze, koji sadrže više različitih sojeva homofermentativnih bakterija mlečnokiselinskog vrenja, ili njihove kombinacije sa heterofermentativnim bakterijama u cilju povećanja aerobne stabilnosti lucerkinih silaža.

U cilju pojednostavljenja postupka siliranja trava, leguminoza i travnoleguminoznih smeša u Evropi sve više se primenjuje spremanje senaže u balama, dok je u Americi aktuelno i siliranje u silo-kobasicama (Dinić i sar., 2004).

Tab. 2. Mikrobiološka populacija i hemijski sastav lucerkine silaže posle 24 h po siliranju (Kizilsimsek i sar., 2007)*Microbial populations and chemical composition of alfalfa silage after 24 h of ensiling (Kizilsimsek et al., 2007)*

| Parametri <i>Parameters</i> | Kontrola <i>Control</i> | Liofilizovane, $1,19 \times 10^5$ cfu/g <i>Freze dried</i> $1,19 \times 10^5$ <i>cfu/g</i> | Liofilizovane, $4,30 \times 10^5$ cfu/g <i>Freze dried</i> $4,30 \times 10^5$ <i>cfu/g</i> | Sveže, $5,0 \times 10^5$ cfu/g <i>Fresh,</i> $5,0 \times 10^5$ <i>cfu/g</i> | SEM |
|---|-----------------------------------|---|---|--|------------|
| Bakterije mlečne kiseline, log cfu/g <i>Lactic acid bacteria, log cfu/g</i> | 8,62b | 8,67b | 8,65b | 8,91a | 0,03 |
| Kvasci, log cfu/g <i>Yeasts, log cfu/g</i> | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | — |
| Gljivice, log cfu/g <i>Molds, log cfu/g</i> | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | < 2,00 | — |
| Suva materija, % <i>Dry matter, %</i> | 32,07b | 33,10a | 32,43b | 31,66b | 0,16 |
| Mlečna kiselina, % <i>Lactic acid, %</i> | 0,32c | 0,51b | 0,67b | 1,41a | 0,07 |
| Sirćetna kiselina, % <i>Acetic acid, %</i> | 0,38 | 0,41 | 0,43 | 0,37 | 0,02 |
| Etanol, % <i>Ethanol, %</i> | 0,19 | 0,15 | 0,00 | 0,10 | 0,08 |
| Vodorastvorljivi ugljeni hidrati, % <i>Water-soluble carbohydrates, %</i> | 5,38 | 5,28 | 4,59 | 4,39 | 0,50 |
| NH₃-N, % | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,00 |

Zaključak

Savremene tehnologija siliranja kukuruza i lucerke imaju za cilj pre svega dobijanje početnog materijala što veće hranljive vrednosti, a zatim upotrebu postupaka i dodataka koji će omogućiti maksimalno očuvanje i maksimalnu iskoristivost hranljive vrednosti početnog materijala. U tehnologiji siliranja, obe ove vrste krmnih kultura, najveći značaj se pridaje izboru odgovarajuće biološkog dodatka. Za siliranje kukuruza danas su najaktuelniji dodaci na bazi heterofermentativnih bakterija mlečne kiseline, koji omogućavaju postizanje što bolje aerobne stabilnosti silaže. U tehnologiji siliranja lucerke naglasak je na inokulantima koji sadrže odgovarajuće sojeve homofermentativnih bakterija, a cilj je intenziviranje fermentacije i što racionalnije korišćenje prisutnih ili dodatih fermentabilnih ugljenih hidrata.

Literatura

1. Akay, V., Jackson, J. A. (2001): Effects of nutritive and waxy corn hybrids on the rumen fermentation, digestibility and lactational performance of dairy cows. *Journal of dairy science*, 84, 7: 1698-1706.
2. Bal, M. A., Shaver, R. D., Shinnars, K.J., Coors, J. G., Lauer, J.G., Straub, R.J., Kogel, R.G. (2000): Stage of maturity, processing, and hybrid effect on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Animal feed science and technology*, 86: 83-94.
3. Bagg, J. (2001): Selecting corn silage hybrids. Ministry of agriculture food/rural affairs. www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/selhybrid.htm
4. Barmore, J.A. (1993): Guidelines help us tailor our rations. *Hoard's Dairyman*. 138, 17, 671.
5. Bolsen, K. (1993): Effect of Alfa-Save treatment on dry matter digestibility and voluntary intake of alfalfa hay. Poster presentation at Alltech's 9th annual symposium on biotechnology in the feed industry, April, Lexington, Ky.
6. Broderick, G. A. (1995): Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *Journal of animal science*, 73: 2760-2773.
7. Broderick, G.A., Albrecht, K.A., Owens, V.N., Smith, R.R. (2004): Genetic variation in red clover for rumen protein degradability. *Animal feed science and technology*, 113, 157-167.
8. Clark, P. W., Kelm, S., Enders, M. I. (2002): Effect of feeding a corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85: 607-612.
9. Dinić, B., Đorđević, N., Ignjatović, S., Sokolović, D. (2004): Savremeni trendovi u tehnologiji siliranja. X simpozijum o krmnom bilju Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učesćem. *Acta Agriculturae Serbica*. 9, 17: 553-564.
10. Dwyer, L. M., Stewart, D.W., Ma, B.L. Glenn, F. (1998): Silage maize yield response to plant populations. Proc. Of the 53rd Annu. Corn and Sorghum industry research conf. Chicago, IL. Am Seed trade Assoc., Washington, DC.
11. Đorđević, N., Koljajić, V., Šestić, S. (1994): Mogućnost i perspektive korišćenja mlečnih inokulanata pri siliranju hrane. *Biotehnologija u stočarstvu*, 1-2: 152-159.
12. Đorđević, N., Grubić, G., Adamović, Dinić, B., Lazarević, D. (2003): Intensity of biochemical changes in lucerne silages with addition of zeolite and formic acid. 11th International symposium "Forage conservation. 9th-11th September 2003, Nitra, Slovak Republic. Proceedings, 132-133.
13. Đorđević, N., Dinić, B., Grubić, G., Koljajić, V. Dujčić, D. (2004): Kontrola proteolitičkih procesa u siliranoj hrani. *Acta agriculturae Serbica*, 9, 17: 565-572.
14. Đorđević, N., Grubić, G., Radivojević, M., Stojanović, B., Adamović, O. (2005a): Ishrana krava obrocima na bazi različitih vrsta silaže. XIX savetovanje agronoma, veterinaru i tehnologa, 16-17.02.2005, Padinska Sakela. Zbornik naučnih radova, 11, 3-4: 65-73.
15. Đorđević, N., Grubić, G., Popović, Z. (2005b): Effects of the use of formic acid in different doses as the conservant in lucerne ensiling. *Journal of agricultural sciences*, 50, 2: 123-129.

16. Dorđević, N., Grubić, G., Popović, Z., Dinić, B., Pandurević, T. (2006): Uticaj bioloških i ugljenohidratnih dodataka na kvalitet silaže lucerke. XI savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 3.-4. mart 2006. Zbornik radova, 11 (II) 11-12: 479-485.
17. Dorđević, N., Grubić, G., Adamović, M., Stojanović, B. (2007): The influence of inoculant and zeolite supplementation on quality of silages prepared from whole maize plant, lucerne and perennial ryegrass. I international congress: Food, Technology, Quality and Safety. Novi Sad, hotel Park, 13-15.XI. 2007. Proceedings, 51-56.
18. Dorđević, N., Grubić, G., Lević, J., Sredanović, S., Stojanović, B., Božičković, A. (2009): The quality of silages from lucerne, whole maize plant and maize cobs prepared with various additives. XIII International Feed Technology Symposium, September, 29th - October, 1st, 2009, Novi Sad. Proceedings, 146-152.
19. Dorđević, N., Grubić, G., Dinić, B., Lević, J., Stojanović, B., Božičković, A. (2010a): Animal feed quality – past and present. XII international Symposium on Forage Crops of Republika of Serbia - Forage Crops Basis of the Sustainable Animal Husbandry Development. Vol. 26, book 1, 249-260.
20. Dorđević, N., Grubić, G., Stojanović, B. (2010b): Savremeni principi ishrane životinja (plenarno predavanje). Prvi naučni simpozijum agronoma sa međunarodnim učesćem AGROSYM, Jahorina, hotel „Bistrica“, 09-11.12.2001. Zbornik radova, 30-46.
21. Forouzmard, M.A., Ghorbani, G.R., Alikhani, M. (2005): Influence of hybrid and maturity on the nutritional value of corn silage for lactating dairy cows. 1: Intake, milk production and component yield. Pakistan journal of nutrition, 4 (6): 435-441.
22. Getachew, G., Dandekar, A. M., Pittroff, W., De Peters, E. J., Putnam, D. H., Goyal, S., Teuber, L., Uratsu, S. (2009): Impacts of polyphenol oxidase enzyme expression in transgenic alfalfa on in vitro gas production and ruminal degradation of protein, and nitrogen release during ensiling. Animal feed science and technology, 151, 44–54.
23. Grubić, G., Dorđević, N., Radivojević, M. (1999): Fizičke osobine vlakana u obrocima za krave. Arhiv za poljoprivredne nauke, 60, 210, 1-2: 61-72.
24. Guo, X.S., Ding, W.R., Han, J.G., Zhou, H. (2008): Characterization of protein fractions and amino acids in ensiled alfalfa treated with different chemical additives. Animal feed science and technology, 142: 89–98.
25. 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
26. Hunt, C.W., Kezar, W., Hinman, D.D., Combs, J.J., Loesche, J., Moen, T. (1993): Effect of hibrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole – plant corn. Journal of Animal Science, 71: 38-43.
27. Jalilvand, G., Naserian, A., Kebreab, E., Odongo, N.E., Valizadeh, R., Eftekhar Shahrhoodi, Lopez, S., France, J. (2008): Rumen degradation kinetics of alfalfa hay, maize silage and wheat straw treated with fibrolytic enzymes. Archivos de zootechnia, 57, 218: 155-164.
28. Keith, E.A., Colenbrander, V.F., Perry, T.W., Bauman, L.F. (1981): Performance of feedlot cattle fed brown midrib-three or normal corn silage with various levels of additional corn grain. Journal of Animal Science, 52: 8-13.

29. Kizilsimsek, M., Schmidt, R.J., Kung, L. (2007): Effects of a Mixture of lactic Acid Bacteria Applied as a Freeze-Dried or Fresh Culture on the Fermentation of Alfalfa Silage. *Journal of dairy Science*, 90:5698–5705.
30. Koljajić, V., Đorđević, N., Grubić, G., Hristov, S., Pavličević, A., Jovanović, R., Dinić, B. (1997): Uticaj ishrane silažom na produktivnost i zdravstveno stanje životinja. *Biotehnologija u stočarstvu*, 3-4, 123-131.
31. Lee, M.R.F., Tweed, J.K.S., Minchin, F.R., Winters, A.L. (2009): Red clover polyphenol oxidase: Activation, activity and efficacy under grazing. *Animal feed science and technology*, 149, 250–264.
32. Nadeau, E.M., Russell, J.R., Buxton, D.R. (2000): Intake, digestibility, and composition of orchardgrass and alfalfa silages treated with cellulase, inoculant, and formic acid fed to lambs. *Journal of animal science*, 78, 2980-2989.
33. Oba, M., Allen, M.S. (1999): Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 135-142.
34. Oude Elferink, S.J. W.H., Krooneman, J., Gottschal, J.C., Spoelstra, S.F., Faber, F., Driehuis, F. (2001): Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propenediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl. Environ. Microbiol*, 67:125–132.
35. Ranjit, N.K., Kung, L. (2000): The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 83: 526-535.
36. Savoie, P., Tremblay, D., Lajoie, R., Roberge, M., Lemay, S. P. (1997): Forage maceration on a self-propelled mower: Effect of winrow deposition and inversion. *Proceedings of the XVIII international grassland congress*, Winnipeg, Manitoba, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 14,5-14,6.
37. Slottner, D., Bertilsson, J. (2006): Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Animal feed science and technology*, 127, 101–111.
38. Struik, P.C., Deinum, B., Hoefsloot, J.M.P. (1985): Effect of temperature during different stages of development on growth and digestibility of forage maize (*Zea mays L.*). *Neth. J. Agric.. Sci.* 33, 405-420.
39. Weiss, W.P., Wyatt, D.J. (2000): Effect of oil content and kernel processing of corn silage on digestibility and milk production by dairy cows. *Journal of dairy science*, 83: 351-358.

UDC: 633.15+633.31+636.085.52

Review paper

MODERN TECHNOLOGIES IN ENSILING MAIZE AND LUCERNE

N. Đorđević, G. Grubić, B. Stojanović, A. Božičković, A. Ivetić*

Summary

In this paper we present the overview of the modern techniques for ensiling of maize and lucerne in order to obtain maximal quality and preservation of their nutritive value.

In recent times it can be observed that special hybrids are being produced for maize silage, with the aim of greater digestibility. In previous decades investigations were focused on brown-midrib hybrids (bm3) due to their lower lignin content and increased *in vitro* NDF digestibility. In recent years much of the emphasis is placed on leafy maize hybrids for silage, which have large proportion of leaves, higher moisture in the grain and softer texture of the cob. In order to increase nutritive value of maize silage also the high oil and waxy hybrids are produced.

In order to achieve maximal quality of lucerne silages and control in nutrient degradation during the ensiling process the various technological methods are developed, such as wilting, carbohydrate stimulation, inoculation and chemical conservation. Along with those methods which are not new, in recent times the selection of legume cultivars suitable for ruminant digestion is becoming important, and also genetic manipulations with the aim to decrease proteolysis during the ensiling process.

Key words: maize, lucerne, ensiling.

* Nenad Đorđević, Ph.D., professor, e-mail: nesadj@agrif.bg.ac.rs; Goran Grubić, Ph.D., profesor. Bojan Stojanović, Ph.D., Aleksa Božičković, B.Sc., Aleksandra Ivetić, B.Sc., Faculty of Agriculture, Zemun - Belgrade.

This paper is financed by project of the Ministry of science and technology development of Republic of Serbia No. III - 46012.