

## EFEKAT STEPENA USITNJENOSTI SILAŽE KUKURUZA I FIZIČKI EFEKTIVNIH VLAKANA U ISHRANI VISOKOPROIZVODNIH KRAVA

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

**Izvod:** U obroku krava je neophodno prisustvo minimalnog sadržaja fizički efektivnih vlakana. Fizički efektivna vlakna (peNDF) predstavljaju vlakna u obroku krava koja efektivno stimulišu aktivnost žvakanja pri konzumiranju i preživanju hrane, lučenje pljuvačke i kontrakcije retikulorumen. 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. Efikasan sistem za utvrđivanje stepena usitnjenosti, odnosno fizičke efektivnosti kabastih hraniva (silaža kukuruza i senaža lucerke) i kompletnih obroka za krave u laktaciji, kao i koncentracije peNDF, zasiva se na primeni sistema sita Penn State Particle Separator (PSPS). Dužina odrezaka silaže cele biljke kukuruza u velikoj meri definiše fizičku efektivnost TMR-a i time značajno utiče na fiziološke i proizvodne osobine krava u laktaciji. Odgovarajuća usitnjenost kabastih hraniva u kompletnom obroku predstavlja značajan parametar pri formulisanju obroka, koji treba razmatrati ravnopravno sa njegovim hemijskim sastavom.

**Ključne reči:** fizički efektivna vlakna, ishrana, krave, kukuruzna silaža.

### Uvod

Povećane potrebe u energiji kod visokoproizvodnih mlečnih krava, uslovljavaju formulisanje obroka sa visokim učešćem koncentrata, nižim učešćem kabastih hraniva i manjim sadržajem vlakana-NDF. Vlakna iz kabaste hrane u obroku krava u laktaciji, su neophodna radi održavanja normalne ruminalne fermentacije, preveniranja ruminalne acidoze, erozije ruminalnog zida, apscesa jetre, depresije mlečne masti, metaboličkih promena koje uzrokuju gojaznost, ruminalnu parakeratozu, hronični laminitis, dislokacije sirišta, smanjenja konzumiranja SM obroka i energije (Stojanović i Grubić, 2008). Korišćenje koncentracije NDF kao čistog hemijskog pokazatelja sadržaja vlakana u obroku, uopšte ne ukazuje na suptilnije karakteristike vlakana, a to su njihov značaj za kinetiku varenja i pasaže digeste, odnosno na njihove fizičke karakteristike. Fizičke karakteristike vlakana postaju naročito kritične kada postoji potreba za formulisanjem obroka, sa odnosom kabastog i koncentrovanog dela obroka, koji je na donjoj prihvatljivoj granici.

\* Mr Bojan Stojanović, asistent, dr Goran Grubić, redovni profesor, dr Nenad Đorđević, vanredni profesor, Aleksa Božičković, dipl. inž., asistent, Aleksandra Ivetić, dipl. inž. spec., saradnik, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd;

Rad je realizovan u okviru projekta TR-20106, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Koncentracija NDF u obroku je hemijski pokazatelj sadržaja vlakana, ali ne i pokazatelj fizičkih karakteristika vlakana, kao što je recimo stepen usitnjenosti. Fizičke karakteristike obroka za krave u laktaciji uslovljene su odnosom kabastog i koncentrovanog dela obroka, tipom kabaste hrane i koncentrata, i prosečnom veličinom čestica hraniva (Stojanović i sar. 2002., Grubić i sar. 2000). Odgovarajuća usitnjenost kabastih hraniva u kompletnom obroku predstavlja značajan parametar pri formulisanju obroka, koji treba razmatrati ravnopravno sa njegovim hemijskim sastavom i hranljivom vrednošću.

Koncept fizički efektivnih vlakana povezuje hemijske karakteristike kabastih hraniva i stepen usitnjenosti u obroku, izražavajući njihovu vrednost za aktivnost žvakanja i funkciju buraga. Fizički efektivna vlakna (peNDF) predstavljaju vlakna u obroku krava koja efektivno stimulišu lučenje pljuvačke i preživanje (Mertens, 1997). Sadržaj peNDF u hranivu je funkcija koncentracije NDF i faktora fizičke efektivnosti (pef). Vrednost za pef, kreće se od 0, kada NDF iz hraniva nije efektivan u stimulisanju žvakanja, do vrednosti 1, kada NDF maksimalno stimuliše žvakanje. Iz razloga što je sadržaj peNDF u hranivu, ili obroku, uslovljen sa koncentracijom NDF, veličinom čestica i stepenom usitnjenosti hraniva, peNDF je povezan sa formiranjem grublje, suvlje faze ruminalnog sadržaja, od koga zavisi selektivno zadržavanje vlakana u rumenu, dinamika ruminalne fermentacije i pasaže i stimulisanje procesa preživanja (Stojanović i sar. 2008a). Od peNDF-a zavisi zdravlje životinja i sadržaj masti u mleku, jer ruminalna pH vrednost i obim i intenzitet fermentacije u rumenu, između ostalog zavise od produkcije pljuvačke, i pufera iz pljuvačke ( $\text{NaHCO}_3$ ), tokom konzumiranja hrane i preživanja. I konzumiranje hrane i preživanje povećavaju sekreciju pljuvačke.

U obroku krava je neophodno prisustvo minimalnog sadržaja efektivnih vlakana. Krave koje konzumiraju broke sa dovoljnim sadržajem NDF-a, ali iz fino usitnjenih kabastih hraniva ispoljavaju iste metaboličke poremećaje kao i grla na obrocima deficitarnim u vlaknima (Grubić i sar. 1999).

Sistem za utvrđivanje sadržaja peNDF-a zasnovan na hemijskim i fizičkim analizama, sastoji se u određivanju sadržaja NDF u hranivu, ili obroku, i proporcionalnog udela čestica hrane, koje zaostaju na situ otvora 1,2 mm (Mertens, 1997). Faktor fizičke efektivnosti - pef jednak je proporciji čestica koje su krupnije od 1,2 mm, a sadržaj fizički efektivnih vlakana - peNDF se izračunava množenjem koncentracije NDF u hranivu, ili obroku, sa faktorom (pef).

Efikasan sistem za utvrđivanje stepena usitnjenosti, odnosno fizičke efektivnosti kabastih hraniva (silaza kukuruza i senaža lucerke) i kompletnih obroka za krave u laktaciji, kao i koncentracije peNDF, zasniva se na primeni sistema sita Penn State Particle Separator (PSPS), i to korišćenjem originalnog PSPS-sistema sa 2 sita, promera otvora od 19 i 8 mm, (Lammers i sar. 1996) i modifikovanog sistema sa 3 sita-19, 8 i 1,18 mm, (Kononoff i sar. 2003).

### **Efekat usitnjenosti silaže cele biljke kukuruza na proizvodne i fiziološke pokazatelje krava u laktaciji**

Između stepena usitnjenosti kukuruzne silaže i prosečne veličine čestica kompletnog obroka utvrđen je visok stepen korelacije (Stojanović i sar. 2009). Ovo ukazuje na značaj optimizacije fizičke forme kabastih hraniva, prilikom njihove pripreme, za postizanje željene fizičke efektivnosti kompletnog obroka.

Yang i Beauchemin (2006) su ispitivali uticaj različitog sadržaja peNDF u kompletnom obroku za krave u laktaciji, gde je silaža cele biljke kukuruza (teoretska dužina odsečaka: 28,6, 15,9 i 4,8 mm) bila jedino kabasto hranivo. Povećanje prosečne dužine čestica u obroku, nema uticaja na konzumiranje SM obroka, povećava konzumiranje peNDF, povećava svarljivost sirovog proteina i vlakana (NDF, ADF) u celom digestivnom traktu. Krave koje su konzumirale obroke sa većim sadržajem peNDF, pokazale su tendenciju povećanja prinosa mleka, nije bilo značajnog uticaja na sadržaj mlečne masti, ukupno vreme žvakanja hrane (konzumiranje i preživavanje) bilo je značajno povećano. Izostanak efekta različitog sadržaja peNDF na procenat mlečne masti, tumači se dovoljnim sadržajem NDF i NDF iz kabaste hrane u obroku, za održanje procenta mlečne masti iznad 3,5%. Postojala je tendencija smanjenja vremena u kojem je pH vrednost ruminalnog sadržaja bila ispod vrednosti 5,5, sa povećanjem konzumiranja peNDF.

**Tab. 1.** Efekti različitog stepena usitnjenosti kompletnog obroka na fiziološke i proizvodne pokazatelje krava u laktaciji (Yang i Beauchemin, 2006)  
*Effects of different mean particle size of TMR on physiological and production parameters of lactating cows (Yang and Beauchemin, 2006)*

Pokazatelj / Item	Dužina odsečaka / Cut length		
	Dugački / Long	Srednji / Medium	Kratki / Short
<b>Konzumiranje, kg / dan / Intake, kg / day</b>			
SM / DM	23,7	23,8	24,8
peNDF <sub>3s</sub>	4,2	3,5	2,5
peNDF <sub>2s</sub>	6,7	6,3	6,6
peNDF <sub>3s-ndf</sub>	5,3	4,5	2,6
peNDF <sub>2s-ndf</sub>	8,1	7,7	8,0
<b>Svarljivost, % konzumiranog / Digestibility, % of consumed</b>			
SM / DM	65,1	64,5	63,2
OM	66,5	66,0	65,4
NDF	50,5	47,6	45,7
ADF	49,4	45,0	43,9
Skrob / Starch	82,9	81,7	84,4
Sirovi protein / Crude protein	65,7	66,2	61,3
pH			
Srednja vrednost / Mean value	6,08	6,06	5,99
pH<5,8 h / dan (day)	3,0	4,1	4,8
pH<5,5 h / dan (day)	0,8	1,0	2,0
<b>Prinos mleka i sastav mleka / Milk yield and composition</b>			
Aktuelna proizvodnja, kg / dan / Milk yield, kg / day	32,1	32,4	31,5
4% MKM, kg / dan / 4% FCM, kg / day	30,1	30,7	29,5
Mlečna mast, % / Milk fat	3,65	3,66	3,65
Protein mleka, % / Milk protein	3,30	3,23	3,24
<b>Ukupna aktivnost žvakanja / Total chewing activity</b>			
min / dan / min / day	747,9	696,9	642,2
min / kg SM / min / kg DM	30,3	28,9	38,5
min / kg NDF	95,6	94,9	90,7

peNDF<sub>3s</sub> and peNDF<sub>2s</sub> – Sadržaj fizički efektivnih vlakna determinisan na osnovu učešća frakcija obroka koje ostaju na 3 odnosno 2 sita PSPS-sistema, i sadržaja NDF u obroku.

peNDF<sub>3s</sub> and peNDF<sub>2s</sub> – Determined concentration of physically effective fiber in diet based on proportion of particles retained on 3 or 2 sieves of PSPS, and on dietary NDF content.

peNDF<sub>3s-ndf</sub> and peNDF<sub>2s-ndf</sub> – Sadržaj fizički efektivnih vlakna u obroku determinisan na osnovu proporcije NDF koji ostaje na 3 odnosno 2 sita PSPS-sistema.

peNDF<sub>3s-ndf</sub> and peNDF<sub>2s-ndf</sub> – Physically effective fiber determined as the proportion of NDF retained on two or on three sieves of the PSPS.

Efekat različite koncentracije peNDF u obroku krava na početku laktacije (3 različita stepena usitnjenosti kukuruzne silaže, teoretska dužina odsečaka 19,1, 11 i <11 mm), na proizvodne i fiziološke pokazatelja krava holštajn rase, ispitali su Yang i Beauchemin (2005). Sadržaj peNDF u SM kompletnog mešanog obroka bio je 11,5 10,3 i 8,9% (meren PPSU-uređajem, sa 2 sita, otvori promera 19 i 8 mm). Smanjenje dužine odsečka kukuruzne silaže, ne utiče na konzumiranje SM obroka, dok statistički značajno utiče na smanjenje konzumiranja peNDF. Izuzev skroba, prividna svarljivost hranljivih materija se povećava, sa povećanjem koncentracije peNDF u obroku. Svarljivost vlakana je u većoj meri uslovljena sadržajem peNDF u obroku, u odnosu na svarljivost drugih hranljivih materija. Veličina čestica u obroku, iskazana kroz peNDF, u pozitivnoj je korelaciji sa svarljivošću hranljivih materija, kada je nivo peNDF u obroku nizak. Varenje skroba pomera se iz rumena, u tanka creva, sa povećanjem veličine čestica u obroku, bez uticaja na ukupnu svarljivost skroba (Grubić, 1998). Sa smanjenjem veličine odrezaka silaže kukuruza, smanjuje se količina OM koja fermentiše u rumenu. Iz tog razloga je i proporcionalno učešće N nerazgradivog u rumenu, u odnosu na ukupni N u obroku, veće u obrocima sa većim stepenom usitnjenosti silaže kukuruza. Krave koje su konzumirale obrok sa krupnije seckanom silažom kukuruza, imale su za 1,6 kg veću proizvodnju mleka, u odnosu na grla koja su konzumirala obrok sa sitnije seckanom silažom. Prinos mleka je pokazatelj, koji je manje osetljiv na efekte sadržaja peNDF u obroku, u odnosu na neke druge, kao što je svarljivost.

Smanjenje dužine odsečaka kukuruzne silaže (teoretska dužina odsečaka 22,3 i 4,8 mm) u kompletnom mešanom obroku za krave holštajn rase na početku laktacije, nije značajno uticalo na konzumiranje SM obroka (Kononoff i Heinrichs, 2003a). Smanjenje dužine odsečaka, uticalo je značajno na smanjenje vremena preživanja. Svarljivost SM je bila veća kod krava koje su konzumirale obrok sa krupnije seckanom silažom kukuruza. Stepent ispunjenosti buraga, nije se razlikovao između tretmana, kao ni ruminalna koncentracija isparljivih masnih kiselina i odnos acetat : propionat. Nije bilo značajnih razlika u pogledu proizvodnje mleka i procenta mlečne masti (sadržaj i prinos mlečne masti pokazao je tendenciju smanjenja, sa većom usitnjenošću obroka). Veća je verovatnoća pojave smanjenja sadržaja masti u mleku, kada je sadržaj NDF ispod minimalne potrebne vrednosti, dok je koncentracija NDF u konkretnim obrocima bila u skladu sa normativima NRC (2001). Registrovana je nešto veća razlika u pogledu produkcije proteina mleka. Procenat i prinos proteina mleka je pokazao tendenciju povećanja, sa povećanjem stepena usitnjenosti silaže kukuruza. Slični rezultati su navedeni i u drugim studijama (Clark i Armentano, 1999), i tumače se većom ruminalnom svarljivošću skroba, jer je utvrđena pozitivna korelacija sadržaja proteina u mleku sa dostupnom energijom u obroku.

Smanjenje sadržaja peNDF u obroku, utiče na smanjenje svarljivosti vlakana, usled smanjenja celulolitičke aktivnosti u rumenu. Intenzitet celulolitičke aktivnosti u rumenu se smanjuje sa smanjenjem pH vrednosti sadržaja ispod 6,0. Koncentracija peNDF u obroku, mnogo je značajnija za svarljivost vlakana (čije varenje u crevima je ograničeno), nego za svarljivost skroba, čija manja svarljivost u rumenu, može biti kompenzovana većom svarljivošću u crevima (Stojanović i sar. 2008).

Stepen usitnjenosti kabastih hraniva u kompletnom mešanom obroku za krave u laktaciji, ne utiče na konzumiranje SM, ako je učešće koncentrata u SM obroka iznad

40%. Pri ishrani krava obrocima sa visokim udelom kabaste hrane, ili ako se koristi kabasta hrana lošeg kvaliteta, veći stepen usitnjenosti utiče na povećanje konzumiranja SM obroka (Stojanović i sar. 2009a).

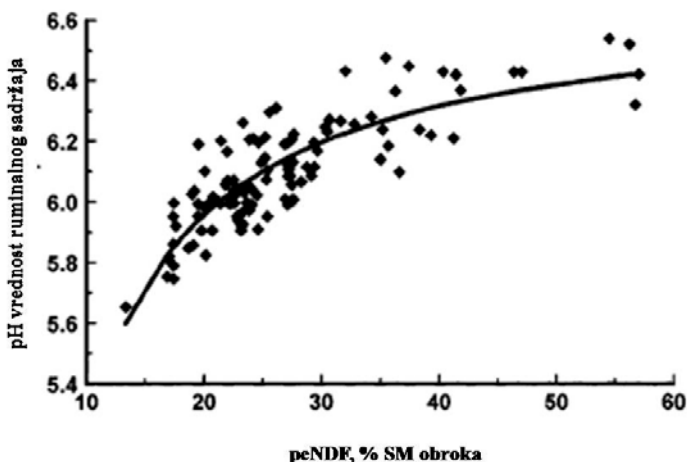
Efekat veličine čestica kompletno mešanog obroka za krave u laktaciji, na procenat mlečne masti, javlja se u uslovima kada je nivo NDF u obroku ispod minimalnih potreba (25% NDF, i 19% NDF iz kabaste hrane u SM obroka, *NRC, 2001*).

Mertens (1997) navodi da koncentracija peNDF u obrocima za krave u ranoj i srednjoj laktaciji treba da iznosi 20% SM, da bi sadržaj masti u mleku bio održan na nivou 3,4%. Koncentracija peNDF u SM obroka treba da iznosi 22%, čime se postiže da prosečna pH vrednost buražnog sadržaja bude 6.

Efekat dužine odsečaka senaže lucerke i silaže kukuruza (19 i 10 mm) na proizvodnju mleka i fermentaciju u rumenu, kod krava holštajn rase, u drugoj fazi laktacije, ispitivali su Bhandari i sar. (2007). Smanjenje dužine odsečaka, smanjuje udeo SM senaže i silaže, koji se zadržava na sitima otvora promera 19 i 8 mm, sa 84,4 na 75,0%, i sa 89,0 na 75,9%, respektivno. Dužina odsečaka senaže lucerke nije uticala na konzumiranje SM obroka, dok je veća usitnjenost silaže kukuruza uticala na povećanje konzumiranja SM obroka. Smanjenje dužine odsečaka kukuruzne silaže, imalo je veći efekat na povećanje konzumiranja SM obroka koji je sadržao krupniju senažu lucerke.

**Graf. 1.** Uticaj koncentracije peNDF u SM obroka, na pH vrednost ruminalnog sadržaja (*Mertens, 1997*)

*Effect of dietary peNDF concentration of ruminal pH (Mertens, 1997)*



Dužina odrezaka senaže lucerke i silaže kukuruza nije uticala na prinos mleka, mlečne masti, proteina mleka, sadržaj masti i proteina u mleku. Analizom raspodele frakcija nekonzumiranog ostatka obroka, utvrđeno je veće učešće frakcije čestica krupnijih od 19 mm, nego u originalnom obroku. Navedeno ukazuje da krave nerado konzumiraju krupnije čestice kabastih hraniva, pogotovu kukuruzne silaže, gde ovu frakciju uglavnom čine neukusne i teško svarljive kočanke, koje krave izbegavaju da konzumiraju (Đorđević i sar. 2003). Na taj način je smanjeno konzumiranje peNDF, odnosno konzumirana hrana ima manji sadržaj fizički efektivnih vlakana u odnosu na originalni obrok.

Krause i Combs (2003), ispitivali su uticaj stepena usitnjenosti senaže lucerke (5,3 i 2,7 mm) i silaže kukuruza (5,6 i 2,8 mm) u kompletnom obroku, na performanse krava u sredini laktacije. Veća usitnjenost kabastih hraniva smanjuje konzumiranje SM (23,3 i 21,6 kg) i OM (22,0 i 20,2 kg) obroka. Smanjenje prosečne veličine čestica, povećava proizvodnju mleka (41,0 prema 42,3 kg), uprkos smanjenom konzumiranju SM. Veća usitnjenost silaže kukuruza i senaže lucerke, dovodi do smanjenja procenta mlečne masti, kada su oba hraniva uključena u kompletni obrok, dok nije bilo efekta ako je u obrok bila uključena samo senaža lucerke.

Smanjenje koncentracije peNDF u obroku, dovodi do većeg smanjenja procenta mlečne masti, ako je u pitanju obrok sa manjim sadržajem peNDF, i nižom ruminalnom pH, u odnosu na obroke sa većom koncentracijom peNDF i većom pH vrednošću (Mertens, 1997).

Povećanje sadržaja peNDF, smanjuje koncentraciju isparljivih masnih kiselina (IMK) u rumenu. Ovo može biti povezano sa pozitivnim efektom na pokretljivost zida rumena, i povećanjem intenziteta resorpcije IMK. Odnos molarne koncentracije acetat:propionat, u pozitivnoj je korelaciji sa sadržajem NDF iz kabaste hrane u obroku, a u negativnoj sa sadržajem nestrukturnih ugljenih hidrata (Zebeli i sar., 2006). Smanjenje veličine čestica obroka, može uticati na povećanje koncentracije IMK u rumenu, povećanjem dostupne površine za pričvršćivanje mikroorganizama rumena za čestice hrane, kao i smanjenom produkcijom pljuvačke, i smanjenim intenzitetom pasaže tečne faze buraznog sadržaja. Takođe, veća usitnjenost kabaste hrane, dovodi i do smanjene produkcije IMK u rumenu, zbog povećanog intenziteta pasaže čvrste faze buraznog sadržaja.

Sudweeks i sar. (1981) navode da obrok za krave u laktaciji treba da obezbedi aktivnost žvakanja od 30 min/kg SM, u cilju obezbeđenja dovoljnog sadržaja mlečne masti. Obezbeđenje 3,6% mlečne masti, zahteva aktivnost žvakanja 744 min/dan, ili 36,1 min/kg SM obroka, što se obezbeđuje konzumiranjem 5,01 kg peNDF/dan, odnosno sa 24% peNDF u SM obroka za krave u laktaciji (Mertens, 1997). Beauchemin i Yang (2005), su utvrdili linearno povećanje ukupnog vremena žvakanja kod krava sa 702 na 783 min/dan, a vreme preživljanja sa 441 na 494 min/dan, sa povećanjem peNDF<sub>8,0</sub> u SM obroka sa 8,9 na 11,5%. Autori su izveli zaključak da je potreban nivo peNDF<sub>8,0</sub> u SM obroka iznad 10%, da bi se obezbedila dovoljna aktivnost žvakanja. Frakcije kompletno mešanog obroka >19,0 mm, su dva puta efikasnije u stimulanju preživljanja i u doprinosu formiranju gornjeg suvljeg i grubljeg sloja ruminalnog sadržaja, nego čestice obroka veličine između 8 i 19 mm, dok čestice sitnije od 8 mm imaju svega petinu efektivnosti u odnosu na one veličine 8-19 mm.

Obroci u kojima je učešće frakcije čestica >19 mm, manje od 7%, povećavaju rizik da dođe do pojave subakutne ruminalne acidoze kod krava, pogotovu ako su obroci na granici ili ispod, u pogledu hemijskog sadržaja vlakana. Povećanje koncentracije hemij-



skih vlakana, može u određenoj meri kompenzovati preveliku usitnjenost obroka. Kompletan mešani obrok sa prevelikim učešćem najkrupnije frakcije, takođe može povećati rizik od pojave subakutne ruminalne acidoze. Pogotovu je to slučaj sa TMR-om zasnovanim na krupnije seckanoj kukuruznoj silaži (teoretska dužina odsečaka 14 i 11 mm), kada krave izbegavaju krupnije čestice koje su manje ukusne i manje svarljive, a biraju sitnije odsečke, i usitnjeno zrno. Ovaj efekat sortiranja - biranja frakcija iz TMR-a koje krave konzumiraju, je manje izražen kod kompletnih obroka sa sitnije seckanom kukuruznom silažom (8,1 i 5,5 mm), (Zebeli i sar. 2006).

## **Zaključak**

Fizičke karakteristike obroka za krave u laktaciji uslovljene su odnosom kabastog i koncentrovanog dela obroka, tipom kabaste hrane i koncentrata, i prosečnom veličinom čestica hraniva. Koncept fizički efektivnih vlakana povezuje hemijske karakteristike kabastih hraniva i stepen usitnjenosti u obroku, izražavajući njihovu vrednost za aktivnost žvakanja i funkciju buraga. Stepem usitnjenosti silaže kukuruza kao osnovnog kabastog hraniva u obroku za visokoproizvodne mlečne krave u velikoj meri definiše fizičku efektivnost kompletnih obroka i značajno utiče na fiziološke i proizvodne osobine krava u laktaciji. Odgovarajuća usitnjenost kabastih hraniva u kompletnom obroku predstavlja značajan parametar pri formulisanju obroka, koji treba razmatrati ravnopravno sa njegovim hemijskim sastavom.

## **Literatura**

1. *Bhandari, S.K., Ominski, K.H., Wittenberg, K.M., Plaizier, J.C. (2007):* Effects of chop length of alfalfa and corn silage on milk production and rumen fermentation of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 2355-2366.
2. *Clark, P.W., Armentano, L.E. (1999):* Influence of particle size on the effectiveness of fiber in corn silage. *J. Dairy Sci.* 82: 581-588.
3. *Đorđević, N., Dinić, B., Grubić, G., Aleksić, D., Glamočić, D. (2003):* Uticaj korišćenja različitih vrsta silaža na produkciju i hemijski sastav mleka. *Mlekarstvo*, br. 24: 842-849.
4. *Grubić, G., Pavličević, A., Đorđević, N., Adamović, M. (2000):* Balansiranje ugljenih hidrata u obrocima za krave. *J.Sci.Agric.Research* 61, 211 (2000/1-2) 31-41.
5. *Grubić, G., Đorđević, N., Radivojević, M. (1999):* Fizičke osobine vlakana u obrocima za krave. *Arhiv za poljoprivredne nauke* No 210, Vol.60, br. 1-2., str. 61-72.
6. *Grubić, G. (1998):* Uloga skroba u obrocima za visokoproizvodne krave. *Savremena poljoprivreda*, br.1-2, str. 181-187, Novi Sad.
7. *Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J., Buckmaster, D.R. (2003):* Modification of the Penn State forage and total mixed ration Particle Separator and the effects of moisture content on its measurement. *J. Dairy Sci.* 86: 1858-1863.
8. *Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. (2003a):* The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86: 2438-2451.

9. Krause, K.M, Combs, D.K. (2003): Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows. *J. Dairy Sci.* 86: 1382-1397.
10. Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., Heinrichs, A.J. (1996): A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 79: 922-928.
11. Mertens, D.R. (1997): Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80:1463-1482.
12. *National Research Council (2001): Nutrient Requirements of Dairy Cattle 7<sup>th</sup> Revised Edition.* National Academy Press. Washington, D.C.
13. Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A. (2009): Fizička forma kabastih hraniva i kompletnog obroka za krave u laktaciji. 23. Savetovanje agronoma, veterinarina i tehnologa, Institut PKB-Agroekonomik Beograd. Zbornik naučnih radova Vol.15, No 3-4, str. 47-55.
14. Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A., Ivetić, A. (2009): Chemical and Physical Quality of Forages for Dairy Cows Nutrition. 13. Symposium Feed Technology, Proceedings, pp.217-228. Institute for food Technology in Novi Sad, International Feed Industry Federation. Novi Sad, 2009.
15. Stojanović, B., Grubić, G. (2008): *Ishrana Preživara-Praktikum.* Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni Fakultet, 2008.
16. Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A. (2008): Alfalfa haylage particle size in total mixed ration for lactating cows. *Biotechnology in Animal Husbandry* 24 (spec.issue), p. 423-433.
17. Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Glamočić, D., Lević, J., Sredanović, S. (2008a): Stepen usitnjenosti kabastih hraniva u kompletnom obroku za krave u laktaciji. Simpozijum-stočarstvo, veterinarstvo, i ekonomika u proizvodnji zdravstveno bezbedno hrane. Zbornik kratkih sadržaja str.179. Univerzitet u Novom Sadu Poljoprivredni fakultet.
18. Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N. (2002): Hranidbene karakteristike vlakana u obrocima za krave. *Biotechnology in Animal Husbandry* 18(5-6), p. 221-229, 2002.
19. Sudweeks, E.M., Ely, L.O., Mertens, D.R., Sisk, L.R. (1981): Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. *J. Anim. Sci.* 53: 1406.
20. Yang, W.Z., Beauchemin, K.A. (2006): Physically effective fiber: Method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 2618-2633.
21. Yang, W.Z., Beauchemin, K.A. (2005): Effects of physically effective fiber on digestion and milk production by dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 88: 1090-1098.
22. Zebeli, Q., Tafaj, M., Steingass, H., Metzler, B., Drochner, W. (2006): Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 89: 651-668.



UDC: 636.084.42: 633.15+636.085.52

Review paper

## **EFFECTS OF CORN SILAGE CUT LENGTH AND PHYSICALLY EFFECTIVE FIBER IN HIGH-YIELDING DAIRY COWS NUTRITION**

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

### **Summary**

The minimal content of physically effective fiber is necessary in diets for lactating cows. Physically effective fiber (peNDF) stimulates chewing activity during eating and ruminating, salivation and reticulorumen contractions. The concentration of peNDF in total mixed rations for high-producing cows affects animal health, rumen fermentation, feed intake, nutrient digestibility, milk yield and composition. Efficient system for determination of peNDF content in forages (corn silage and alfalfa haylage) and total mixed ration (TMR) for lactating cows is based on using Penn State Particle Separator (PSPS) sieve system. The cut length of corn silage mostly determines physical effectiveness of TMR and significantly affects physiological and production performances of lactating cows. A proper chop length of forages as part of total mixed ration is significant parameter for diet formulating that should be consider equally with chemical composition.

**Key words:** cows, nutrition, corn silage, physically effective fiber.

---

\* Bojan Stojanović, M.Sc., assistant, Goran Grubić, Ph.D., professor, Nenad Đorđević, Ph.D., professor, Aleksa Božičković, B.Sc., assistant, Aleksandra Ivetić, B.Sc., associate, Faculty of Agriculture, Zemun - Belgrade.

Paper is accomplished as a part of scientific and technological project TR-20106 of the Ministry of Science, Republic of Serbia.