

ФИЗИЧКА ЕФЕКТИВНОСТ КАБАСТИХ ХРАНИВА У ОБРОЦИМА ЗА КРАВЕ У ЛАКТАЦИЈИ И МЕТОДЕ ЗА ДЕТЕРМИНИСАЊЕ

Бојан Стојановић¹, Горан Грубић, Ненад Ђорђевић, Алекса Божичковић

Резиме

Садржај физички ефективних влакана-*reNDF* у хранивима и оброцима је функција концентрације *NDF* и фактора физичке ефективности (*ref*). У истраживању су поређене методе за детерминисање, као и ефекат четири различита степена уситњености силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке за краве у лактацији, на физичку ефективност и садржај физички ефективних влакана. Систем сита-Penn State Particle Separator-*PSPS*, оригинални са два и модификовани са три сита, је коришћен за детерминисање садржаја *reNDF* у кабастих хранивима за краве у лактацији. Коришћена су два метода за утврђивање концентрације *reNDF*: метод заснован на мерењу пропорције суве материје узорка који преостаје на ситима (фактор физичке ефективности) и просечном садржају *NDF* у храниву; метод заснован на детерминисању дела укупног садржаја *NDF* у просејаваном узорку хранива који преостаје на ситима *PSPS*-уређаја. Концентрација *reNDF* утврђена применом система са три сита је знатно већа у поређењу са вредностима добијеним коришћењем система са два сита. Смањење дужине одсечка силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке, доводи до смањења њихове физичке ефективности у исхрани крава у лактацији, и редуковања садржаја физички ефективних влакана. Коришћење оригиналног *PSPS*-система сита за детерминисање *ref* и садржаја *reNDF*, у већој мери одражава степен уситњености кабастих хранива. Утврђене су високе вредности за корелације између степена уситњености кабастих хранива и њихове физичке ефективности у исхрани крава у лактацији, као и са садржајем физички ефективних влакана.

Кључне речи: краве, исхрана, кукурузна силажа, сенажа луцерке, физички ефективна влакна

Увод

При формулисању оброка за високопроизводне краве у лактацији, концентрација *NDF* представља сврсисходан показатељ за регулисање односа кабастог и концентрованог дела оброка. Међутим, коришћење концентрације *NDF* као чистог хемијског показатеља садржаја влакана у оброку, уопште не указује на суптилније карактеристике влакана, а то су њихов значај за кинетику варења, и пасаже дигесте, односно на њихове физичке карактеристике (Стојановић и сар. 2009). Физичке карактеристике влакана постају нарочито критичне при формулисању висококонцентрованих оброка. Могућност да формулисани оптимални оброк подмири хранидбене потребе високопроизводних млечних крава, зависи како од његових хемијских тако и од физичких карактеристика (Стојановић и сар. 2002). Физичке карактеристике оброка за краве у лактацији условљене су односом кабастог и концентрованог дела оброка, типом кабасте хране и концентрата, и просечном величином честица хранива. Одговарајућа уситњеност кабастих хранива у оброку

¹ Др Бојан Стојановић, доцент, Др Горан Грубић, редовни професор, Др Ненад Ђорђевић, ванредни професор, дипл.инж. Алекса Божичковић, асистент Универзитет у Београду Пољопривредни Факултет

представља значајан параметар при формулисању оброка, који треба разматрати равноправно са његовим хемијским саставом и хранљивом вредношћу (*Стојановић и сар. 2008*).

Концепт ефективних влакана повезује хемијске карактеристике кабастих хранива, и степен уситњености у оброку, изражавајући њихову вредност за активност жвакања и функцију бурага. Физички ефективна влакна (reNDF) представљају влакна у оброку крава која ефективно стимулишу лучење пљувачке и преживање (*Mertens, 1997*). Садржај reNDF у храниву је функција концентрације NDF и фактора физичке ефективности (ref). Вредност за ref, креће се од 0, када NDF из хранива није ефективан у стимулисању жвакања, до вредности 1, када NDF максимално стимулише жвакање. Из разлога што је садржај reNDF у храниву, или оброку, условљен са концентрацијом NDF, величином честица и степеном уситњености хранива, reNDF је повезан са формирањем грубље, сувље фазе руминалног садржаја, од кога зависи селективно задржавање влакана у румену, динамика руминалне ферментације и пасаже, и стимулисање процеса преживања. Садржај reNDF у оброку утиче на руминалну рН вредност и обим и интензитет ферментације у румену. Адекватна концентрација reNDF у оброку за краве у лактацији спречава појаву субклиничке руминалне ацидозе, смањење процента млечне масти, руминалну паракератозу, измештање сиришта, ламинитис, синдром дебелих крава (*Стојановић и Грубић, 2008*).

У оброку крава је неопходно присуство минималног садржаја ефективних влакана. Кабаста хранива, са одговарајућом физичком формом, обезбеђују влакна у форми, која се значајно разликује од NDF из концентрованих хранива. Краве које конзумирају оброке са довољним садржајем NDF-а, али из фино уситњених кабастих хранива испољавају исте метаболичке поремећаје као и грла на оброцима дефицитарним у влакнима (*Грубић и сар. 1999*). Минимална неопходна количина NDF у оброку за краве у лактацији (комплетно мешани оброк TMR) треба да износи 25% у сувој материји (CM) оброка, под условом да 19% потиче из кабастих хранива (*NRC, 2001*). Минимални садржај влакана у оброку се повећава, са смањењем учешћа NDF из кабасте хране, као и са повећањем степена уситњавања кабастих хранива. *Mertens (1997)* наводи да концентрација reNDF у оброцима за краве у раној и средњој лактацији треба да износи 20% CM, да би садржај масти у млеку био одржан на нивоу 3.4%. Концентрација reNDF у CM оброка треба да износи 22%, чиме се постиже да просечна рН вредност буражног садржаја буде 6.

Још увек није недвосмислено утврђен и препоручен метод мерења фактора физичке ефективности (ref) NDF-а, за конкретан оброк, или кабасто храниво. Практичан систем за утврђивање степена уситњености, односно физичке ефективности кабастих хранива (силажа кукуруза и сенажа луцерке) и комплетних оброка за краве у лактацији, као и концентрације reNDF, заснива се на примени система сита Penn State Particle Separator (PSPS), и то коришћењем оригиналног PSPS-система са 2 сита (19 и 8 mm, *Lammers и сар. 1996*) и модификованог система са 3 сита (19, 8 и 1,2 mm, *Kononoff и сар. 2003*). У нашим условима производње ово је нов метод и приступ формулисању оброка за високопроизводне млечне краве, који се још увек практично не примењује. Самим тим су и комплетни оброци за млечна грла, данас са аспекта физичке форме *ad hoc* формулисани, што се одражава на здравље крава, производне резултате, дужину коришћења у производњи и економску ефикасност производње млека.

Циљ овог истраживања био је да детерминише ефекат степена уситњености-дужине одсецака кабастих хранива – силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке, на њихову физичку ефективност, и садржај физички ефективних влакана reNDF.

Материјал и метод рада

У раду је испитиван утицај четири различита степена уситњености силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке на њихову физичку ефективност (фактор физичке ефективности-ref) и садржај reNDF. Истраживање је изведено на 4 газдинства Пољопривредне Корпорације Београд-ПКБ. За припрему силаже целе биљке кукуруза коришћен је хибрид Рубин-Институт ПКБ Агроекономик, Београд, при садржају СМ у целој биљци од 30%. Теоретска дужина одсечака силиране масе је била 22, 19, 16 и 8 mm. Свежа исецкана маса је силирана у бетонским сило-тренчевима капацитета 700t, који су покривени непровидном пластичном фолијом, у периоду од 3 месеца до момента отварања. Сенажа луцерке је припремљена од провенутог, првог откоса луцерке, сорта-НС Медиана ЗМС V, Институт за ратарство Нови Сад, која је кошена у фази раног цветања. Теоретска дужина одсечака је била је била 22, 19, 16 и 8 mm. Исецкана маса је силирана у бетонским сило-тренчевима, покривеним непровидном пластичном фолијом, капацитета 450t, уз додаток бактеријског инокуланта (Sil-All, Alltech), у периоду од 7 месеци, до момента отварања.

Након отварања сило-тренчева, на по 10 узорак је коришћењем система сита (Penn State Particle Separator-PSPS), утврђена расподела фракција узорака-просејаваног материјала, на појединим ситима – отвори сита 19, 8 и 1,2mm. Садржај физички ефективних влакана је детерминисан применом једне од наведених метода (*Yang и Beauchemin, 2006*):

1. Метод који се заснива на утврђивању удела СМ која преостаје на три сита модификованог PSPS уређаја (сита са отворима дијаметара: 19,0mm, 8mm и 1,2mm), односно фактора физичке ефективности (ref), и просечном садржају NDF у оброку.
2. Метод који се заснива на детерминисању пропорције NDF који преостаје на три сита PSPS уређаја.
3. Метод који се заснива на утврђивању удела СМ која преостаје на два сита оригиналног PSPS уређаја (сита са отворима дијаметара: 19,0mm и 8mm), односно фактора физичке ефективности (ref), и просечном садржају NDF у оброку.
4. Метод који се заснива на утврђивању удела NDF који преостаје на два сита PSPS уређаја.

Хемијске анализе узорака хранива, урађене су у Лабораторији за Исхрану домаћих и гајених животиња, Пољопривредног Факултета, Универзитета у Београду. Урађена је стандардна хемијска анализа узорака хранива као и детерцент анализа (NDF, ADF). У циљу утврђивања физичке ефективности и садржаја физички ефективних влакана (reNDF) у силажи целе биљке кукуруза и сенажи луцерке, одређен је садржај суве материје и NDF и у појединим PSPS-фракцијама силаже и сенаже.

Резултати анализе и дискусија

Резултати хемијске анализе кукурузне силаже и сенаже луцерке дати су у табели 1.

Табела 1. Хемијски састав силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке, % СМ

Показатељ	Кукурузна силажа	Сенажа луцерке
Сува материја, %	31,45	45,23
Сирови протеин, % СМ	7,45	19,38
Неутрална детергентска влакна-NDF, % СМ	47,03	43,63
Кисела детергентска влакна-ADF, % СМ	29,79	32,45
Невлакнасти угљени хидрати, % СМ	38,55	23,33
Сирова маст, % СМ	3,08	3,57
Сирови пепео, % СМ	3,89	10,09
Млечна киселина, % СМ	4,15	3,68
Сирћетна киселина, % СМ	2,94	2,38
Бутерна киселина, % СМ	-	-
рН	4,02	4,85

Кукурузна силажа и сенажа луцерке су на основу садржаја нижих масних киселина и рН вредности, оцењене као силаже врло доброг квалитета (I-класа квалитета).

Расподела појединих фракција честица кабастих хранива: силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке детерминисана је коришћењем Penn State Particle Separator-а уз примену три (*Kononoff u cap. 2003*) и два сита (*Lammers u cap. 1996*).

Табела 2. Расподела PSPS-фракција честица кукурузне силаже и сенаже луцерке, % СМ

Показатељ	Дужина одсечака			
	Дугачак	Средње дугачак	Средње кратак	Кратак
Кукурузна силажа				
> 19,0 mm	8,8	3,3	3,7	1,7
19,0 – 8,0 mm	62,4	65,9	64,2	58,8
8,0 – 1,18 mm	26,9	29,1	29,5	36,8
< 1,18 mm	1,9	1,7	2,6	2,7
Сенажа луцерке				
> 19,0 mm	19,5	21,5	17,1	12,8
19,0 – 8,0 mm	41,2	34,3	36,6	37,7
8,0 – 1,18 mm	29,6	35,1	35,1	38,7
< 1,18 mm	9,7	9,1	11,2	10,8

Из учешћа појединих PSPS фракција силажа кукуруза, за поједине третмане, може се извући генерални закључак да је учешће 2. фракције (величина честица 19,0-8,0mm), на горњој граници оптималне вредности, код свих третмана, (*Heinrichs u Kononoff, 2002*), док је учешће 3. фракције (величина честица 8,0-1,18mm) испод доње оптималне вредности. Највећа уситњеност кукурузне силаже указује на мању заступљеност најкрупније фракције честица (> 19,0mm) у односу на оптималне препоруке.

Када је у питању расподела фракција сенаже луцерке, за поједине третмане, као закључак се намеће мање учешће 2. фракције честица сенаже, у односу на оптимални интервал, као и веће учешће 3. и 4. фракције, у односу на препоручене вредности.

Табела 3. Оптимална дистрибуција честица кабастих хранива (*Heinrichs u Kononoff, 2002*).

Величина одсечака	Силажа целе биљке кукуруза	Сенажа	Комплетно мешани оброк
> 19 mm	3 – 8 %	10 – 20 %	2 – 8 %
8 – 19 mm	45 -65 %	45 – 75 %	30 – 50 %
1,2 - 8 mm	30 - 40 %	20 – 30 %	30 – 50 %
< 1,18 mm	< 5 %	< 5 %	≤ 20 %

Утврђене вредности за фактор физичке ефективности кабастих хранива (ref), при различитом степену уситњености, као и вредности за садржај физички ефективних влакана ($peNDF$), добијених из производа ref и просечног садржаја NDF у храниву ($peNDF_{3s}$ и $peNDF_{2s}$), као и добијених на основу пропорције NDF који преостаје на ситима PSPS-система ($peNDF_{3s-ndf}$ и $peNDF_{2s-ndf}$), дате су у табели 4.

Табела 4. Фактори физичке ефективности (ref) и садржај физички ефективних влакана ($peNDF$) кукурузне силаже и сенаже луцерке, % СМ

Показатељ	Дужина одсечака			
	Дугачак	Средње дугачак	Средње кратак	Кратак
Кукурузна силажа				
ref_{3s}	0,98	0,98	0,97	0,97
ref_{2s}	0,71	0,69	0,68	0,61
$peNDF_{3s}$	46,09	46,09	45,62	45,62
$peNDF_{3s-ndf}$	46,46	46,42	46,13	46,10
$peNDF_{2s}$	33,39	32,45	31,98	28,69
$peNDF_{2s-ndf}$	36,06	33,78	33,00	29,70
Сенажа луцерке				
ref_{3s}	0,90	0,91	0,89	0,89
ref_{2s}	0,61	0,56	0,54	0,51
$peNDF_{3s}$	39,27	39,70	38,83	38,83
$peNDF_{3s-ndf}$	40,42	41,12	40,22	40,38
$peNDF_{2s}$	26,61	24,43	23,56	22,25
$peNDF_{2s-ndf}$	29,01	26,28	25,81	23,92

Добијене вредности за факторе физичке ефективности кукурузне силаже и сенаже луцерке, коришћењем новог PSPS-система са 3 сита, су уједначене између третмана са различитим степеном уситњености. Смањење вредности ref_{3s} са повећањем степена уситњености кукурузне силаже износи 1,02%, док смањење вредности ref_{2s} износи 14,08%. Утврђено смањење вредности ref_{3s} са смањењем дужине одрезака сенаже луцерке износи 2,20%, док је вредности ref_{2s} мања за 16,391%. Фактори физичке ефективности силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке са различитим степеном уситњености, добијени применом оригиналног PSPS-уређаја са 2 сита, налазе се у знатно већем интервалу вредности. Фактори физичке ефективности кукурузне силаже и сенаже луцерке, добијени коришћењем оригиналног система сита (ref_{2s}), су у већој корелацији са степеном уситњености хранива ($r=0,99$, односно $r=0,93$, респективно), у односу на ref_{3s} ($r=0,82$, односно $r=0,65$).

Yang u Beauchemin (2006) су поредили резултате мерења расподела фракција силаже целе биљке кукуруза (теоретска дужина одсечака: 28,6, 15,9 и 4,8 mm) коришћењем

оригиналне верзије PSPS-система сита са 2 сита, и модификоване верзије PSPS-система сита са 3 сита. Вредности за реф добијене применом модификоване верзије PSPS-система сита, веће су у односу на оне које предвиђа оригинална верзија PSPS-уређаја. Такође резултати за реф показују знатно већи опсег варирања, за различите степене уситњености силаже кукуруза (0,72-0,41), у односу на вредности које су добијене коришћењем модификованог PSPS-система сита (0,93-0,96). Аутори закључују да коришћење оригиналног Penn State Particle Separator - система са 2 сита, пружа најреалнију слику физичке ефективности оброка, потенцијала оброка да стимулише жвакање, и превенира руминалну ацидозу. *Soita u cap.* (2005) наводе да 99% силаже кукуруза преостаје на ситима, код PSPS-система са 3 сита, при чему није утврђена разлика у физичкој ефективности између кукурузне силаже са већом (19.1 mm) и мањом (9.5 mm) дужином одрезака. Није утврђена значајна разлика за вредност реф, између кукурузне силаже са мањим (22.3 mm) и већим (4.8 mm) степеном уситњености (*Kononoff u Heinrichs 2003*).

Утврђене вредности за садржај физички ефективних влакана, су знатно веће при коришћењу новог, у односу на оригинални PSPS-систем сита, и то просечно за 42,24% за кукурузну силажу, и чак за 57,88% за сенажу луцерке. Смањење вредности $reNDF_{3s}$ са повећањем степена уситњености кукурузне силаже износи 1,02%, смањење вредности $reNDF_{3s-ndf}$ свега 0,77%, док за $reNDF_{2s}$ износи 14,08%, односно $reNDF_{2s-ndf}$ за 17,64%. Смањење вредности $reNDF_{3s}$ са смањењем дужине одрезака сенаже луцерке износи 2,19%, смањење вредности $reNDF_{3s-ndf}$ свега 1,80%, док за $reNDF_{2s}$ износи 16,38%, односно $reNDF_{2s-ndf}$ за 17,55%. Коефицијенти корелације садржаја $reNDF$ са степеном уситњености силаже целе биљке кукуруза износе: за $reNDF_{3s}$, $r=0,82$; $reNDF_{3s-ndf}$, $r=0,86$; $reNDF_{2s}$, $r=0,99$; $reNDF_{2s-ndf}$, $r=0,99$. Коефицијенти корелације садржаја $reNDF$ са дужином одсецака сенаже луцерке износе: за $reNDF_{3s}$, $r=0,65$; $reNDF_{3s-ndf}$, $r=0,32$; $reNDF_{2s}$, $r=0,93$; $reNDF_{2s-ndf}$, $r=0,93$.

Добијене вредности за садржај физички ефективних влакана у кабастих хранивима, са различитим степеном уситњености су у складу са ранијим студијама. Резултати мерења садржаја $reNDF$ у силажи целе биљке кукуруза (теоретска дужина одсецака: 28,6, 15,9 и 4,8 mm) коришћењем PSPS-система са 2 сита, и модификоване верзије PSPS-система са 3 сита, указују да коришћење оригиналног Penn State Particle Separator система са 2 сита, пружа најреалнију слику садржаја физички ефективних влакана (*Yang u Beauchemin 2006*). Вредности за садржај $reNDF$ добијене применом модификоване верзије PSPS-система сита, веће су у односу на оне које предвиђа оригинална верзија PSPS-уређаја. Такође резултати за садржај $reNDF$ показују знатно већи опсег варирања, за различите степене уситњености силаже кукуруза: $reNDF_{2s}$ 35,2-17,4% и $reNDF_{2s-ndf}$ 38,2-19,8 %; у односу на вредности које су добијене коришћењем модификованог PSPS-система сита: $reNDF_{3s}$ 44,4-47% и $reNDF_{3s-ndf}$ 50,1-47,3 %.

Закључак

Повећање степена уситњености, односно смањење дужине одсецака силаже целе биљке кукуруза и сенаже луцерке, доводи до смањења њихове физичке ефективности у исхрани крава у лактацији, и редуковања садржаја физички ефективних влакана. Коришћење оригиналног PSPS-система сита за детерминисање реф и садржаја $reNDF$, у већој мери одражава степен уситњености кабастих хранива. Утврђене су високе вредности за корелације између степена уситњености кабастих хранива и њихове физичке ефективности у исхрани крава у лактацији, као и са садржајем физички ефективних влакана.

Захвалница

Ово истраживање је реализовано уз финансијску подршку Министарства за науку Републике Србије, кроз Пројекат технолошког развоја TP-31086.

Литература

- 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.
- Heinrichs, J., Kononoff, P. (2002). Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. <http://www.das.psu.edu/dairy/nutrition/pdf/evaluating-particle-size-of-forages.pdf>.
- 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.
- Kononoff, P.J., Heinrichs, A.J. (2003). The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. J. Dairy Sci. 86: 2438-2451.
- 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.
- Mertens, D.R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. J. Dairy Sci. 80:1463-1482.
- Soita, H.W., Fehr, M., Christensen, D.A., Mutsvangwa, T. (2005). Effects of corn silage particle length and forage:concentrate ratio on milk fatty acid composition in dairy cows fed supplemental flaxseed. J. Dairy Sci. 88:2813-2819.
- Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A., Ivetić, A.(2009). Chemical and physical quality of forages for dairy cows nutrition. 13. International Symposium Feed Technology, 29.09-1.10.2009., Novi Sad. Proceedings, 217-228, 2009.
- Stojanović, B., Grubić, G. (2008): Ishrana Preživara-Praktikum. Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni Fakultet, 2008.
- Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Božičković, A. (2008). Stepen usitnjenosti senaže lucerke u kompletnom obroku za krave u laktaciji. Biotechnology in Animal Husbandry 24 (spec.issue), p 423-433.
- Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N. (2002). Hranidbene karakteristike vlakana u obrocima za krave. Biotechnology in Animal Husbandry, 18, 5-6: 221-229.
- 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.

PHYSICALLY EFFECTIVENESS OF FORAGES IN RATIONS FOR DAIRY COWS AND METHODS FOR DETERMINATION

Bojan Stojanović¹, Goran Grubić, Nenad Đorđević, Aleksa Božičković

Abstract

The content of physically effective fiber-peNDF in feeds is a function of NDF concentration and physical effectiveness factor (pef). In study were compared methods for determination and effects of four different mean lengths of corn silage and alfalfa haylage for lactating cows on physical effectiveness and physically effective fiber content. Penn State Particle Separator (PSPS) sieve system, both, the original with 2 sieves (19 and 8 mm) as also modified PSPS with 3 sieves (19, 8 and 1.2 mm) were used for determination of peNDF content in forages for lactating cows. Two methods were applied for determination of peNDF content: method based on determining a portion of sample dry matter-DM retained by sieves of PSPS (physical effectiveness factor), and average sample NDF content on DM base; method based on determining a portion of total sample NDF content retained by PSPS-sieves. The peNDF contents estimated using modified PSPS with three sieves were markedly higher than those estimated with original PSPS. Reducing the cut length of corn silage and alfalfa haylage, decreases physical effectiveness as physically effective fiber content. Using the original PSPS with two sieves for determination of pef and peNDF greatly differentiate the forages with different cut length. High correlations were found between mean particle length of forages and their physical effectiveness in lactating cows nutrition as also with physically effective fiber content.

Key words: cows, nutrition, corn silage, alfalfa haylage, physically effective fiber

¹ PhD Bojan Stojanović, assistant professor, PhD Goran Grubić, full professor, PhD Nenad Đorđević, associate professor, B.Sc Aleksa Božičković, assistant
University in Belgrade Faculty of Agriculture