

**POVEZANOST BROJA SOMATSKIH STANICA I KEMIJSKOG  
SASTAVA KRAVLJEG MLIJEKA PROIZVEDENOG NA  
VELIKIM FARMAMA****M. Konjačić, Z. Ivkić, Nikolina Kelava, A. Ivanković, P. Mijić, Z. Luković,  
Jelena Ramljak****Sažetak**

Cilj ovog rada bio je utvrditi povezanost BSS-a s kemijskim sastavom svježeg kravljeg mlijeka. U tu svrhu analizirano je ukupno 37.738 uzoraka mlijeka s pet velikih mliječnih farmi. Uzorkovanje je provedeno BT metodom kontrole mlijeka u razdoblju od rujna 2004. do kolovoza 2006. BSS-A je određen fluoroopto-elektronskom metodom na uređajima Fossomatic FC 5000 i Somacount 500. Prosječan BSS iznosio je  $430 \times 10^3$ /ml mlijeka, a prosječne vrijednosti između farmi kretale su se od  $146 \times 10^3$  do  $595 \times 10^3$ /ml mlijeka. Manje od 400.000 BSS/ml utvrđeno je u 76,24 % analiziranih uzoraka mlijeka dok je u 16,16 % uzoraka BSS >600.000/ml. Utvrđene su značajne ( $P < 0,001$ ) korelacije između BSS i mliječne masti (0,11), bjelančevina (0,15), suhe tvari (0,04), laktoze (- 0,40) i bezmasne suhe tvari (-0,09). Dobiveni rezultati ukazuju na usku povezanost BSS s osnovnim kemijskim komponentama u svježem kravljem mlijeku proizvedenom na velikim mliječnim farmama.

Ključne riječi: broj somatskih stanica, kemijski sastav, korelacije, kravlje mlijeko

*Uvod*

Broj somatskih stanica (BSS) važan je pokazatelj higijenske kakvoće svježeg kravljeg mlijeka, te sudjeluje u formiranju otkupne cijene. Somatske stanice su kombinacija epitelnih stanica (70 %) iz sekrecijskog tkiva vimena i leukocita (30 %) iz krvotoka. Leukociti se sastoje od polimorfonuklearnih neutrofila (35-40 %), limfocita (20-25 %), makrofaga (20 %) i ostalih stanica (Meaney, 1989; Harmon, 1994). BSS je najraširenije prihvaćen kriterij kojim se procjenjuje zdravstveni status vimena mliječnih krava (Jones, 1998). U mlijeku proizvedenom iz zdravog vimena krava nalazi se od  $50 \times 10^3$  do

Mr. sc. Miljenko Konjačić, prof. dr. sc. Ante Ivanković, Nikolina Kelava, dipl. ing., Jelena Ramljak, dipl. ing., dr. sc. Zoran Luković, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb; Zdenko Ivkić dipl. ing. Hrvatski stočarski centar, Ilica 101, 10000 Zagreb; doc. dr. sc. Pero Mijić Poljoprivredni fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera, Trg Sv. Trojstva, 31000 Osijek. E-mail: [mkonjacic@agr.hr](mailto:mkonjacic@agr.hr)

$100 \times 10^3$  somatskih stanica/cm<sup>3</sup>, pri čemu se razina od  $200 \times 10^3$  somatskih stanica/cm<sup>3</sup> smatra granicom između zdrave i bolesne mliječne žlijezde (Skrzypek, 1996; Auldist i Hubble, 1998; Barrett, 2002). Infekcije vimena, odnosno mastitisi predstavljaju najskuplju bolest u mliječnim krava, a najveći gubici su posljedica smanjene proizvodnje mlijeka, pa je prema tome smanjena mliječna mast i bjelančevine (Skrzypek, 1996; Auldist i Hubble, 1998; Barrett, 2002). Povećani BSS različito djeluje na promjene osnovnog kemijskog sastava. Nekoliko istraživanja ukazuje na smanjenje koncentracije laktoze u mlijeku s povećanim BSS-om (Miller i sur., 1983; Rogers i sur., 1989; Auldist i sur., 1995, Silva i sur., 2000, cit. Fernandes i sur., 2004). Do značajnijeg smanjenja laktoze u mlijeku dolazi kada je BSS iznad 100 000/ml (Miller i sur., 1983). Ovu tezu potvrđuju Klei i sur. (1998), te navode da povećanje BSS s  $83 \times 10^3$ /ml na  $870 \times 10^3$ /ml utječe na smanjenje koncentracije laktoze s 4,977 % na 4,707 %. Utjecaj BSS na ukupne bjelančevine u mlijeku, odnosno na ukupne dušične tvari nije do kraja razjašnjen. Nekoliko istraživanja ukazuje da povećani BSS utječe na povećanje ukupnih bjelančevina u mlijeku (Miller i sur., 1983, Auldist i sur., 1995, Klei i sur., 1998; Pereira i sur., 1999, cit. Fernandes i sur., 2004). Međutim, u istraživanjima Mitchell i sur. (1986), te Verdi i sur. (1987) ne uočavaju se razlike u sadržaju ukupnih bjelančevina u mlijeku s povećanim BSS-om, dok Rogers i sur. (1989) i Lee i sur. (1991) ukazuju da je u mlijeku s povećanim BSS-om došlo do smanjenja ukupnih bjelančevina. Sadržaj mliječne masti varira gotovo identično kao i ukupne bjelančevine u mlijeku, pri čemu korelacije između postotka mliječne masti i BSS mogu biti pozitivne, negativne ili ih nema (Schultz, 1977; Munro i sur. 1984, Pereira i sur., 1999, cit. Fernandes i sur., 2004). Cilj ovog rada je bio istražiti korelacije između BSS i osnovnih komponenti svježeg mlijeka (udio mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari, laktoze i bezmasne suhe tvari-BST) proizvedenog na velikim mliječnim farmama.

#### *Materijal i metode rada*

Istraživanje je provedeno na četiri velike mliječne farme holstein-friesian pasmine goveda. Krave su držane slobodnim načinom, te tijekom laktacije hranjene *ad libitum* kompletno izmiješanim obrokom (TMR). Uzorkovanje je provedeno BT metodom kontrole mlijeka u razdoblju od rujna 2004. do kolovoza 2006. Uzorci kravljeg mlijeka uzeti su u bočice (cca. 40 ml) s konzervansom (cca. 0,3 ml azidiola), ohlađeni na +4 °C te analizirani u Središnjem laboratoriju za kontrolu mlijeka (SLKM) u Križevcima. BSS

određivan je fluoropto-elektronskom metodom brojanja (IDF 148A: 1995) na uređajima Fossomatic FC 5000 i Somacount 500. Kemijski sastav mlijeka (sadržaj masti, bjelančevina, laktoze, suhe tvari i bezmasne suhe tvari) utvrđen je Infra-red spektrofotometrijskom metodom (IDF 141B:1996) pomoću uređaja MilkoScan FT 6000 i MilkoScan 4400. Ukupan broj analiziranih uzoraka mlijeka podijeljen je prema utvrđenom BSS u četiri skupine:  $\leq 200.000/\text{ml}$  (skupina I);  $200.001-400.000/\text{ml}$  (skupina II);  $400.001-600.000/\text{ml}$  (skupina III);  $>600.000/\text{ml}$  (skupina IV). Prilikom statističke obrade BSS je transformiran u logaritamski oblik ( $\log_{10}$ ) zbog normaliziranja distribucije. Iz statističke obrade isključeni su rezultati analiza u kojima je sadržaj mliječne masti bio  $<1,5$  i  $>6$  %, mliječnih bjelančevina  $<1,5$  i  $>5$  %, laktoze  $<3,5$  i  $>5$  %, suhe tvari  $<8$  i  $>15$  %, suhe tvari bez masti  $<6$  i  $>10$  %. Podaci su statistički obrađeni primjenom procedure GLM statističkog paketa SAS (SAS, 1999). Korelacije (Pearson's Correlations Coefficient) između logBSS i pojedinih pokazatelja kemijskog sastava mlijeka određene su pomoću postupaka CORR (SAS, 1999).

### Rezultati i rasprava

Prosječne vrijednosti BSS i osnovnog kemijskog sastava analiziranih uzoraka prikazane su na tablici 1. Prosječan BSS iznosio je  $430 \times 10^3/\text{ml}$  mlijeka, a prosječne vrijednosti između farmi kretale su se od  $146 \times 10^3$  do  $595 \times 10^3/\text{ml}$  mlijeka. Prosječne vrijednosti mliječne masti i bjelančevina farmi obuhvaćenih ovim istraživanjem veće su od prosjeka za velike mliječne farme holstein-frizijske pasmine u Hrvatskoj (mliječna mast: 3,85; bjelančevine: 3,24, izvješće HSC, 2005).

Tablica 1. - PROSJEČNI KEMIJSKI SASTAV I BROJ SOMATSKIH STANICA U MLIJEKU ANALIZIRANIH FARMI

Parametar	$\bar{x}$	s	KV	Min	Max
Mliječna mast (%)	3,96	0,84	21,31	1,5	5,99
Bjelančevine (%)	3,35	0,42	12,48	1,84	4,99
Laktoza (%)	4,43	0,25	5,54	3,5	5,11
Suha tvar (%)	12,39	1,06	8,59	8,87	14,99
BST (%)	8,42	0,47	5,54	6,24	9,99
BSS ( $\log_{10}\text{ml}^{-1}$ )	5,182	0,61	11,79	3,0	6,70
BSS ( $\times 10^3/\text{ml}$ )	430,078	934481	217,28	1000	9999

Od ukupnog broja analiziranih uzoraka u 76,24 % utvrđen je BSS manji od  $400 \times 10^3$ , to je mlijeko ekstra klase s obzirom na BSS, što je manje u odnosu

na istraživanje Skrzypek i sur. (2004), a nešto više u odnosu na Hrvatski prosjek (izvješće HSC, 2005). U svega 59,68 % analiziranih uzoraka BSS je manji od  $200 \times 10^3$  (tablica 2), što se smatra granicom između zdrave i bolesne mliječne žlijezde (Skrzypek, 1996; Auldist i Hubble, 1998; Barret, 2002).

Tablica 2. - FREKVENCIJE (%) UZORAKA MLIJEKA S OBZIROM NA BSS ANALIZIRANIH FARMI

Farma	BSS ( $\times 10^3/\text{ml}$ )			
	$\leq 200$ I. skupina	200-400 II. skupina	400-600 III. skupina	$> 600$ IV. skupina
1	84,36	9,00	2,58	4,05
2	66,04	13,96	5,94	14,07
3	42,40	20,06	12,93	24,61
4	54,54	19,19	7,99	18,27
5	62,07	16,46	6,84	14,62
x	59,68	16,56	7,60	16,16

Na tablici 3 prikazani su korelacijski koeficijenti između BSS, odnosno logaritmiranog BSS ( $\log_{10}$ ) i kemijskog sastava uzoraka mlijeka analiziranih farmi.

Tablica 3. - KORELACIJSKI KOEFICIJENTI (R) IZMEĐU BROJA SOMATSKIH STANICA I KEMIJSKOG SASTAVA KRAVLJEG MLIJEKA (N=37.738)

Parametar	Mast	Bjelančevine	Laktoza	Suha tvar	BST	BSS
BSS ( $\log_{10}\text{ml}^{-1}$ )	0,11*	0,15*	-0,40*	0,04*	-0,10*	0,68*
BSS	0,05*	0,06*	-0,30*	-0,01	-0,11*	

\* $P < 0,0001$

Najveća pozitivna korelacija utvrđena je između BSS i bjelančevina, što je u skladu s ranijim istraživanjima (Miller i sur., 1983, Auldist i sur., 1995, Klei i sur., 1998; Pereira i sur., 1999, cit. Fernandes i sur., 2004), te je suprotno istraživanjima Mitchell i sur. (1986), te Verdija i sur. (1987). Povećana količina bjelančevina u mlijeku s većim BSS može se pripisati povećanju propusnosti vimena za velike serumske bjelančevine u mlijeko na početku razvoja mastitisa. Pozitivna korelacija također je uočena između BSS-a i mliječne masti, te ukupne suhe tvari i BSS-a ( $\log_{10}$ ). Negativna korelacija utvrđena između BSS-a i koncentracije laktoze je očekivana, to potvrđuju i ranija istraživanja (Miller i sur., 1983; Rogers i sur., 1989; Auldist i sur., 1995, Silva i sur., 2000, cit. Fernandes i sur., 2004; Fernandes i sur., 2004). Smanjenje laktoze u mlijeku s povećanim BSS prema Schuster i sur. (1991) je povezano s prolazom laktoze iz mliječne žlijezde u krv. Očekivano je negativna korelacija između BSS i BST, jer je u BST laktoza najzastupljenija komponenta.

Istraživanjem je utvrđen značajan ( $P < 0,01$ ) utjecaj BSS na sve analizirane pokazatelje kemijskog sastava mlijeka (tablica 4).

Tablica 4. - PROSJEČNI KEMIJSKI SASTAV ANALIZIRANIH UZORAKA KRAVLJEG MLIJEKA S RAZLIČITIM BROJEM SOMATSKIH STANICA (LSM $\pm$ S.E.)

Parametar	BSS ( $\times 10^3$ /ml)			
	$\leq 200$ I. skupina	200-400 II. skupina	400-600 III. skupina	$> 600$ IV. skupina
Mliječna mast (%)	3,91 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>	4,04 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>	4,01 $\pm$ 0,016 <sup>b</sup>	4,04 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>
Bjelančevine (%)	3,31 $\pm$ 0,003 <sup>a</sup>	3,42 $\pm$ 0,005 <sup>b</sup>	3,37 $\pm$ 0,008 <sup>c</sup>	3,40 $\pm$ 0,005 <sup>c</sup>
Laktoza (%)	4,50 $\pm$ 0,002 <sup>a</sup>	4,38 $\pm$ 0,002 <sup>b</sup>	4,35 $\pm$ 0,004 <sup>c</sup>	4,27 $\pm$ 0,003 <sup>d</sup>
Suha tvar (%)	12,37 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	12,48 $\pm$ 0,013 <sup>b</sup>	12,37 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>	12,35 $\pm$ 0,014 <sup>a</sup>
BST (%)	8,46 $\pm$ 0,003 <sup>a</sup>	8,44 $\pm$ 0,006 <sup>b</sup>	8,36 $\pm$ 0,009 <sup>c</sup>	8,30 $\pm$ 0,006 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Prosječne vrijednosti u istom redu tablice označene različitim oznakama su značajno različite ( $P < 0,01$ )

### Zaključci

Broj somatskih stanica usko je povezan sa svim analiziranim parametrima osnovnog kemijskog sastava svježeg kravljeg mlijeka. Istraživanjem je utvrđeno da mlijeko svrstano u II. skupinu (BSS: 200-400 $\times 10^3$ ) ima najveći postotak mliječne masti, bjelančevina i suhe tvari. Laktoza i bezmasna suha tvar su signifikantno negativno povezani s BSS, te je najmanja koncentracija utvrđena u mlijeku s najvećim BSS.

### LITERATURA

1. Auldism M. J., Coats, S., Rogers, G. L., McDowell, G. H. (1995): Changes in the compositional of milk from normal and mastitic dairy cows during the lactation cycle. Aust. J. Exp. Agric., 35: 427-436.
2. Auldism M. J., i Hubble I. B. (1998): Effects of mastitis on raw milk and dairy products. Aust. J. Dairy Technol. 53, 28-36.
3. Barrett D. (2002): High somatic cell counts – a persistent problem. Irish Vet. J. 55: 173-178.
4. Fernandes, A. M., Oliveira C. A. F., Tavolaro, P. (2004): Relationship between somatic cell counts and composition of milk from individual holstein cows. Arg. Inst. Biol., 71: 163-166.
5. Harmon, R. J. (1994): Physiology of Mastitis and Factors Affecting Somatic Cell Counts. J. Dairy Sci., 77: 2103-2112.
6. HSC (2006): Godišnje izvješće o stanju uzgoja goveda u Republici Hrvatskoj za 2005. godinu, Zagreb.
7. Jones, G. M. (1998): Guidelines for using the DHI Somatic cell count program. Virginia tech Publication, 404-428.

8. Klei, L., Yun, J., Sapru, A., Lynch, J., Barbano, D., Sears, P., Galton, D. (1998): Effects of milk somatic cell count on Cottage cheese yield and quality. *J. Dairy Sci.*, 81: 1205-1213.
9. Lee, S. C., Yu, J. H., Jeong, C. L., Back, Y. J., Yoon, Y. C. (1991): The influence of mastitis on the quality of raw milk and cheese. *Korean J. Dairy Sci.*, 13: 217-223.
10. Meaney, W. J. (1989): The somatic Cell Count and Mastitis. *Farm and Food Research*, 20(3): 14-16.
11. Miller, R. H., Emanuelsson, U., Perrson, E., Brolund, L., Phillipsson, J., Funke, H. (1983): Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition. *Acta. Agric. Scand.*, 33: 209-223.
12. Munro, G. L., Grieve, P. A., Kitchen, B. J. (1984): Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. *Aust. J. Dairy Technol.*, 39: 7-16.
13. Rogers, S. A., Slattery, S. L., Mitchell, G. E., Hirst, P. A., Grieve, P. A. (1989): The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk. Individual proteins. *Aust. J. Dairy Technol.*, 44: 49-52.
14. SAS (1999): SAS Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC.
15. Schultz, L. H. (1977): Somatic cells in milk-physiological aspects and relationship to amount and composition of milk. *J. Food Prot.*, 40:125-131.
16. Skrzypek R., 1996: Update on mastitis. *World Jersey Newsl.* 1: 2-5.
17. Skrzypek R., Wojtowski, J., Fahr, R. D. (2004): Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk- a case study from Poland. *J. Vet. Med.*, 51: 127-131.
18. Verdi, R. J., Barbano, D. M., Dellavalle, M. E., Senik, G. F. (1987): Variability in true protein, casein, nonprotein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks. *J. Dairy Sci.*, 70: 230-242.

## **CORRELATION BETWEEN SOMATIC CELL COUNT AND CHEMICAL COMPOSITION OF COW'S MILK PRODUCED ON LARGE FARMS**

### **Summary**

The aim of this work was to determine the correlation between SSC and chemical composition of raw cow milk. For this purpose, 37738 milk samples collected on five large dairy farms were analyzed. Sampling was carried out by BT milk control method in the period from September 2004. to August 2006. SSC was determined by flow cytometry principle on Fossomatic FC 5000 and Somacount 500 analytic instruments. Average SCC was  $430 \times 10^3$  /ml of milk, and average counts between farms were from  $146 \times 10^3$  to  $595 \times 10^3$  / ml of milk. Less than 400000 SCC/ml was determined in 76.24 % of analyzed milk samples, while in 16.16 % samples SCC was  $> 600000$ /ml. Significant ( $P < 0.0001$ ) correlations between SCC and milk fat (0.11), milk protein (0.15), lactose (-0.40), milk solid (0.04) and milk solid without fat (-0.10) were found. Results showed significant correlation between SCC and basic chemical components of raw cow milk on large dairy farms.

Primljeno: 15. 04. 2007.