

Kemijska i higijenska kvaliteta mlijeka na farmama mliječnih krava u tri hrvatske regije

Zoran Bašić^{1*}, Rajka Božanić², Miljenko Konjačić³,
Jasna Đermadi⁴, Neven Antunac³, Vera Volarić¹

¹Hrvatska mljekarska udruga, Ilica 31/III, Zagreb, Hrvatska

²Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

³Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

⁴Pliva Hrvatska - Istraživanje i razvoj, Prilaz baruna Filipovića 25, Zagreb, Hrvatska

Prispjelo - Received: 22.09.2012.

Prihvaćeno - Accepted: 05.12.2012.

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi kemijsku i higijensku kvalitetu sirovog mlijeka sa 30 obiteljskih gospodarstava različitih veličina stada, iz istočne, središnje i južne regije u Hrvatskoj. U uzorcima sirovog mlijeka (n=360) određen je udio mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari, te broj mikroorganizama i somatskih stanica. Analizirano mlijeko potjecalo je od krava holstein, simentalke i smeđe pasmine te njihovih križanaca. Kemijski sastav mlijeka određen je metodom infracrvene spektrofotometrije, mikrobiološka kvaliteta mlijeka epifluorescentnom protočnom citometrijom, a broj somatskih stanica u mlijeku određen je fluoro-opto-elektronskom metodom. Utvrđeni rezultati kemijske kvalitete mlijeka u potpunosti su udovoljavali uvjetima "Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka", za sve skupine malih i velikih gospodarstava iz istočne, središnje i južne regije. Što se ukupnog broja mikroorganizama tiče, jedino skupina malih gospodarstava iz južne regije nije udovoljila uvjetima pravilnika. Mlijeko proizvedeno na malim gospodarstvima južne regije sadržavalo je značajno ($P < 0,0001$) veći broj mikroorganizama u odnosu na mlijeko proizvedeno na drugim gospodarstvima. Utvrđena je značajna razlika ($P < 0,01$) između broja somatskih stanica (BSS) u mlijeku velikih gospodarstava svih triju regija, dok između BSS u mlijeku malih gospodarstava različitih regija nije utvrđena značajna razlika ($P < 0,05$).

Ključne riječi: mlijeko, kemijska kvaliteta, mikrobiološka kvaliteta, farma mliječnih krava

Uvod

Kemijska i higijenska kvaliteta sirovog mlijeka predmet je istraživanja brojnih autora. Na količinu i kvalitetu proizvedenoga mlijeka utječu: genetski (pasmina, odnosno genotip) i fiziološki čimbenici (dob, stadij i redosljed laktacije, zdravstveno stanje i tjelesna masa krave), te okolišni čimbenici (način držanja, mikroklima, hranidba, mužnja, postupak s mlijekom nakon mužnje) (Rajčević i sur., 2003). Odnos pojedinih sastojaka u mlijeku nije stalan i varira ovisno o spomenutim čimbenicima, pri čemu kemijski sastav mlijeka pojedinih krava znatnije varira nego sastav skupnog mlijeka određenog područja (Tratnik, 1998).

Uvažavajući navedene izvore varijabilnosti, najvidljivije razlike u kemijskom sastavu mlijeka su između zimskog i ljetnog razdoblja (Vujičić, 1985). Istražujući utjecaj regije na kemijski sastav mlijeka, Dozet (1978) je utvrdila najviše suhe tvari (12,74 %) i mliječne masti (4,27 %) u mlijeku krava planinske regije, a najmanje u mlijeku krava submediteranske regije (12,00 % i 3,70 %). Udio suhe tvari u mlijeku najmanji je od travnja do lipnja, dok je najveći od rujna do prosinca. Te su razlike uglavnom uvjetovane variranjem udjela mliječne masti, a manje variranjem udjela bjelančevina i pepela (Juarez, 1978).

Higijenska kvaliteta sirovog mlijeka temeljni je pokazatelj higijenskih uvjeta u proizvodnji, postupanju s mlijekom te odlučujući čimbenik njegove gospodarske valorizacije, kao stočarskog proizvoda i sirovine za proizvodnju mliječnih proizvoda (Kirin, 2001). Svaka kontaminacija mlijeka i broj somatskih stanica iznad fiziološke granice mijenja kemijski sastav i fizikalna svojstva mlijeka (Kitchen, 1981; Muir, 1996). Ovisno o stupnju nastalih promjena proporcionalno se mijenjaju i tehnološka svojstva i prehrambena vrijednost mlijeka. Bakteriološka kontaminacija mlijeka (s vanjskog dijela vimena i sisa, opreme za mužnju, tankova za skladištenje i hlađenje, cisterni za prijevoz mlijeka i uvjeta tijekom transporta) može značajno povećati ukupan broj mikroorganizama i na taj način umanjiti vrijednost "prirodno najsavršenije hrane" (Slaghuis, 1996; Slaghuis i Jepsen, 2001).

Dobra mikrobiološka kvaliteta svježeg sirovog mlijeka preduvjet je dobre mikrobiološke kvalitete konzumnog mlijeka i mliječnih proizvoda, te podrazumijeva zakonsku odgovornost proizvođača za zdravlje potrošača. Ukupan broj mikroorganizama u mlijeku izravno utječe na njegovu kvalitetu. Mlijeko s više od 100.000 CFU/mL upozorava na ozbiljne pogreške u postupcima s mlijekom (Causimus, 1985).

Somatske stanice su prirodan sastojak mlijeka, a njihov se broj mijenja pod utjecajem različitih genetskih i okolišnih čimbenika. Najveći utjecaj na broj somatskih stanica ima infekcija mliječne žlijezde. Stoga su somatske stanice indikator zdravlja vimena krava. S povećanjem broja somatskih stanica proizvodnja mlijeka se smanjuje, a povećavaju se troškovi liječenja, izlučenja krava i obnove stada. Manji broj somatskih stanica znači bolju kvalitetu mlijeka za preradu i veću proizvodnju, što predstavlja korist za proizvođače, prerađivače i potrošače mlijeka (Čačić i sur., 2003). Broj somatskih stanica pokazatelj je higijenske kvalitete mlijeka i opći je indikator zdravlja vimena. U mlijeku zdravih četvrti vimena BSS je manji od 200.000 stanica/mL, a čine ih epitelne stanice i leukociti (polimorfonuklearni neutrofili, limfociti, makrofagi i ostale stanice) (Antunac i sur., 1997; Kelly, 2002). Mlijeko iz bolesne četvrti može sadržavati i do 5.000.000 somatskih stanica/mL.

Cilj ovog istraživanja je utvrditi postoje li značajne razlike u kemijskoj i higijenskoj kvaliteti sirovog kravljeg mlijeka sa 30 gospodarstava različitih ve-

ličina stada iz triju hrvatskih regija (istočne, središnje i južne). Ujedno je i cilj rada utvrditi udovoljava li kemijska i higijenska kvaliteta mlijeka uvjetima propisanim "Pravilnikom o kakvoći svježeg sirovog mlijeka" (2000). U uzorcima sirovog mlijeka određen je udio mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari, te ukupan broj mikroorganizama (UBM) i broj somatskih stanica (BSS) u 1 mL mlijeka. Ovim istraživanjem želi se dobiti uvid utječe li veličina gospodarstva (mala/velika) na kemijski sastav i mikrobiološku kvalitetu mlijeka.

Materijal i metode rada

Materijal - analizirani uzorci sirovog mlijeka

U radu su korišteni rezultati analiza skupnih uzoraka sirovog mlijeka sa 30 gospodarstava iz triju hrvatskih regija - istočne (I), južne (J) i središnje (S) od siječnja do prosinca 2008. godine.

Uzorci sirovog mlijeka uzimani su jednom mjesečno tijekom cijele godine kako bi se anulirao utjecaj godišnjeg doba na kvalitetu mlijeka. Uzorci su uzimani sa 5 malih gospodarstava (m), koja su imala 5 krava iz istočne (Im), južne (Jm) i središnje (Sm) regije i sa 5 velikih gospodarstava (v), koja su imala 40 do 50 krava iz istočne (Iv), južne (Jv) i središnje (Sv) regije. U svim prikupljenim uzorcima mlijeka (n=360) određen je udio mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari, zatim ukupan broj mikroorganizama i broj somatskih stanica po mL sirovog mlijeka. Analizirano mlijeko potjecalo je od krava holstein, simentalske i smeđe pasmine te njihovih križanaca. Promatrajući pasminski sastav može se uočiti da je na malim gospodarstvima istočne i središnje regije zastupljena simentalska pasmina, dok je u južnoj regiji zastupljena smeđa pasmina krava i križanci s tom pasminom. Na velikim gospodarstvima najviše se uzgaja holstein pasmina, zatim križanci holstein i simentalske pasmine u istočnoj i središnjoj, te križanci holstein i smeđe pasmine u južnoj regiji. Na velikim gospodarstvima južne regije ne uzgaja se simentalska pasmina, a na velikim gospodarstvima središnje regije u manjem dijelu uzgaja se smeđa pasmina.

Analize mlijeka

Kemijski sastav mlijeka određen je metodom infracrvene spektrofotometrije (HRN EN ISO 9622:2001), a uključivao je određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i suhe tvari.

Ukupan broj mikroorganizama u mlijeku određen je metodom epifluorescentne protočne citometrije, a izražen je brojem kolonija CFU/mL (Colony Forming Units - CFU).

Broj somatskih stanica (BSS) u mlijeku određen je fluoro-opto-elektronskom metodom na instrumentu Fossomatic 5000 prema normi HRN EN ISO 13366-2:2007.

Statistička obrada podataka

Matematičko-statistička analiza podataka (parametri deskriptivne statistike, analiza varijance) provedena je primjenom odgovarajućih procedura (Proc MEANS, Proc CORR, Proc GLM) u statističkom programskom paketu SAS. 9,1. Izračunata je srednja vrijednost (\bar{x}), srednja korigirana vrijednost (LSM), standardna greška (SE), standardna devijacija (SD), te minimalna (Min.) i maksimalna (Max.) vrijednost za udio mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari, kao i za ukupni broj mikroorganizama i broj somatskih stanica u mL mlijeka. Vrijednosti ukupnog broja mikroorganizama i broja somatskih stanica u mlijeku transformirane su u logaritamske vrijednosti (\log_{10}).

Međusobna povezanost udjela mliječne masti, bjelančevina, suhe tvari, ukupnog broja mikroorganizama i broja somatskih stanica utvrđena je primjenom Pearsonovih koeficijenata korelacije.

Dobiveni rezultati uspoređivani su sa službenim podacima Hrvatske poljoprivredne agencije o prosječnoj kemijskoj i mikrobiološkoj kvaliteti mlijeka u RH u 2008. godini, te kriterijima kvalitete propisanim

“Pravilnikom o kakvoći svježeg sirovog mlijeka” (NN, 2000). Razlike u udjelu pojedinih parametara kemijske i higijenske kvalitete sirovog mlijeka između malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija testirane su analizom varijance, a sve statističke analize su na razini značajnosti od 0,0001, 0,001, 0,01 i 0,05.

Rezultati i rasprava

Kemijska kvaliteta mlijeka

Udio suhe tvari u mlijeku

Najmanji udio suhe tvari zabilježen je u mlijeku proizvedenom na malim gospodarstvima u istočnoj regiji (12,65 %), a najveći u mlijeku malih gospodarstava središnje regije (13,09 %).

Utvrđeni udio suhe tvari u mlijeku s malih gospodarstava središnje regije (13,09 %) bio je značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na udio suhe tvari u mlijeku dobivenom na malim gospodarstvima u istočnoj regiji (12,65 %) (tablica 1).

Istražujuću utjecaj regije na kemijski sastav mlijeka, Dozet i suradnici (1976) utvrdili su najveći (12,74 %) udio suhe tvari u mlijeku krava planinske regije, a najmanji (12,00 %) u mlijeku krava submediteranske regije. Živković i Vasić (1974) analizirali su skupno mlijeko brdsko-planinskog područja i utvrdili da se udio suhe tvari mlijeka kretao od 12,65 do 12,70 %, dok Dozet i suradnici (1975) navode prosječan udio suhe tvari mlijeka iz planinskog područja od 12,31 %, a iz brdskog 13,12 %.

Tablica 1. Udio suhe tvari u mlijeku malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija

Regija	Veličina gospodarstva	n	Suha tvar (%)		
			LSM±SE	Min.-Max.	SD
Istočna	Mala	5	12,65±0,11 ^a	10,55-14,93	0,89
	Velika	5	12,75±0,09	10,99-15,40	0,76
Južna	Mala	5	12,94±0,10	11,22-14,50	0,79
	Velika	5	13,01±0,11	11,50-15,60	0,87
Središnja	Mala	5	13,09±0,09 ^a	11,81-15,74	0,75
	Velika	5	12,91±0,04	12,20-13,77	0,35

*Brojevi označeni istim slovom značajno se razlikuju ($P < 0,05$)

LSM - srednja korigirana vrijednost; SE - standardna greška; SD - standardna devijacija

Tablica 2. Udio mliječne masti u mlijeku malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija

Regija	Veličina gospodarstva	n	Mliječna mast (%)		
			LSM±SE	Min.-Max.	SD
Istočna	Mala	5	4,01±0,09 ^a	2,04-5,41	0,72
	Velika	5	3,99±0,06 ^b	3,01-5,89	0,50
Južna	Mala	5	4,31±0,07 ^{ab}	3,11-5,80	0,57
	Velika	5	4,12±0,09	2,31-5,92	0,71
Središnja	Mala	5	4,25±0,06	3,09-5,58	0,51
	Velika	5	4,18±0,03	3,70-4,97	0,25

*Brojevi označeni istim slovom značajno se razlikuju (^aP<0,05; ^bP<0,01)
LSM - srednja korigirana vrijednost; SE - standardna greška; SD - standardna devijacija

Različiti autori istražili su prosječne vrijednosti suhe tvari u mlijeku pojedinih pasmina goveda. Pejić i sur. (1955) su u mlijeku domaćeg simentalca utvrdili udio suhe tvari od 12,29 do 14,47 %. Tyler (1958) je u mlijeku smeđe pasmine goveda utvrdio 13,41 % suhe tvari. Bačić i Vujičić (1964) za mlijeko simentalskog goveda navode 12,22 % kao prosječni udio suhe tvari. Markova i Altman (1963) navode da mlijeko holstein pasmine sadrži 11,9 %, a simentalke 12,39 % suhe tvari. Comberg i Groening (1965) su u mlijeku krava holstein pasmine utvrdili 12,56 % suhe tvari, a Gaunt i sur. (1966) u mlijeku krava smeđe pasmine 13,28 i 13,16 % suhe tvari. Dozet i Stanišić (1967) navode od 12,73 do 13,50 % suhe tvari u mlijeku krava holstein pasmine. Dozet i sur. (1976) utvrdili su u mlijeku šest pasmina slijedeći udio suhe tvari: buša (13,30 %), simentalac (13,07 %), holstein (12,98 %), sivo tirolsko (12,69 %), pincgavac (12,64 %) i smeđe alpsko (12,62 %).

Udio mliječne masti u mlijeku

Prosječni udio mliječne masti u mlijeku svih analiziranih uzoraka bio je 4,14 %. Najmanji udio mliječne masti utvrđen je u mlijeku proizvedenom na velikim gospodarstvima istočne regije (3,99 %), dok je najveći (4,31 %) zabilježen u mlijeku malih gospodarstava južne regije (tablica 2).

Mlijeko s malih gospodarstava južne regije sadržavalo je značajno veći (P<0,05) udio mliječne masti (4,31 %) od mlijeka s malih i velikih gospodarstava istočne regije (4,01 %, odnosno 3,99 %) (tablica 2). Pretpostavka je da na navedeno osim različitog režima hranidbe krava utječu i različite klimatske prilike

promatranih regija. Istražujući utjecaj regije na kemijski sastav mlijeka, Dozet (1976) je utvrdila da je najviše mliječne masti u mlijeku krava planinske regije (4,27 %), dok je u mlijeku krava submediteranske regije udio mliječne masti bio najmanji (3,70 %). Vujičić i Bačić (1968) utvrdili su u 23 stada crvenošarog/simentalskog goveda prosječan udio mliječne masti od 3,54 do 3,94 %. Dozet i sur. (1975) navode prosječan udio mliječne masti u mlijeku s planinskog područja 3,84 %, a s brdskog 4,60 %.

Varijacije udjela mliječne masti u mlijeku uvjetovane su i pasminskim sastavom mliječnih stada. U južnoj regiji mali proizvođači uglavnom uzgajaju smeđu pasminu goveda te križance s tom pasminom, dok proizvođači u istočnoj regiji uzgajaju simentalSKU i holstein pasminu, čije mlijeko sadržava manji udio mliječne masti za oko 0,2 %, odnosno 0,4 % od krava sivo-smeđe pasmine, čiji je prosječni udio mliječne masti 4,08 % (Caput, 1996). Prema navodima raznih autora, udio mliječne masti u mlijeku holstein-friesian pasmine iznosi 3,41 % (Dozet i Stanišić, 1970), 3,83 % (Rajčević i sur., 1997), 3,56 % (Reinart i Nesbitt, 1956), 3,86 % (Gaunt i sur., 1966), 3,39 % (Davidov, 1965), 3,81 % (Comberg i Groening, 1965), dok su Bačić i Vujičić (1963; 1964) u svojim istraživanjima na crvenošarom/simentalskom govedu utvrdili 4,08 % i 3,84 %. Markova i Altman (1963) navode udio mliječne masti u mlijeku krava holstein pasmine 3,4 % a u simentalSKIH 3,78 %, dok su Gaunt i suradnici (1966) u mlijeku krava smeđe pasmine utvrdili 3,56 i 3,51% mliječne masti. Dozet i suradnici (1971) utvrdili su udio mliječne masti u mlijeku smeđe pasmine od 3,77 %. Bosnić (2002) je u mlijeku simentalSKIH krava utvrdio 3,89 % mliječne masti.

Tablica 3. Udio bjelančevina u mlijeku malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija

Regija	Veličina gospodarstva	n	Bjelančevine, %		
			LSM±SE	Min.-Max.	SD
Istočna	Mala	5	3,51±0,04	2,55-4,41	0,37
	Velika	5	3,50±0,04	3,04-4,56	0,37
Južna	Mala	5	3,55±0,04	2,78-4,09	0,31
	Velika	5	3,61±0,04	2,86-4,21	0,34
Središnja	Mala	5	3,50±0,03	3,03-4,41	0,27
	Velika	5	3,46±0,02	3,16-3,84	0,16

LSM - srednja korigirana vrijednost; SE - standardna greška; SD - standardna devijacija

Mliječna mast je najvarijabilniji sastojak mlijeka i značajno ovisi o genetskim sposobnostima krava (pasmimi), stadiju laktacije, tehnologiji hranidbe i sastavu krmnih obroka. Udio mliječne masti iskazuje najveći stupanj varijacije od svih sastojaka sirovog mlijeka (Bosnić, 2002).

Pojedinačno najmanji udio mliječne masti utvrđen je u mlijeku proizvedenom u skupini malih gospodarstava istočne regije (2,04 %), dok je maksimalna vrijednost zabilježena u mlijeku proizvedenom na velikim gospodarstvima južne regije (5,89 %) (tablica 2). Prosječne vrijednosti udjela mliječne masti mlijeka malih i velikih gospodarstava istočne regije bile su ispod prosječne vrijednosti nacionalnog prosjeka 2008. godine koja je iznosila 4,05 %, dok su ostale skupine imale udio mliječne masti veći od nacionalnog prosjeka (HPA, 2009).

Udio mliječne masti u mlijeku uvelike ovisi o količini i sastavu obroka kojim se hrane visokomliječne krave. Pretpostavka je da su razlike u udjelu mliječne masti između promatranih skupina uvjetovane i različitom hranidbom krava. Na udio mliječne masti povoljno utječe dodavanje kvalitetnog sijena lucerne, sijena trava, kukuruzne silaže i sl. (Grbeša i Samaržija, 1994).

Predmetno istraživanje ukazuje da je u mlijeku proizvedenom na malim gospodarstvima koja u neznatnom broju drže holstein pasminu utvrđen viši udio mliječne masti od skupine velikih gospodarstava iste regije, na kojima je bila zastupljenija holstein pasmina.

Dozet i sur. (1976) utvrdili su udio mliječne masti u mlijeku buše (4,5 %), holstein pasmine (4,12 %), smeđe pasmine (3,87 %), pincgavca (3,86 %) i simentalke pasmine (3,83 %).

Udio mliječne masti u mlijeku najmanji je u ljetnim mjesecima, a najveći početkom zime te može varirati od 0,2 do 0,3 %. Pad udjela mliječne masti ljeti pogrešno se pripisuje hranidbi krava zelenom krmom. Provedeni su pokusi s potpuno istom hranom tijekom cijele godine, a rezultati su pokazali istu tendenciju opadanja mliječne masti tijekom ljeta i povećanja tijekom zime (Vujičić, 1985). Mliječne bjelančevine pokazuju slične promjene. Međutim, razlika je u tome što se u proljetnom razdoblju pri prijelazu na intenzivniju zelenu hranidbu primjećuje naglo povećanje bjelančevina u mlijeku (Vujičić, 1985).

Velika gospodarstva istočne regije imala su najmanji prosječni udio mliječne masti u mlijeku (3,99 %), čemu je najvjerojatnije uzrok hranidba krava s većim udjelom koncentrata, a manjim udjelom sijena. Uremović i sur. (2002) navode da povećanje količine koncentrata i smanjenje udjela voluminozne hrane (osobito sijena) te dodatak zelene hrane (sjenaža talijanskog ljulja) utječe na smanjenje udjela mliječne masti u mlijeku.

Udio bjelančevina u mlijeku

Nije utvrđena statistički značajna razlika za udio bjelančevina u mlijeku pojedinih regija a ovisno o veličini gospodarstava (tablica 3).

Za razliku od udjela mliječne masti koja je varijabilna i relativno brzo se može povećati, udio bjelančevina se vrlo sporo povećava (Vujičić, 1985). Tome je vjerojatno uzrok činjenica da na udio bjelančevina uvelike utječe genotip, odnosno pasmina i da se sporije mijenja pod utjecajem negenetskih čimbenika.

Antunac i sur. (1997) navode da u mlijeku s povećanim brojem somatskih stanica udio ukupnih bjelančevina ostaje gotovo nepromijenjen, međutim za 18 % smanjuje se udio kazeina a istovremeno se značajno povećava udio sirutkinih bjelančevina (albumina i globulina) i bjelančevina krvnog seruma (serumalbumina).

Kod individualnih proizvođača uočavaju se veća variranja udjela bjelančevina u mlijeku tijekom pojedinih mjeseci. Prosječan udio bjelančevina u mlijeku varirao je od 3,46 % u mlijeku proizvedenom na velikim gospodarstvima središnje regije do 3,61 % u mlijeku s velikih gospodarstava južne regije. Utvrđen je minimalan udio (2,55 %) u mlijeku sa malih gospodarstava istočne regije i maksimalan (4,56 %) u mlijeku sa velikih gospodarstava istočne regije (tablica 3).

Na velikim gospodarstvima središnje regije na kojima je holstein pasmina bila zastupljena sa 56 % utvrđen je najmanji prosječni udio bjelančevina u mlijeku, dok je na velikim gospodarstvima južne regije u kojoj holstein pasmina čini 84 % utvrđen najveći prosječni udio bjelančevina.

Na udio bjelančevina u mlijeku utječe dodatak koncentrata u obroku krava (Uremović i sur., 2002). Nasuprot tome, hranidba lošom silažom može nepovoljno djelovati i smanjiti udio mliječne masti i bjelančevina te količinu mlijeka, povećati broj mikroorganizama i somatskih stanica u mlijeku.

Opskrba bjelančevinama je najčešće nedostatna u zimskim mjesecima, uz hranidbu lošim osnovnim voluminoznim krmivima (sijenom, slamom, kukuru-

zovinom, kukuruznom ili travnom silažom). Nedostatak bjelančevina javlja se i uz hranidbu pretežito žitaricama, kukuruznom silažom, krumpirom, repom i slično, ako u krmnim obrocima nema trave i zelene krme, djeteline i lucerne, uljanih sačmi, uree ili sličnih spojeva neproteinskog dušika (NPN spojeva) (Feldhofer, 2009). Ljeti, posebice uz pašu i zelena krmiva, povoljnija je opskrba bjelančevinama, a ponekad se daju i u suvišku, naročito ako se krave hrane pretežito bujnom mladom travom s dobro gnojnih livada. Međutim, u takvim krmnim obrocima često nedostaje energetskih tvari (ugljikohidrata) što ima za posljedicu smanjenje bjelančevina u mlijeku tijekom ljetnih mjeseci. (Rajčević i sur., 1997).

Mikrobiološka kvaliteta mlijeka

U mlijeku s malih gospodarstava južne regije utvrđen je najveći ukupni broj mikroorganizama, značajno ($P < 0,0001$) viši nego u ostale dvije regije (tablica 4). Međutim, ukupan broj mikroorganizama u mlijeku proizvedenom na velikim gospodarstvima sve tri regije bio je približno podjednak. Ukupan broj mikroorganizama u mlijeku s malih gospodarstava južne regije bio je veći za 0,93 logaritamske jedinice od ukupnog broja mikroorganizama skupine malih gospodarstava istočne regije, kod kojih je utvrđeno prosječno 13.613 CFU/mL sirovog mlijeka.

Ukupan broj mikroorganizama u mlijeku s malih gospodarstava južne regije iznosio je 118.000 CFU/mL, i bio je viši od vrijednosti propisane "Pravilnikom o kakvoći svježeg sirovog mlijeka". Ovako visoke vrijednosti vjerojatno su posljedica nestručno

Tablica 4. Broj mikroorganizama (CFU/mL) u mlijeku malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija (n=30)

Regija	Veličina gospodarstva	CFU ¹ /mL			
		LSM±SE	Min.-Max.	LSM±SE (log)	SD
Istočna	Mali	13.613±0,06 ^{af}	4000-432.513	4134±0,06 ^{af}	0,50
	Veliki	18.113±0,05 ^b	4000-245.470	4258±0,05 ^b	0,44
Južna	Mali	118.304±0,06 ^{abcde}	4000-1.552.387	5073±0,06 ^{abcde}	0,54
	Veliki	18.923±0,08 ^c	4000-818.016	4277±0,08 ^c	0,64
Središnja	Mali	29.853±0,05 ^{df}	6137-885.115	4475±0,05 ^d	0,45
	Veliki	18.923±0,05 ^e	4000-478.630	4277±0,05 ^{ef}	0,39

*Brojevi označeni istim slovom značajno se razlikuju (^{a,d,c,d,e} $P < 0,0001$, ^f $P < 0,01$)

¹CFU (Colony Forming Units, broj mikroorganizama koji tvore kolonije)

LSM - srednja korigirana vrijednost; SE - standardna greška; SD - standardna devijacija

provedene mužnje i nepropisno čuvanog mlijeka nakon mužnje.

Do povećanja broja mikroorganizama dolazi ponajprije nakon mužnje, uslijed neadekvatnog čuvanja mlijeka. U procesu mužnje i skladištenja mlijeka postoji nekoliko kritičnih točaka, potencijalnih izvora mikroorganizama, koje je potrebno uočiti i na njih pravovremeno i primjereno djelovati. Npr. prljave sise, neizmuzivanje prvih mlazeva mlijeka, neispravan muzni i rashladni uređaj, najčešći su izvor mikroorganizama. Od velikog je značaja i ljudski faktor. Naime, ako se samo jedna, u nizu kritičnih točaka, adekvatno ne tretira doći će do nepovoljne higijenske kvalitete mlijeka. Velika varijabilnost broja mikroorganizama posljedica je neadekvatnog, nestandardiziranog dobivanja (mužnje) i čuvanja sirovog svježeg mlijeka (Petrović i sur., 2006).

Iako se "Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka" primjenjuje više od deset godina, i prema njemu se mlijeko svrstava u razrede kvalitete, u praksi se još uvijek ne postiže najviši razred kvalitete. U ovom istraživanju 18 % (66 od 360) uzoraka mlijeka imalo je veći broj mikroorganizama od 100.000/mL, a najveći broj uzoraka (39 od ukupno 60) bilo je iz skupine malih proizvođača južne regije. Samo 25 % od ukupnog broja uzoraka (60), bilo je u I. razredu kvalitete. U I. razredu kvalitete bilo je 75 % uzoraka malih gospodarstava središnje regije odnosno 88 % uzoraka malih gospodarstava istočne regije.

U zdravom vimenu životinje mlijeko sadrži zanemariv broj bakterija, što se smatra prirodnom bakterijskom populacijom (Mutukumira i sur., 1996). Pravilnom i higijenski ispravnom mužnjom u proizvodnim uvjetima, mlijeko sadrži u 1 mL između 100 i 5000 bakterija i manje od 250.000 somatskih stanica (Heeschen, 1996.; Desmasures i sur., 1997). Suprotno, nehygienjskom mužnjom i nehygienjskim postupcima s mlijekom nakon mužnje i u slučajevima bakterijske upale vimena, ukupan broj bakterija u mlijeku može biti i veći od 10^7 /mL (Poutrel i sur., 1996; Slaghuis, 1996; Ariznabaretta i sur., 2002). Bakterijska upala vimena, istovremeno, uzrokuje značajno povećanje broja somatskih stanica iznad fiziološke granice, a nastaje zbog imunološkog odgovora organizma na upalni proces (Antunac i sur., 1997).

Ukupan broj somatskih stanica u mlijeku

U mlijeku s malih gospodarstava svih triju regija prosječni broj somatskih stanica u 1 mL kretao se od 120.000 (središnja regija) do 161.000 (južna regija).

U mlijeku velikih gospodarstava svih triju regija utvrđena je značajna razlika u broju somatskih stanica. U mlijeku velikih gospodarstava južne regije utvrđen je značajno ($P < 0,01$) manji broj somatskih stanica (za 0,299 i 0,452 logaritamske jedinice) u mlijeku u odnosu na mlijeko ostalih dviju regija (tablica 5).

Najveći prosječni broj somatskih stanica u 1 mL (211.836) utvrđen je u mlijeku s velikih gospodarstava središnje regije i bio je za 0,246 logaritamskih jedinica veći od prosječnog broja u mlijeku s malih gospodarstava iste regije. Interesantno je napomenuti da je najmanji broj somatskih stanica u mlijeku proizvedenom na malim gospodarstvima utvrđen u središnjoj a najveći u južnoj regiji, dok je u mlijeku s velikih gospodarstava najmanji broj zabilježen u južnoj, a najveći u središnjoj regiji.

Od ukupnog broja uzoraka (360), u 27 % uzoraka mlijeka utvrđen je veći broj somatskih stanica od 250.000/mL. Gotovo 43 % (26 uzoraka od ukupno 60) pripadalo je skupini malih gospodarstava južne regije, u čijem je mlijeku utvrđen i najveći broj mikroorganizama (tablica 5).

Hadžiosmanović i sur., (1998) u svojim istraživanjima broja somatskih stanica i fizikalno-kemijskih pokazatelja kvalitete mlijeka navode da je 31 % skupnih uzoraka mlijeka imalo veći broj somatskih stanica od 400.000/mL. Prema istraživanjima Majića (1994) tijekom desetogodišnjeg razdoblja u Hrvatskoj je bilo od 12 do 21 % pregledanih uzoraka mlijeka s više od 500.000 somatskih stanica u 1 mL. Zjalić i Orlić (1977) su u 74,8 % uzoraka skupnog mlijeka od 218 individualnih proizvođača utvrdili manje od 500.000 somatskih stanica u 1 mL.

Najbrži način smanjenja broja somatskih stanica u skupnom mlijeku jednog stada je da se identificiraju grla s poremećenom sekrecijom i poduzmu mjere za otklanjanje uzroka koji su doveli do takvog stanja. To se najbolje postiže mjerama profilakse i terapije.

Prosječne vrijednosti broja somatskih stanica u mlijeku malih i velikih gospodarstava istočne, velikih južne i malih središnje bile su ispod prosječne vrijednosti nacionalnog prosjeka za 2008. godinu koji je

Tablica 5. Broj somatskih stanica (BSS) u mlijeku malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija (n=30)

Regija	Veličina gospodarstva	BSS ¹ /mL			
		LSM±SE	Min.-Max.	LSM±SE (log)	SD
Istočna	Mali	131.522±0,06 ^a	16.982-4.120.975	5119±0,06 ^a	0,54
	Veliki	148.936±0,05 ^b	11.974-805.378	5173±0,05 ^b	0,39
Južna	Mali	161.808±0,07 ^c	7.998-2.691.534	5209±0,07 ^c	0,58
	Veliki	74.816±0,07 ^{abcd}	7.998-2.710.191	4874±0,07 ^{abcd}	0,61
Središnja	Mali	120.226±0,02 ^e	37.931-623.734	5080±0,02 ^e	0,22
	Veliki	211.836±0,02 ^{de}	93.972-429.536	5.326±0,02 ^{de}	0,16

*Brojevi označeni istim slovom značajno se razlikuju (^aP<0,05; ^bP<0,01; ^cP<0,001; ^{d,e}P<0,0001)

¹BSS (broj somatskih stanica)

LSM - srednja korigirana vrijednost; SE - standardna greška razlike; SD - standardna devijacija

iznosio 156.000 SS/mL (HPA, 2009), dok su mala gospodarstva južne s 161.809 SS/mL i velika središnje regije sa 211.836 SS/mL bila iznad nacionalnog prosjeka.

Dakić i sur. (2006) su zaključili da je tijekom zimskog odnosno ljetnoga razdoblja broj somatskih stanica u kravljem mlijeku povećan. Uočena je vrlo velika varijabilnost broja somatskih stanica, u prosjeku više od 25 %.

Koeficijenti korelacija istraživanih parametara

Koeficijenti korelacija između istraživanih parametara prikazani su u tablici 6. Utvrđena je visoka povezanost između udjela suhe tvari i: mliječne masti (0,85) odnosno bjelančevina (0,62). Također, pozitivna veza utvrđena je između udjela bjelančevina i mliječne masti u mlijeku (0,30). Utvrđen je i pozitivan koeficijent korelacije između broja somatskih stanica i ukupnog broja mikroorganizama (0,17).

Zaključak

Udjeli mliječne masti i bjelančevina u mlijeku malih i velikih gospodarstava triju hrvatskih regija udovoljavali su odredbama "Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka". Prosječni udio suhe tvari u mlijeku malih gospodarstava središnje regije bio je značajno (P<0,05) veći nego u mlijeku s malih gospodarstava istočne regije. Mikrobiološka kvaliteta mlijeka s malih gospodarstava južne regije nije udovoljavala odredbama "Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka". Za broj somatskih stanica u mlijeku s velikih gospodarstava svih triju regija utvrđena je značajna (P<0,01) razlika. Između pojedinih parametara kvalitete mlijeka utvrđena je pozitivna povezanost.

Tablica 6. Koeficijenti korelacija između kemijskih i mikrobioloških parametara kvalitete mlijeka

	Mliječna mast	Bjelančevine	Suha tvar	MO ¹	BSS ²
Mliječna mast	1				
Bjelančevine	0,30*	1			
Suha tvar	0,85*	0,62*	1		
MO	0,007	-0,15**	-0,10***	1	
BSS	-0,03	-0,07	-0,14**	0,17**	1

*P<0,0001; **P<0,01; ***P<0,05

¹MO - broj mikroorganizama koje tvore kolonije; ²BSS - broj somatskih stanica

*Chemical and microbiological
farm milk quality determination in three
Croatian regions*

Summary

The purpose of this study was to determine chemical and microbiological quality of raw milk from 30 farms of different sizes from eastern, central and southern Croatian regions. Samples of fresh raw milk (n=360) are determined by the content of fat, protein, total solids, and the number of microorganisms and somatic cells. Analysed milk derived from Holstein, Simmental and Brown Swiss cows, and their crossbred. Chemical composition of milk was determined by infrared spectrophotometry, microbiological quality by milk epifluorescence flow cytometry, and the number of somatic cells in milk was determined by fluoro-opto-electronic method. The results of chemical quality of milk - of milk fat and protein entirely, for all groups of large and small farms in eastern, central and southern regions meet the requirements of the "Regulations on the Quality of Fresh Raw Milk". Looking at the value of the total number of microorganisms, only a group of small agricultural holdings of the southern region do not meet the requirements prescribed by the Regulations on the Quality of Fresh Raw Milk in 2000. Small agricultural holdings of the southern region had significantly higher total number of microorganisms ($P < 0.0001$) in relation to the other two groups. There was a statistically significant difference ($P < 0.01$) between somatic cell count (SCC) in milk of all three region's large agricultural holdings, while the SCC in milk of small agricultural holdings of different regions did not show statistically significant difference ($P < 0.05$).

Key words: milk, chemical quality,
microbiological quality, dairy farm

Literatura

1. Antunac, N., Lukač-Havranek, J., Samaržija, D. (1997): Somatske stanice i njihov utjecaj na kakvoću i preradu mlijeka. *Mljekarstvo* 47 (3), 183-193.
2. Ariznabareta, A., Gonzalo, C., San Primitivo, F. (2002): Microbiological Quality and Somatic Cell Count of Ewe Milk with Special Reference to Staphylococci. *J. Dairy Sci.* 85 (6), 1370-1375.
3. Bačić, B., Vujičić, I. (1963): *Savremena poljoprivreda* 3, Novi sad, 213-222
4. Bačić, B., Vujičić, I. (1964): Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, sv. 8.
5. Bosnić, P. (2002): Svježe sirovo kravlje mlijeko u svijetu i Hrvatskoj (komparativna analiza 1997.-2000.), Lura d.d., Zagreb.
6. Caput, P. (1996): Govedarstvo, Celeber, Zagreb.
7. Causimus, M.C. (1985): Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products, ed.: R.K. Robinson, London, 119-161.
8. Comberg, G., Groening, M. (1965): Untersuchungen zur Einwirkung der Umwelt auf die Bestandteile der Milch. *Milchwissenschaft* 20 (9), 462-470.
9. Čačić, Z., Kalit, S., Antunac, N., Čačić, M. (2003): Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku. *Mljekarstvo* 53 (1), 23-36.
10. Dakić, A., Pintiće, N., Poljak, F., Novosel, A., Stručić, D., Jelen, T., Pintiće, V. (2006): Utjecaj godišnjeg doba na broj somatskih stanica u kravljem mlijeku isporučenom za tržište. *Stočarstvo* 60 (1), 35-39.
11. Davidov, P.B. (1965): Mol. Prom. No. 7, Moskva
12. Desmasures, N., Bazin, F., Gueguen, M. (1997): Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. *J Appl Microbiol* 83, 53-58.
13. Dozet, N., Stanišić, M. (1967): Radovi Poljoprivrednog fakulteta 18, Sarajevo.
14. Dozet, N., Stanišić, M. (1970): Sastav i svojstva mlijeka holstein pasmine, *Mljekarstvo* 20 (8), 175-182.
15. Dozet, N., Mihal, L., Stanišić, M., Čopić, Č. (1971): *Veterinaria* 20, Sarajevo.
16. Dozet, N., Stanišić, M., Sumenić, S. (1975): Sastav, kvalitet i proizvodnja mlijeka na brdsko-planinskom području. *Mljekarstvo* 25 (10), 226-232.
17. Dozet, N., Stanišić, M., Sumenić, S. (1976): Ispitivanje suhe materije mlijeka raznih rasa goveda. *Mljekarstvo* 26 (8), 185-194.
18. Dozet, N. (1978): 20th International Dairy Congress, Paris, 41-42.
19. Feldhofer, S. (2009) Hranidba krava visoke muznosti, Interna skripta.
20. Gaunt, S.N., Gacula, M.C., Corwin, A. (1966): Variation in milk constituents and milk yield for five breeds of dairy cattle. 17th Int. Dairy Congr. (Sect. A) 1:29. Munchen.
21. Grbeša, D., Samaržija, D. (1994): Hranidba i kakvoća mlijeka. *Mljekarstvo* 44 (2), 119-132.

22. Hadžiosmanović, M., Mašić, M., Cvrtila, Ž. (1998): Odnos broja somatskih stanica i fizikalnokemijskih pokazatelja kakvoće mlijeka. *Zbornik Veterinarski dani, Rovinj*, 69-74.
23. Heesch, W.H. (1996): Bacteriological quality of raw milk: Legal requirements and payment systems. Situation in the EU and IDF member countries. Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria. Proceedings, 1-17.
24. HRN ISO 9622 (2001): Punomasno mlijeko - Određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze - Upute za rad MID-infrared instrumentima (ISO 9622:1999), Hrvatski zavod za norme.
25. HRN EN ISO 13366-2 (2007): Mlijeko - Brojanje somatskih stanica - 2. dio: Upute za rad Fluor-opto-elektronskim brojačem, Hrvatski zavod za norme, Zagreb.
26. HPA (2009): Godišnje izvješće za 2008.
27. Juarez, M. (1978): 20th International Dairy Congress, Paris, 47-48.
28. Kelly, A.L., (2002): Test methods and standards. Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press. Vol 3., 1995 - 2002.
29. Kirin, S. (2001): Higijenska kakvoća sirovog mlijeka u svjetlu zakonskih propisa. *Mljekarstvo* 51, 49-60.
30. Kitchen, B.J. (1981): Review of the progress of Dairy Science: Bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. *J Dairy Res* 48, 167-188.
31. Majić, B. (1994): Veterinarski pristup suzbijanju osobito subkliničkih mastitisa. *Praxis Veterinaria* 42, 199-207.
32. Markova, K.V., Altman, A.D. (1963): Kakie faktory vlijajut na sostav moloka, Moskva.
33. Muir, D.D. (1996): The shelf-life of dairy products: I. Factors influencing raw milk and fresh products. *Int. J. Dairy Technol.* 49 (1) 24-32.
34. Mutukumira, A.N., Feresu, S.B., Narvhus, J.A., Abrahamson, R.K. (1996): Chemical and Microbiological Quality of Raw Milk Produced by Smallholders Farmers in Zimbabwe. *J. Food Prot.* 59 (9), 984-987.
35. Pejić, O., Stefanović, R., Đorđević, J. (1955): Zbornik radova poljoprivrednog fakulteta, sv. 2, Beograd.
36. Petrović, M.D., Petrović, M.M., Nenadović, G., Kurčubić, V., Marinkov, G. (2006): Hemijski - mikrobiološki parametri kvaliteta sirovog kravljeg mleka, *Biotechnology in Animal Husbandry* 22 (5-6), 109-119.
37. Poutrel, X., Serieys, F., Sarradin, P. (1996): An experimental protocol for evaluation of efficacy of premilking teat disinfectants in reducing contamination of milk by *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria. Abstracts, 36.
38. Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka (2000): Narodne novine, br. 102, od 17. listopada.
39. Rajčević, M., Zadnik, T., Levstek, J., Vidić, A. (1997): Odras ljetne hranidbe krava na neke parametre mlijeka i krvi. *Krmiva* 39 (6), 287-297.
40. Rajčević, M., Potočnik, K., Levstek, J. (2003): Correlations Between Somatic Cells Count and Milk Composition with Regard to the Season. *ACS* 68 (3), 221-226.
41. Reinart, A., Nesbitt, J.M. (1956): The composition of milk in Manitoba. U: 14th International Dairy Congress, Roma, 946-953.
42. SAS (1999): SAS Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC.
43. Slaghuis, B. (1996): Sources and significance of contamination on different levels of raw milk production. Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria. Abstracts, 2.
44. Slaghuis, B., Jepsen, L. (2001): Hygiene management for microbiological milk quality on the farm. Report on progress. Code of Practice for the Hygienic Production of Milk. Agenda Item 5.4.
45. Tratnik, L.J. (1998): *Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.
46. Tyler, W.J. (1958): Genetic Aspects of Solids-not-fat and its Components. *J. Dairy Sci.* 41 (3), 447-449.
47. Uremović, Z., Uremović, M., Pavić, V., Mioč, B., Mužić, S., Janječić, Z. (2002): *Stočarstvo*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
48. Vujičić, I., Bačić, B. (1968): Variranje sadržaja proteina i masti u mleku krupnih stada. *Mljekarstvo* 18 (11), 241-247.
49. Vujičić, I. (1985): *Mljekarstvo*. Naučna knjiga, Beograd.
50. Zjalić, M., Orlić, N. (1977): Odnos stanja zdravlja vime na krava i kvalitete skupnog mlijeka u seljačkim domaćinstvima SR Hrvatske. *Mljekarstvo* 27 (2), 26-29.
51. Živković, Ž., Vasić, J. (1974): Prilog poznavanju kvaliteta mlijeka iz brdsko-planinskog područja. *Mljekarstvo* 24 (12), 283-286.