

Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti

Rajka Božanić, Ljubica Tratnik, Ida Drgalić

Revijalni prikaz – Review

UDK:637.12'639

Sažetak

Kozjem mlijeku se danas pridaje sve veća pažnja. U odnosu na ostale vrste mlijeka, proizvodnja kozjeg mlijeka je u najvećem porastu. Iako je sastav kozjeg i kravljeg mlijeka u osnovi vrlo sličan, kozje mlijeko ima znatne dijetetske i terapijske prednosti. Nažalost, ono je puno slabije istraženo. Ovaj rad sadrži pregled glavnih sastojaka te broja somatskih stanica kozjeg mlijeka u usporedbi s kravljim. Poseban je naglasak na okusu i zdravstvenoj vrijednosti kozjeg mlijeka kao i na glavnim proizvodima od kozjeg mlijeka (sir i fermentirani napitci).

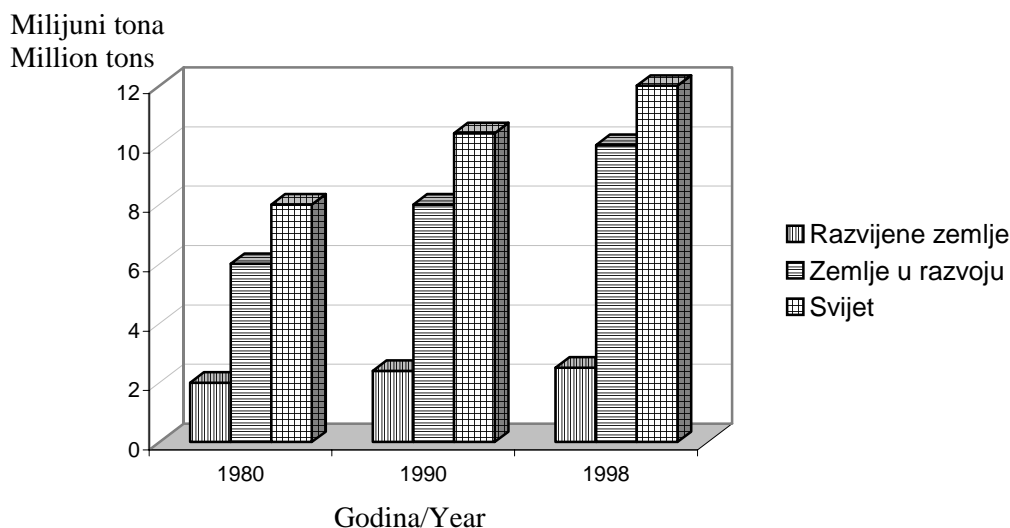
Ključne riječi: kozje mlijeko, kemijski sastav, okus, zdravstvena vrijednost, proizvodi

Uvod

S nutritivnog gledišta mlijeko je najkompletnija i najizbalansiranija prehrambena namirnica. Kravlje mlijeko po količini ima najviše pa se ono uglavnom koristi u proizvodnji svih mliječnih proizvoda. Stoga je i konzumno mlijeko najčešće kravlje. Iako kozje mlijeko čini svega 2% ukupne svjetske proizvodnje, u prehrani se sve više ističu njegove prednosti. U posljednjih 20 godina proizvodnja kozjeg mlijeka u svijetu bilježi sve veći porast (slika 1).

Ukupna svjetska populacija koza povećana je sa 469 na 703 milijuna grla što čini povećanje od 50%. Populacija ovaca smanjena je za 6%, broj krava povećan je za 2%, a bivola za 34%. Također, proizvodnja kozjeg mlijeka porasla je sa 7 na 11 milijuna tona, što iznosi povećanje od 47% (FAO, 1998.). 1999. godišnja svjetska proizvodnja kozjeg mlijeka dostigla je 12 milijuna tona (FAOSTAT, 1999.), a 2000. godine 12,4 milijuna (IDF Bulletin, 2000.). Najveća je proizvodnja kozjeg mlijeka u Aziji, gdje se

većina tog mlijeka koristi za izravnu konzumaciju. Najveći proizvođač kozjeg mlijeka je Indija sa 2 milijuna tona godišnje (FAO, 1998.). Po proizvodnji kozjeg mlijeka u Europi vode Grčka (30%), Francuska (28%) i Španjolska (25%), a većina tog mlijeka koristi se za proizvodnju sira. Europa ima 3% od ukupne svjetske populacije koza, a sa 17% sudjeluje u ukupnoj proizvodnji kozjeg mlijeka (FIL-IDF, 1999.). Razlog tome je u mliječnim pasminama koza (alpina, sanska) koje proizvode od 500 do 800 litara mlijeka u laktaciji (Antunac i Samaržija, 2000.).



Slika 1: Proizvodnja kozjeg mlijeka 1980, 1990. i 1998. godine u milijunima tona (FAOSTAT, 1999.)

Figure 1: Goat's milk production in 1980, 1990 and 1998 in million tons (FAOSTAT, 1999.)

Kemijski sastav kozjeg mlijeka

Osnovni sastav kozjeg i kravljeg mlijeka vrlo je sličan (tablica 1). Sastav kozjeg mlijeka značajno se mijenja, ovisno o pasmini i genotipu koza, redosljedu i stadiju laktacije te godišnjem dobu. Ova dva zadnja parametra mogu se i povezati jer je većina mlijećnih koza u istom stadiju laktacije u određeno doba godine. Dužina laktacije koza također je varijabilna, od 150 do 300 dana, a mlijećnih pasmina 210 do 300 dana.

Tablica 1: Sastav, svojstva i energijska vrijednost kozjeg i kravljeg mlijeka (Brezina i sur., 1993.; Renner, 1983. *)

Table 1: Composition, characteristics and energy values of goat's and cow's milk (Brezina et al., 1993; Renner, 1983*)

Parametar/Parameter	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
Suha tvar / Total solids (%)	11,94	12,89
Mliječna mast / Fat (%)	3,60	4,10
Proteini / Proteins (%)	3,10	3,38
Laktoza / Lactose (%)	4,60	4,60
Pepeo / Ash (%)	0,77	0,79
Gustoća / Density (g/L)	1030,10	1029,40
pH-vrijednost /pH-value	6,72	6,68
Titracijska kiselost / Titratable acidity (°SH)	6,80	6,70
Slobodne masne kiseline / Free fatty acids (mg/L)	8,10	7,50
Energijska vrijednost / Energy (KJ/100 mL)	293,10	288,90
Kolesterol / Cholesterol (mg/100g)*	10,00	13,00

Tijekom laktacije udjel masti i proteina visok je u kolostrumu i mlijeku početkom laktacije, puno niži sredinom laktacije i ponovo se povećava krajem laktacije kada se količina mlijeka smanjuje (tablica 2) (Antunac i sur., 2001.).

Tablica 2: Prosječan sastav (%) i kiselost (°SH) kozjeg mlijeka alpina i sanske pasmine tijekom 200 dana laktacije (Antunac i sur., 2001.)

Table 2: Average composition (%) and acidity (°SH) of goat's milk from alpine and saanen breeds during 200 days of lactation (Antunac et al., 2001)

	50. dan 50 th day	100. dan 100 th day	150. dan 150 th day	200. dan 200 th day
Suha tvar / Total solids	12,02	11,34	11,31	11,96
Mast / Fat	3,63	3,28	3,25	3,63
Proteini / Proteins	2,89	2,75	2,79	3,08
Laktoza /Lactose	4,56	4,40	4,31	4,23
Pepeo / Ash	0,794	0,782	0,790	0,831
Kiselost / Acidity (°SH)	6,63	6,28	6,73	7,52

Proteini

Proteini sudjeluju u gotovo svim procesima u organizmu, od građe do reprodukcije. Oni kataliziraju važne reakcije u ljudskom organizmu, vežu mineralne tvari i vitamine, te stabiliziraju okus mlijeka i mliječnih proizvoda. Kazein je glavni protein mlijeka (čini oko 80% ukupnih proteina), a sastoji se iz α_{s1} -kazeina, α_{s2} -kazeina, β -kazeina i κ -kazeina. Kazein, koji je u mlijeku u obliku većih koloidnih čestica, sadrži značajne količine kalcija i fosfata, a manje magnezija i citrata. Čestice kazeina nazivaju se kalcijev kazeinat fosfat kompleks, a u mlijeku se nalaze u obliku micela. Nekazeinske frakcije proteina mlijeka ili sirutke se dijele u laktalbumine, laktoglobuline i proteozeptone. Proteini sirutke su biološki najvrjedniji proteini. Nutritivna vrijednost proteina ovisi o udjelu različitih amino-kiselina što se apsorbiraju nakon probave u alimentarnom sustavu.

Proteini kozjeg mlijeka su probavljiviji od proteina kravljeg mlijeka i efikasnija je apsorpcija amino-kiselina (Park, 1994b). Količina ukupnih amino-kiselina podjednaka je u oba mlijeka. Ipak, udjel histidina, arginina, cisteina, valina, leucina i asparagina je veći u kozjem mlijeku, dok je udjel serina, tirozina i glutamina manji (tablica 3). Količina esencijalnih amino-kiselina također je podjednaka u oba navedena mlijeka.

Iako je biološka vrijednost ova dva mlijeka približno jednaka ipak analiza amino-kiselina pokazuje nešto veću količinu slobodnih amino-kiselina u kozjem mlijeku, a osobito slobodnih esencijalnih amino-kiselina (tablica 4).

Od slobodnih amino-kiselina kozje mlijeko sadrži najviše taurina (tablica 5). Količina taurina u kozjem mlijeku slična je količini taurina u humanom mlijeku i znatno veća u odnosu na kravlje mlijeko. Taurin je esencijalna amino-kiselina prirodno sadržana u tekućinama i tkivima organizma. Ona je osobito važna u prehrani male djece i beba jer sudjeluje u rastu i razvoju mozga. Uloga taurina u formaciji žučnih soli je poznata, ali on je također uključen u neke fiziološke procese kao što je modulacija protoka kalcija, pobuđivanje neurona te stabilizacija membrana smanjivanjem toksičnih supstanci i/ili osmoregulacija. U ljudi je kardiomiopatija (bolest srčanog mišića) povezana s niskom koncentracijom taurina u tkivima i visokim udjelom taurina u urinu. U eksperimentima sa životinjama nedostatak taurina

tijekom razvoja smatran je glavnim uzrokom stimulacije epilepsije, zaostatka u rastu, oštećenja cerebralnog razvoja te degeneracijom očne mrežnice (Tripaldi i sur., 1998.).

Tablica 3: Aminokiselinski sastav (g/100g proteina) kozjeg i kravljeg mlijeka (Urbiene i sur., 1997.)

Table 3: Amino acid composition (g/100g protein) of cow's and goat's milk (Urbiene et al., 1997)

Amino-kiselina Amino acid	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
Lizin / Lysine *	7,78	7,86
Histidin / Histidine	3,47	2,35
Arginin / Arginine	3,54	2,43
Asparaginska kiselina / Aspartic acid	8,59	6,79
Treonin / Threonine*	4,77	4,81
Serin / Serine	5,23	5,78
Glutaminska kiselina / Glutamic acid	19,82	22,86
Prolin / Proline	9,12	9,33
Glicin / Glycine	1,58	1,74
Alanin / Alanine	3,99	3,61
Cistein / Cystine	1,04	0,83
Valin / Valine *	6,07	5,64
Metionin / Methionine *	2,51	2,63
Izoleucin / Isoleucine *	4,45	4,87
Leucin / Leucine *	10,17	9,92
Tirozin / Tyrosine	3,64	4,75
Fenilalanin / Phenylalanine*	4,13	4,34

*esencijalne amino-kiseline / essential amino acids 39,88 40,07

Kazeinske micelle kozjeg mlijeka su manje u odnosu na kazeinske micelle kravljeg mlijeka, a udjel proteina sirutke (albumina i globulina) u kozjem mlijeku je veći (Dziuba i sur., 1997.; Urbiene i sur., 1997. Dok je u kravljem mlijeku α_{s1} -kazein glavna frakcija kazeina, u kozjem mlijeku to je β -kazein (tablica 6). Može se reći da je β -kazein glavni protein kozjeg mlijeka.

Kozje mlijeko karakterizira velika genetička varijabilnost prirode i količine frakcija proteina, zahvaljujući uglavnom α_{s1} -kazeinu u kojem je do sada identificirano 10 varijanta (tablica 7).

Tablica 4: Analiza amino-kiselina u kozjem i kravljem mlijeku (Urbiene i sur., 1997.)

Table 4: Analysis of amino acids in cow's and goat's milk (Urbiene et al., 1997.)

Amino-kiseline / Amino acids	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
a) ukupne amino-kiseline (mg%) total amino acids	2989	3199
b) ukupne slobodne amino-kiseline (mg%) total free amino acids	2,51	2,38
c) ukupne esencijalne amino-kiseline (mg%) total essential amino acids	1210	1280
d) ukupne slobodne i esencijalne amino-kiseline (mg%) total free and essential amino acids	0,82	0,70
b/a (%)	0,084	0,074
c/a (%)	40,48	40,01

Te varijante nisu samo posljedica substitucije ili nedostatka jedne ili dvije amino-kiseline (A, B2 i C varijacije) nego također i delacija čitavih sekvenca amino-kiselina (Pierre i sur., 1998.). Genetski polimorfizam β -laktoglobulina, α_{s1} -, β - i κ -kazeina utječe na čvrstoću i viskoznost jogurta, sinerezu kod gružanja enzima, toplinsku stabilnost mlijeka, udjel kazeina, suhe tvari, fosfora te pH-vrijednost mlijeka. Ponekad kozje mlijeko ima nizak udjel kazeina i nezadovoljavajuću sposobnost koagulacije sirilom što utječe na prinos sira. Kazein kozjeg mlijeka sadrži iste proteinske frakcije kao i kravlje, ali individualne genetičke razlike ili razlike uzrokovane pasminom u građi α_{s1} -kazeina mogu se rangirati "nizak tip" (O), "niski tip" (F, D) te "vrlo visoki tip" (A, B, C), sa srednjim klasama (E). «Nizak» α_{s1} -kazeinski tip kozjeg mlijeka ima kraće koagulacijsko vrijeme i slabiju toplinsku otpornost nego "visoki tip". Čvrstoća gruža «visokog tipa» mlijeka je veća u odnosu na «niski tip». Udjel suhe tvari, ukupnih proteina, kazeina i fosfora je veći u «visokom tipu» mlijeka, a pH-vrijednost je niža. Za dulje koagulacijsko vrijeme «visokog tipa» mlijeka odgovoran je α_{s1} -kazein koji usporava nastajanje gruža. Usprkos duljem vremenu koagulacije, kozje mlijeko «visokog» α_{s1} -kazeinskog tipa je pogodnije u sirarstvu zbog boljeg prinosa sira i veće čvrstoće gruža (Clark i Sherbon, 2000.), što je povezano s nižom pH-vrijednosti, većim udjelom

kalcija, manje intenzivnim kozjim okusom te glađom teksturom gruša. Mlijeko «niskog tipa», s druge strane, ima bolju probavljivost (Haenlein, 1996.). Genetski polimorfizam kazeina u kozjem mlijeku vezan je i uz veličinu micela kazeina (Pierre i sur., 1999.). U micelama većeg promjera, veći je udjel κ -kazeina, a manji udjel α_{s2} -kazeina (tablica 8).

Tablica 5: Prosječan udjel slobodnih amino-kiselina u kozjem mlijeku (prema Tripaldi i sur., 1998.)

Table 5: Average content of free amino acids in goat's milk (according to Tripaldi et al., 1998.)

Slobodna amino-kiselina Free amino acid	$\mu\text{mol}/100\text{ ml}$	Slobodna AK Free amino acid	$\mu\text{mol}/100\text{ ml}$
Fosfoserin	4,74	Treonin	2,28
Phosphoserine		Threonine	
Asparaginska kiselina	1,01	Alanin	8,68
Aspartic acid		Alanine	
Glutaminska kiselina	17,01	Arginin	7,75
Glutamic acid		Arginine	
α -aminoadipinska kiselina	0,70	Prolin	1,56
α -aminoadipic acid		Proline	
Hidroksiprolin	1,85	Tirozin	2,50
Hydroxyproline		Tyrosine	
Serin	9,00	Valin	4,95
Serine		Valine	
Asparagin	4,30	Metionin	0,96
Asparagine		Methionine	
Glicin	43,21	Izoleucin	1,64
Glycine		Isoleucine	
Glutamin	18,78	Leucin	2,04
Glutamine		Leucine	
β -alanin	1,17	Fenilalanin	1,21
β -alanine		Phenylalanine	
Taurin	55,93	Triptofan	0,87
Taurine		Tryptophan	
Histidin	1,44	Ornitin	2,03
Histidine		Ornithine	
Citrulin	5,35	Lizin	3,75
Citrulline		Lysine	
Σ			205,21

Tablica 6: Postotni udjeli glavnih frakcija kazeina u kozjem i kravljem mlijeku (Brezina i sur., 1993.)

Table 6: Percent of main casein fractions in goat's and cow's milk (Brezina et al., 1993)

Frakcije kazeina Caseine fraction	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
α_s	26	56
β	64	33
κ	10	11
α_s/β	0,41	1,70

Tablica 7: Proteinske varijante u kozjem mlijeku (prema Moioli i sur., 1988.)

Table 7: Protein's variations in goat's milk (according to Moioli et al. 1988.)

Proteinska frakcija / Protein's fraction	Proteinska varijante / Protein's variation
α_{s1} -kazein / α_{s1} -casein	A, B1, B2, B3, C, D, E, F, G, O
α_{s2} -kazein / α_{s2} -casein	A, B, C
β -kazein / β -casein	A, B, O
κ -kazein / κ -casein	A, B
α -laktalbumin / α -lactalbumin	A, B
β -laktoglobulin / β -lactoglobulin	A, B

Tablica 8: Kazeinski sastav A i nul tipa kozjeg mlijeka (Pierre i sur., 1999.)

Table 8: Casein composition of A and null-types of goat's milk (Pierre et al., 1999.)

	Ukupni kazein Total casein g kg^{-1}	κ -kazein κ -casein	α_{s1} -kazein α_{s1} -casein	α_{s2} -kazein α_{s2} -casein	β -kazein β -casein
A tip A-type milk	28,0 (100%)	3,3 (12%)	3,8 (14%)	7,4 (26%)	13,5 (48%)
Nul tip Null-type milk	20,4 (100%)	4,0 (20%)	3,8 (19%)	0,5 (2%)	12,1 (59%)

Vrlo mala količina α_{s1} -kazeina u kozjem mlijeku omogućava sigurnu identifikaciju patvorenja kozjeg mlijeka kravljim, već s količinama od 1% (Jandal, 1996.).

Svojstva koagulacije kozjeg mlijeka vezana su uz njegov sastav. Razlike postoje u mlijeku različitih pasmina, pa čak i individualnih grla koza. Kozje mlijeko daje manji prinos sira u odnosu na kravlje. S obzirom na sastav mlijeka, α_{s1} -kazein je glavni čimbenik brzine nastajanja gruša i njegove čvrstoće (Clark i Sherbon, 2000.). Čvrstoća gruša je u pozitivnoj korelaciji s ukupnim udjelom kalcija i β -kazeina, kao i stupnjem otapanja micela, a u negativnoj korelaciji s prosječnom veličinom micela. Brzina nastajanja gruša je u pozitivnoj korelaciji sa udjelom β -kazeina, a u negativnoj korelaciji s ukupnim i ionskim kalcijem kao i omjerom α_{s1}/β -kazeina. S obzirom da kozje mlijeko sadrži manje kazeina, osobito α_{s1} -kazeina, te više kalcija vezanog na micela, gruš od kozjeg mlijeka je obično suši u odnosu na kravlje mlijeko (Alichanidis i Polychroniadou, 1997.).

Kinetika zakiseljavanja kozjeg i kravljeg mlijeka također se razlikuje. Zbog većeg udjela proteina sirutke, kozje mlijeko bolje puferira, pa je pad pH vrijednosti u njemu sporiji što može produžiti fermentaciju. Kozje mlijeko daje mekši, krhkiji gruš kada se proizvodi zakiseljavanjem, što je opet vezano uz manje proteinske micela i manji udjel α_{s1} -kazeina (Park, 1994.). Fermentirano kozje mlijeko zbog svog proteinskog sastava daje manje čvrst gruš te ima mekšu konzistenciju u usporedbi s kravljim mlijekom (Alichanidis i Polychroniadou, 1997.).

Gruš kozjeg mlijeka probavljiviji je u odnosu na gruš kravljeg mlijeka. Razlog tome je upravo u njegovoj manjoj čvrstoći. Dodatkom jake kiseline izravno u kozje mlijeko nastaju nježnije pahulje i to puno brže u odnosu na kravlje mlijeko koje sporije stvara veće nakupine. Ovakav pokus opisuje događanja u želucu tijekom probave, što dokazuje da se kozje mlijeko probavlja brže i lakše u odnosu na kravlje (Haenlein, 1992.).

Mliječna mast

Mliječna mast utječe na ugodan okus mlijeka te na aromu, konzistenciju i teksturu mliječnih proizvoda. Sadržaj mliječne masti u mlijeku može biti vrlo promjenjiv (od 2,5 do 6%). Mliječna mast je smjesa velikog broja različitih lipidnih tvari i sadrži više od 200 različitih masnih kiselina. Većina njih javlja

se samo u tragovima (Renner, 1983.). Samo 15 masnih kiselina mliječne masti zastupljeno je u udjelu većem od 1%. Kratki lanci masnih kiselina daju mliječnoj masti izvanrednu probavljivost, brzo oksidiraju, a mliječna mast opskrbljuje organizam esencijalnim masnim kiselinama i u masti topljivim vitaminima (A, D, E i K). Mliječna mast sadrži konjugiranu linolnu kiselinu te u masti topljive vitamine i fosfolipide koji sadrže kolin. Sve je više dokaza o antikancerogenom djelovanju konjugirane linolne kiseline. Poznato je da kolin pospješuje oksidaciju masti u jetri i održava ravnotežu koncentracije kolesterola (Rogelj, 1998.), potencijalnog uzročnika krvožilnih bolesti. Kozje mlijeko sadrži manje kolesterola u odnosu na kravlje (tablica 1). Razlika u mliječnoj masti kozjeg i kravljeg mlijeka je u zasićenosti i duljini lanaca masnih kiselina, što ima veliku nutritivnu i zdravstvenu važnost (tablica 9).

*Tablica 9: Postotni udjeli glavnih masnih kiselina u uzorcima (n=39) kozjeg mlijeka (Hellin i sur., 1998.; *Jandal, 1996.)*

*Table 9: Percentage of main fatty acids in goat's milk (n=39) (Hellin et al., 1998.; *Jandal, 1996.)*

Masne kiseline Fatty acids	Kozje mlijeko Goat's milk		Kravlje mlijeko* Cow's milk*
	minimum- maksimum min.-max.	prosjeak average	
C ₄ maslačna / butyric	1,49-4,23	2,99	3,3
C ₆ kapronska / caproic	4,28-8,82	6,25	1,6
C ₈ kaprilna / caprylic	1,70-4,12	2,52	1,3
C ₁₀ kaprinska / capric	8,59-12,64	10,41	3,0
C ₁₂ laurinska / lauric	3,80-7,32	5,64	3,1
C ₁₄ miristinska / myristic	10,70-15,26	12,81	9,5
C ₁₆ palmitinska / palmitic	27,35-40,66	34,80	28,8
C ₁₈ stearinska / stearic	4,73-9,93	6,84	14,6
C _{18:1} oleinska / oleic	10,34-17,08	13,26	29,8
C _{18:2} linolna / linoleic	2,54-4,81	3,60	2,5
C _{18:3} linolenska / linolenic	0,20-1,72	0,88	-

Mast kozjeg mlijeka je probavljivija od masti kravljeg mlijeka, jer su masne globule kozjeg mlijeka manje i ima ih više (tablica 10) pa je ukupna masna površina veća te ih lipaze u crijevima lakše razgrađuju. Promjer pojedinih globula masti u kozjem mlijeku prema Attaie i Richter (2000.) je od 0,73 do 8,58 μm , za razliku od masnih globula u kravljem mlijeku čiji promjer iznosi od 0,92 do 15,75 μm . Specifična površina masne čestice u kozjem mlijeku iznosi 21,778 cm^2/mL , a u kravljem mlijeku 17,117 cm^2/mL . 90% ukupnih čestica u kozjem mlijeku ima promjer manji od 5,21, dok je 90% ukupnih čestica u kravljem mlijeku manje od 6,42 μm (Attaie i Richter, 2000.). Takve manje globule masti bolje su raspršene u mlijeku pa osiguravaju puno bolju homogenost kozjeg mlijeka u odnosu na kravlje. Zbog manjih masnih globula, brzina obiranja masti kozjeg mlijeka je puno manja što je tehnološki značajno. Obiranje masti u kravljem mlijeku brže je zbog aglutinacije uzrokovane nakupljanjem masnih globula. S obzirom da jasne aglutinacije u kozjem mlijeku praktički nema, obiranje je sporije.

Tablica 10: Parametri veličine i broja masnih globula u mliječnoj masti kozjeg i kravljeg mlijeka (Mehaia, 1995.)

Table 10: Calculated parameters of the fat globule-size distribution in goat's and cow's milks (Mehaia, 1995)

Parametar Parameter	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
Određena količina masti / Determined fat content		
Broj globula/mL mlijeka / No. of globules/ml milk	2,90 $1,9 \times 10^9$	3,40 $1,5 \times 10^9$
Prosječni promjer / Average diameter	3,10	3,60

Iako sadržaj pojedinih masnih kiselina značajno varira i ne postoji značajna korelacija s količinom mliječne masti (Hellin i sur., 1988.), gotovo 28% masnih kiselina kozjeg mlijeka je kraćih lanaca (C_4 do C_{12}). Lipaze radije cijepaju esterske veze kratkih lanaca masnih kiselina, pa se ta razlika očituje u bržoj probavljivosti mliječne masti kozjeg mlijeka (Jenness, 1980.). Kozje mlijeko u prosjeku sadrži 38% srednjelančanih masnih kiselina (C_6 - C_{14}), a kravlje mlijeko 18%. Tri masne kiseline, nazvane po kozama (capra = koza, lat): kapronska (C_6), kaprilna (C_8) i kaprinska (C_{10}), čine oko 20% masnih kiselina kozjeg mlijeka za razliku od samo 6% u kravljem mlijeku (tablica 9).

Te masne kiseline metaboliziraju se više poput šećera nego poput masti, tj. puno se brže konvertiraju u energiju i ne nakupljaju se u obliku tjelesnih zaliha, pa kako se ne nagomilavaju u arterijama, ne dolazi do začepljenja arterija. Osim što utječu na jedinstveni, specifičan okus mlijeka, te srednjelančane masne kiseline imaju i medicinsku vrijednost (Babayan, 1981.).

Laktoza

Laktoza ili mliječni šećer je značajan izvor energije, pospješuje djelovanje probavnog sustava i povećava sposobnost organizma za vezanje fosfora i kalcija. Laktoza je disaharid koji se sastoji od glukoze i galaktoze. Sladak je 1/5 saharoze (komercijalnog šećera) i daje blago slatkast okus mlijeku. Fermentacijom dio laktoze (23-30%) uglavnom prelazi u mliječnu kiselinu (75-95%). Proizvodnja svih fermentiranih mliječnih proizvoda zasniva se na fermentaciji laktoze. Laktoze ima podjednako i u kozjem i u kravljem mlijeku, premda brojni autori (Desjeux, 1993.; Haenlein, 1996.; Antunac i Samaržija, 2000.) tvrde da kozje mlijeko sadrži manje laktoze.

Mineralne tvari

Mlijeko sadrži anorganske i organske soli od kojih su najvažniji fosfati, citrati i kazeinat. To su soli metala i organskih ili anorganskih kiselinskih radikala. One mogu biti u ionskom, molekularnom i koloidnom obliku. Tako se približno 1/3 kalcija i 1/3 fosfata, 75% magnezija i 90% citrata mlijeka nalaze u otopljenom stanju.

Kalcij je posebno važan za zdravlje koštanog sustava i zuba te za održavanje vitalnih funkcija čovječeg tijela. Otprilike 99% kalcija nalazi se u kostima i zubima, a 1% u tjelesnim tekućinama. Kalcij tjelesnih tekućina omogućuje normalnu aktivnost mišića i živčanog sustava. Potreban je za aktivaciju brojnih enzima, a nužan je i za normalan proces zgrušavanja krvi. U vrijeme rasta i razvoja koštanog sustava sve do trećeg desetljeća života kao i nasljedni činioci, tjelesna aktivnost, a posebno količina kalcija u prehrani - važni su za postizanje maksimalne veličine koštane mase. Kost neprestano mijenja svoju unutarnju građu; stara kost se razgrađuje, a umjesto nje nastaje nova. Na taj način očuvana su mehanička svojstva kosti. Otprilike 10% koštanog tkiva pregradi se tijekom jedne godine, pa je uloga kalcija značajna

tijekom cijelog života. Dugotrajnim smanjenim unosom kalcija znatno je povećan rizik od osteoporoze, osobito u zreloj životnoj dobi. Osteoporoza je bolest koju karakterizira mala koštana masa i poremećena mikroarhitektonska građa koštanog tkiva (tzv. krhke kosti i sklonost prijelomima). Normalna prehrana osigurava unos 400-1500 mg kalcija na dan, neto apsorpcija u crijevu je 100 do 250 mg, što je otprilike 20% od unesene količine. U resorpciji kalcija sudjeluje i D vitamin. Potrebna je dovoljna količina kalcija u namirnicama koje omogućuju bolju iskoristivost kalcija u ljudskom organizmu. Najbolje namirnice tih osobina su mlijeko i mliječne prerađevine. Osim toga kalcij, odnosno kalcijev fosfat, veže na sebe slobodne masne i žučne kiseline pa tako smanjuje učinke toksičnih doza na epitelne stanice crijeva (Strnad i Babuš, 1997.).

Fosfor se u mlijeku nalazi u pet tipova spojeva: anorganske soli (33%), organski esteri u otopini, u lipidima i proteinima (20%) i koloidni anorganski fosfat (39%). Sumpor je uglavnom u proteinima. Glavne soli, odnosno anorganski i organski ioni u mlijeku su: Ca, Mg, Na, K, PO₄, citrati, kloridi, bikarbonati, sulfati i laktati. Soli mlijeka utječu na fizikalnu stabilnost proteina, posebno kazeina, a značajne su u prehrani.

U mlijeku su (u tragovima) sljedeći elementi: Rb, Li, Ba, Sr, Mn, Zn, E, Cu, Fe, Co i J. Od svih najviše su istraženi Fe i Cu zbog njihove uloge u oksidaciji lipida. U velikoj mjeri se nalaze u kompleksu s proteinima, a ima ih nešto u ovojnici masne kuglice mlijeka te u sastavu nekih enzima kao u ksantin-oksidazi i katalazi.

Kozje mlijeko sadrži veću količinu mineralnih tvari od kravljeg mlijeka, osobito kalija i klorida, pa je zbog toga njegov okus blago slan (tablica 11). Krajem laktacije mlijeko sadrži više mineralnih tvari pa je ta slanost izraženija.

Kozje mlijeko je izvrstan izvor biorazgradivog kalcija, fosfora i magnezija jer sadrži veće količine tih tvari u topljivom obliku u odnosu na kravlje (tablica 12) (Gueguen, 1997.).

Zakiseljavanjem kozjeg mlijeka, pri pH-vrijednosti 5,3 dolazi do potpune disocijacije koloidnog kalcij fosfata koja je praćena ekstenzivnom topljivosti kazeina (Jaubert i sur., 1999.). Kozje mlijeko sadrži oko 40% manje citrata u odnosu na kravlje mlijeko (Morgan i sur., 2000.). Prema istraživanjima Barrionuevo i sur., (2002.) kozje je mlijeko bolji izvor biorazgradivog željeza u odnosu na kravlje.

Tablica 11: Udjeli mineralnih tvari (mg/L) u kozjem (O'Connor, 1994.) i kravljem (Fox i McSweeney, 1998.) mlijeku

Table 11: Minerals (mg/L) content in goat's (O'Connor, 1994.) and cow's milk (Fox & McSweeney, 1998.)

Mineralne tvari Minerals	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
Kalcij / Calcium	1304	1200
Fosfor / Phosphorus	1080	950
Magnezij / Magnesium	136	130
Natrij / Sodium	488	500
Kalij / Potassium	1996	1500
Kloridi / Chloride	1566	1000
Željezo / Iron	0,5	0,5
Cink / Zinc	2,9	3,5
Bakar / Copper	0,23	0,20

Tablica 12: Topljivi Ca, Mg i P (% od ukupnog udjela) u obranom mlijeku (Gueguen, 1997.)

Table 12: Soluble Ca, Mg and P (% from total) in skim milk (Gueguen, 1997)

Obrano mlijeko Skim milk	Ca	Mg	P
Kozje / Goat's	34	68	58
Kravlje / Cow's	31	65	53

Vitamini

Mlijeko sadrži gotovo sve poznate vitamine. Pomanjkanje vitamina u ljudskom organizmu izaziva velike poremećaje te razne bolesti. Baš zato se ne može zamisliti pravilna prehrana (osobito djece i bolesnika) bez mlijeka i mliječnih proizvoda. Vitamini se dijele na vitamine topljive u masti (A, D, E, K) i vitamine topljive u vodi (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, B₉, B₁₂ i C). Mlijeko različitog podrijetla sadrži različite količine vitamina (tablica 13), iako to ovisi i o brojnim drugim čimbenicima.

Vitamin A. U mlijeku se osim vitamina A nalazi i njegov provitamin β -karoten. Vitamin A se stvara u jetri cijepanjem molekule β -karotena na dva dijela te putem krvi dolazi u mlijeko. Vitamin A i karoten su otopljeni u

mliječnoj masti i to u ovojnici masne kuglice. Karoten je narančasto-žute boje i daje mlijeku i mliječnim proizvodima žutu boju. Vitamin A je potreban za stvaranje vidnih pigmenata. Pomanjkanje vitamina A očituje se ljuskavošću kože i aknama, prestanku rasta kostura, zatajivanjem sposobnosti razmnožavanja i keratinizacijom rožnice (što uzrokuje njeno zamućenje i sljepoću). U nedostatku ovog vitamina češća je mogućnost infekcije. Vitamin A ima značajnu ulogu u obnavljanju staničnih membrana, osobito očiju, te isto tako utječe na sintezu steroida. Vitamin A je otporan na visoke temperature i oksidaciju, pa se ne degradira tijekom tehnološke obrade. Kozje mlijeko sadrži više vitamina A (retinola) od kravljeg mlijeka. U njemu je sav karoten konvertiran u vitamin A, što je razlog njegove karakteristične vrlo bijele boje (Jaubert, 1997.).

Tablica 13: Vitaminski sastav kozjeg i kravljeg mlijeka (na 100g) (Jaubert, 1997a.)

Table 13: Vitamins composition in goat's and cow's milk (per 100g) (Jaubert, 1997a)

		Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk
Vitamini topljivi u mastima / Liposoluble vitamins			
A retinol / retinol	mg	0,040	0,035
karoten / carotene	mg	0	0,021
D kalciferol / calcipherol	µg	0,06	0,08
E tokoferol / tocopherol	mg	0,04	0,11
Vitamini topljivi u vodi / Hidrosoluble vitamins			
B ₁ tiamin / thiamin	mg	0,05	0,04
B ₂ riboflavin / riboflavin	mg	0,14	0,17
B ₃ niacin / niacin (PP)	mg	0,27	0,09
B ₅ pantotenska kiselina / pantothenic acid	mg	0,31	0,34
B ₆ piridoksin / pyridoxine	mg	0,05	0,04
B ₈ biotin / biotine	µg	2,0	2,0
B ₉ folna kiselina / folacin	µg	1,0	5,3
B ₁₂ kobalamin / cobalamin	µg	0,06	0,35
askorbinska kiselina / ascorbic acid	mg	1,3	1,0

Vitamin D (kalciferol). U mlijeku se vitamin D može naći u četiri oblika i to redovito u D₂ (ergokalciferol) i D₃ (kolekalciferol), a rjeđe u D₄ i D₅ obliku.

Najvažniji je D₃ (kolekalciferol) koji nastaje iz ergosterola preko vitamina D₂ i 7-dihidrokoolesterola. Vitamin D stvara se u organizmu tijekom izlaganja suncu. Pretvara se u 1,25'-dihidroksikolekalciferol koji potiče gastrointestinalnu apsorpciju kalcija. Kad kalcij jednom uđe u cirkulaciju prenosi se u tkiva, uključujući i kožu. Dokazano je da smanjuje reaktivnost kože na razne upalne podražaje. Smatra se da sličan učinak kalcij ima i na epitelne stanice debelog crijeva. Upalne bolesti crijeva očekuju se češće u osoba s neodgovarajućom intrastaničnom razinom kalcija, a uslijed nedovoljne koncentracije vitamina D u plazmi. Vitamin D ili "anti-rahitični" vitamin je poznat po svom esencijalnom djelovanju na probavnu apsorpciju i iskorištavanje Ca i P u kostima. Količina D vitamina u kozjem mlijeku je nešto manja nego u kravljem.

Vitamin E (tokoferol) je poznat po ulozi prirodnog antioksidansa, te je uvršten u agense protiv starenja. Kozje mlijeko sadrži manje E vitamina od kravljeg.

Vitamin B₁ (tiamin). U mlijeku ga ima slobodnog i vezanog za fosforu kiselinu. On djeluje kao kokarboksilaza u vezi s proteinom dekarboksilazom u dekarboksilaciji pirogroždane kiseline i ostalih ketokiselina. Specifično je potreban u završnom dijelu metabolizma ugljikohidrata i nekih amino-kiselina. Manjak dovodi do degeneracije mijelinskih ovojnica živčanih vlakana u perifernim živcima, poremećaja središnjeg živčanog sustava, teške probave, opstipacije i anoreksije. On pomaže u prevenciji bolesti beri-beri. Jednako ga ima i u kozjem i u kravljem mlijeku.

Vitamin B₂ (riboflavin) u vodenoj otopini daje žuto-zelenu boju, odatle boja sirutke. U tkivima se veže s fosforom kiselinom i daje dva koenzima (FMN i FAD) koji djeluju kao prenosioci vodika u nekim oksidacijskim sustavima u tijelu. Osjetljiv je na svjetlost pa se preporuča mlijeko držati u neprozirnoj ambalaži. Termička obrada ne smanjuje količinu riboflavina. Manjak dovodi do poremećaja probave.

Vitamin B₃ (niacin). Još se naziva PP vitamin, antipelagrični vitamin ili nikotinska kiselina. Sastavni je dio koenzima važnih u brojnim biokemijskim reakcijama organizma. Njegovo pomanjkanje se očituje u oboljenjima epitela i živčanog sustava. Pasterizacija i druga termička obrada ga ne uništava. Kozje mlijeko je tri puta bogatije vitaminom B₃ od kravljeg.

Vitamin B₅ (pantotenska kiselina) je sastavni dio koenzima A važnog za metabolizam ugljikohidrata, masnih kiselina i dušičnih spojeva. Bitno se ne

mijenja tijekom prerade mlijeka. U kozjem i kravljem mlijeku ima ga podjednako.

Vitamin B₆ (piridoksin) ima važnu ulogu u metabolizmu šećera, lipida te u sintezi B₃ vitamina. U mlijeku je veći dio slobodan, a manji vezan na proteine. Vrlo je stabilan te se malo mijenja tijekom prerade mlijeka.

Vitamin B₈ (biotin) sudjeluje u sintezi masnih kiselina. Važan je u prehrani čovjeka, a može ga sintetizirati crijevna mikroflora. U mlijeku se nalazi u slobodnom stanju. Prilično je stabilan te se malo gubi tijekom prerade mlijeka.

Vitamin B₉ (folna kiselina) faktor je rasta raznih mikroorganizama i životinja. Sudjeluje u sintezi nukleotida i u brojnim biokemijskim reakcijama. Nedostatak folne kiseline može utjecati na nastanak megaloblastične anemije. Termolabilan je, pogotovo ako je izložen svjetlosti. U kozjem mlijeku ga ima oko 5 puta manje nego u kravljem i humanom.

Vitamin B₁₂ (kobalamin). Vrlo je kompleksne strukture i jedini koji sadrži kobalt. Sudjeluje u radu živčanog sistema i koštanoj moždini. Pomanjkanje ovog vitamina uzrokuje pernicioznu anemiju. Prilično je termostabilan, ali ga temperature više od 100°C uništavaju. Kozje mlijeko sadrži manje kobalamina nego kravlje.

Vitamin C. Aktivni oblici ovog vitamina su L-askorbinska kiselina i dihidro L-askorbinska kiselina, neophodne za mnoge oksidacijske reakcije u tijelu. Vitamin C je važan u stvaranju hidroksiprolina, sastojka kolagena. On održava normalno stanje međustaničnih tvari u cijelom tijelu. Vitamin C je termolabilan, a razgrađuje se izlaganjem svjetlosti i zraku (dodiru s kisikom). U kozjem mlijeku ima ga nešto više nego u kravljem.

Kozje mlijeko ima manji udjel nekih enzima, kao ribonukleaze, alkalne fosfataze, lipaze i ksantin oksidaze. Ipak, iako razlika u zastupljenosti enzima postoji, njena nutritivna značajnost u ljudskoj prehrani još uvijek nije istražena i dokumentirana.

Somatske stanice u kozjem mlijeku

Broj somatskih stanica (BSS) u kravljem i kozjem mlijeku je značajno različit. Somatske stanice su kombinacija limfocita, neutrofila (polimorfonuklearnih leukocita) i epitelnih stanica. Njihov broj znatno varira u ovisnosti o stadiju laktacije, starosti muzare (broju laktacije), postupcima na farmi (mužnja, higijena u staji i tijekom mužnje, hranidba, stres, način držanja muzare), pasmini, sezoni, geografskom području te o individualnosti muzare. BSS u 1 ml kravljeg mlijeka se kreće između 50.000 i 250.000 stanica (Kalit, 1999.). Za kravlje mlijeko utvrđena je gornja granica od 400.000 SS/mL, iznad koje dolazi do pojave subkliničkog mastitisa (mastitisa pri kojem simptomi upale još nisu izraženi). BSS u mlijeku neinficiranih koza je puno veći nego u kravljem mlijeku, osobito u kasnom stadiju laktacije. Mlijeko iz neinficiranog vimena koza sadrži od 360.000 do više od 1.000.000 somatskih stanica/mL (Wilson i sur., 1995.). Iako se u literaturi navode i podatci o prosječnom BSS u kozjem mlijeku od 750.000 do 5.400.000 SS/mL (Park i Humphrey, 1986.). Stada mliječnih koza vrlo rijetko u skupnom mlijeku sadrže BSS ispod 1×10^6 /mL, osobito u jesen kada su mnoge koze pri kraju laktacije (Antunac i sur., 1997.). Primjena BSS za određivanje kakvoće kozjeg mlijeka, nasuprot uobičajenoj praksi s kravljim mlijekom, još je uvijek sporna. Prema američkom propisu (PMO, 1989.), kozje mlijeko ne bi smjelo sadržavati više od 1×10^6 SS/mL. S obzirom da je kod koza proizvodnja mlijeka uglavnom sezonska (ako se dopušta prirodna oplodnja) teškoće se javljaju u jesen, pri kraju laktacije. Veliki broj somatskih stanica u mlijeku utječe na smanjenje količine mlijeka i promjene kemijskog sastava, fizikalnih i preradbenih osobina mlijeka. Količina pojedinih sastojaka mlijeka (proteini sirutke, lipaze, natrij, klor) se povećava dok se količina mliječne masti, suhe tvari, kazeina, kalcija, fosfora i kalija smanjuje (Antunac i sur., 1997.).

Okus kozjeg mlijeka

Kozje mlijeko ima karakterističan »kozji« okus, koji potječe od slobodnih kratkolančanih masnih kiselina (Babayan, 1981.; Haenlein, 1993.). Vrlo je rašireno mišljenje o neprihvatljivom okusu i mirisu kozjeg mlijeka. Međutim, svježje pomuzeno kozje mlijeko s kojim se pravilno i higijenski postupaju ne razlikuje se značajno po okusu i mirisu od kravljeg mlijeka (Alichanidis i Polychroniadou, 1997.). Do karakterističnog nepoželjnog okusa može doći tijekom lošeg postupanja s mlijekom, od trenutka mužnje do predaje ili proizvodnje određenih proizvoda. Mliječna mast kozjeg mlijeka sadrži veći

udjel masnih kiselina jakog mirisa (kaprilna, kaprinska i kapronska) koje tijekom pravilne obrade mlijeka ostaju vezane u gliceridima. Membrana masne globule kozjeg mlijeka je krhkija nego membrana masne globule kravljeg mlijeka i lakše se ošteti tijekom nepravilnog rukovanja mlijekom (nedovoljnog hlađenja i ponovnog zagrijavanja) te se enzimi oslobode i dovode do lipolize te karakterističnog nepoželjnog okusa i mirisa. Na stvaranje suokusa u mlijeku (i kozjem i kravljem) mogu utjecati mnogi čimbenici: neadekvatna stočna hrana (brašno repičina sjemena, melasa, limunska pulpa), prisutnost korova (luk, češnjak), mirisi okoline (ulje, benzin, plijesan, ljepilo, cement), fiziologija muzne životinje (kolostrum rane laktacije, kasna laktacija s velikim sadržajem soli, mastitis, bolest), nepravilni postupci obrade; nepravilna oprema i rukovanje (oksidacija na izlazu iz cijevi za transport, pad vakuuma i protresivanje, izlaganje svjetlosti, nečista oprema, pranje nedovoljno vrućom vodom), sporo hlađenje zrakom umjesto vodom ili u hladnjaku, promjenjiva temperatura tijekom čuvanja, dodatak toplog mlijeka u hladno mlijeko koje se čuva, nerashlađeni transport i slično (Haenlein, 1993.).

Nastajanje specifičnog okusa kozjeg mlijeka usko je povezano s prirodom različitih sastojaka mlijeka kao i s biokemijskim i enzimatskim činiocima. Veliki utjecaj također imaju primijenjeni tehnološki postupci obrade koji mogu dovesti do degradacija pojedinih sastojaka mlijeka (Jaubert, 1997b.), između ostalih hladno skladištenje i homogenizacija. Hladno skladištenje potiče značajan porast udjela kaprilne (C8) i kaprinske (C10) kiseline, dok homogenizacija vodi do porasta koncentracije laurinske (C12) i palmitinske (C16) kiseline (Morgan i Gaborit, 2001.). Utvrđeno je da u nastanku karakterističnog okusa kozjeg mlijeka ključnu ulogu ima lipazna aktivnost i spontana lipoliza (Chilliard, 1982a., 1982b.) te utjecaj slobodnih masnih kiselina (Skjvedal 1979., Astrup i sur., 1985.). Moio i suradnici (1993a. i 1993b.) tvrde da su etilbutanoat i etilheksanoat glavni sastojci odgovorni za miris kozjeg mlijeka. Kozje mlijeko sadrži velike količine fenilacetaldehida i benzaldehida te ne sadrži feniletanol za razliku od kravljeg mlijeka. Prema Morgan i Gaborit (2001.) najvažniji sastojci karakterističnog kozjeg okusa su slobodne masne kiseline, osobito masne kiseline razgranatih lanaca (4-metiloktanska i 4-etiloktanska). Zamjetne količine 4-metiloktanske kiseline pronađene su u kozjem mlijeku kao posljedica djelovanja prirodne lipaze mlijeka (Ha i Lindsay, 1993.). Osim toga, kozje mlijeko također sadrži veće količine indola, 4-metilfenola i 1-okten-3-ol negoli kravlje mlijeko. Također je

zapaženo da obrano kozje mlijeko ima vrlo blagi okus u usporedbi sa punomasnim.

Sezonsko razmnožavanje koza čini također veliku razliku u sastavu kozjeg i kravljeg mlijeka. Krave se mogu oploditi bilo kojeg mjeseca u godini, tako da je njihovo mlijeko na tržištu uvijek iz rane, srednje i kasne faze laktacije. Koze, osim ako ih se specijalno ne tretira, oplođuju se samo jednom godišnje, pa je njihovo mlijeko u ranoj fazi laktacije uvijek u rano proljeće. Zbog toga je u različito vrijeme godine sve kozje mlijeko na tržištu ili u ranoj, ili u srednjoj ili u kasnoj fazi laktacije. Pri tom se uz fazu laktacije naglašavaju i normalne sezonske promjene mlijeka (Haenlein, 1993.; Quiles i sur., 1994.; Brown i sur., 1995.).

Zdravstvena vrijednost kozjeg mlijeka

U prethodnom dijelu već je opisana veća nutritivna vrijednost kozjeg mlijeka u odnosu na kravlje (tablica 14) te bolja probavljivost. Međutim, kozje mlijeko ima i neke terapijske prednosti i važno je za ljude koji su alergični na kravlje mlijeko (Gupta i Mathur, 1991.). Oko 40 od 100% osoba alergičnih na kravlje mlijeko tolerira kozje mlijeko. Te osobe su vjerojatno osjetljive na kravljji laktalbumin koji je specifičan za vrstu. Pri alergijskim testiranjima laktalbumin iz kozjeg mlijeka pokazuje drugačiju kožnu reakciju u usporedbi s kravljim mlijekom (Park, 1994a.). Alergije na kravlje mlijeko uzrokuje i drugi mliječni protein, β -laktoglobulin. Prema istraživanjima Walkera (1965.) samo jedno od stotinu djece, alergičnih na kravlje mlijeko, ne podnosi kozje mlijeko (Saini i Gill, 1991.). Proteini su sastavljeni od lanaca amino-kiselina vrlo različitih fizikalnih i kemijskih svojstava, što objašnjava različite utjecaje različitih proteina tijekom probave i metabolizma kod ljudi. Već razlika u samo jednoj amino-kiselini može uzrokovati značajnu razliku u djelovanju proteina, pa čak i u proizvodnji sira (Imafidon i sur., 1991.).

Visoki udjel proteina, neproteinskog dušika i fosfata daje kozjem mlijeku veći puferski kapacitet (Park, 1994a.) pH-vrijednost kozjeg mlijeka nešto je veća u odnosu na kravlje (tablica 1), osobito u mlijeku s većim udjelom proteina (Alichanidis i Polychroniadou, 1997.), radi različitog rasporeda fosfata, što pomaže ljudima sa viškom kiseline (Antunac i sur., 2000.).

Kozje mlijeko je lakše probavljivo i zbog svoje prirodne homogenizacije. Treba oko 20% manje vremena za probavu kozjeg mlijeka čije su masne

globule od 0,1 do 10 μm , s velikim udjelom globula manjih od 2 μm (Saini i Gill, 1991.). Prirodna homogenizacija kozjeg mlijeka je, što se tiče ljudskog zdravlja, puno bolja u odnosu na mehaničku homogenizaciju kravljeg mlijeka. Nasilno polomljene masne globule oslobađaju jedan enzim vezan na mliječnu mast, poznat kao ksantin oksidaza koja postaje slobodna i prodire kroz intestinalni zid u krvotok. U krvotoku može prouzročiti oštećenja na srcu i arterijama, što stimulira tijelo da oslobodi kolesterol u krv u pokušaju oblaganja zaštitnog masnog materijala na oštećena područja. To može voditi potenciranju nastajanja arteroskleroze. Treba naglasiti, da tog efekta nema kod prirodnog (nehomogeniziranog) kravljeg mlijeka. U nehomogeniziranom mlijeku taj enzim se normalno izlučuje iz tijela bez absorpcije (Haenlein, 1992.).

Tablica 14: Unos hranjivih tvari u jednoj šalici mlijeka (245 g) u usporedbi s RDA (recommended human daily dietary allowances) (Haenlein, 1996.)

Table 14: Nutrients intake in 1 cup of milk (245g) compared with RDA (recommended human daily dietary allowances) (Haenlein, 1996.)

Hranjive tvari Nutrients	Kozje mlijeko Goat's milk	Kravlje mlijeko Cow's milk	RDA
Triptofan / Tryptophan, g	0,106	0,113	0,5
Treonin / Threonine, g	0,398	0,362	1,0
Izoleucin / Isoleucine, g	0,505	0,486	1,4
Leucin / Leucine, g	0,765	0,786	2,2
Lizin / Lysine, g	0,708	0,637	1,6
Metionin / Methionine, g	0,196	0,201	2,2
Cistein / Cystine, g	0,113	0,074	-
Fenilalanin / Phenylalanine, g	0,377	0,388	2,2
Tirozin / Tyrosine, g	0,437	0,388	-
Valin / Valine, g	0,585	0,537	1,6
Ca, mg	326	291	800
Mg, mg	34	33	200
P, mg	270	228	800
K, mg	499	370	-
Tiamin /Thiamine, mg	0,117	0,093	0,8
Riboflavin, mg	0,337	0,395	0,9
Niacin, mg	0,676	0,205	14
C18:2, g	0,26	0,18	-
C18:3, g	0,10	0,12	-

Kao što je već spomenuto, kozje mlijeko ima više srednjolančanih masnih kiselina (C₆-C₁₄), a tri masne kiseline koje su nazvane po kozama: kapronska (C₆), kaprilna (C₈) i kaprinska (C₁₀) čine oko 20% masnih kiselina kozjeg mlijeka za razliku od samo 6% u kravljem mlijeku. Te karakteristične masne kiseline kozjeg mlijeka koriste se u tretmanu sindroma malapsorpcije, intestinalnih poremećaja, koronarnih bolesti, prehrane prerano rođene dojenčadi, cističnih fibroza i žučnih kamenaca zbog jedinstvene sposobnosti da daju energiju, dok u isto vrijeme snizuju, inhibiraju i otapaju zalihe kolesterola (Jandal, 1996.). Kozje mlijeko ima značajno veći udjel glicerol etera koji je važan čimbenik u prehrani novorođenčadi. Također, kozje mlijeko ima manju količinu orotske kiseline koja je značajna u prevenciji sindroma masne jetre (Haenlein, 1992.). Naime, kada nema inzulina, zalihe masti pohranjene u masnim stanicama iščezavaju, ali istodobno se količina triacilglicerola pohranjenih u jetri znatno povećava, što dovodi do masne infiltracije jetre (Guyton, 1988.).

Kozje mlijeko sadrži više selena (1,33 µg/100 ml) i glutation peroksidaze (57,3 mU/mL) u odnosu na kravlje (0,96 µg/100 ml selena te 25,9 mU/ml glutation peroksidaze). Selen je neophodan za aktivnost enzima glutation peroksidaze koji veže slobodne radikale te pogoduje prevenciji karcinoma i krvožilnih bolesti (Desjeux, 1993.).

Ipak, premda je kozje mlijeko nešto posebno, ono sigurno nije magični eliksir.

Proizvodi od kozjeg mlijeka

U nerazvijenim se zemljama (uglavnom u Aziji) kozje mlijeko troši u svježem, a manje u prerađenom stanju, dok se u zapadnim zemljama većina kozjeg mlijeka koristi za preradu. Najpopularniji proizvodi od kozjeg mlijeka su sirevi.

Sirevi

U Evropi se gotovo sve proizvedeno kozje mlijeko troši za proizvodnju sireva. Vodeća u proizvodnji sira od kozjeg mlijeka neosporno je Francuska sa 68 000 tona godišnje te asortimanom većim od 90 različitih vrsta kozjih sireva. Tradicionalan način proizvodnje u kućanstvima temelji se na originalnim i uvriježenim recepturama. Uglavnom su to različite vrste autohtonih kozjih sireva karakterističnih za pojedina područja. Proizvodnja sira ujednačenog

sastava (namijenjenog prodaji) od kozjeg mlijeka može biti problematična s obzirom na sastav kozjeg mlijeka. Problem je u znatnoj promjenjivosti sastava kozjeg mlijeka tijekom godine, osobito udjela masti i proteina. Naime, većina mliječnih koza je u istoj fazi laktacije u određeno doba godine. Tako je sredinom laktacije, kada je okus kozjeg mlijeka najizraženiji, udjel masti i proteina nizak, što je obično sredinom ljeta kada i klimatski uvjeti uzrokuju proizvodnju manje masti i manje suhe tvari u mlijeku. Sirevi proizvedeni od mlijeka različitog sastava ne mogu zadržati iste karakteristike tijekom cijele godine. Da bi se taj problem riješio, proizvođači sira moraju imati na raspolaganju mliječnu mast kozjeg mlijeka te nemasni mliječni prah od kozjeg mlijeka, kako bi bila osigurana proizvodnja sira ujednačenog sastava (Loewenstein i sur., 1992.).

Osim toga, kozje mlijeko je manje stabilno na visokim temperaturama od kravljeg. Toplinska stabilnost kozjeg mlijeka varira od uzorka do uzorka, s obzirom na razlike u sastavu mlijeka uzrokovane genetičkim čimbenicima, prehranom, sezonom te uzgojem. Toplinski stabilni uzorci kozjeg mlijeka (koji koaguliraju na višoj temperaturi) u odnosu na toplinski nestabilne uzorke imaju višu pH-vrijednost, manju količinu topljivog kalcija, te veći udjel fosfora i proteina sirutke. U istraživanjima Morgan i suradnika (2000.) toplinska stabilnost kozjeg mlijeka pokazala je značajnu pH ovisnost, i bila vrlo različita za toplinski stabilne i toplinski nestabilne uzorke mlijeka. Toplinski stabilni uzorci pokazivali su maksimalnu toplinsku stabilnost pri pH vrijednosti 6,8 koja je bliska prirodnoj pH-vrijednosti mlijeka, dok su toplinski nestabilni uzorci imali pH maksimum stabilnosti pri pH 7 koji je viši od prirodnog pH. S obzirom da zagrijavanje mlijeka uzrokuje neke fizikalne promjene masti i proteina, za pasterizaciju se obično koriste najniži dozvoljeni temperaturni režimi, obično ili 72 °C/15 sekundi ili 63 °C/30 minuta (Loewenstein i sur., 1992.). U novije vrijeme umjesto pasterizacije mlijeka za proizvodnju sira može se koristiti tretman visokim tlakom (HPT). Tretman visokim tlakom jednako je djelotvoran kao i pasterizacija u redukciji bakterijske populacije u mlijeku. On izaziva denaturaciju proteina sirutke (uglavnom β -laktoglobulina), što je u sirarstvu vrlo poželjno, jer se povećava prinos sira, a može utjecati i na promjenu koagulacijskih svojstava. Ovakav tretman nema negativan utjecaj na okus ili hranjive sastojke, jer se djelovanjem visokog tlaka razaraju samo nekovalentne veze. Pri tretmanu visokim tlakom najčešće se koriste tlakovi od 200-1000 Mpa (Trujillo, 2001.). U istraživanjima Buffa i suradnika (2001a.), sirevi

proizvedeni iz sirovog i visokim tlakom tretiranog kozjeg mlijeka bili su čvršći i manje lomljivi u odnosu na sireve iz pasteriziranog (72 °C/15") mlijeka, iako su sirevi od pasteriziranog i visokim tlakom tretiranog mlijeka bili manje kohezivni. Mikrostrukturalna analiza pokazala je da sirevi iz mlijeka tretiranog visokim tlakom imaju uglavnom pravilan i zatvoren proteinski matriks s malim i uniformnim (i u veličini i u obliku) masnim globulama, što objašnjava elastičnije svojstva takvih sireva. Mikrostruktura sira iz mlijeka tretiranog visokim tlakom podsjećala je na strukturu sira iz sirovog mlijeka, za razliku od sireva iz pasteriziranog mlijeka otvorenije strukture s nepravilnim šupljikama. Također su sirevi iz mlijeka tretiranog visokim tlakom pokazali sličnu razinu lipolize kao i sirevi iz sirovog mlijeka, dok je lipoliza sireva iz pasteriziranog mlijeka bila smanjena, što se može objasniti toplinski senzitivnim, ali na tlak otpornim, značajkama indogenih mliječnih lipaza (Buffa i sur., 2001b.).

Stabilnost kozjeg mlijeka na djelovanje etanola je puno manja od kravljeg mlijeka (Guo i sur., 1998.). Stabilnost kozjeg mlijeka na djelovanje etanola raste dodatkom NaCl, a opada dodatkom KCl u mlijeko. Manji udjel α_{s1} -kazeina (Horne i Parker, 1982.) te niži omjer Na/K u kozjem mlijeku, može biti uzrok niske stabilnosti kozjeg mlijeka na djelovanje etanola (Guo i sur., 1998.).

Velika varijacija stupnja lipolize u kozjem mlijeku može utjecati na kakvoću sira. Visok stupanj lipolize jako utječe na senzorsku kakvoću svježeg sira, dok je njen utjecaj na sir sa zrenjem zanemariv. Pasterizacijom mlijeka stupanj lipolize u siru opada (Morgan i sur., 2001.), ali kod proizvodnje svježeg sira stupanj lipolize u mlijeku treba provjeriti i ne koristiti mlijeko visokog stupnja lipolize.

Fermentirani napici

Nakon fermentacije, kozje mlijeko djelomično gubi svojstven okus neprihvatljiv mnogim potrošačima, pa je vrlo interesantna proizvodnja fermentiranih napitaka od kozjeg mlijeka. Iako se kozje mlijeko već koristi u terapijske svrhe, osobito zbog antialergijskih odlika (Park, 1994a.), prema dostupnim objavljenim podacima proizvodnja fermentiranih napitaka od kozjeg mlijeka nije do sada znanstveno značajno istražena, bez obzira na to što se fermentirana kozja mlijeka u zemljama s dugogodišnjom kozarskom tradicijom (Zemlje Bliskog istoka i Sredozemlja) proizvode već dugo godina.

Takvi proizvodi najčešće imaju manju viskoznost u usporedbi sa kravljim (Merin, 2000.).

U našem laboratoriju istraživana je fermentacija kozjeg mlijeka, te je proizveden jogurt, probiotički jogurt, fermentirano acidofilno i fermentirano bifido mlijeko te kefir od kozjeg mlijeka s dodatkom mlijeka u prahu, koncentrata proteina sirutke i inulina u usporedbi s kravljim mlijekom.

Viskoznost uzoraka jogurta od kozjeg mlijeka bila je niža u odnosu na viskoznost jogurta od kravljeg mlijeka. Senzorska svojstva uzoraka jogurta od kozjeg mlijeka bila su lošije ocijenjena u odnosu na uzorke od kravljeg mlijeka, dok je rast bakterija u uzorcima od oba mlijeka bio podjednak (Božanić i sur., 1998. i Božanić i sur., u tisku a). Prihvatljivost ovih uzoraka mlijeka značajno je poboljšana dodatkom šećera i arome, što je gotovo u potpunosti prekrilo kozji okus mlijeka (Božanić i sur., 2000.).

Slični su rezultati dobiveni i kod probiotičkog jogurta gdje je rast bakterija *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium* spp. u kozjem mlijeku bio vrlo dobar i usporediv s rastom u kravljem mlijeku, a odnos Str : Bif : Lb na kraju fermentacije u svim je uzorcima bio podjednak: 40:33:27. Tijekom čuvanja broj streptokoka i bifidobakterija nije opadao. Preživljavanje laktobacila bilo je lošije u fermentiranom kozjem mlijeku nego u fermentiranom kravljem mlijeku. Dodatak inulina poboljšao je čvrstoću koaguluma, a u uzorcima od kozjeg mlijeka ublažio karakterističan okus kozjeg mlijeka (Božanić i sur., 2002a.). Razlog lošije senzorske ocjene jogurta od kozjeg mlijeka u odnosu na iste od kravljeg mlijeka može biti u njihovom amino-kiselinskom sastavu. Naime, kozje mlijeko sadrži manje treonina (tablica 3) koji je najznačajniji prekursor nastajanja acetaldehida, najvažnijeg hlapivog sastojka arome u jogurtu. Niska količina glicina u kozjem mlijeku (tablica 3) može reducirati proizvodnju acetaldehida iz treonina inhibicijom enzima treonin aldolaze (Haenlein, 1996.).

Fermentacija uzoraka kozjeg mlijeka u proizvodnji acidofilnog mlijeka bila je brža i broj laktobacila na kraju fermentacije bio je veći. Broj živih stanica laktobacila u acidofilu od kozjeg mlijeka rastao je konstantno i podjednako tijekom čuvanja i bio je veći nego u acidofilu od kravljeg mlijeka. Senzorska svojstva uzoraka acidofila od kozjeg mlijeka, osobito uz dodatak koncentrata proteina sirutke, bolje su ocijenjena u odnosu na acidofile od kravljeg mlijeka tijekom čuvanja (Božanić i sur., u tisku b). Inulin je

djelomično ublažio karakterističan okus kozjeg mlijeka (Božanić i sur., 2001.).

Na kraju fermentacije provedene bifidobakterijama kao i tijekom čuvanja broj bifidobakterija bio je veći u uzorcima kozjeg mlijeka. Senzorska svojstva svih bifido uzoraka kozjeg mlijeka su tijekom ukupnog perioda čuvanja bolje ocijenjena u odnosu na uzorke od kravljeg mlijeka (Božanić i Tratnik, 2001.).

Kefir proizveden od kozjeg mlijeka, bilo kefirnim zrcima bilo komercijalnom kulturom, senzorski je bio lošije ocijenjen u odnosu na kefir od kravljeg mlijeka (Božanić i sur., 2002b. i 2002c.). Slične rezultate dobili su i drugi autori (Wszolek i sur., 2001.) gdje je kefir od kozjeg mlijeka, proizveden bilo kefirnim zrcima bilo komercijalnom kulturom, senzorski lošije ocijenjen u odnosu na kravlje i ovčje mlijeko.

U našim istraživanjima svi fermentirani proizvodi od kozjeg mlijeka imali su mekšu konzistenciju u odnosu na iste od kravljeg mlijeka. Konzistencija kontrolnih proizvoda (bez suplementacije) od kozjeg mlijeka bila je gotovo tekuća.

Maslac

S obzirom na superiorniji sastav masnih kiselina u kozjem mlijeku, ono je izvanredan potencijal za proizvodnju maslaca. Maslac od kozjeg mlijeka se već (stidljivo) javlja na tržištu, iako je relativno malo radova na tu temu. Razlog tome je možda u zamršenom tehnološkom postupku proizvodnje, jer se mast iz kozjeg mlijeka teže izdvaja zbog manjeg promjera masnih kuglica te nedostatka aglutinina koji povezuje masne kuglice u grozdove. Drugi bi razlog mogao biti što su upravo masne kiseline glavni nosioci specifičnog okusa kozjeg mlijeka, koji neki potrošači ne prihvaćaju, a drugi ga vrlo cijene.

Umjesto zaključka

Iako kozje mlijeko vjerojatno nikada neće zamijeniti kravlje mlijeko u komercijalnoj proizvodnji mlijeka, ono je odličan potencijal za ustrajne napore u praksi i istraživanjima kako bi poboljšali proizvodnju i marketing kozjeg mlijeka i njegovih proizvoda.

GOAT'S MILK: CHARACTERISTICS AND POSSIBILITY

Summary

Goat's milk today gets more and more attention. In comparison with other types of milk, the production of goat's milk increases the most. Although, the basic composition of goat's and cow's milk is very similar, goat's milk has an important dietetic and therapeutic advantages. In spite of that goat's milk is less explored. In this paper all main components of goat's milk and the somatic cells number are compared with cow's milk. Special emphasis is given on taste and therapeutic value of goat's milk and goat's milk products (cheese and fermented milk).

Key words: goat's milk, chemical composition, taste, therapeutic values, products

Literatura:

- ALICHANIDIS E., POLYCHRONIADOU A. (1997): Special features of dairy products from of ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. *Sheep Dairy News*, 14 (1), 11-18.
- ANTUNAC N., HAVRANEK J., SAMARŽIJA D. (1997): Somatske stanice u kozjem mlijeku. *Mljekarstvo*, 47 (2), 123-134.
- ANTUNAC N., HAVRANEK J., SAMARŽIJA D. (2001): Effect of breed on chemical composition of goat milk. *Czech. J Anim. Sci.*, 46 (6), 268-274.
- ANTUNAC N., SAMARŽIJA D. (2000): Proizvodnja, sastav i osobine kozjeg mlijeka; *Mljekarstvo*, 50 (1), 53-66.
- ANTUNAC N., SAMARŽIJA D., HAVRANEK J. (2000): Hranidbena i terapeutska vrijednost kozjeg mlijeka. *Mljekarstvo*, 50 (4), 297-304.
- ASTRUP H. N., STEINE, T. A., ROBSTAD A. M. (1985): Taste, free fatty acids and fatty acids content in goat milk. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 35 (3), 315-320.
- ATTAIE, R., RICHTER, R. L. (2000): Size distribution of fat globules in goat milk. *Journal of Dairy Science*, 83 (5), 940-944.
- BABAYAN V. K. (1981): Medium chain length fatty acid esters and their medical and nutritional application. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 59, 49A-51A.
- BARRIONUEVO M., ALFEREZ M. J. M., LOPEZ, ALIAGA I, SANZ, SAMPELAYO M. R., CAMPOS M. S. (2002): Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science*, 85 (3), 657-664.
- BOŽANIĆ R., ROGELJ I., TRATNIK LJ. (2001). Fermented acidophilus goat's milk supplemented with inulin: comparison with cow's milk. *Milchwissenschaft*, 56 (11), 618-622.

- BOŽANIĆ R., ROGELJ I., TRATNIK LJ. (2002a): Fermentacija i čuvanje probiotičkog jogurta od kozjeg mlijeka. *Mljekarstvo*, 52 (2), 93-111.
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ. (2001): Quality of Cow's and Goat's Fermented Bifido Milk during Storage. *Food Technology and Biotechnology*, 39 (2), 109-144.
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ. MARIĆ O. (1998): Utjecaj kozjeg mlijeka na reološka svojstva i mikrobiološku kakvoću jogurta tijekom čuvanja. *Mljekarstvo*, 48 (2), 63-74.
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ. MARIĆ O. (2000): Senzorska svojstva i prihvatljivost jogurta i aromatiziranog jogurta proizvedenog od kozjeg i kravljeg mlijeka. *Mljekarstvo*, 50 (3), 199-208.
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ., HERCEG Z., HRUŠKAR M. (2002b): The quality of goat's and cow's kefir; IDF Symposium on New developments in technology of fermented milk products, Kolding, Danska, 3-5. lipnja 2002. str. 14.
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ., HERCEG Z., HRUŠKAR M. (2002c): The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk; 26th IDF World Dairy Congress, Pariz, Francuska, 24-27. rujana 2002.
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ., HERCEG Z., HRUŠKAR M. Quality of cow and goat acidophilus milk with different supplementation. (u tisku a)
- BOŽANIĆ R., TRATNIK LJ., HRUŠKAR M. Influence of culture activity on aroma components in yoghurts produced from goat's and cow's milk. (u tisku b)
- BREZINA P., PRUŠOVA M., PAVLIKOVA Š., MAROUNEEK M., ŠTETINA J. (1993): The chemical composition and casein fractions of goat milk. *Potrav. Vedy*, 11 (6), 471-478.
- BROWN J. R., LAW A. J. R., KNIGHT C. H. (1995): Changes in casein composition of goat's milk during the course of lactation: physiological inferences and technological implications. *Journal of Dairy Research*, 62, 431-439.
- BUFFA M. N., GUAMIS B., PAVIA M., TRUJILLO A. J. (2001b): Lipolysis in cheese made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goat's milk. *International Dairy Journal*, 11, 175-179.
- BUFFA M. N., TRUJILLO A. J., PAVIA M., GUAMIS B. (2001a): Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goat's milk. *International Dairy Journal*, 11, 927-934.
- CHILLIARD Y. (1982a): Physiological variations in lipase activities and spontaneous lipolysis in bovine, caprine and human milk: a literature review. *Lait*, 62, 126-154.
- CHILLIARD, Y. (1982b): Bibliographic review of the physiological variations of lipase activities and spontaneous lipolysis in cows' milk, goats' milk and human milk. *Lait*, 62, 1-31.
- CLARK S., SHERBON J. W. (2000): Alpha_{s1}-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. *Small Ruminant Research*, 38, 123-134.
- DESJEUX J. F. (1993): Valeur nutritionnelle du lait de chevre. *Lait*, 73, 573-580.
- DZIUBA J., SMOCZYNSKI M., DZIUBA Z., SMOCZYNSKI L. (1997): A new fractal approach to the structure of casein gels. *Milchwissenschaft*, 52 (8), 448-451.
- FAO (1998): Yearbook of Production 1997, Vol. 51. FAO Statistics Series No. 142, FAO, UN Rome, Italy, p. 239.

- FAOSTAT (1999): Food and Agricultural Organisation Statistical Database.
- FIL-IDF, (1999): World Dairy Situation 1999. Bulletin, No 339.
- FOX P. F., MCSWEENEY P. L. H. (1998): Dairy Chemistry and Biochemistry, Blackie Academic & Professional, London, UK, First edition.
- GUEGUEN L. (1997): La valeur nutritionnelle minerale du lait de chevre. *INRA*, (81), 67-80.
- GUO M. R.; WANG S., LI Z., QU J., JIN L., KINDSTEDT P. S. (1998): Ethanol Stability of Goat's Milk. *International Dairy Journal*, 8 57-60.
- GUPTA N., MATHUR M. P. (1991): Purification and ribonuclease from goat milk. *Indian Journal of Dairy Science*, 44, 529-531.
- GUYTON A. (1988): Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Zagreb.
- HA J. K., LINDSAY R. C. (1993): Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminant milk fats by various lipases. *Journal of Dairy Science*, 76 (3), 677-690.
- HAENLEIN G. F. W. (1992): Goat milk versus cow milk. Goat Handbook
- HAENLEIN G. F. W. (1993): Producing quality goat milk. *International Journal of Animal Science*, 8, 79-84.
- HAENLEIN G. F. W. (1996): Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk; Production and Utilization of Ewe and Goat Milk, International Dairy Federation, Brussels, 159-178.
- HELLIN P., LOPEZ M.-B., JORDAN M.-J., LAENCINA J. (1998): Fatty acids in Murciano-Granadina goat's milk. *Lait*, 78, 363-369.
- HORNE D. S., PARKER T. G. (1982): Some aspects of the ethanol stability of caprine milk. *Journal of Dairy Research*, 49, 459-468.
- IDF BULTEN (2000): The World Dairy situation 355 41.
- IMAFIDON G.I., NG-KWAI-HANG K.F., HARWALKAR V.R., MA C.Y. (1991): Effect of genetic polymorphism on the thermal stability of beta-lactoglobulin and kappa-casein mixture. *Journal of Dairy Science*, 74, 1791-1802.
- JANDAL J. M. (1996): Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 22, 177-185.
- JAUBERT A. (1997a): Les vitamines et les nucleotides du lait de chevre. *INRA*, 81 81-92.
- JAUBERT A., DURIER CH., KOBILINSKY A., MARTIN P. (1999): Structural organisation of the goat casein micelle: effect of the physico-chemical environment (pH, temperature, ionic strength) on its mineral and protein composition. *International Dairy Journal*, 9, 369-370.
- JAUBERT G. (1997b): Biochemical characteristic and quality of goat milk. *Cah Options Medit*, 25, 71-74.
- JENNESS R. (1980): Composition and characteristic of goat milk: Review 1968-1979. *Journal of Dairy Science*, 63, 1065-1030.
- KALIT S. (1999): Somatske stanice i njihov utjecaj na proizvodnju i zrenje sira Podravca. Magistarski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- LOEWENSTEIN M., FRANK J. F., SPECK S. J. (1992): Goat cheese. u: Goat Handbook

- MEHAIA M. A. (1995) The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50 (5), 260-263.
- MERIN U. (2000): Influence of breed and husbandry on viscosity of Israeli goat milk yoghurt. *Small Ruminant Research*, 35, 175-179.
- MOIO L., DEKIMPE J., ETIEVANT P., ADDEO F. (1993b): Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. *Journal of Dairy Research*, 60 (2), 199-213.
- MOIO L., LANGLOIS D., ETIEVANT P., ADDEO F. (1993a): Powerful odorants in bovine, ovine, caprine and water buffalo milk determined by means of gas chromatography-olfactometry. *Journal of Dairy Research*, 60 (2), 215-222.
- MOIOLI B., PILLA F., TRIPALDI C. (1998): Detection of milk protein genetic polymorphisms in order to improve dairy traits in sheep and goats: a review. *Small Ruminant Research*, 27, 185-195.
- MORGAN F., BODI J-P., GABORIT P. (2001): Link between goat milk lipolysis and sensorial quality of lactic goat cheeses made from raw or pasteurised milk. *Lait*, 81 (6), 743-756.
- MORGAN F., GABORIT P. (2001): The typical flavour of goat milk products: technological aspects. *International Journal of Dairy Technology*, 54 (1), 38-40.
- MORGAN F., JACQUET F., MICAULT S., BONNIN V., JAUBERT A. (2000): Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high-temperature processing. *International Dairy Journal*, 10, 113-117.
- O'CONNOR D. L. (1994): Folate in goat milk products with reference to other vitamins and minerals: A review. *Small Ruminant Research*, 14, 1433-149.
- PARK Y. W., HUMPHREY R. D. (1986): Bacterial cell counts in goats milk and their correlations with somatic cell counts, percent, fat and protein. *Journal of Dairy Science*, 69 (1), 32-37.
- PARK Y. X. (1994a): Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research*, 14, 151-154.
- PARK Y. X. (1994b): Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts. *Small Ruminant Research*, 13, 63-70.
- PIERRE A., MICHEL F., LE GRAET Y., ZAHOUTE L. (1998): Casein micelle size in relation with casein composition and α_1 , α_2 , β and κ casein contents in goat milk. *Lait*, 78, 591-605.
- PIERRE A., MICHEL F., ZAHOUTE L. (1999): Composition of casein micelles in relation to size in goat milks with A and null α_{s1} -casein variations. *International Dairy Journal*, 9, 179-182.
- PMO (1989): Grade a pasteurized milk ordinance. US Department of Health and Human Services, Washington, DC, 14.
- QUILES A, GONZALO C., BARCINA Y., FUENTES F., HEVIA M. (1994): Protein quality of Spanish Murciano-Granadina goat milk during lactation. *Small Ruminant Research*, 14, 67-72.

- RENNER E. (1983): Milk and Dairy Products in Human Nutrition. Justus-Liebig-University Giessen, Germany.
- ROGELJ I. (1998): Istine i zablude o mlijeku i mliječnim proizvodima u prehrani. *Mljekarstvo*, 48 (3), 153-164.
- SAINI A. L., GILL R. S. (1991): Goat milk: An attractive alternate. *Indian Dairyman*, 42 562-564.
- SKJEVDAL T (1979): Flavour of goat's milk: a review of studies on the sources of its variations. *Livestock Production Science*, 6 (4), 397-405.
- STRNAD M., BABUŠ V. (1997): Antitumorsko djelovanje fermentiranih mliječnih proizvoda. *Mljekarstvo*, 47 (3), 201-207.
- TRIPALDI C., MARTILLOTTI F., TERRAMOCCIA S. (1998): Content of taurine and other free amino acids in milk of goat bred in Italy. *Small Ruminant Research*, 30, 127-136.
- TRUJILLO A. J. (2001): Application of high pressure technology to the production of goat cheese. Proceedings of the technical symposium of the 20th of May 2000 held within the 7th International Conference on Goats
- URBIENE S., CIUCKINAS A., MARGELYTE J. (1997): Physical and chemical properties and the biological value of goat's, cow's and human milk. *Milchwissenschaft*, 52 (8), 427-430.
- WALKER V. B. (1965): Therapeutic uses of goat's milk in modern medicine. Br. Goat Society's Yearbook, 24-26. pp.23-26.
- WILSON D. J., KEITH N. S., PHILIP M. S. (1995): Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. *Small Ruminant Research*, 16, 165-169.
- WSZOLEK M, TAMIME A. Y., MUIR D. D., BARCLAY M. N. I. (2001): Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, caprine and ovine milk with different starter cultures. *Lebensmittel –Wissenschaft und-Technologie*, 34, 251-261.

Adresa autora – Authors addresses:

Doc. Dr. sc. Rajka Božanić
Prof. dr.sc. Ljubica Tratnik
Dipl. ing: Ida Dragalić
Prehrambeno – biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Primljeno – Received: 10.09.2002.

Prihvaćeno –Accepted: 20.11.2002.