

Utjecaj steriliziranog kravljeg i kozjeg mlijeka te njihove mješavine na tijek fermentacije jogurta

Rajka Božanić i Ljubica Tratnik

Prethodno priopćenje - Preliminary communication

UDK: 637.146.34

Sažetak

Suvremen način života koji teži potrošnji sve zdravije hrane zahtijeva od mliječnih prerađivačkih industrija izradu sve većeg broja fermentiranih proizvoda. Jedan od njih je i jogurt od kozjeg mlijeka. Kozje je mlijeko slično kravljem, ali sadrži nešto veći udjel lakše probavljivih bjelančevina i masti, nešto više topivog kalcija, neorganskog fosfora, magnezija, kalija, više vitamina (osobito vitamina A), te ima jače izražene baktericidne i imunološke odlike. Stoga je svrha ovoga rada bila proučiti utjecaj kozjeg mlijeka na tijek fermentacije jogurta u usporedbi s kravljim mlijekom. Proizveden je jogurt od steriliziranog kravljeg i kozjeg mlijeka sa 3,2% mliječne masti, te njihove mješavine u omjeru 1:1. Fermentacija mlijeka vođena je pri 40°C i bila je najkraća za jogurt od kozjeg mlijeka (2 sata i 33 minute), dok je za jogurt od kravljeg mlijeka bila sporija (2 sata i 50 minuta). U inokulumu je odnos laktobacila i streptokoka bio 1:0,63, dok je krajem fermentacije u jogurtu taj odnos bio 1:1,12 kravlje, 1:1,38 kozje i 1:2,14 jogurt od mješavine (1:1) mlijeka. Ukupan broj laktobacila i streptokoka povećan je tijekom fermentacije od $9,5 \cdot 10^7$ /ml do $7,1 \cdot 10^8$ /ml (kravlje mlijeko), $6,2 \cdot 10^8$ /ml (kozje mlijeko) i $6,9 \cdot 10^7$ /ml (mješavina mlijeka).

Ključne riječi: sterilizirano kozje i kravlje mlijeko, jogurtna kultura, fermentacije.

Uvod

Fermentirani mliječni proizvodi važni su u ljudskoj prehrani radi dobre probavljivosti i visoke hranjive vrijednosti. Fermentacijom mlijeka proizvedena mliječna kiselina pospješuje peristaltiku crijeva te udvostručuje resorpciju kalcija i fosfora, dok proteini, djelomice razgrađeni do aminokiselina, postaju probavljiviji, a povećava se i udjel vitamina (Petričić, 1984; Rossi, 1994). Suvremen način života, koji teži potrošnji sve zdravije hrane, zahtijeva od mliječnih prerađivačkih industrija izradu sve većeg broja fermentiranih proizvoda (Assche, 1994; Salama i Hassan, 1994).

Posljednjih godina ponovo je započeo uzgoj koza, a time i proizvodnja kozjeg mlijeka i proizvoda od kozjeg mlijeka (Feldhofer i sur., 1994). Prema količini glavnih kemijskih sastojaka kozje je mlijeko slično kravljem, ali sadrži nešto veći udjel lakše probavljivih bjelančevina i masti, nešto više topivog kalcija, neorganskog fosfora, magnezija, kalija te više vitamina, osobito vitamina A (Park, 1994;

Perez i sur., 1993). Kozje mlijeko ima jače izražene baktericidne i imunološke odlike, a preporuča se osobama koje pate od raznih oblika alergija, te osobama pod raznim stresovima i blokadama (Bylund, 1995; Dostalova, 1994). Hranjiva vrijednost jogurta ovisi o sastavu i hranjivoj vrijednosti mlijeka od kojeg se jogurt proizvodi te o tehnološkom procesu proizvodnje. Istraženo je da su probavljivost aminokiselina i biološka vrijednost bjelancevina jogurta od kozjeg mlijeka veće u usporedbi s jogurtom od kravljeg, pa i od ovčjeg mlijeka (Rašić i Kurman, 1978). Jogurt je već niz godina omiljena hrana svih naraštaja te se u novije vrijeme sve više istražuje proizvodnja jogurta od kozjeg mlijeka (Fourcand, 1991; Abou-Dawood i sur., 1993; Vlahopoulou i sur., 1994). Stoga je svrha ovoga rada bila proučiti utjecaj kozjeg mlijeka na tijek fermentacije jogurta u usporedbi s kravljim mlijekom te s njihovom mješavinom.

Materijal i metode

Za pripravu jogurta uporabljeno je kravlje i kozje mlijeko tipizirano na 3,2% mliječne masti. Kravlje je mlijeko sterilizirano, te homogenizirano u d.d. "Dukat" Mljekara Zagreb, a kozje mlijeko u d.d. "Vindija" Mljekara Varaždin.

Za pokuse proizvodnje jogurta poslužila je jogurtna kultura iz d.d. "Dukat" Mljekara Zagreb sastavljena od bakterija *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Proizveden je jogurt od kravljeg mlijeka (A), kozjeg mlijeka (B) te njihove mješavine u omjeru 1:1 (AB). Uzorci mlijeka nacijepljeni su pri temperaturi od 40°C sa 3% jogurtne kulture. Nacijepljeni uzorci inkubirani su pri temperaturi od 40°C do pojave čvrstog koaguluma, pH vrijednosti oko 4,6.

Tijekom fermentacije mlijeka praćena je promjena pH vrijednosti i broja živih stanica laktobacila i streptokoka u ml uzorka. pH vrijednost mjerena je na digitalnom pH-metru "Knick", tip 646. Broj živih stanica laktobacila određivan je na MRS-Agaru (MRS-Agar-Lactobacillus agar DE, MAN, ROGOSA i SHARPE (pH=5,7±0,1 pri 25°C) u uvjetima anaerobne inkubacije tri dana pri 37°C. Broj živih stanica streptokoka određivan je na M17-Agar TERZAGHI (pH=7,2±0,1 pri 25°C) nakon dva dana inkubacije pri 30°C. Korištene podloge tvrtke "Merck" pripravljene su prema napatku proizvođača. Zbroj laktobacila i streptokoka izražen je kao broj jedinica koje tvore kolonije (CFU - Colony Forming Units) po ml uzorka.

Fermentacije uzoraka mlijeka (A, B i AB) provedene su u pet uzastopnih pokusa.

Kemijski sastav i kiselost uzoraka mlijeka određena je standardnim analitičkim metodama: suha tvar sušenjem pri 105°C do konstantne mase; bjelancevine Kjeldahl metodom (faktor za proteine = 6,38); laktoza Luff-Schoorlovom metodom; mliječna mast Gerber metodom; pepeo žarenjem pri 550°C; pH vrijednost mjerena je pH-metrom "Knick", tip 646; titracijska kiselost metodom Soxhlet-Henkel (°SH).

Rezultati i rasprava

Za proizvodnju jogurta uzeto je sterilizirano kravlje i kozje mlijeko jedne šaržne proizvodnje, tipizirano na 3,2% mliječne masti. Sterilizirano kozje mlijeko imalo je manji udjel suhe tvari (za 3,98%), bjelančevina (za 3,04%) i laktoze (za 10,68%), a veći udjel pepela (za 16,88%), te veću kiselost od steriliziranog kravljeg mlijeka (tablica 1).

Tablica 1. Kemijski sastav i kiselost mlijeka za proizvodnju jogurta
Table 1 Chemical composition and acidity of milk used in yoghurt production

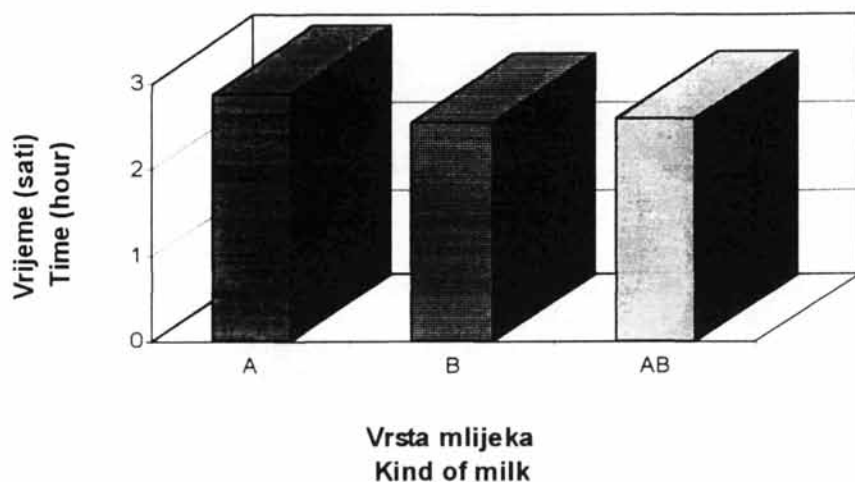
Sastav Composition %	Kravlje mlijeko Cow's milk	Kozje mlijeko Goat's milk	Mješavina Mixture (1:1)
Suha tvar Total solids	11,81	11,34	11,58
Bjelančevine Proteins	3,29	3,19	3,25
Mliječna mast Milk fat	3,20	3,20	3,20
Laktoza Lactose	4,68	4,18	4,44
Pepeo Ash	0,64	0,77	0,71
Kiselost pH Acidity	6,59	6,52	6,56
Kiselost °SH Acidity	5,99	6,27	6,27

Tijekom pokusa (n=5) mjereno je trajanje fermentacije jogurta od kravljeg mlijeka (A), jogurta od kozjeg mlijeka (B), te njihove mješavine 1:1 (AB) do postizanja čvrstog koaguluma, tj. pH vrijednosti oko 4,6 (slika 1).

Prosječno trajanje fermentacije bilo je najkraće kod jogurta od kozjeg mlijeka (B) (2 sata i 33 minute), a najduže kod jogurta od kravljeg mlijeka (A) (2 sata i 53 minute).

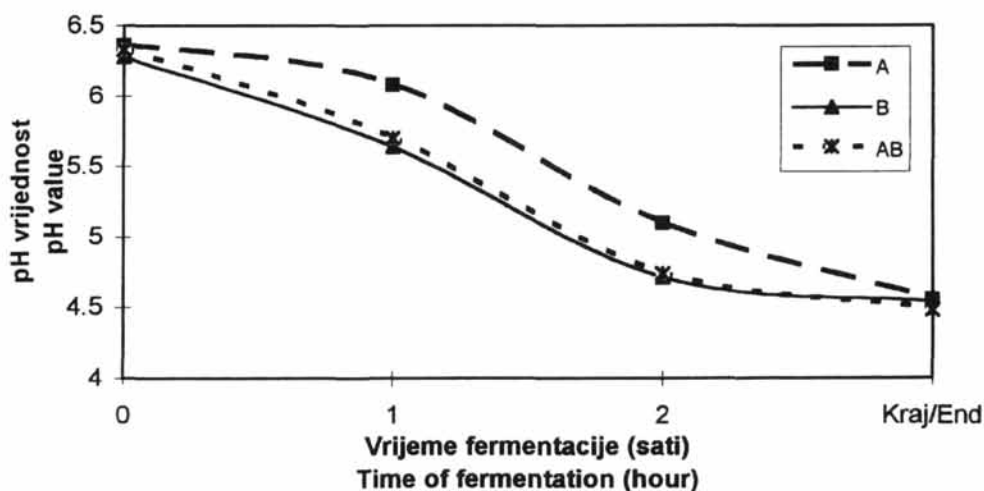
Tijekom fermentacije jogurta od kravljeg mlijeka (A), kozjeg mlijeka (B), te njihove mješavine 1:1 (AB) određivana je kiselost mjerenjem pH vrijednosti (slika 2).

Na kraju fermentacije sva tri uzorka jogurta pH vrijednost bila je približno jednaka, jer je fermentacija vođena do postizanja čvrstog koaguluma (pH vrijednost oko 4,6). Prema literaturi (F e l d h o f e r i sur., 1994), proizvodnja mliječne kiseline u jogurtu od kozjeg mlijeka brža je i veća nego u jogurtu od kravljeg mlijeka. Slika 2 prikazuje da je tijekom fermentacije jogurta od kozjeg mlijeka (B) i mješavine



Slika 1. Prosječno trajanje fermentacije uzoraka mlijeka pri proizvodnji jogurta od kravljeg mlijeka (A), kozjeg mlijeka (B) te njihove mješavine 1:1 (AB)

Figure 1 Average duration of fermentation during the production of yoghurt from cow's (A), goat's (B) and mixed 1:1 (AB) milk



Slika 2. Promjena prosječne pH vrijednosti tijekom fermentacije jogurta od kravljeg mlijeka (A), kozjeg mlijeka (B) te njihove mješavine 1:1 (AB)

Figure 2 Change of average pH values during the fermentation of cow's (A), goat's (B) and mixed 1:1 (AB) milk

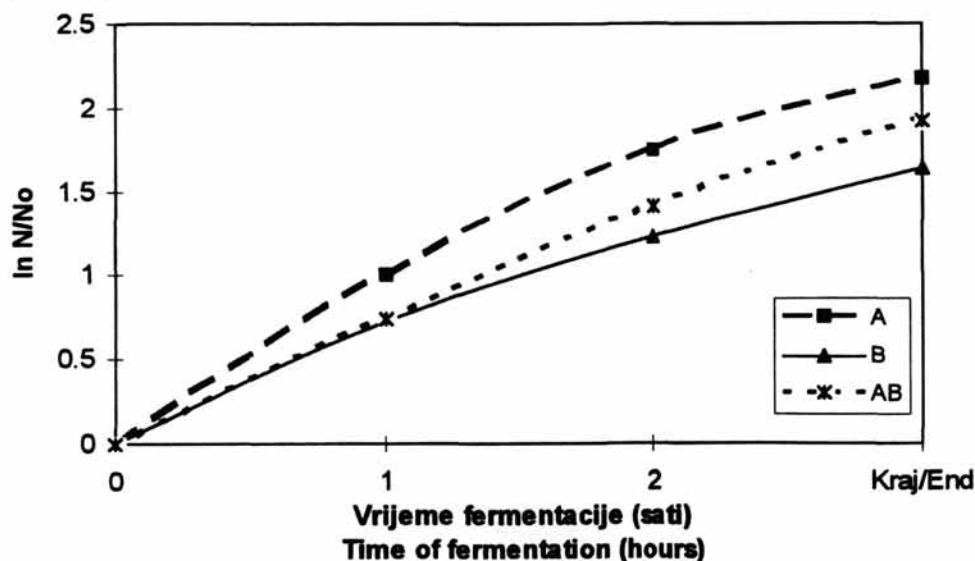
(1:1) mlijeka (AB) pH vrijednost brže opadala u odnosu na jogurt od kravljeg mlijeka (A), a i vrijeme fermentacije bilo je kraće (slika 1). Sporiji pad pH vrijednosti tijekom fermentacije kravljeg mlijeka vjerojatno je posljedica utjecaja većeg udjela bjelančevina (tablica 1) odnosno većeg pufer kapaciteta kravljeg mlijeka. Iako je mješavina mlijeka pripravljena s jednakim udjelima kravljeg i kozjeg mlijeka, značajke tog jogurta, prema trajanju fermentacije i padu pH vrijednosti sličnije su kozjem nego kravljem jogurtu (slika 1,2 i 3).

Međutim, broj bakterija najbrže se povećao tijekom fermentacije kravljeg mlijeka (slika 3).

Pri pokusima fermentacije jogurta korištena je kultura sa prosječnim omjerom laktobacila i streptokoka 1:0,63. Omjer laktobacila i streptokoka mijenja se tijekom fermentacije. Laktobacili polako razgrađuju bjelančevine i tvore slobodne aminokiseline (histidin, leucin, lizin, valin i dr.) čija prisutnost stimulira rast i brže razmnožavanje streptokoka (El-Abassy i Sitohy, 1993; Petričić, 1984). Na početku fermentacije, nakon inokulacije, broj laktobacila veći je od broja streptokoka i njihov je omjer za jogurt od kravljeg mlijeka (A) 1:0,63, za jogurt od kozjeg mlijeka (B) 1:0,64, a za jogurt od mješavine (1:1) mlijeka (AB) 1:0,65 (slike 4, 5 i 6).

Slika 3. Krivulja rasta bakterija jogurtne kulture (in N/No) tijekom fermentacije kravljeg mlijeka (A), kozjeg mlijeka (B) te njihove mješavine 1:1 (AB)

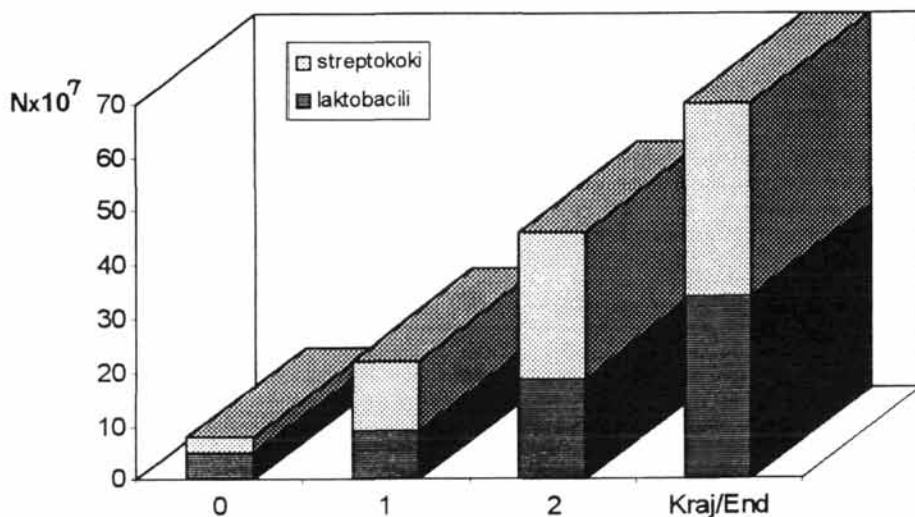
Figure 3 Growth curves of yoghurt bacteria (In N/No) during the fermentation of cow's (A), goat's (B), and mixed milk 1:1 (AB)



N = broj živih stanica tijekom fermentacije /ml - viable count, during fermentation/ml
No - broj živih stanica nakon inokulacije/ml - viable count, after inoculation/ml

Slika 4. Promjena broja živih stanica laktobacila i streptokoka/ml tijekom fermentacije jogurta od kravljeg mlijeka (A)

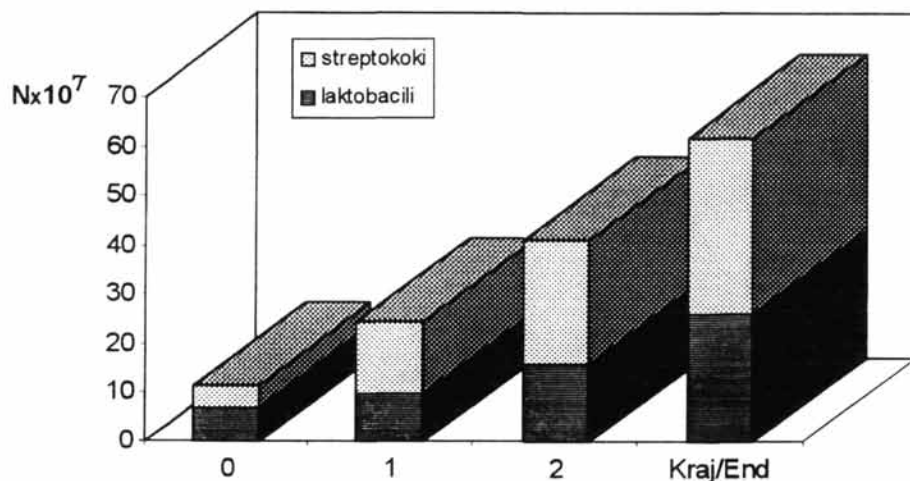
Figure 4 Changes in count/ml of lactobacilli and streptococci during the cow's milk (A) fermentation



N = broj živih stanica tijekom fermentacije/ml - viable count, during fermentation/ml

Slika 5. Promjena broja živih stanica laktobacila i streptokoka/ml tijekom fermentacije jogurta od kozjeg mlijeka (B)

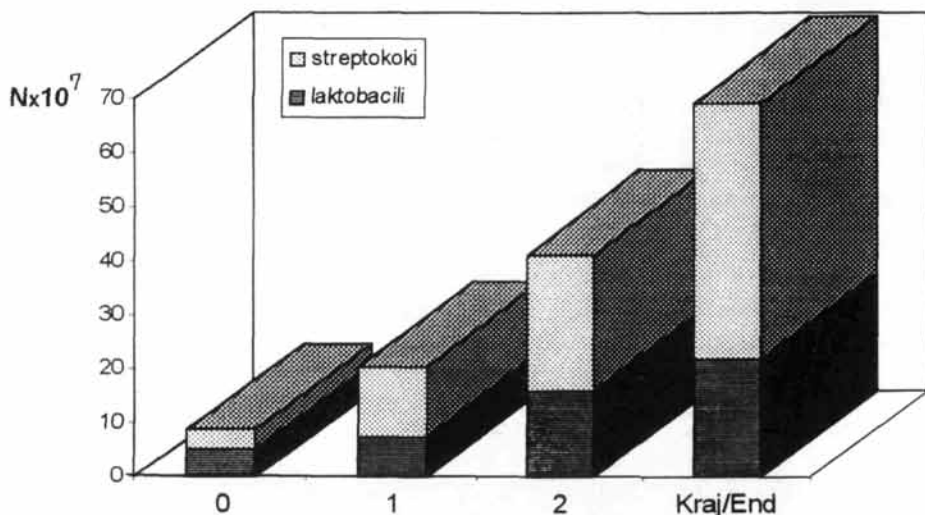
Figure 5 Changes in count/ml of lactobacilli and streptococci during the fermentation of goat's milk (B)



N = broj živih stanica tijekom fermentacije/ml - viable count, during fermentation/ml

Slika 6. Promjena broja živih stanica laktobacila i streptokoka/ml tijekom fermentacije jogurta od mješavine 1:1 (AB)

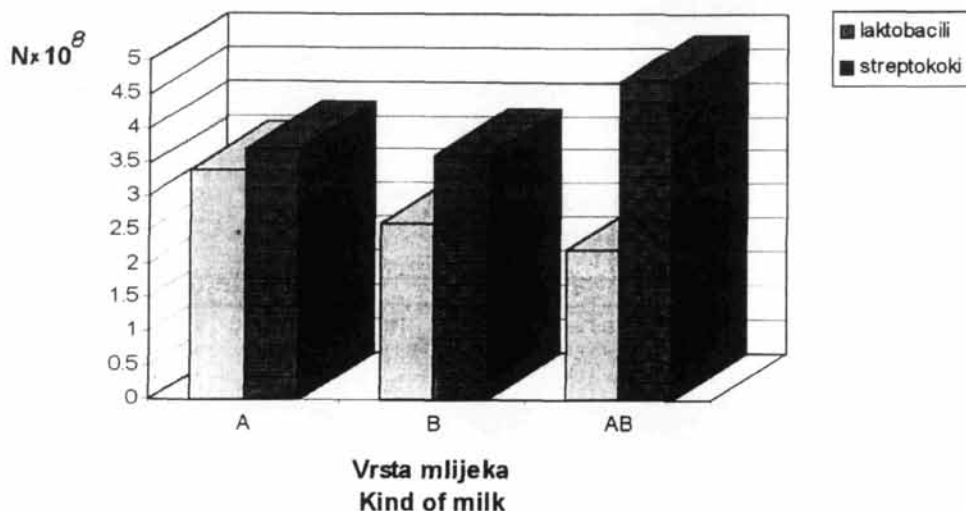
Figure 6 Changes of count/ml lactobacilli and streptococci during the fermentation of mixed milk 1:1 (AB)



N = broj živih stanica tijekom fermentacije/ml - viable count, during fermentation/ml

Slika 7. Prosječan broj laktobacila i streptokoka/ml u uzorcima jogurta od kravljeg (A), kozjeg mlijeka (B) te njihove mješavine 1:1 (AB)

Figure 7 Average number of lactobacilli and streptococci/ml in yoghurt samples from cow's milk (A), goat's milk (B) and theirs mixture 1:1 (AB)



N = broj živih stanica/ml na kraju fermentacije - viable count at the end of fermentation/ml

Tijekom fermentacije streptokoki se brže razmnožavaju i broj im se povećava u odnosu na broj laktobacila. Porast broja streptokoka u odnosu na laktobacile tijekom fermentacije mješavine mlijeka bio je najveći. Na kraju fermentacije omjer laktobacila i streptokoka bio je 1:1,12 za jogurt od kravljeg mlijeka (A) 1:1,38 za jogurt od kozjeg mlijeka (B) i 1:2,14 za jogurt od mješavine (1:1) mlijeka (AB) (slika 7).

Krajem fermentacije broj živih stanica laktobacila i streptokoka jogurta od kravljeg mlijeka (A) i jogurta od mješavine (1:1) mlijeka (AB) približno je jednak i za 11,43% veći nego jogurta od kozjeg mlijeka (B). Pritom su bakterije najbrže rasle tijekom fermentacije jogurta od kravljeg mlijeka (A) (slika 7), a prirast je bio najveći ($N - N_0 = 6,3 \cdot 10^8$ stanica/ml).

Ukupan broj laktobacila i streptokoka povećan je tijekom fermentacije od $9,5 \cdot 10^7$ /ml do $7,1 \cdot 10^8$ /ml (kravlje mlijeko), $6,2 \cdot 10^8$ /ml (kozje mlijeko) i $6,9 \cdot 10^8$ /ml (mješavina mlijeka).

Zaključci

Na temelju rezultata proučavanja utjecaja kozjeg mlijeka na tijek fermentacije jogurta u usporedbi s kravljim mlijekom može se zaključiti:

1. Sterilizirano kozje mlijeko tipizirano na 3,2% mliječne masti sadržalo je manji udjel suhe tvari (za 3,98%), bjelančevina (za 3,04% i laktoze (za 10,68%), a veći udjel pepela (za 16,88%) te veću kiselost od steriliziranog kravljeg mlijeka.

2. Fermentacija jogurta od kozjeg mlijeka bila je najkraća (2 sata i 33 minute), a jogurta od kravljeg mlijeka sporija za 7,91%.

3. Snižavanje pH vrijednosti tijekom fermentacije jogurta od kravljeg mlijeka bilo je najsporije, dok je tijekom fermentacije jogurta od kozjeg mlijeka i mješavine (1:1) mlijeka bilo približno jednako. pH vrijednosti jogurta krajem fermentacije nisu se znatno razlikovale, bez obzira na vrstu mlijeka.

4. U inokulumu je odnos laktobacila i streptokoka bio 1:0,63, dok je krajem fermentacije u jogurtu taj odnos bio 1:1,12 za kravlje, 1:1,38 kozje i 1:2,14 za jogurt od mješavine (1:1) mlijeka.

5. Ukupan broj laktobacila i streptokoka povećan je tijekom fermentacije od $9,5 \cdot 10^7$ /ml do $7,1 \cdot 10^8$ /ml (kravlje mlijeko), $6,2 \cdot 10^8$ /ml (kozje mlijeko) i $6,9 \cdot 10^8$ /ml (mješavina mlijeka).

THE INFLUENCE OF STERILIZED COW'S AND GOAT'S MILK AND THEIR MIXTURE ON YOGHURT FERMENTATION

Summary

Modern way of life which strives for consumption of health food forced the dairy industry to produce new kind of fermented products. One of them is the yogurt from goat's milk. The main composition of goat's and cow's milk is similar but quantities due to higher digestibility proteins and fats, as well as soluble calcium, inorganic phosphorous, magnesium, potassium and vitamins (specially vitamin A) are greater and the bacterial and imunological properties strongly expressed in goat's milk. The aim of this work was to compare the fermentation of goat's and cow's milk during the yoghurt production. The yogurt was produced from sterilized cow's and goat's milk with 3.2% of fat and from the mixture of both milks in proportion 1:1. The fermentation at 40° C was faster in goat's (2 hours 33 minutes), than in cow's milk (2 hours 50 minutes). The proportion of lactobacilli and streptococci varied from 1:0,63 at the beginning of the fermentation to 1:1.12 (cow's milk), 1:1.38 (goat's milk), and 1:2.14 (mixed milk) at the end of the fermentation. Total count of lactobacilli and streptococci increased during the fermentation from $9.5 \cdot 10^7$ /ml to $7.1 \cdot 10^8$ /ml (cow's milk), $6.2 \cdot 10^8$ /ml (goat's milk) and $6.9 \cdot 10^8$ /ml (mixed milk).

Key words: sterilized goat's and cow's milk, yoghurt culture, fermentation.

Literatura

- ABOU-DAWOOD, A. E., ABD-RABO, F.H.; AHMED, N.S., HASSAN, F. A. M. (1993): "Manufacture of yoghurt from goat's milk" **Egyptian Journal of Dairy Science**, 21 (1) 21-33.
- ASSCHE P. (1994): "Technologie et propriétés thérapeutiques des produits laitiers fermentés", **Lait et Nous**, 4, 17-22.
- BYLUND G. (1995): "Dairy processing handbook", Tetra Pack Processing AB, Lund, Sweden.
- DOSTÁLOVA J.(1994): "Goat milk", **Dairy Science Abstracts**, 49 (2) 43-44.
- EL-ABASSY M.Z., SITOHY M. (1993): "Metabolic interaction between Streptococcus thermophilus and Lactobacillus bulgaricus in single and mixed starter yoghurts", **Dairy Science Abstracts** 37 (1) 53-58.
- FELDHOFER S., BANOŽIĆ S. ANTUNAC N., (1994): "Uzgoj i hranidba koza - proizvodnja i prerada kozjeg mlijeka", Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb.
- FOURCAND, D.(1991): "Goat milk yoghurt - why not?", **Chèvre**, 189, 19-21
- PARK, Y.W (1994): "Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts" **Small Ruminant Research** 13 (1) 63-70.
- PEREZ, M., FERNARDO, R.G., ALVEAR, S.C., BERTI, D.P. (1993): "Effect of parity on milk composition in Criollo goats in central Chile, **Avances en Ciencias Veterinarias** 8 (2) 129-133.

- PETRIČIĆ A., (1984): "Konzumno i fermentirano mlijeko", Udruženje mljekarskih radnika Hrvatske, Zagreb.
- RAŠIĆ, J. LJ., KURMAN, J. A. (1978): "Yoghurt, Tehnical Dairy Publishing House, Denmark.
- ROSSI, J. (1994): "New technologies used in the production of yogurt and other cultured beverages", **Industria del Latte**, 30 (4) 29-55.
- SALAMA, F. M. M., HASSAN, F. A. M. (1994): "Manufacture of new yoghurt-like products", **Egyptian Journal of Dairy Science**, 22 (1) 31-38
- VLAHOPOULOU I., BELL A., WILBEY A. (1994): "Starter culture effects on caprine yogurt fermentation", **Journal of the Society of Dairy Technology**, 47 (4) 121-123.

Adrese autora - Author's addresses:

Mr. Rajka Božanić
Doc dr. Ljubica Tratnik
Prehrambeno biotehnološki fakultet, Zagreb

Primljeno - Received:

15. 5. 1996.