

## Utjecaj koncentrata proteina sirutke na viskoznost jogurta, acidofila te acidofilnog jogurta

Olivera Marić, Marija Carić, Rajka Božanić i Ljubica Tratnik

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.146.4

### Sažetak

U radu je istražen utjecaj koncentrata proteina sirutke (KPS) sa 16,3% suhe tvari i 10,2% proteina dodanog u mlijeko na viskoznost jogurta (3% jogurtne kulture), acidofila (3% kulture *Lactobacillus acidophilus*) te acidofilnog jogurta (2% kulture, *L. acidophilus* i 1% jogurtne kulture). Fermentacija uzoraka mlijeka (sa i bez KPS) provedena je pri 40°C do pojave koaguluma, pH vrijednosti oko 4,6.

Tijekom deset dana čuvanja fermentiranih napitaka u hladnjaku pri 4°C, praćene su promjene pH vrijednosti te promjene senzorskih svojstava. Viskoznost fermentiranih napitaka izmjerena je (prvi i deseti dan čuvanja) rotacijskim viskozimetrom (HAAKE, VT 500) pri 20°C i primjenom brzine smicanja od 0 do 500 s<sup>-1</sup>. Kemijski sastav i kiselost uzoraka mlijeka i mješavine mlijeka sa KPS (4:1) korištenih za proizvodnju fermentiranih napitaka određen je standardnim analitičkim metodama. Dodatak KPS u mlijeko uzrokovao je nešto smanjenu viskoznost svih fermentiranih napitaka za sličnu vrijednost. Nakon 10 dana čuvanja zabilježena je promjena viskoznosti jedino acidofilnog jogurta (sa i bez KPS) i jogurta. Pri senzorskoj ocjeni, razlika u konzistenciji i okusu između proizvedenih napitaka (sa i bez KPS) također nije bila znatno izražena, čak ni nakon deset dana čuvanja (+4°C).

Ključne riječi: jogurt, acidofil, acidofilni jogurt, koncentrat proteina sirutke, viskoznost, senzorska svojstva

### Uvod

S obzirom da su fermentirani mliječni napitci omiljena hrana većine potrošača svih dobni skupina, povećanje njihove nutritivne i zdravstvene vrijednosti cilj je brojnih mljekarskih stručnjaka u svijetu i u nas. Primjena ultrafiltracije omogućila je povećanje količine proteina, osobito povećanje biološki vrijednih proteina sirutke u mliječnim proizvodima (Glover, 1985.).

Koncentrati proteina sirutke dobiveni ultrafiltracijom slatke sirutke (Tratnik i Kršev, 1991) potpuno su probavljivi (Porter, 1978.), a posjeduju funkcionalna svojstva (Turgeon i sur., 1992) (topljivost, sposobnost vezivanja vode, stvaranje gela, emulgiranje i dr.) povoljna za primjenu u proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka (Greig i Kan, 1983; Modler i sur., 1983; Tratnik i Kršev, 1988 i 1991). Također je utvrđeno da proteini sirutke stimuliraju rast i aktivnost

korištenih kultura bakterija mliječno-kiselog vrenja (Broom e i sur., 1982; Hull i sur., 1984) što povećava zdravstvenu vrijednost fermentiranih napitaka. Posebno je to važno za djelovanje korisnih intestinalnih bakterija mliječne kiseline *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium* sp. (Salama i Hassan, 1994; Misra i Kulle, 1994; Spillman i Brunner, 1995; Shah i sur., 1995) čija su terapijska svojstva značajna (Welch, 1987; Robinson, 1991; Assche, 1994; Steinby, 1994; Gilliland, 1989), a koje se sporije razmnožavaju u mlijeku (Kršev, 1989).

Za plasman proizvoda na tržište sve je veća uloga reoloških svojstava (Mottar i Bassier, 1989; Garcia i sur., 1994; Kim i sur., 1994), jer ona utječu na senzorske značajke proizvoda, poglavito na izgled i okus.

Zbog toga je svrha ovoga rada proučiti utjecaj dodatka koncentrata proteina sirutke u mlijeko na viskoznost jogurta, acidofila i acidofilnog jogurta, u usporedbi sa senzorskom ocjenom konzistencije i okusa tih proizvoda.

### Materijal i metode

Mlijeko za pripremu fermentiranih mliječnih napitaka standardizirano je i pasteurizirano pri 90°C/10 minuta. Koncentrat proteina sirutke (KPS) dobiven je ultrafiltracijom slatke sirutke na modelu DDS-20-1,8 Lab., membranama GR 60 PP, pri sobnoj temperaturi i ulaznom tlaku od oko 5 bara, a izlaznom oko 3 bara. KPS je toplinski obrađen pri 70°C/5 minuta, ohlađen te zaleđen za provedbu pokusa. Nakon odležavanja pomiješan je s toplim pasteuriziranim mlijekom (90°C) u omjeru mlijeko : KPS, 4 : 1. Pripravljene uzorci mlijeka sa i bez dodatka KPS ohlađeni su do temperature inkubacije (40°C) nacijepljeni sa 3% bakterijske kulture i fermentirani pri 40°C do pojave koaguluma pH vrijednosti oko 4,6. Fermentirani uzorci su ohlađeni i ostavljeni oko 50 minuta pri sobnoj temperaturi zbog optimalnog razvoja kiselosti i arome (M o d l e r i sur., 1983), a nakon toga čuvani 10 dana u hladnjaku pri 4°C.

Za inokulaciju uzoraka mlijeka upotrijebljene su: 3% bakterija jogurtne kulture (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), 3% kulture bakterije *Lactobacillus acidophilus* te 3% njihove kombinacije (1% jogurtne i 2% kulture *L. acidophilus*).

Proizvedeni su uzorci fermentiranih napitaka od mlijeka: jogurt (J), acidofil (A) i acidofilni jogurt (AJ) te od mješavine mlijeka i koncentrata proteina sirutke (KPS): J + KPS; A + KPS i AJ + KPS;

Tijekom 10 dana čuvanja proizvedenih uzoraka fermentiranih napitaka praćene su promjene pH vrijednosti i senzorskih svojstava. Senzorska svojstva, okus (max. 12 bodova) i konzistencija (max. 4 boda), ocijenjeni su sustavom bodovanja s faktorom vaganja (ISO, 1985). Ocjenjivanje je provela panel skupina od 5 senzorskih analitičara. Viskoznost fermentiranih napitaka mjerena je prvi i deseti dan čuvanja uz pomoć rotacijskog viskozimetra (HAAKE VT500) pri temperaturi od 20°C i u području brzina smicanja od 0 do 500 s<sup>-1</sup>.

Kemijski sastav sirovina korištenih za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka određen je standardnim analitičkim metodama: suha tvar sušenjem pri 105°C do konstantne mase; bjelančevine Kjeldahl metodom (faktor za proteine = 6,38); laktoza Schoorl-Luffovom metodom; mliječna mast Gerberovom metodom; pepeo žarenjem pri 550°C; pH vrijednost pH-metrom "Knick", tip 646; titracijska kiselost metodom Soxhlet-Henkel (°SH).

### Rezultati rada i rasprava

Kemijski sastav i kiselost sirovina za proizvodnju: jogurta (J), acidofila (A) i acidofilnog jogurta (AJ) od mlijeka te od mješavine mlijeka i koncentrata proteina sirutke (KPS): J + KPS; A + KPS; AJ + KPS prikazuje tablica 1.

Tablica 1. Kemijski sastav i kiselost mlijeka, koncentrata proteina sirutke (KPS) te mješavine mlijeka i KPS (4:1)

Table 1 Chemical composition and acidity of milk, whey protein concentrates (WPC) and milk and WPC (4:1) mixture

Sastav (%) i kiselost Composition (%) and acidity	Mlijeko Milk		KPS WPC	Mlijeko + KPS Milk + WPC	
	n=5	$\bar{x}$		n=5	$\bar{x}$
suha tvar total solids	11,56-12,50	12,20	16,30	12,51-13,26	13,02
proteini proteins	3,10-3,41	3,24	10,20	4,57-4,77	4,63
mliječna mast milk fat	3,15-3,30	3,20	0,65	2,67-2,77	2,69
laktoza lactose	4,57-4,80	4,70	4,38	4,58-4,72	4,64
pepeo ash	0,69-0,75	0,72	1,09	0,77-0,82	0,80
kiselost pH acidity pH	6,60-6,63	6,61	6,49	6,58-6,60	6,59
kiselost °SH acidity °SH	6,81-7,05	6,95	13,5	8,15-8,34	8,26

Dodatkom KPS u mlijeko količina proteina u mješavini povećana je za prosječno 42,5%, količina mliječne masti smanjena je za prosječno 15,4% dok se količina laktoze i pepela nije znatno promijenila (tablica 1). Pri usporedbi senzorskih svojstava između proizvedenih uzoraka fermentiranih napitaka sa i bez KPS nije uočena razlika u općem izgledu, mirisu ili boji. Međutim, ni razlike konzistencije i okusa nisu bile znatno izražene (tablica 2).

Tablica 2. Senzorska ocjena konzistencije (max. 12 bodova) i okusa (max. 4 boda) fermentiranih napitaka tijekom 10 dana čuvanja (+4°C)

Table 2 Sensory scores for consistency (max 12 points) and flavour (max 4 points) of fermented beverages during 10 days' storage (+4°C)

proizvod product	ocjena okusa flavour score (bodovi) (points)				ocjena konzistencije consistency score (bodovi) (points)			
	1. dan 1st day	3. dan 3th day	6. dan 6th day	10. dan 10th day	1. dan 1st day	3. dan 3th day	6. dan 6th day	10. dan 10th day
J Y	12,0	11,8	11,0	10,0	4,0	4,0	3,7	3,7
J + KPS Y + WPC	12,0	11,7	11,4	10,2	3,7	3,7	3,8	3,5
AJ AY	11,6	11,6	11,0	10,0	3,9	3,9	3,9	3,5
AJ + KPS AY + WPC	11,9	11,6	11,0	9,5	3,7	3,5	3,7	3,3
A A	11,9	11,8	11,5	10,0	3,8	3,8	3,9	3,8
A + KPS A + WPC	11,9	11,5	11,3	10,0	3,6	3,7	3,5	3,5

Dodatak KPS u mlijeko rezultirao je nešto mekšom konzistencijom fermentiranih napitaka (ali homogenu bez pojave sinereze) te slabije izraženim okusom kiselosti. Vjerojatno je to posljedica smanjene količine kazeina, a znatno povećane količine proteina sirutke koji utječu na stvaranje nježnijeg koaguluma te na povećanje pufer kapaciteta mlijeka. Tijekom 10 dana čuvanja fermentiranih napitaka u hladnjaku pri +4°C promjene konzistencije također nisu bile izrazite, a okus fermentiranih napitaka pogoršao se tek nakon 10 dana čuvanja. Pad pH vrijednosti tijekom 3 dana čuvanja fermentiranih napitaka bio je izraženiji, a nešto manji fermentiranih napitaka s KPS (tablica 3).

Tablica 3. Promjena pH vrijednosti fermentiranih napitaka tijekom 10 dana čuvanja (+4°C)

Table 3 pH value changes of fermented beverages during 10 days' storage (+4°C).

Vrijeme čuvanja Storage time (dani) (days)	pH vrijednost pH value					
	J Y	A A	AJ AY	J+KPS Y+WPC	A+KPS A+WPC	AJ+KPS AY+WPC
1	4,34	4,42	4,49	4,36	4,37	4,37
3	4,16	4,24	4,34	4,23	4,23	4,26
6	4,15	4,23	4,22	4,21	4,22	4,19
10	4,15	4,23	4,20	4,20	4,21	4,20

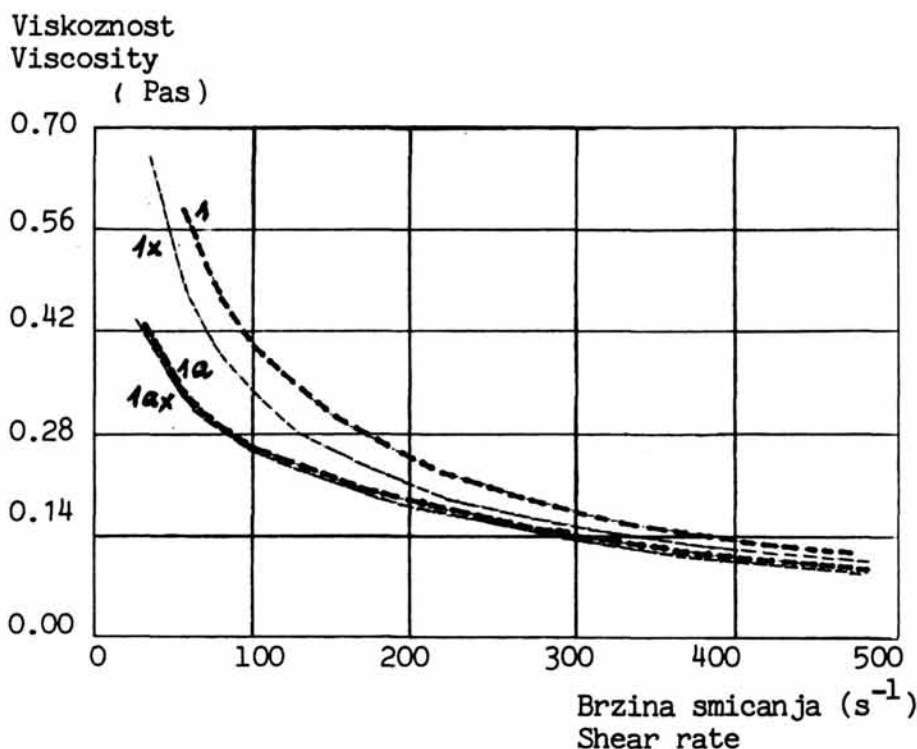
Tijekom daljnjeg čuvanja znatnije je padala pH vrijednost jedino acidofilnog jogurta sa i bez KPS (AJ i AJ+KPS) u kojima je i pojava sinereze (izdvajanja sirutke) bila izraženija nego u jogurtu.

Viskoznost jogurta (slika 1) i acidofilnog jogurta (slika 3) gotovo je istovjetna, dok je viskoznost acidofila nešto manja (slika 2). Dodatak KPS u mlijeko smanjuje viskoznost sva tri napitka za sličnu vrijednost u odnosu na fermentirane napitke bez KPS (slike 1, 2 i 3), što se slaže sa senzorskom promjenom konzistencije (tablica 3). Smanjenje viskoznosti fermentiranih napitaka s povećanjem brzine smicanja također je slično za sve uzorke, ali neznatno je bilo sporije za fermentirane napitke s KPS (slike 1, 2 i 3). Zbog toga se pri povećanju brzine smicanja ( $s^{-1}$ ) razlike u viskoznosti ( $Pa \cdot s$ ) između fermentiranih napitaka sa i bez KPS znatno smanjuju (Tablica 4). Pri usporedbi viskoznosti fermentiranih napitaka nakon 10 dana čuvanja u hladnjaku pri  $4^{\circ}C$  uočena je značajnija promjena viskoznosti acidofilnog jogurta (sa i bez KPS) (slika 3), a nešto blaža promjena viskoznosti jogurta. U acidofilu sa i bez KPS (slika 2) i jogurta sa KPS (slika 1) nema promjene viskoznosti nakon 10 dana čuvanja pri  $4^{\circ}C$  ili je ona neznatna.

Tablica 4. Viskoznost ( $Pa \cdot s$ ) uzoraka fermentiranih napitaka nakon 1 i 10 dana čuvanja pri  $+4^{\circ}C$ , izmjerena pri različitoj brzini smicanja

Table 4 Viscosity ( $Pa \cdot s$ ) of fermented beverage samples after 1 and 10 days of storage at  $+4^{\circ}C$ , measured at different shear rate ( $s^{-1}$ )

Uzorak Sample	Brzina smicanja Shear rate			
	100 $s^{-1}$		500 $s^{-1}$	
	1 dan 1 day	10 dana 10 days	1 dan 1 day	10 dana 10 days
J Y	0,403	0,333	0,109	0,102
A A	0,285	0,281	0,074	0,073
AJ AY	0,441	0,354	0,115	0,099
J + KPS Y + WPC	0,263	0,262	0,090	0,084
A + KPS A + WPC	0,175	0,171	0,048	0,046
AJ + KPS AY + WPC	0,311	0,242	0,087	0,074



Slika 1. Utjecaj brzine smicanja na viskoznost jogurta (1) i jogurta sa KPS (1a) nakon jednog te nakon 10 dana čuvanja (1x i 1ax)

Figure 1 The influence of shear rate on the viscosity of yoghurt (1) and yoghurt with WPC (1a) after one and 10 days' storage (1x and 1ax)

### Zaključci

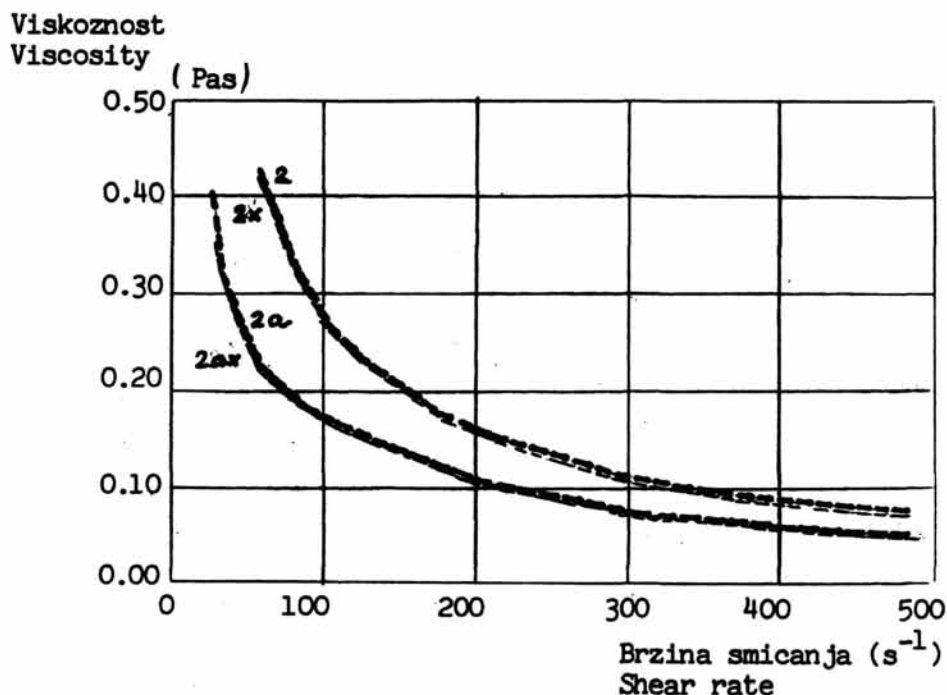
1. Dodatkom koncentrata proteina sirutke (KPS) u mlijeko udjel proteina u mješavini (4:1) povećan je za prosječno 42,5%, udjel mliječne masti smanjen je za prosječno 15,4%, dok se količina pepela i laktoze nije znatno promijenila.

2. Dodatak KPS u mlijeko nije bitno utjecao na promjenu konzistencije i okusa fermentiranih napitaka, čak ni nakon 10 dana čuvanja (+4°C).

3. Viskoznost jogurta i acidofilnog jogurta gotovo je istovjetna, dok je viskoznost acidofila nešto manja.

4. Dodatak KPS u mlijeko smanjuje viskoznost sva tri napitka za sličnu vrijednost.

5. Nakon 10 dana čuvanja (+4°C) promjena viskoznosti zabilježena je jedino u acidofilnom jogurtu (sa i bez KPS) i jogurtu bez KPS.



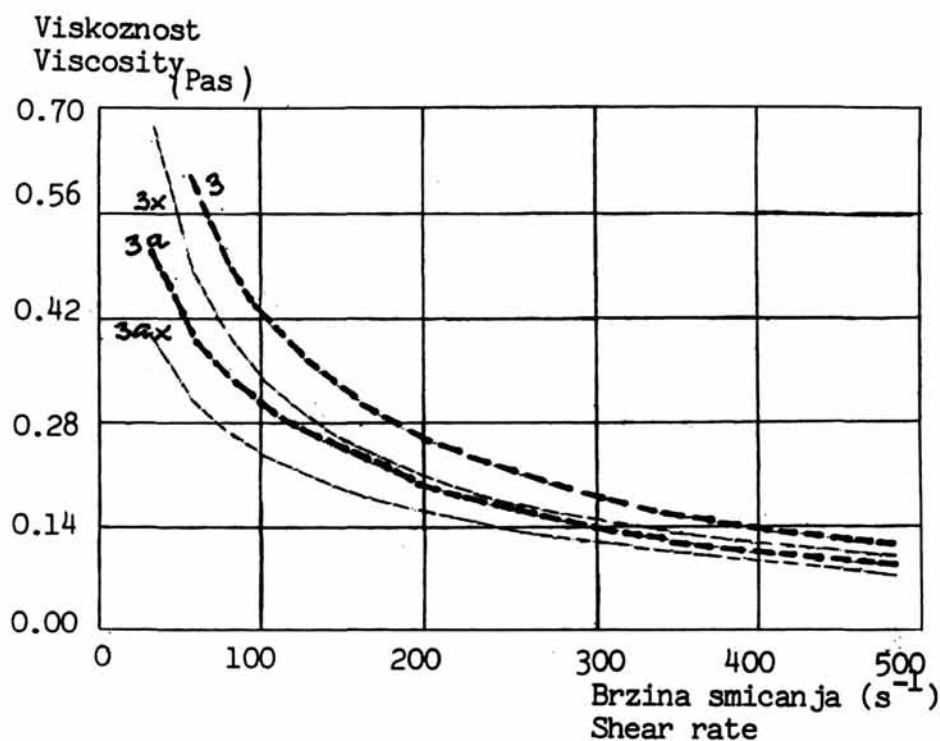
Slika 2. Utjecaj brzine smicanja na viskoznost acidofila (2) i acidofila sa KPS (2a) nakon jednog te nakon 10 dana čuvanja (2x i 2ax)

Figure 2 The influence of shear rate on the viscosity of acidophilus (2) and acidophilus with WPC (2a) after one and 10 days' storage (2x and 2ax)

## THE INFLUENCE OF WHEY PROTEIN CONCENTRATE ON THE VISCOSITY OF YOGHURT, ACIDOPHILUS AND ACIDOPHILUS YOGHURT

### Summary

In this paper the influence of whey protein concentrates (WPS) with 16.3% of total solids and 10.2% of proteins, added to milk on the viscosity of yoghurt (3% of yoghurt culture); acidophilus (3% culture *Lactobacillus acidophilus*) and acidophilus yoghurt (2% culture *L. acidophilus* and 1% yoghurt culture) was determined. Fermentation of milk samples (with and without WPC) was performed at 40°C until coagulum formed at pH value about 4.6. During 10 days of storage in refrigerator at 4°C, changes of pH value and sensory properties of fermented beverages, were determined. Viscosity of fermented beverages was measured



Slika 3. Utjecaj brzine smicanja na viskoznost acidofilnog jogurta (3) i acidofilnog jogurta sa KPS (3a) nakon jednog te nakon 10 dana čuvanja (3x i 3ax)  
 Figure 3 The influence of shear rate on the viscosity of acidophilus yoghurt (3) and acidophilus yoghurt with WPC (3a) after one and 10 days' storage (3x and 3ax)

(the first and the tenth day of storage) using rotatory viscosimeter (HAAKE, VT 500) at 20°C and applying the shear rate from 0 to 500 s<sup>-1</sup>. Chemical composition and acidity of milk samples and mixture of milk with WPC (4:1) used in fermented beverages production, were determined using standard analytical methods. Addition of WPC to milk brought about nearly the same viscosity decrease in all fermented beverages values being similar. After 10 days of storage viscosity change was noticed only in acidophilus yoghurt and yoghurt. However during sensory evaluation the consistency and flavour differences were as well not significant between fermented beverages (with and without WPC), even after 10 days' storage (+4°C).

Key words: yoghurt, acidophilus, acidophilus yoghurt, whey protein concentrates, viscosity, sensory properties



### Literatura

- ASSCHE, P. (1994): "Technologie et propriétés thérapeutiques des produits laitiers fermentés", **Lait et Nous**, 4 17-22.
- BROMME, M. C., WILLMAN, N., ROGINSKI, H., HICKEY, M. W. (1982): "The use of cheese whey protein concentrate in the manufacture of skim milk yoghurt", **Australian Journal of Dairy Technology** - December 139-142.
- ISO (TC34) SC 12 (Secretariat - 139) E "Sensory analysis" DC. 185-02-05.
- GARCIA FERNÁNDEZ, S., BAREACÓ SERRA, M., ADRIÁ CASAS, M., LÓPEZ BES, J., RUIZ POL, J., TRILLAS GAY, E., RODRIGUEZ PICO, A., BAGO LÓPEZ, P. (1994): "Rheological changes during the processing of cultured milks. Yoghurt", **Alimentaria**, 31 (254) 41-48.
- GILLILAND, S. E., (1989): Acidophilus milk products: a review of potential benefits to consumers', **Journal of Dairy Science**, 72 (10) 2483-2494.
- GLOVER, F. A. (1985): "Ultrafiltration and reverse osmosis for the dairy industry", **Technical Bulletins Reading**, England.
- GREIG, R. I. W., VAN KAN, J. (1984): "Effect of whey protein concentrate on fermentation of jogurt", **Dairy Industrial International**, 49 (10) 28-29.
- HULL, R. R. ROBERTS, A. V., MAYES, J. J. (1984): "Survival of Lactobacillus acidophilus in yoghurt", **Australian Journal of Dairy Technology** - December 164-166.
- KIM, H. J., KIM, T. J., YOON, H. J. (1994): "Studies on the viscosity of viscous yoghurt", **Korean Journal of Veterinary Public Health**, 18 (3) 301-305.
- KRŠEV, L.J. (1989): "Mikrobne kulture u proizvodnji mliječnih proizvoda", Udruženje mljekarskih radnika SRH, Zagreb.
- MISRA, A. K., KULLA, R. K. (1994): "Use of Bifidobacterium bifidum for the manufacture of bio-yoghurt and fruit bioyoghurt", **Indian Journal of Dairy Science**, 47 (3) 192-197.
- MODLER, H. W., LARMOND, M. E., LIN, C. S., FROEMUCH, D., EMMONS, D. B (1983): "Physical and sensory properties in yoghurt stabilized with milk proteins", **J. of Dairy Sci.**, 66, 422-429.
- MOTTAR, J., BASSIER, A. (1989): "Effect of heat-induced association of whey proteins and casein micelles on yogurt texture", **Journal of Dairy Science**, 72 (9) 2247-2256.
- ROBINSON, R. K. (1991): "Therapeutic properties of fermented milks", Elsevier Applied Science, London, New York.
- SALAMA, F. M. M., HASSAN, F. A. M. (1994): "Manufacture of new yoghurt-like products", **Egyptian Journal of Dairy Science**, 22 (1) 31-38.
- SHAH, N. P., LANKAPUTHRA, W. E. V., BRITZ, M. L., KYLE, W. S. A (1995): "Survival of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium bifidum in comercial yoghurt during refrigerated storage", **International Dairy Journal**, 5 (5) 515-521.
- SPILLMANN, H., BRUNNER, J. C. (1995): "Biotechnologische Aspekte der Herstellung von Bifidosauermilchen", **Lebensmittel-Technologie**, 28 (1-2) 3-10.
- STEINBY, E. (1994): "Probiotic cultures for the dairy industry", **Meieriposten**, 83 (2) 49-51.
- TRATNIK, L.J., KRŠEV, L.J. (1988): "Production of fermented beverages from milk with demineralized whey", **Milchwissenschaft**, 43 (11) 695-698.
- TRATNIK, L.J., KRŠEV, L.J. (1991): "Utjecaj sastava mlijeka na svojstva jogurta", **Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev.**, 29. (1) 5-8.
- TRATNIK, L.J., KRŠEV, L.J. (1991): "Production of whey protein concentrates", **Milchwissenschaft**, 46, (2) 91-94.

TURGEON, S. L., GAUTHIER, S. F., PAQUIN, P. (1992): "Emulsifying property of whey peptide fractions as a function of pH and ion strength", **Journal of Food Science**, **57** (3) 601-609.

WELCH, C. (1987): "Nutritional & therapeutic aspect of *Lactobacillus acidophilus* in dairy products", *Cultured Dairy products Journal* - May 23-26.

**Adresa autora - Author's addresses:**

Mr. Olivera Marić  
Dipl. ing. Marija Carić  
"KRAŠ" Prehrambena industrija d.d. Zagreb  
Mr. Rajka Božanić  
Doc. dr. Ljubica Tratnik  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

**Prispjelo - Received:**

5. 5. 1996.