

Utjecaj dodatka koncentrata proteina sirutke na viskoznost i mikrobiološku kakvoću jogurta tijekom čuvanja

Rajka Božanić, Ljubica Tratnik, Olivera Marić

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.146.34

Sažetak

Ovim je radom istražen utjecaj dodatka koncentrata proteina sirutke na viskoznost i mikrobiološku kakvoću jogurta tijekom devet dana čuvanja. Preliminarnim pokusom, na osnovi senzorske analize, određena je optimalna količina dodatka koncentrata proteina sirutke u mlijeko (1%). Fermentacija uzoraka mlijeka (sali bez dodatka koncentrata proteina sirutke) provedena je na 42 °C do pojave koaguluma, pH-vrijednosti oko 4,6. Dodatak koncentrata proteina sirutke u mlijeko nije utjecao na trajanje fermentacije (5 sati i 42 minute, za oba uzorka). Uzorci jogurta su nakon fermentacije čuvani u hladnjaku (na +8 °C) devet dana, te analizirani prvi, treći, šesti i deveti dan (promjena kiselosti, broja živih bakterija, viskoznosti, te senzorskih svojstava uzoraka). Tijekom čuvanja povećavao se broj živih bakterijskih stanica u uzorku jogurta s dodatkom koncentrata proteina sirutke i trećeg je dana dostigao maksimum ($\log N = 8,84/\text{ml}$), nakon čega je počeo opadati. U uzorku jogurta bez dodatka koncentrata proteina sirutke tijekom čuvanja nije se značajno promijenio broj bakterija, a broj laktobacila u tom uzorku bio je znatno manji. Viskoznost uzoraka s dodatkom koncentrata proteina sirutke bila je veća od viskoznosti uzorka jogurta bez dodataka tijekom ukupnog perioda čuvanja. Razlika u konzistenciji i okusu između proizvedenih napitaka nije bila znatno izražena. Senzorska ocjena uzoraka bila je najbolja trećeg dana čuvanja (19,7-20,0) iako je i devetog dana ostala vrlo visoka (19,7-19,9).

Ključne riječi: jogurt, koncentrat proteina sirutke, viskoznost, mikrobiologija, senzorska svojstva

Uvod

Velika hranjiva vrijednost i dobra probavljivost fermentiranih mliječnih napitaka, osobito jogurta čini ovu grupu proizvoda zanimljivom za proučavanje tijekom niza godina (Robinson, 1991.). Zbog svoga kemijskog sastava i biološke vrijednosti jogurt ima veliki udio u ljudskoj prehrani kao neovisni manji obrok ili kao dodatak glavnom obroku. Vrlo je značajna uloga fermentiranih mlijeka u probavljivosti laktoze. Oko 75% svjetske populacije nema dovoljnu količinu intestinalne laktaze, enzima koji sudjeluje u probavi laktoze (Saloff-Coste, 1996.), pa jogurt i druga fermentirana mlijeka su idealna zamjena za mlijeko (Buttriss, 1997.). Bakterije jogurtne kulture mogu poboljšati ravnotežu

mikroflora probavnog trakta (Kailasapathy i Supriadi, 1996.) iako same ne preživljavaju u probavnom traktu. Primjena ultrafiltracije omogućila je povećanje količine proteina, osobito povećanje biološki vrijednijih proteina sirutke u mliječnim proizvodima (Glover, 1985.). Koncentrati proteina sirutke potpuno su probavljivi (Porter, 1978.), imaju funkcionalna svojstva (topljivost, sposobnost vezivanja vode, stvaranje gela, emulgiranje i slično), povoljni su za primjenu u proizvodnji sira (Mahaut i Koroloczuk, 1992.; Pfalzer i Jelen, 1994.; Tratnik i sur., 1998.) i fermentiranih mliječnih napitaka (Broome i sur., 1982.; Tratnik i Božanić, 1997.). Proteini sirutke potiču rast i aktivnost korištenih kultura bakterija mliječno-kiselog vrenja što povećava zdravstvenu vrijednost fermentiranih napitaka (Broome i sur., 1982.; Tratnik i Božanić, 1997.; Tratnik, 1998.).

Za plasman proizvoda na tržište vrlo su važna reološka svojstva, jer utječu na senzorske značajke proizvoda, poglavito na izgled i okus (Garcia i sur, 1994.; Kim i sur, 1994.). Dodavanjem koncentrata proteina sirutke u mlijeko nastaje nešto nježnija ali homogena konzistencija koaguluma uz smanjenu mogućnost izdvajanja sirutke na površini (sinereza) (Tratnik i Božanić, 1997.).

Stoga je ovim radom istražen utjecaj dodatka koncentrata proteina sirutke u prahu na viskoznost i mikrobiološku kakvoću jogurta tijekom čuvanja.

Materijali i metode rada

Za proizvodnju jogurta rabljeno je homogenizirano trajno kravlje mlijeko tipizirano na 3,2% mliječne masti - dobiveno ljubaznošću mljekare Dukat d.d. Zagreb, - te tehnička DVS kultura YC 180 (Chr. Hansen A/S Danska) sastavljena od bakterija *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Proizvedeni su jogurti od kravljeg mlijeka (A) s dodatkom 1% koncentrata proteina sirutke (As), te ispitivani tijekom devet dana čuvanja. Koncentrat proteina sirutke (kps), - dobiven također od mljekare Dukat d.d., - sadržavao je 60,0-60,5% proteina, 3,1% vode i 4,7% pepela, a pH vrijednost mu je bila 6,5.

Prije daljnjeg istraživanja fermentacije jogurta proveden je pokus radi utvrđivanja optimalnog dodatka koncentrata proteina sirutke. Odabir potrebne količine dodatka (1, 2 i 3% koncentrata proteina sirutke) napravljen je na osnovi senzorske ocjene uzoraka, nakon 24 sata držanja u hladnjaku (8 °C) s ciljem optimiranja senzorskih svojstava proizvoda.

U proizvodnji jogurta jednom dijelu mlijeka dodan je koncentrat proteina sirutke u odabranoj količini, zatim je zagrijano na 90 °C, da bi homogenizacija bila bolja i da bi se denaturirali proteini sirutke te bolje uklopili u strukturu gruš, a nakon toga ohlađeno na temperaturu fermentacije (42 °C). Oba uzorka mlijeka su nacijepljena s 2% inokuluma prethodno pripremljene jogurtne kulture YC 180 (Chr. Hansen, Danska) i razdijeljena u sterilne čaše po 150 mL. Fermentacija je vođena do pH-vrijednosti 4,6. Fermentirano mlijeko je ohlađeno

vodom iz vodovoda te čuvano u hladnjaku (8 °C) devet dana. Nultog dana, tj. nakon fermentacije izmjerena je titracijska kiselost, pH-vrijednost i broj živih stanica laktobacila i streptokoka. Zatim je prvog, trećeg, šestog i devetog dana čuvanja, mjerena titracijska kiselost, pH-vrijednost, broj živih stanica laktobacila i streptokoka, viskoznost, te je provedeno senzorsko ocjenjivanje uzoraka.

Za određivanje broja živih stanica bakterija u uzorcima jogurta korišten je MRS agar za stanice *Lactobacillus bulgaricus*, a za određivanje broja živih stanica *Streptococcus thermophilus* korišten je M17 agar (Biolife, Milano). Inkubacija za streptokoke, odnosno mikroaerofina inkubacija za laktobacile, provedena je na 37 °C/48 h.

pH-vrijednost uzoraka mjerena je na pH-metru "Knick", tip 647-1; titracijska kiselost (°SH) određivana je metodom po Soxhlet-Henkelu. Laktoza je određena metodom po Luff-Schoorl-u, proteini metodom po Kjeldahlu, pepeo metodom žarenja na temperaturi 550 °C, viskoznost na rotacionom viskozimetru PHYSICA RHEOLAB MC1 na temperaturi 20 °C i u području brzina smicanja od 0 do 500 s⁻¹.

Senzorska svojstva uzoraka jogurta ocijenjena su metodom ponderiranih bodova. Svako svojstvo je ocijenjeno ocjenom od 1 do 5. Zatim je ocjena pomnožena s faktorom značajnosti i tako su dobiveni ponderirani bodovi (ISO, 1985.). Panel grupa ocjenjivača se sastojala od 5 senzorskih analitičara. Rezultati ocjene senzorskih svojstava uzoraka jogurta navedeni su kao prosječna ocjena svojstava (bodova) svih ocjenjivača.

Pokus je ponovljen pet puta, a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost.

Rezultati i rasprava

Za proizvodnju jogurta rabljeno je komercijalno trajno kravlje (A) mlijeko jedne šaržne proizvodnje tipizirano na 3,2% mliječne masti, s 11,75% suhe tvari i 26,89% proteina u suhoj tvari (tablica 1).

Tablica 1: Kemijski sastav i kiselost mlijeka upotrijebljenog za proizvodnju jogurta i koncentrata proteina sirutke (KPS)

Table 1: Chemical composition and acidity of milk and whey protein concentrate (WPC)

Sastav Composition	Mlijeko Milk	KPS WPC	Mlijeko + 1% KPS Milk + 1% WPC
Suha tvar/Total solids (%)	11,75	96,91	12,60
pH-vrijednost/pH-value	6,39	6,50	6,40
Proteini/Proteins (%/st)	26,89	60,25	27,25
Mliječna mast/Milk fat (%/st)	27,23	-	-
Laktoza/Lactose (%/st)	34,55	-	-
Pepeo/Ash (%/st)	5,96	4,71	5,95

st = suha tvar / st = total solids

Proveden je preliminarni pokus u svrhu utvrđivanja optimalne koncentracije dodatka koncentrata proteina sirutke u mlijeko za proizvodnju jogurta radi povećanja količine suhe tvari mlijeka, kao preduvjeta za osiguranje dobre kakvoće jogurta (tablica 2). Preliminarnim testom, na osnovu senzorskog ocjenjivanja uzoraka jogurta, utvrđeno je da dodatak od 1% koncentrata proteina sirutke u mlijeko, daje jogurt izvrsne kakvoće. Većim dodatkom okus proizvedenog jogurta je lošiji, a s dodatkom 3% koncentrata proteina sirutke u mlijeko za proizvodnju, okus jogurta je izraženo brašnast. Zbog toga je za daljnja istraživanja odabran dodatak od 1% koncentrata proteina sirutke u mlijeko za proizvodnju jogurta. Prema Tratnik i Kršev (1988.) dodatak demineraliziranih koncentrata sirutkinih proteina u mlijeko za proizvodnju jogurta i povećanje količine proteina do određene granice poboljšava senzorska svojstva jogurta, blago povećava kiselost i ubrzava stvaranje koaguluma. Daljnjim povećanjem količine proteina sirutke, koagulum jogurta postaje nježniji i smanjuje se karakteristična aroma jogurta.

Tablica 2: *Senzorska ocjena uzoraka kontrolnog jogurta (A) te jogurta s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As)*

Table 2: *Sensory evaluation of control yoghurt sample (A) and yoghurt samples with whey protein concentrate addition (As)*

Uzorak Sample	A	As 1%	As 2%	As 3%
Opći izgled General appearance	1,0	1,0	1,0	1,0
Boja Colour	1,0	1,0	1,0	1,0
Miris Odour	2,0	2,0	2,0	2,0
Konzistencija Consistency	4,0	4,0	4,0	4,0
Okus Flavour	10,8	12,0	9,6	8,4
Σ	18,8	20,0	17,6	16,4

Na kraju fermentacije kiselost jogurta s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) bila je veća od kiselosti kontrolnog uzorka (A) (slika 1) jer veći udio proteina, neproteinskog dušika i fosfata, sadržanih u koncentratu proteina sirutke, utječe na povećanje puferskog kapaciteta mlijeka (Park, 1994.). Što je puferski kapacitet veći, potrebno je više mliječne kiseline za jediničnu promjenu pH-vrijednosti. Osim toga, povećanjem puferskog kapaciteta povećava se zaštita

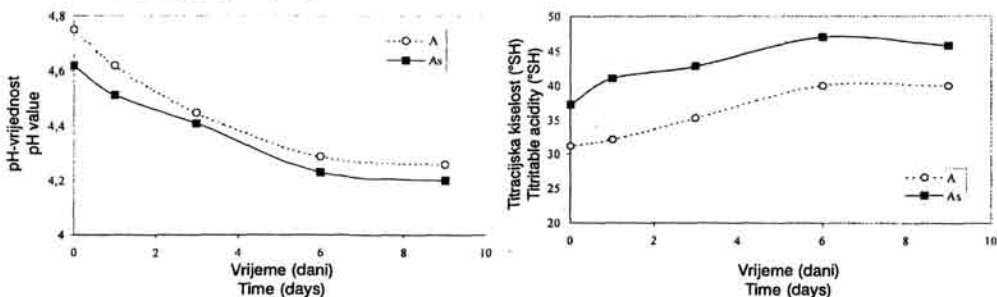
živih bakterijskih stanica u kiseloj želučanoj sredini što maksimalizira enzimnu β -galaktozidaznu aktivnost u probavnom sustavu (Kailasapathy i Supriadi, 1996.).

Na slici 2 dane su promjene logaritamskog broja živih stanica laktobacila i streptokoka u 1 ml uzorka jogurta sa i bez dodatka koncentrata proteina sirutke (A, As) tijekom devet dana čuvanja na temperaturi $+8^\circ\text{C}$. U oba je uzorka tijekom čuvanja broj živih stanica streptokoka bio veći u odnosu na broj živih stanica laktobacila. Kniefel i suradnici (1993.) korištenjem 30 komercijalnih jogurtne kultura na kraju fermentacije svih uzoraka dobili su veći broj streptokoka ($3,5 \times 10^7 - 1,2 \times 10^9$ cfu/mL) od broja laktobacila ($5,5 \times 10^7 - 6,5 \times 10^8$ cfu/mL).

Proteini sirutke dodani u mlijeko poticali su rast laktobacila, pa su uzorci jogurta s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) imali tijekom ukupnog perioda čuvanja (devet dana) veći broj živih stanica laktobacila od kontrolnih uzoraka (A) (slika 2). Laktobacili proizvode više kiseline od streptokoka, te je i titracijska kiselost ($^\circ\text{SH}$) u tim uzorcima bila veća, a pH-vrijednost niža (slika 1). Broj živih bakterijskih stanica streptokoka trećeg dana čuvanja bio je podjednak ($\log N=8,61-8,64$), međutim broj laktobacila u uzorcima s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) bio je za 0,23 logaritamske jedinice veći.

Slika 1: Promjena titracijske kiselosti ($^\circ\text{SH}$) i pH-vrijednosti uzoraka jogurta sa (As) i bez (A) dodatka koncentrata proteina sirutke tijekom 9 dana čuvanja na temperaturi $+8^\circ\text{C}$

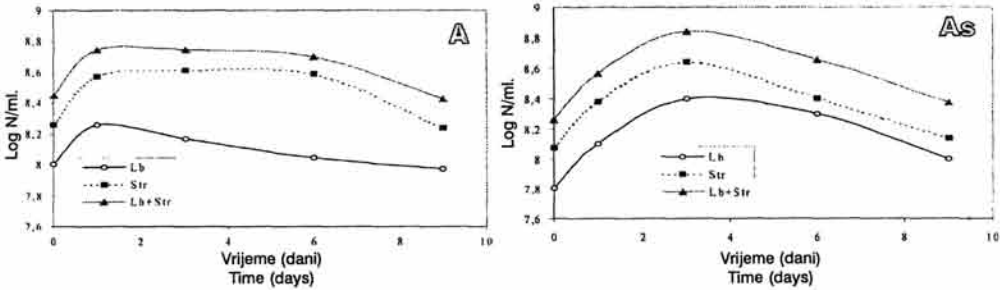
Figure 1: Changes of titratable acidity ($^\circ\text{SH}$) and pH values of yoghurt samples with (As) and without (A) whey protein concentrate addition during 9 days of storage at $+8^\circ\text{C}$



Tijekom devet dana čuvanja uzorka broj živih stanica bakterija (laktobacila i streptokoka) povećavao se do trećeg dana ($\log N=8,75-8,84$), nakon čega je počeo opadati. Ta promjena broja živih bakterijskih stanica bila je izraženija u jogurtu s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As), dok se u kontrolnom uzorku (A) broj živih bakterijskih stanica nije značajno mijenjao. Devetog dana čuvanja broj živih bakterijskih stanica u oba uzorka bio je podjednak ($\log N=8,38-8,42$).

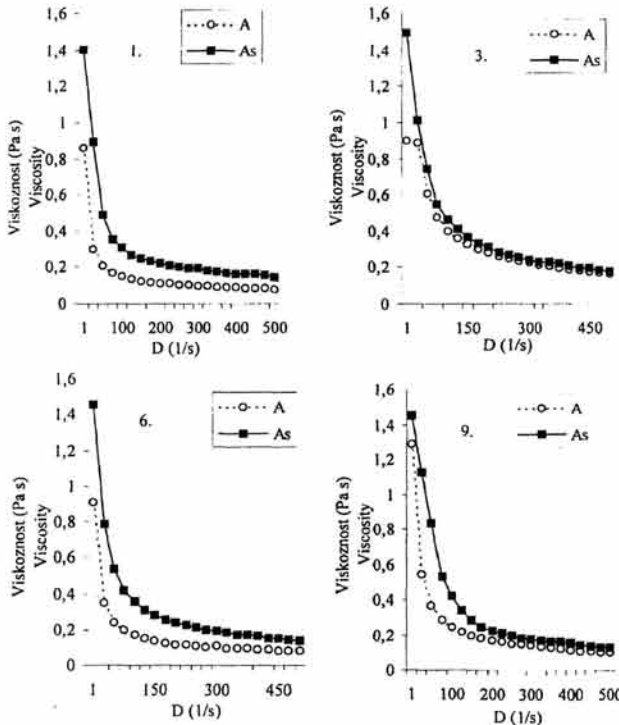
Slika 2: Promjena logaritamskog broja (log N) živih stanica laktobacila (Lb) i streptokoka (Str) u 1 ml uzorka jogurta sa (As) i bez (A) dodatka koncentrata proteina sirutke tijekom devet dana čuvanja na temperaturi od +8 °C

Figure 2: Logarithmic (log N) viable count changes of lactobacilli (Lb) and streptococci (Str) in 1 mL yoghurt samples with (As) and without (A) whey protein concentrate addition during 9 days of storage at +8 °C



Slika 3: Viskoznost uzoraka jogurta sa (As) i bez (A) dodatka koncentrata proteina sirutke nakon prvog (1.), trećeg (3.), šestog (6.) i devetog (9.) dana čuvanja na temperaturi +8 °C

Figure 3: Viscosity of the yoghurt samples with (As) and without (A) whey protein concentrate addition after first (1.), third (3.), sixth (6.), and ninth (9.) days of storage at +8 °C

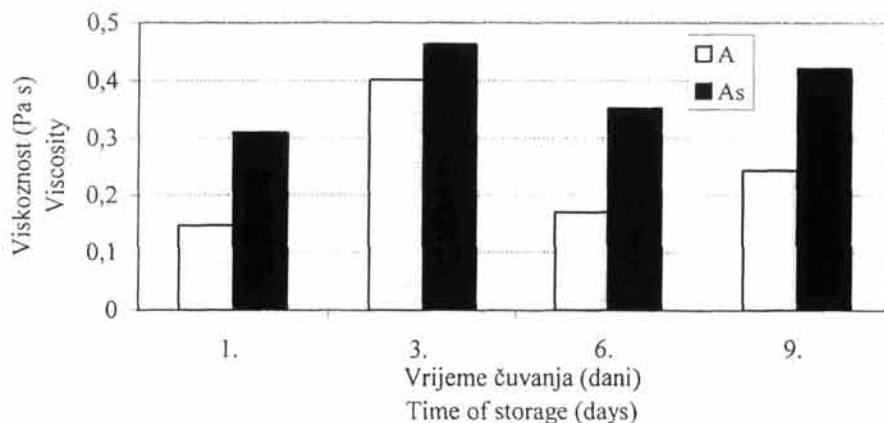


Viskoznost uzorka s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) bila je veća od viskoznosti uzorka jogurta bez dodataka (A) tijekom svih 9 dana čuvanja (slika 3 i 4). Zbog znatno više suhe tvari u uzorcima jogurta s koncentratom proteina sirutke (As), povećana je količina proteina sirutke u suhoj tvari. Kailasapathy i Supriadi (1998.) su u svojim istraživanjima zaključili, da jogurt obogaćen koncentratom proteina sirutke ne zahtijeva dodatak stabilizatora jer su proteini sirutke hidrofilniji od kazeina te imaju ulogu hidrokoloida. Proteini sirutke su tipični, kompaktni globularni proteini s relativno podjednakom raspodjelom niza nepolarnih, polarnih te nenabijenih ili nabijenih ostataka aminokiselina. Intramolekularno nabrana struktura tih proteina rezultat je disulfidnih veza (S-S) između ostataka cisteina koji se uglavnom nalaze unutar molekule (hidrofobni dio molekule), dok vanjski dio molekule uglavnom čine hidrofilni ostaci aminokiselina (Tratnik, 1998.). Radi toga je, vjerojatno dodatkom koncentrata proteina sirutke, viskoznost jogurta povećana jer je povećan broj slobodnih aktivnih grupa te je time omogućeno i vezanje veće količine vode. Viskoznosti uzoraka nisu se značajno mijenjale tijekom čuvanja, a razlike u viskoznosti uzoraka bile su veće na manjim brzinama smicanja (slika 3). Interesantno je da je viskoznost oba uzorka bila najveća trećeg dana čuvanja kada je i broj živih bakterija u oba uzorka bio maksimalan (slike 2, 3 i 4).

Senzorska ocjena uzoraka pokazala je da nije bilo značajnih razlika u konzistenciji i okusu između proizvedenih jogurta (tablica 3). Ipak, jogurt s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) imao je nešto kremastiju konzistenciju u odnosu na kontrolni jogurt (A). Senzorska ocjena oba uzorka

Slika 4: Viskoznost uzoraka jogurta sa (As) i bez dodatka koncentrata proteina (A) sirutke pri brzini smicanja 100 l/s tijekom čuvanja

Figure 4: Viscosity of the yoghurt samples with (As) and without (A) whey protein concentrate addition at share rate of 100 l/s during storage



bila je najbolja trećeg dana čuvanja (19,7-20,0) i ostala je vrlo visoka do devetog dana (19,7-19,9). Neznatno bolje ocjene imao je jogurt s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) tijekom ukupnog perioda čuvanja.

Tablica 3: Senzorske ocjene uzoraka jogurta sa (As) i bez dodatka koncentrata proteina sirutke (A) tijekom devet dana čuvanja na temperaturi od +8 °C
Table 3: Sensory scores of yoghurt samples, with (As) and without (A) whey protein concentrate addition during nine days of storage at +8 °C

Vrijeme Time Uzorak Sample	1. dan 1 st day		3. dan 3 rd day		6. dan 6 th day		9. dan 9 th day	
	A	As	A	As	A	As	A	As
Opći izgled (1) General appearance	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,7	0,9
Boja (1) Colour	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Miris (2) Odour	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Konzistencija (4) Consistency	3,7	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	4,0	4,0
Okus (12) Flavour	10,4	11,6	11,8	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Σ (20)	18,1	19,6	19,7	20,0	19,8	19,8	19,7	19,9

Zaključci

Preliminarnim testom, na osnovi senzorskog ocjenjivanja uzoraka jogurta, utvrđeno je da dodatak od 1% koncentrata proteina sirutke u mlijeko za proizvodnju daje jogurt izvrsne kakvoće.

Dodatak koncentrata proteina sirutke u mlijeko nije utjecao na trajanje fermentacije uzoraka (5 sati i 45 minuta).

Uzorak jogurta s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) imao je tijekom ukupnog perioda čuvanja (devet dana) veći broj živih stanica laktobacila koji proizvode više kiseline od streptokoka, te je i titracijska kiselost (°SH) u tom uzorku bila veća nego u kontrolnom (A), a pH-vrijednost bila je niža.

Tijekom devet dana čuvanja uzoraka broj živih bakterijskih stanica povećavao se do trećeg dana ($\log N=8,75-8,84$) nakon čega je počeo opadati. Ta promjena broja živih bakterijskih stanica bila je izraženija u jogurtu s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As).

Viskoznost uzorka s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As) bila je veća od viskoznosti uzorka jogurta bez dodataka (A) tijekom ukupnog perioda čuvanja. Razlike u viskoznosti veće su na manjim brzinama smicanja, dok su na

velikim brzinama smicanja (400-500 l/s) viskoznosti uzoraka približno jednake.

Senzorska ocjena uzoraka pokazala je da nema značajnih razlika u konzistenciji i okusu između proizvedenih jogurta. Senzorska ocjena oba uzorka bila je najbolja trećeg dana čuvanja (19,7-20,0) iako je i devetog dana ostala vrlo visoka (19,7-19,9). Neznatno bolje ocjene tijekom čuvanja imao je jogurt s dodatkom koncentrata proteina sirutke (As).

THE INFLUENCE OF WHEY PROTEIN CONCENTRATE ADDITION ON THE VISCOSITY AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF YOGHURT DURING STORAGE

Summary

In this work the influence of whey protein concentrate addition on viscosity and microbiological quality of yoghurt during nine days of storage was investigated. In the preliminary experiment on the basis of sensory evaluate the optimal quantity of whey protein concentrate addition in milk (1%) was determined. Fermentation of milk samples (with and without whey protein concentrate addition) at 42 °C and pH of approximately 4.6, was conducted until coagulum appearance. Whey protein concentrate addition had no influence on duration of fermentation (5 hours and 42 minutes for both samples). After fermentation yoghurt samples were kept in refrigerator (at +8 °C) during nine days, and analysed at regular intervals (1, 3, 6, 9 days). The acidity, viable count change, viscosity and sensory characteristics were conducted. During storage the viable count in yoghurt samples, with whey protein concentrate addition, increased showing the maximum during 3rd day (logN=8.84/ml), and after that started to decrease. Viable count in control yoghurt samples did not change significantly during storage, while viable count of lactobacilli was significantly lower. The viscosity of the samples with whey protein concentrate addition was higher than that of control samples. The difference in consistency and taste between produced beverages was not significantly expressed. The best sensory scores (19.7-20.0) of the samples were obtained during third day of storage and remained very high (19.7-19.9) until ninth day of storage.

Key words: yoghurt, whey protein concentrate, viscosity, microbiology, sensory evaluation

Literatura

- BROOME, 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.
- BUTTRISS J. (1997.): "Nutritional properties of fermented milk products" *International Journal of Dairy Technology* 50 (1) 21-27.

- GARCIA, FERNANDEZ, S., BAREACO SERRA, M., ADRIA CASAS, M., LOPEZ BES, J., RUIZ POL, J., TRILLAS GAY, E., RODRIGUEZ PICO, A., BAGO LOPEZ, P. (1994.): "Rheological changes during the processing of cultured milks. Yoghurt" *Alimentaria 31* (254) 41-48.
- GLOVER, F. A. (1985.): "Ultrafiltration and reverse osmosis for the dairy industry" Technical Bulletins Reading, England.
- ISO (TC34) SC 12 (Secretariat-139) E "Sensory analysis" DC., 1985-02-05.
- KAILASAPATHY, K., SUPRIADI, D. (1996.): "Effect of whey protein concentrate on the survival of *Lactobacillus acidophilus* in lactose hydrolysed yoghurt during refrigerated storage" *Milchwissenschaft, 51* (10), 565-568.
- KAILASAPATHY K., SUPRIADI D. (1998.): "Effect of partially replacing skim milk powder with whey protein concentrate on the sensory qualities of lactose hydrolysed acidophilus yoghurt" *Milchwissenschaft 53* (7) 385-389.
- 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.
- KNEIFEL W., JAROS D., ERHARD F. (1993.): "Microflora and acidification properties of yoghurt and yoghurt-related products fermented with commercially available starter cultures" *International Journal of Food Microbiology 18*, 179-189.
- MAHAUT, M., KOROLCZUK, J. (1992.): "Effect of whey protein addition and heat treatment of milk on the viscosity of UF fresh cheeses" *Milchwissenschaft, 47* (3), 157-159.
- PARK Y. X. (1994.): "Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts" *Small Ruminant Research, 13* 63-70.
- PFALZER, K., JELEN, P. (1994.): "Manufacture of thermo-quarg from mixtures of UF-retentate of sweet whey and skim milk" *Milchwissenschaft, 49* (9), 490-494.
- PORTER, J. W. G. (1978.): "The present nutritional status of milk proteins" *J. Soc. Dairy Technol. 31* (4), 199-208.
- ROBINSON, R.K. (1991.): "Therapeutic properties of fermented milks", Elsevier Applied Science, London, New York.
- ROBINSON, R.K. (1993.): "Modern dairy technology", Chapman i Hall, London, New York.
- SALAFF-COSTE, J. C. (1996.): "Fermented milks and lactose and lactose maldigestion" *World Nemsletter, danon, No 12*.
- TRATNIK LJ. (1998.) Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija; Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb
- TRATNIK, LJ., BOŽANIĆ, R. (1997.): "Primjena ultrafiltracije pri proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda" *Mljekarstvo, 47* (1), 31-44.
- TRATNIK, LJ., BOŽANIĆ, R., BENKOVIĆ, G., ŠUBARIĆ, D. (1998.): "Mogućnost uklapanja proteina od ultrafiltrirane slatke sirutke u svježi sir" *Mljekarstvo, 48* (1), 3-14.
- TRATNIK, LJ., KRŠEV, LJ. (1988.): "Production of fermented beverages from milk with demineralized whey" *Milchwissenschaft, 43* (11), 695-698.

Adrese autora - Autor's addresses:

Dr.sc. Rajka Božanić

Prof.dr.sc.Ljubica Tratnik

Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mr.sc. Olivera Marić

"Kraš" d.d. Zagreb

*Prispjelo - Received: 20.02.2000.**Prihvaćeno - Accepted: 29.03.2000.*