

Kvalitet jogurta dobivenog primenom ultrafiltracije (Quality of Yoghurt Produced by Ultrafiltration)

Dr. Metin ATAMER, Faculty of Agriculture, Department of Dairy Technology, Ankara, Turkey, prof. dr. Marijana CARIĆ, Ljiljana KULIĆ, dipl. inž., Tehnološki fakultet, Institut za tehnologiju mesa, mleka, ulja i masti i voća i povrća, Novi Sad

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
Prispjelo: 25. 12. 1986.

UDK: 637.146.34:026

Sažetak

Proizveden je jogurt iz mleka koncentrisanog ultrafiltracijom sa sadržajem suve materije 11—15% pri termičkom tretmanu od 90°C/20 min i 95°C/10 min. Istraživan je uticaj suve materije i termičkog tretmana na kvalitet tako proizvedenog jogurta određivanjem sadržaja pepela, proteina, mlečne kiseline, titrabilne kiselosti i pH vrednosti i organoleptičkih karakteristika.

Dobijeni rezultati pokazuju da se iz UF mleka suve materije 13% pri termičkom tretmanu od 90°C/20 min može proizvesti jogurt dobrog hemijskog i organoleptičkog kvaliteta.

Summary

Production of yoghurt from UF concentrated milk was investigated. In addition to the effect of different total solids level, the influence of heat treatment, on some properties of yoghurt was tested. Results are summarized as follows:

- during the incubation period, acidity development of the samples heated at 95°/10 min was faster than that of the other samples group heated at 90°/20 min;
- lactic acid content and titrable acidity of samples were higher than that of the control samples. The total solids level is the main reason for high lactic acid content and high titrable acidity;
- titrable acidity and pH of samples were influenced by total solids, especially protein content of samples. Because of the buffering capacity, experimental samples had higher titration acidity in general, even though they had higher pH;
- the change of total solids level and heat treatment did not affect the appearance, colour and aroma of all the samples. Only consistency and taste were influenced. The best consistency was obtained by 1. and 2. group of samples;
- on the basis of organoleptic results, the samples of the highest quality were produced by: 90°/20 min heat treatment and 13.23% total solids level.

According to these results, the good quality yoghurt production is possible of UF milk with 13% total solids level.

1. Uvod

Frakcionisanje mleka ultrafiltracijom nov je metod koji se koristi u svetu prvenstveno za proizvodnju sira, a samo delimično za proizvodnju jogurta i koncentrisanje surutke. Tokom ultrafiltracije molekuli vode, laktoze i mineralnih materija prolaze kroz semipermeabilnu membranu koja se dobiva iz visokopolimernog materijala ili acetatne celuloze, dok molekuli proteina zaostaju na površini membrane (Rašić i Kurmann, 1978). Koncentrisanje se odvija na temperaturi od 48,9°C da bi se eliminisale hemijske promene pojedinih mlečnih komponentata (denaturacija proteina mleka, itd.), ali se tokom UF menja relativan odnos mlečnih komponentata. Generalno, sadržaj proteina i pepela raste, dok sadržaj laktoze ostaje isti kao i u početnom mleku. Bundgaard i sar. (1972) su napomenuli da se, pri koncentrisanju proteina mleka ultrafiltracijom za faktor 1,9, sadržaj pepela povećava za 1,25 puta, dok koncentracija laktoze ostaje nepromenjena.

Nekoliko radova u literaturi pominju mogućnost korišćenja UF mleka u proizvodnji visoko kvalitetnog jogurta. Prema Veinoglu i sar. (1978) moguće je proizvesti kvalitetan jogurt povećane suve materije iz UF kravljeg mleka sa standardnim sadržajem proteina i masti. U istraživanjima Abrahamsona i Holmena (1980, 1981) poređen je kvalitet jogurta proizvedenih iz mleka koncentrisanog evaporacijom, UF, HF i korišćenjem obranog mleka u prahu. Dobiven je jogurt visokog kvaliteta iz mleka koncentrisanog UF i HF. Jogurt iz UF mleka imao je čvršći gruš i znatno veći viskozitet u odnosu na ostale uzorke. Ta osobenost je posledica većeg sadržaja proteina u UF jogurtu. Bundgaard i sar. (1972) su sugerisali da pri korišćenju UF u proizvodnji jogurta sadržaj suve materije treba da iznosi 13%. Međutim, neki autori napominju da sadržaj SM u mleku koncentrisanom UF pri proizvodnji jogurta treba da iznosi 18 — 20% (Tamime i Deeth, 1980).

Neke osobine jogurta, kao što su titrabilna kiselost, konzistencija, aroma itd., zavise od sadržaja suve materije mleka za proizvodnju jogurta. Generalno, sa porastom SM poboljšava se konzistencija i aromatičnost proizvoda. Osim toga, vreme koagulacije se smanjuje sa porastom sadržaja SM (Obert i sar. 1978, Tamime i Deeth, 1980).

U redovnoj industrijskoj proizvodnji jogurta mleko se zagreva od 85^o do 130^oC (Tamime i Robinson, 1984). Termički tretman utiče na neke hemijske i fizičke osobine jogurta. Dokazano je da postoji određena veza između konzistencije, stabilnosti fermentisanog mleka i termičke denaturacije proteina surutke (Rašić i Kurmann 1978). Tokom termičkog tretmana dolazi do formiranja kompleksa između kazeina i β-laktoglobulina, što predstavlja veoma važan faktor u formiranju konzistencije jogurta (McKenzie, 1967; Mogenseni sar. 1982). Stepentoplotne denaturacije proteina surutke i njihove interakcije sa kazeinom zavisi od temperature termičkog tretmana i sastava mleka za proizvodnju jogurta. Da bi se dobila najbolja konzistencija, neki istraživači predlažu sledeće kombinacije vremena i temperature 100^o—103^oC, bez održavanja temperature (Cernevi 1973); 90^oC, 5 min ili 80^o—85^oC, 20—30 min (Rašić i Kurmann 1978); 90^oC, 10 min (Kessleri sar. 1982); 85^oC, 10 min (direktno zagrevanje) (Atamer i sar. 1986.).

Cilj tih istraživanja bio je da se istraže uticaj sadržaja suve materije mleka koncentrisanog ultrafiltracijom i intenzitet termičkog tretmana na kvalitet jogurta.

2. Metodi istraživanja

Mleko je koncentrisano pomoću modula za UF 35, firme DDS, Nakskov, Danska, sa membranama GR6P, u mlekari »Somboled« u Somboru. Za proizvodnju jogurta korišćena je smeša sa različitim odnosima koncentrata i permeata, da bi se dobio jogurt različitog sadržaja SM (11—15%). Uzorci mleka podeljeni su u dve grupe. Prva grupa je pasterizovana na 90°C/20 min, a druga na 95°C/10 min, u vodenom kupatilu. Posle hlađenja na 42°C, uzorci su inokulisani sa 2%-tnom starter kulturom (*Str. thermophilus* : *L. bulgaricus* = 1 : 1) i inkubirani u vodenom kupatilu na istoj temperaturi. Tokom inkubiranja povremeno je istražena pH vrednost uzoraka. Inkubacija je završena kod pH vrednosti 4,7, hlađenjem u ledenom kupatilu. Uzorci su držani 24^h u hladioniku i potom je analiziran sadržaj SM, pepela, titrabilne kiselosti, proteina, pH, mlečne kiseline i organoleptički kvalitet. Sadržaj SM, pepela i titrabilna kiselost određeni su prema Pejić i Đorđević, (1972), a sadržaj proteina po metodi A.O.A.C., 1975, pH vrednost korišćenjem pH-metra ISKRA model MA 5724. Sadržaj mlečne kiseline određen je spektrofotometrijski (SP6.550 W/VU.PYE UNICAM) na 400 nm, prema Steinsholtu i Calbertu, 1980. Organoleptičke osobine jogurta ocenjene su prema standardnim tablicama.

3. Rezultati i diskusija

Sastav mleka kao sirovine, koncentrata i permeata dat je u tablici 1. Primećen je najveći porast sadržaja masti, proteina i kiselost koncentrata u odnosu na isto u mleku kao sirovini. Porast suve materije (specijalno proteina), bio je glavni razlog uvećane kiselosti koncentrata.

Tablica 1. Hemijski sastav kontrolnog mleka, koncentrata i permeata
Table 1. Chemical Composition of Control Milk, Concentrate and Permeate

Komponenta (%) Component	Kontrolno mleko Control Milk	Koncentrat Concentrate	Permeat Permeate
Suva materija Total Solid	11,51	34,30	4,81
Mlečna mast Milk Fat	3,20	15,48	—
Proteini Proteins	3,67	13,04	—
Pepeo Ash	0,55	1,33	0,31
Kiselost (° SH) Acidity	6,00	15,00	3,50
pH	6,78	6,63	6,30

Tokom perioda inkubacije (razvoja kiselosti) opadanje pH vrednosti bilo je brže kod uzoraka tretiranih na 95°C/10 min nego kod uzoraka tretiranih na 90°C/20 min (tablica 2).

Zbog toga je grupa uzoraka tretiranih na 95°C/10 min imala kraće vreme koagulacije. Ti su rezultati slični nalazima Kalap i sar. (1976) i Tamime i Deeth (1980), koji su otkrili da termički tretman skraćuje vreme koagulacije. To je delimično prouzrokovano zbog opadanja pH mleka nakon termičkog tretmana, a delimično zbog stvaranja kompleksa između proteina surutke i kazeina. Primećeno je da se razvoj kiselosti kod uzoraka zagrevanih na 90°C/20 min razlikovao između pojedinih proba. Vreme koagulacije raslo je sa porastom sadržaja suve materije. Rezultati su veoma interesantni, a razlog toj pojavi može biti različit odnos inhibitornih i stimulativnih faktora dobivenih zagrevanjem (Tamime i Robinson, 1984). Razvoj kiselosti bio je sličan u uzorcima tretiranim na 90°C/10 min i nije zavisio od sadržaja suve materije.

Tablica 2. Promene pH vrednosti u toku inkubacije

Table 2. Changes of pH During Incubation Period

		Vreme koagulacije (min) Coagulation time							
		0	30	60	90	120	145	150	155
K	90°C/20'	6,9	6,8	6,4	5,7	5,3	4,7		
1	90°C/20'	6,7	6,6	6,1	5,7	5,2	4,7		
2	90°C/20'	6,7	6,5	6,1	5,7	5,2	—	4,7	
3	90°C/20'	6,6	6,5	6,1	5,7	5,3	—	4,7	
4	90°C/20'	6,5	6,4	6,1	5,9	5,4	—	—	4,7
		Vreme koagulacije (min) Coagulation time							
		00	30	60	90	120	130	132	
K	95°C/10'	6,7	6,3	6,0	5,6	5,1	4,7		
1	95°C/10'	6,5	6,2	6,0	5,7	5,2	—	4,7	
2	95°C/10'	6,5	6,2	5,9	5,7	5,2	4,7		
3	95°C/10'	6,5	6,2	6,0	5,8	5,1	—	4,7	
4	95°C/10'	6,4	6,1	6,0	6,9	5,3	—	4,7	

Rezultati dobiveni hemijskom analizom jogurta jedan dan nakon proizvodnje dati su u tablici 3. Sadržaj SM je rastao od 11,24 do 14,48%. Slična tendencija primećena je i kod sadržaja mlečne masti (2,86—5,06%), proteina (3,27—4,33%) i titrabilne kiselosti (32,4—41,6 °SH) svih uzoraka. Kod istraživanih uzoraka nije bilo razlike između sadržaja pepela, a dobivene vrednosti su bile nešto veće u odnosu na kontrolni uzorak. Porast suve materije

Tablica 3. Hemijski sastav jogurta proizvedenog iz UF mleka korišćenjem različitog toplotnog tretmana
 Table 3. Chemical Composition of Yoghurt Produced From Milk Concentrated by UF and Using Different Heat Treatment

Komponenta Component	Uzorak Sample									
	K 90°/20' 95°/10'	1 90°/20' 95°/10'	2 90°/20' 95°/10'	3 90°/20' 95°/10'	4 90°/20' 95°/10'					
Suva materija (%) Total solid	11,24	11,29	13,23	13,55	13,62	13,92	14,25	14,36	14,36	14,38
Mlečna mast (%) Milk fat	2,86	3,23	3,52	4,40	4,73	4,59	4,84	5,06	4,84	5,06
Proteini (%) Proteins	3,27	3,32	3,91	3,91	3,92	4,25	4,16	3,97	4,33	4,25
Pepeo (%) Ash	0,54	0,50	0,60	0,67	0,61	0,64	0,66	0,63	0,65	0,66
Mlečna kiselina (g/100 m) Lactic acid	0,49	0,42	0,59	0,56	0,50	0,54	0,52	0,52	0,52	0,50
Kiselost (°SH) Acidity	32,4	32,7	38,9	35,8	39,9	37,6	40,9	38,3	41,6	39,4
pH	4,2	4,3	4,3	4,5	4,5	4,5	4,4	4,6	4,5	4,5

Tablica 4. Organoleptički kvalitet jogurta proizvedenog iz UF mleka korišćenjem različitog toplotnog tretmana
 Table 4. Results of Organoleptic Evaluation of Yoghurts Produced From UF Milk Using Different Heat Treatments

Uzorak Sample	K			
	90°/20' 95°/10'	90°/20' 95°/10'	90°/20' 95°/10'	90°/20' 95°/10'
Osobina Characteristic	1	2	3	4
Spoljni izgled (max 2) Appearance	0,87	0,87	0,87	0,87
Konzistencija (max 6) Consistency	4,5	4,7	5,0	5,2
Boja (max 1) Colour	1,0	1,0	1,0	1,0
Miris (max 2) Aroma	2,0	2,0	2,0	2,0
Ukus (max 10) Taste	7,0	9,5	8,5	9,0
Ukupno (max 20) Total	15,37	18,07	17,57	16,57
			16,37	15,37
			15,37	15,37

glavni je razlog za veći sadržaj mlečne kiseline i-titrabilne kiselosti eksperimentalnih uzoraka u odnosu na kontrolni. Osim pomenutog, sam termički tretman nije uticao na sastav proizvoda. Zbog pufernih osobina jedan dan nakon proizvodnje, kiselost kontrolnog uzorka bila je manja u odnosu na istraživane uzorke. Generalno, uzorci jogurta iz UF mleka imali su veću titrabilnu kiselost, iako je njihova pH vrednost bila viša u odnosu na kontrolni uzorak. Rezultati naših istraživanja u skladu su sa nalazima *Abrahamsen* i *Holmen* (1981), *Tamime* i *Deeth* (1980). Ti autori smatraju da je povećanje pufernog kapaciteta UF mleka posledica relativno visokog sadržaja proteina, što dovodi do povećane kiselosti UF jogurta (*Abrahamsen* i *Holmen*, 1981), obzirom da sadržaj suve materije utiče na titrabilnu kiselost. Pufernom kapacitetu najviše doprinose proteini, fosfati, citrati, laktati i ostale komponente mleka (*Tamime* i *Deeth*, 1980).

Rezultati organoleptičke ocene uzoraka jogurta prikazani su u tablici 4. Utvrđeno je da ne postoji razlika između opšteg izgleda, boje i arome pojedinih uzoraka. Istraživani faktori (uticaj SM i termičkog tretmana) nisu uticali na opšti izgled i aromu uzoraka, ali su imali uticaja na konzistenciju i ukus. Najbolju konzistenciju imali su uzorci 1 i 2 iz obe grupe jogurta dobijenog iz UF mleka, dok je kod ostalih uzoraka konzistencija bila nešto slabija. Za uzorke istog sadržaja SM, ukupan broj bodova uzoraka zagrevanih na 90°C/20 min bio je nešto veći u odnosu na uzorke zagrevane na 95°C/10 min osim kod kontrolnog uzorka, gde je obrnut slučaj. Na osnovu organoleptičkih istraživanja, najbolji uzorak je onaj sa 13,23% SM, tretiran na 90°C/20 min.

4. Zaključak

Istraživana je mogućnost proizvodnje jogurta iz mleka koncentrisanog ultrafiltracijom i uticaj različitog sadržaja suve materije i toplotnog tretmana na osobine proizvedenog jogurta. Dobiveni su sledeći rezultati:

— tokom perioda inkubacije razvoj kiselosti je brži kod mleka tretiranog na 90°C/10 min u odnosu na grupu uzoraka tretiranih na 90°C/20 min;

— sadržaj mlečne kiseline i titrabilna kiselost UF jogurta veći su u odnosu na kontrolni proizvod. Povećan sadržaj suve materije glavni je razlog većeg sadržaja mlečne kiseline i titrabilne kiselosti istraživanih uzoraka;

— sadržaj SM, specijalno proteina, utiče na titrabilnu kiselost i pH proizvoda. Zbog pufernog kapaciteta kod jogurta dobivenog iz UF mleka javlja se povećana titrabilna kiselost, iako ti uzorci imaju viši pH;

— različit sadržaj SM i termički tretman ne utiču na opšti izgled, boju i aromu svih uzoraka, ali utiču na konzistenciju i ukus. Najbolja konzistencija dobivena je kod uzoraka 1 i 2 iz obe grupe jogurta;

— na osnovu organoleptičke ocene, najbolji kvalitet proizvoda dobiven je pri termičkom tretmanu od 90°C/20 min i sadržaju suve materije od 13,23%.

Na osnovu tih rezultata može se konstatovati da se iz UF mleka suve materije 13% može proizvesti jogurt dobrog kvaliteta.

Literatura

- ABRAHAMSEN, R. K., HOLMEN, T. B. (1980): *Milchwissenschaft*, 35 (7), 399—402.
- ABRAHAMSEN, R. K., HOLMEN, T. B. (1981): *J. of Dairy Res.*, 48, 457—463.
- AOAC: Official Method of Analysis. The Association of Official Agricultural Chemists. 12.th ed. Washington, 1975.
- ATAMER, M., YETISMEYEN, A., ALPAR, O.: Gida-Der, Say. (I). II, 22—28, 1986.
- BUNDGAARD, A. G., OLSEN, O. J., MADSEN, R. F. (1972): *Dairy Ind.*, 37 (10), 539—546.
- CERNEV, P. (1973): *Dairy Sci. Abst.*, 35 (3), 2806.
- KALAP, M., EMMONS, D. B., STARGANT, A. G. (1976): *Milchwissenschaft*, 31 (7), 402—408.
- KESSLER, H. G., KAMMERLEHNER, J.: XXI International Dairy Congress Vol. 1, 283—284, 1982.
- Mc KENZIE, H. A.: Milk Proteins. In Advance in Protein Chemistry 22. C.B. Anfisen et al. (Editors) Academic Press, New York, 1967.
- MOGENSEN, G., MADSEN, H., OLESEN, N., POULSEN, P. R.: XXI International Dairy Congress, Vol. 1, 285, 1982.
- OBERT, G., SZAKA, S., SCHAFFER, B.: XX International Dairy Congress, 835—836, 1978.
- PEJIC, O., ĐORĐEVIĆ, J.: Mlekarski Praktikum, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Srbije, Beograd, 1972.
- RASIĆ, J. Lj., KURMANN, J. A.: Yoghurt Vol 1. Technical Dairy Publishing House, Jyllingevej 39. DK-2720 Vanlose, 1978. Copenhagen, Denmark. Printed in Switzerland.
- STEINSHOLT, K., CALBERT, H. E. (1960): *Milchwissenschaft*, 31 (7), 402—408.
- TAMIME, A. Y., DEETH, H. C. (1980): *J. of Food Prot.*, 43 (12), 939—977.
- TAMIME, A. Y., ROBINSON, R. K.: Yoghurt Science and Technology. First Edition, Pergamon Press Ltd., Oxford, Printed in England, 1984.
- VEINOGLOU, B., ANIFANTAKIS, E., STIAKAKIS, I.: XX International Dairy Congress, 831, 1978.