

## Smrznuti jogurt (Frozen Yoghurt)

Mr. Olivera MARIĆ, dr. Ljerka KRŠEV, mr. Ljubica TRATNIK,  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper UDK: 637.146:055:056:674  
Prispjelo: 15. 4. 1987.

### Sažetak

*Porastom životnog standarda raste i potreba za proširenjem izbora prehrambenih, pa tako i mlječnih proizvoda.*

*Zbog veće potrošnje i poboljšanja nutritivne vrijednosti mlječnih deserata danas se u svijetu teži proizvesti pripravke obogaćene bjelančevinama mlijeka. Cilj rada bio je proizvesti smrznuti jogurt s povećanom količinom bjelančevina mlijeka, što se postiglo ultrafiltracijom mlijeka i dodatkom hidrolizirane ugušćene sirutke. Proizvedeni smrznuti jogurt ima prije svega povećanu nutritivnu vrijednost u odnosu na nutritivnu vrijednost sladoleda i jogurta, a trajnost mu je u odnosu na trajnost jogurta, značajno produžena. Provedena organoleptička ocjenjivanja s velikim brojem potrošača, a upotrebom hedonističke skale, potvrdila su njegovu veoma dobru prihvatljivost.*

### Summary

*Higher life standard causes increased necessity for larger scale of food products and of milk products as well.*

*Because of larger consumption and of the improvement of milk deserts nutritive value, in the today's world there is aspiration for the production of the preparations enriched with milk proteins.*

*The aim of this work was to produce frozen yoghurt with higher quantity of milk proteins. This was obtained by milk ultrafiltration and by addition of hidrolized condensed whey.*

*Produced frozen yoghurt has better nutritive value compared with that of ice-cream and of yoghurt. Its durability is considerably prolonged compared with that of yoghurt.*

*Organoleptical evaluations carried out by large number of consumers (hedonistic scale was used) confirmed its excellent acceptability.*

### Uvod

Pojavi smrznutog jogurta na tržištu prethodila su brojna istraživanja smrzavanja mlijeka i fermentiranih mlječnih napitaka kojima se utvrdilo da je smrzavanje efikasna metoda konzerviranja tj. povećanja trajnosti proizvoda kojom se njihova energijska i biološka vrijednost ne mijenja. Ustanovljeno je da se smrzavati može samo tekući jogurt, jer kod čvrstog jogurta kristali leda narušavaju gel strukturu, što uzrokuje izdvajanje sirutke (R a-

šić i Kurmann, 1978). Posljedica smrzavanja je izvjesno smanjenje broja bakterija. To se objašnjava mehaničkim oštećenjem pojedinih stanica mikroorganizama djelovanjem kristala vode (Đorđević, 1982).

Prema Corentu (1982) smrznuti jogurt je jogurt produžene trajnosti, koji se lako prevozi na udaljena prodajna mjesta, a njegova organoleptička svojstva, dobra struktura i mikrobiološka kakvoća su neosporni. Uobičajena sirovina za proizvodnju smrznutog jogurta je jogurt, tj. mješavina mlječnih sastojaka. Osim te sirovine, smrznuti se jogurt može proizvesti miješanjem 50% sladoledne smjese i 50% jogurta te smrzavanjem te mješavine (Stepaniak, 1979, Pech i sur., 1977). U procesu smrzavanja jogurta povećanje volumena rijetko je veće od 50%, za razliku od sladoledne smjese kod koje je povećanje volumena 80 do 100% (Mitten, 1977).

Istraživanja prihvatljivosti pojedinih aroma za smrznuti jogurt pokazala su najbolje slaganje s voćnim aromama (Hauge i sur., 1981), dok Knupp (1979) navodi da je izvrsno prihvaćen i smrznuti jogurt s aromom čokolade i vanile.

Zadatak ovog rada bio je da se dade doprinos tehnologiji proizvodnje smrznutog jogurta, i to prvenstveno što se tiče produženja trajnosti i povećanja nutritivne vrijednosti smrznutog jogurta. U vezi s tim odlučeno je da se primijeni ultrafiltracija da bi se povećala koncentracija bjelančevina mlijeka, odnosno da bi se jogurt obogatio bjelančevinama sirutke. Hidrolizom ugušćene sirutke smanjila bi se također ovdje potrebna količina dodatka saharoze.

### Materijal i metode rada

Za pokuse pripreme smrznutog jogurta upotrebljeno je sterilizirano mlijeko iz RO »Dukat«, Zagreb, mlijeko za proizvodnju jogurta i ugušćena sirutka (40% suhe tvari) iz RO »Zdenka«, Veliki Zdenci. Za pokuse pripreme smrznutog jogurta upotrijebljeno je i 0,7% sterilizatora (škrob), 7% šećera, te 0,3% arome (jagoda i mandarina).

**Sterilizirano** mlijeko ugušćeno je metodom ultrafiltracije na modulu DDS-20-1,8 LAB s membranom tipa GRGP.

**Mlijeko za proizvodnju jogurta** standardizirano je na 4% mlječne masti dodatkom slatkog vrhnja s 30% mlječne masti. Za pokuse proizvodnje smrznutog jogurta od UHT steriliziranog mlijeka s dodatkom sirutke, u mlijeko je dodana ugušćena hidrolizirana sirutka (hidroliza je obavljena enzimom  $\beta$ -galaktozidaza, komercijalnog naziva Lactozym 3000 LAU).

Starter za proizvodnju jogurta dobiven je iz RO »Dukat«, Zagreb, a sastojao se od *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus* (1:1).

### Priprema baze za smrzavanje

Standardizirano mlijeko za jogurt ili sterilizirano mlijeko podgrijani su u vodenoj kupelji do 65°C. Pri toj temperaturi dodana je smjesa šećera i stabilizatora uz neprekidno miješanje. Smjesa se zatim pasterizirala pri 85°C/5 min.

U pokusima pripreme uzoraka od UHT steriliziranog mlijeka s dodatkom ugušćene hidrolizirane sirutke, sirutka je pasterizirana pri 60°C/30 min., te

je dodana u djelomično ohlađenu (60°C) pasteriziranu smjesu mlijeka, šećera i stabilizatora.

Smjesa je ohlađena na temperaturu inkubacije te su dodani aroma i starter. Smjesa je inkubirana pri 44°C do pH 4,6. Pripremljeni uzorci jogurta smrznuti su u kontinuiranom pilot zamrzivaču za sladoled »Gelmark 60«, a zatim duboko smrznuti u tunelima za duboko smrzavanje.

Uzorci tvrdo smrznutog jogurta su nakon 24 sata stajanja u zamrzivaču hladionika (−18°C) ocijenjeni organoleptički prema tablici za organoleptičku ocjenu jogurta (PTI tablice, 20 bodova), a prihvatljivost novog proizvoda ocijenjena je upotrebom hedonističke skale s 9 bodova.

Praćen je i mikrobiološki sastav smrznutog jogurta tijekom 4 mjeseca. Uzorci su skladišteni pri −18°C.

### Metode istraživanja

Određivanje suhe tvari sušenjem na 105°C do konstantne težine (Pejić i Đorđević, 1963).

Određivanje masti obavljeno je po metodi Gerber (Pejić i Đorđević, 1963).

Utvrđivanje kiselosti obavljeno je metodom po Soxhlet-Henkeli (Pejić i Đorđević, 1963).

pH vrijednost određena je digitalnim pH-metrom Knick s točnosti 0,02 jedinica pH.

Određivanje proteina formol titracijom (Vajić, 1963).

Mikrobiološke analize uzoraka smrznutog jogurta obuhvatile su određivanje broja *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*.

Za određivanje broja laktobacila upotrebljena je hranjiva podloga Tomato juice agar special.

Za određivanje broja streptokoka upotrebljena je čvrsta podloga od papainom razgrađenog mlijeka.

### Rezultati rada

Na opisani način pripremljeni uzorci smrznutog jogurta analizirani su a rezultati analiza nalaze se u tablici 1.

**Tablica 1. Fizikalno-kemijske analize smrznutih uzoraka jogurta i postignuto povećanje volumena**

**Table 1. Physical and Chemical Analyses of Frozen Yoghurt Samples and Attained Increasing of the Volume**

	A	B	C	D
mlječna mast %	5,80	3,80	4,10	2,1
bjelančevine %	5,47	3,28	3,91	5,49
suha tvar %	24,27	18,04	20,92	18,97
°SH	65,60	36,31	42,31	38,72
povećanje volumena %	70	50	50	70

Uzorak A pripremljen je od steriliziranog mlijeka ugušćenog ultrafiltracijom na 1/2 od početnog volumena. Da bi se suha tvar još povećala u uzorak je dodano 5% mlijeka u prahu, što je utjecalo na povećanje količine bjelančevina i mlječne masti u pripremljenom jogurtu, a time i na povećanje njihove prehrambene vrijednosti.

Uzorak B pripremljen je od steriliziranog mlijeka ugušćenog ultrafiltracijom na 1/2 od početnog volumena.

Uzorak C pripremljen je od standardiziranog mlijeka za proizvodnju jogurta.

Uzorak D pripremljen je od steriliziranog mlijeka s dodatkom 25% hidrolizirane ugušćene sirutke.

Uzorci smrznutog jogurta skladišteni su 24 sata u zamrzivaču hladionika pri  $-18^{\circ}\text{C}$ , te organoleptički ocijenjeni. Rezultati organoleptičke ocjene prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2. Organoleptička ocjena uzoraka smrznutog jogurta**  
**Table 2. Organoleptic Evaluation of Frozen Yoghurt Samples**

Uzorak	Okus	Konzistencija	Boja	Miris	Ukupno
A	7	5	2	1	15
B	10	5	3	2	20
C	10	4	2,5	2	18,5
D	10	4,5	3	2	19,5

Iz rezultata prikazanih u tablici 2 vidi se da je uzorak A postigao samo 15 bodova, što je posljedica prevelike kiselosti. Uzorci B i C su odlično ocijenjeni s 20 i 18,5 bodova. Organoleptičkim istraživanjima uzorka C opaženi su sitni kristalići leda pa je zbog toga konzistencija uzorka ocijenjena s 4 boda.

Budući da se radi o novom proizvodu, za dobivanje prave slike prihvatljivosti proizvoda na tržištu organizirano je ocjenjivanje proizvoda s grupom od 40 osoba i upotrebom hedonističke skale od 9 bodova. Među ocjenjivačima su bili odrasli, djeca i osobe koje ne troše jogurt. Rezultati ocjenjivanja prikazani su u tablici 3.

Rezultati istraživanja pokazuju da su uzorci B, C i D ocijenjeni kao 100% poželjni, dok je uzorak A bio manje poželjan (82,5%). Niže ocjene (6 i 7 bodova) dala su djeca koja smatraju da bi proizvod trebao biti sladi. Osobe koje ne troše jogurt nisu prepoznale osnovni proizvod u ovoj novoj, izmijenjenoj kvaliteti.

Također je praćen i mikrobiološki sastav uzoraka smrznutog jogurta proizvedenog od steriliziranog mlijeka ugušćenog ultrafiltracijom na 1/2 od početnog volumena (uzorak B) i standardiziranog mlijeka za proizvodnju jogurta (uzorak C), nakon smrzavanja te tijekom 4 mjeseca skladištenja pri  $-18^{\circ}\text{C}$ . Rezultati su prikazani u tablici 4.

Tablica 3. Rezultati hedonističkog istraživanja smrznutog jogurta  
Table 3. Results of Hedonistic Research of Frozen Yoghurt

Bodovi	A			B			C			D		
	f	f·o	f·o <sup>2</sup>	f	f·o	f·o <sup>2</sup>	f	f·o	f·o <sup>2</sup>	f	f·o	f·o <sup>2</sup>
9	0	0	0	27	243	2187	19	171	1539	27	243	2187
8	0	0	0	8	64	512	14	112	896	8	64	512
7	4	28	195	5	35	245	6	42	294	5	35	245
6	22	132	792	0	0	0	1	6	6	0	0	0
5	6	30	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	8	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno	40	216	1224	40	342	2944	40	331	2765	40	342	2944
x		5,40			8,55			8,27			8,55	
% poželj.		82,50			100			100			100	
% nepoželj.		17,50			0			0			0	

Tablica 4. Mikrobiološki sastav uzoraka smrznutog jogurta B i C nakon završetka fermentacije i smrzavanja, te tijekom skladištenja pri —18°C

Table 4. Microbiological Structure of Frozen Yoghurt Samples B and C After Fermentation and Freezing and During the Storage at —18°C.

		Nakon fermen- tacije	Nakon smrza- vanja	Skladištenje pri —18°C			
				1	2	3	4
				mjeseca			
C	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	28 · 10 <sup>6</sup>	16 · 10 <sup>6</sup>	11 · 10 <sup>6</sup>	6 · 10 <sup>6</sup>	5 · 10 <sup>6</sup>	3,6 · 10 <sup>6</sup>
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	54 · 10 <sup>6</sup>	29 · 10 <sup>6</sup>	16 · 10 <sup>6</sup>	14 · 10 <sup>6</sup>	8 · 10 <sup>6</sup>	6,5 · 10 <sup>6</sup>
B	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	36 · 10 <sup>6</sup>	17 · 10 <sup>6</sup>	14 · 10 <sup>6</sup>	12 · 10 <sup>6</sup>	8 · 10 <sup>6</sup>	6 · 10 <sup>6</sup>
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	84 · 10 <sup>6</sup>	38 · 10 <sup>6</sup>	31 · 10 <sup>6</sup>	25 · 10 <sup>6</sup>	14 · 10 <sup>6</sup>	8 · 10 <sup>6</sup>

Iz tablice se vidi da je tijekom procesa smrzavanja i skladištenja u uzorku B broj *laktobacila* opao za 83,34%, a broj *streptokoka* je opao za 90,48% u odnosu na početni broj.

U uzorku C broj *laktobacila* je nakon smrzavanja i tijekom skladištenja opao za 87,15% u odnosu na početni broj *laktobacila*, a broj *streptokoka* je opao za 88,97%.

Iako je tijekom smrzavanja i čuvanja smrznutog proizvoda pri —18°C značajno smanjen broj mikrobne populacije, ipak ostaje znatna količina tih mikroorganizama koja se unosi u probavni trakt potrošača.

### Zaključci

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. smrznuti jogurt dobre kakvoće može se pripremiti od ultrafiltriranog steriliziranog mlijeka, te od steriliziranog mlijeka s dodatkom hidrolizirane ugušćene sirutke;
2. smrznuti jogurt pripremljen od standardiziranog mlijeka za jogurt također je dobro ocijenjen, ali se organoleptičkim ocjenjivanjem osjete sitni kristalići leda, što smanjuje njegovu prihvatljivost;
3. smrznuti jogurt od steriliziranog mlijeka s dodatkom 25% hidrolizirane ugušćene sirutke koji je organoleptički najbolje ocijenjen imao je 5,49% ukupnih bjelancevina, tj. znatno povećanu prehrambenu vrijednost;
4. smrzavanjem jogurta broj mikroorganizama se smanjuje za 54,17% do 54,78% u odnosu na nesmrznutu masu jogurta;
5. primjenom hedonističke skale smrznuti jogurt je ocijenjen kao 100% poželjan proizvod;
6. trajnost jogurta ovim postupkom produžena je na trajnost sladoleda.

### Literatura

- CORENT, R.: XXI International Dairy Congress, Moscow, 1982.
- ĐORĐEVIĆ, J.: Mleko, INI-PKB-Agroekonomik, Zavod za društvene odnose i informiranje, Beograd, 1982.
- HAUGE, B., STEINSHOLT, K., ABRANHAMSEN, R. K. (1981): **Dairy of Science Abstracts**, 4 (3) 1480.
- KNUPP, J. R. (1979): **Cultured Dairy Products Journal**, 14 (2) 16.
- MITTEN, H. L. (1977): **American Dairy Review**, 39, (6) 23.
- PECH, Z., DULOVA, TEPLY, M., VONDRUSKA, V.: Czechoslovak Patent, 172, 567, 1977.
- RAŠIĆ, J. LJ., KURMAN, J. A.: Yoghurt, Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 1978.
- STĚPANIÁK, L. (1979): **Przemysl spozywczy**, 33 (12) 453.
- PEJIĆ, O., ĐORĐEVIĆ, J.: Mlekarski praktikum, Naučna knjiga, Beograd, 1963.
- BOEHRINGER, M.: Methoden der enzymatischen Lebensm Helanalytik mit Test-Combinationen, 37—39, 1983.
- MAŠEK, I., MAXA, V.: Kontrola jakosti kultur, SNTL, Praha, 1960.
- VAJIĆ, B.: Poznavanje živežnih namirnica 1. Mlijeko i proizvodi od mlijeka, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1963.