

Utjecaj niskih temperatura na viskoznost i senzorska svojstva mliječnih deserata

Zoran Herceg, Vesna Hegedušić, Suzana Rimac

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.133

Sažetak

U ovom radu ispitan je utjecaj brzine zamrzavanja te temperatura i vrijeme skladištenja na viskoznost i senzorska svojstva mliječnih deserata.

Ispitivanje je provedeno na pet mliječnih deserata pripremljenih miješanjem šećera, žutanjaka jaja, brašna, sirutke, koncentrata proteina sirutke i nekoliko hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze.

Uzorci su smrzavani na dva načina:

a) sporo u hladnjaku pri temperaturi od -14° C,

b) brzo s tekućim dušikom pri temperaturi od -196° C.

Poslije zamrzavanja uzorci su skladišteni u hladnjaku 60 dana, pri temperaturi od -14 °C i -28° C, nakon čega im je određena viskoznost pri temperaturi od +4 °C i +20 °C.

Nakon zamrzavanja i skladištenja viskoznost mliječnih deserata bila je znatno niža nego prije smrzavanja.

Viskoznost smrznutih deserata skladištenih pri temperaturi od -14 °C bila je znatno niža nego onih skladištenih pri -28 °C.

Viskoznost deserata mjerena pri +20° C bila je oko 30 % manja nego kod +4 °C. Udio hidrokoloida nije imao značajniji utjecaj na viskoznost deserata dok je koncentrat proteina sirutke pokazao značajan utjecaj na viskoznost mliječnih deserata.

Ocjena senzorskih svojstava pokazala je, da je najbolja desertna krema pripremljena uz dodatak koncentrata proteina sirutke odmah nakon pripreme. Nakon provedenog zamrzavanja sve desertne kreme bile su slabije senzorski ocijenjene.

Ključne riječi: reologija, zamrzavanje, mliječni deserti

Uvod

Desertne kreme imaju kratko vrijeme uporabe zbog svoga sastava i relativno visokog udjela vode (pogoduje razvoju m.o.). Da bi im produžili vijek uporabe, potrebno ih je konzervirati zamrzavanjem.

Zamrzavanjem hrane može se znatno produžiti njena trajnost i gotovo potpuno zadržati izvorna kakvoća. Međutim, zbog teškoća koje su u prvom redu vezane uz relativno dugo vrijeme odmrzavanja i narušenu strukturu kao

posljedicu kristalizacije vode, nastoje se pripremiti proizvodi koji se mogu zamrznuti uz kontrolu kristalizacije kao i čuvati pri niskim temperaturama bez rekristalizacije uz zadržavanje određenih reoloških svojstava.

Međutim, zbog kompleksnog sastava desertnih proizvoda kao i značajnog utjecaja brojnih čimbenika - kao što su temperatura, toplinska obrada (pasterizacija, sterilizacija), homogenizacija, zamrzavanje, uvjeti skladištenja na viskoznost - ispitivanja reoloških svojstava desertnih proizvoda vrlo su složena (Hegedušić, 1992.).

Utjecaj procesa zamrzavanja na kakvoću desertnih proizvoda ovisi u najvećoj mjeri o načinu zamrzavanja, odnosno o brzini zamrzavanja ali i o uvjetima skladištenja (temperatura). Struktura proizvoda može se narušiti tijekom kristalizacije vode kao i uslijed rasta kristala leda različite veličine. Zato je važno poznavati intenzitet tih promjena i njihov utjecaj na viskoznost mliječnih deserata.

Hidrokoloidi, makromolekulski spojevi iz grupe ugljikohidrata, dodaju se prehrambenim proizvodima u svrhu postizanja određenih reoloških svojstava, ugušćivanja, sprečavanja sinereze, kontrolu kristalizacije, inhibiciju rekristalizacije tijekom skladištenja, te stabilizaciju emulzija (Carr, 1993.).

Mnoga ispitivanja vezana su uz kontrolu kristalizacije i inhibiciju rekristalizacije vode u smrznutim desertima stabiliziranim hidrokoloidima (Goff, 1993.; Hegedušić, 1995.; Sutton, 1994.; 1996.a; 1996.b; Vafiadis, 1997.; Minn, 1994.; Herceg, 1999.).

Koncentrirani proteini sirutke upotrebljavaju se u prehrambenoj industriji za proizvodnju mliječnih deserata. Proteini sirutke imaju svojstvo želiranja, a pri tome znatno utječu i na funkcionalna, te nutritivna svojstva hrane (Ker i Toledo, 1992.; Xu, 1992.; Hegedušić, 1994.; King 1996.). Funkcionalna svojstva proteina kao sastojaka hrane ovise o kompleksnim interakcijama različitih čimbenika: brzina zagrijavanja i hlađenja, koncentracija proteina, pH, ionskim vezama i međudjelovanju s drugim sastojcima hrane npr. šećeri, minerali i sl. (Smith, 1994.; Bhargava, 1995.; Alizacehfard i Wiley, 1995.; Boye, 1997.).

Ovo istraživanje usmjereno je i na ispitivanje mogućnosti upotrebe hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze kao eventualnih inhibitora kristalizacije, odnosno rekristalizacije, kao i iskorištavanja pozitivnih funkcionalnih svojstava koncentrata proteina sirutke što bi se trebalo očitovati u zadržavanju odgovarajućih reoloških svojstava (viskoznosti) nakon provedenog procesa zamrzavanja.

Svrha ovoga rada bila je ispitati utjecaj brzine zamrzavanja, te temperature skladištenja na viskoznost mliječnih deserata.

Materijal i metode rada

Ispitivanja su provedena na pet desertnih krema pripremljenih miješanjem šećera, žutanjka jaja, brašna, sirutke, koncentrata proteina sirutke i nekoliko hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze (komercijalnih naziva - DIKO, YO-EH, YO-L, YO-M).

Sastojci upotrebljeni pri pripremi desertnih krema:

- saharoza, N-kristal, šećerana Županja
- brašno, tip 500, "Mlinar" Križevci
- ultrafiltrirana sirutka, (10 % suhe tvari) (UF-sirutka), "Dukat", Zagreb
- žutanjak jaja, "Agrokoka", Zagreb
- koncentrat proteina sirutke, (60 % proteina u suhoj tvari) - KPS, "Dukat", Zagreb

Zagreb

- hidrokoloidi (trgovačke oznake - DIKO, YO-EH, YO-L, YO-M), "Kristall-Chemie", Austrija

Desertne kreme (uzorci 1, 2, 3, 4) su pripremljene miješanjem saharoze, brašna i hidrokoloida sa žutanjkom jaja, da bi se dobila kompaktna smjesa

Tablica 1: Sastav mliječnih deserata

Table 1: Dairy desserts composition

Sastojak (g) Ingredient (g)	Uzorak/Sample				
	1	2	3	4	5
Šećer Sucrose	8,5	8,5	8,5	8,5	8,0
Bijelo brašno Wheat flour	3,5	3,5	3,5	3,4	3,15
Žumanjak jaja Egg yolk	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5
Ultrafiltrirana sirutka Ultrafiltered whey	81,0	81,0	81,0	81,0	62,0
Koncentrat proteina sirutke Whey protein koncentrat	-	-	-	-	20,0
DIKO	0,1	0,1	-	0,1	-
YO-L	0,3	0,2	0,2	0,4	-
YO-M	-	-	0,1	-	0,2
YO-EH	-	0,1	0,1	-	0,15
Suha tvar (%) Solid matter (%)	22,57	22,06	22,48	22,19	24,93

Tablica 2: Prosječni broj bodova senzorske procjene mliječnih deserata prije zamrzavanja

Table 2: Average scores of sensoric evolution of dairy desserts before freezing

Parametar kvalitete Quality parameter	Uzorak/Sample				
	1	2	3	4	5
Okus Taste	7,6	7,4	7,4	7,6	8,0
Miris Odour	4,0	4,0	3,8	3,8	4,0
Konzistencija Consistency	5,2	6,0	5,4	5,4	6,0
Boja Colour	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ukupno Total	18,8	19,4	18,6	18,8	20,0

Tablica 3: Prosječni broj bodova senzorske procjene sporo zamrznutih mliječnih deserata nakon 60 dana skladištenja na -14 i -28 °C

Table 3: Average scores of sensoric evolution of slow-frozen dairy desserts after 60 days of storage at -14 and -28 °C

Parametar kvalitete Quality parameter	Skladišteno na -14 °C Stored at -14 °C					Skladišteno na -28 °C Stored at -28 °C				
	Uzorak/Sample					Uzorak/Sample				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Okus Taste	4,4	4,4	4,2	4,0	4,0	5,8	5,6	5,8	5,8	6,2
Miris Odour	3,0	3,0	3,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,8	3,0	3,6
Konzistencija Consistency	2,8	3,2	3,0	2,8	1,0	4,0	4,6	3,8	4,0	4,2
Boja Colour	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ukupno Total	12,2	12,6	12,6	12,0	10,2	15,0	15,4	15,4	14,8	16,0

Tablica 4: Prosječni broj bodova senzorske procjene brzo zamrznutih mliječnih deserata nakon 60 dana skladištenja na -14 i -28 °C

Table 4: Average scores of sensoric evolution of quick-frozen dairy desserts after 60 days of storage at -14 and -28 °C

Parametar kvalitete Quality parameter	Skladišteno na -14 °C Stored at -14 °C					Skladišteno na -28 °C Stored at -28 °C				
	Uzorak/Sample					Uzorak/Sample				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Okus Taste	4,6	4,6	4,4	4,6	4,2	6,2	6,6	6,4	6,6	6,8
Miris Odour	3,2	3,2	3,6	3,8	3,6	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6
Konzistencija Consistency	3,2	4,0	3,8	3,6	1,0	4,6	5,4	5,2	5,2	5,6
Boja Colour	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ukupno Total	13,0	13,8	13,8	14,0	10,8	16,4	17,4	17,2	17,2	18,0

Tablica 5: Viskoznost mliječnih deserata neposredno nakon pripreme

Table 5: Dairy desserts viscosity after preparation

Uzorak Sample	Temperatura Temperature (°C)	Viskoznost (mPa s)/Viscosity (mPa s)		
		60°/min	120°/min	240°/min
1	20	1930	1312	917
	4	2730	1905	1300
2	20	3959	2629	1785
	4	5583	3712	2473
3	20	1710	1160	847
	4	2414	1640	1187
4	20	3129	2195	1497
	4	4439	3099	2107
5	20	6099	3749	2397
	4	8018	5819	3260

Tablica 6: Viskoznost sporo zamrznutih mliječnih deserata skladištenih 60 dana na -14 i -28 °C

Table 6: Viscosity of slow-frozen dairy desserts after 60 days storage at -14 and -28 °C

Uzorak Sample	Temperatura skladištenja (°C) Storage temperature (°C)	Viskoznost (mPa s) Viscosity (mPa s)		
		60°/min	120°/min	240°/min
1	-14	380	325	255
	-28	1790	1230	929
2	-14	1057	812	619
	-28	4030	2793	1948
3	-14	160	130	117
	-28	1970	1380	980
4	-14	390	330	277
	-28	3009	2100	1450
5	-14	550	330	260
	-28	4910	3011	2103

Tablica 7: Viskoznost brzo zamrznutih mliječnih deserata nakon 60 dana skladištenja na -14 i -28 °C

Table 7: Viscosity of quick-frozen dairy desserts after 60 days storage at -14 and -28°C

Uzorak Sample	Temperatura skladištenja (°C) Storage temperature (°C)	Viskoznost (mPa s) Viscosity (mPa s)		
		60°/min	120°/min	240°/min
1	-14	590	490	395
	-28	2000	1360	942
2	-14	1932	1520	1184
	-28	4821	2793	2116
3	-14	850	650	480
	-28	2609	1780	1250
4	-14	410	350	310
	-28	2909	1990	1362
5	-14	860	640	490
	-28	5339	3404	2657

(Tablica 1). U tako pripremljenu smjesu dodana je ultrafiltrirana sirutka uz neprestano miješanje električnom miješalicom.

Priprema desertne kreme 5 (Tablica 1.): izmiješani su šećer, brašno, KPS, žumanjak jaja i hidrokoloide dok nije dobivena homogena smjesa. Zatim je pažljivo dodavana ultrafiltrirana sirutka uz neprekidno miješanje električnom miješalicom.

Na ovaj način pripremljene smjese kuhane su na vodenoj kupelji pri temperaturi od 85 °C, 10 minuta. Potom je dio krema ohlađen na temperaturu od +4 °C i +20 °C, te izmjerena viskoznost.

Desertne kreme su nakon pripreme stavljene u plastične posudice volumena 150 ml te zamrzavane na dva načina:

a) sporo - u hladnjaku pri temperaturi od -14 °C

b) brzo - tekućim dušikom pri temperaturi od -196 °C

Nakon zamrzavanja desertne kreme su skladištene u hladnjaku 60 dana na temperaturi od -14 °C i -28 °C, a potom im je određena viskoznost na temperaturi od +4 °C i +20 °C.

Viskoznost ispitivanih krema određena je u rotacionom reometru Brookfield DV-III, tako da se broj okretaja vretena povećavao s 30 o/min do 250 o/min. Nakon toga je broj okretaja vretena smanjivan do 30 o/min.

Rasprava

Kakvoća desertnih proizvoda, u prvom se redu određuje prema senzorskim i reološkim svojstvima. Zbog toga je senzorska ocjena jedan od najvažnijih parametara za ocjenjivanje kakvoće mliječnih deserata. U tablicama 2,3,4 prikazana je prosječna senzorska ocjena mliječnih deserata odmah nakon pripreme i nakon provedenog brzog, odnosno sporog zamrzavanja te skladištenja od 60 dana.

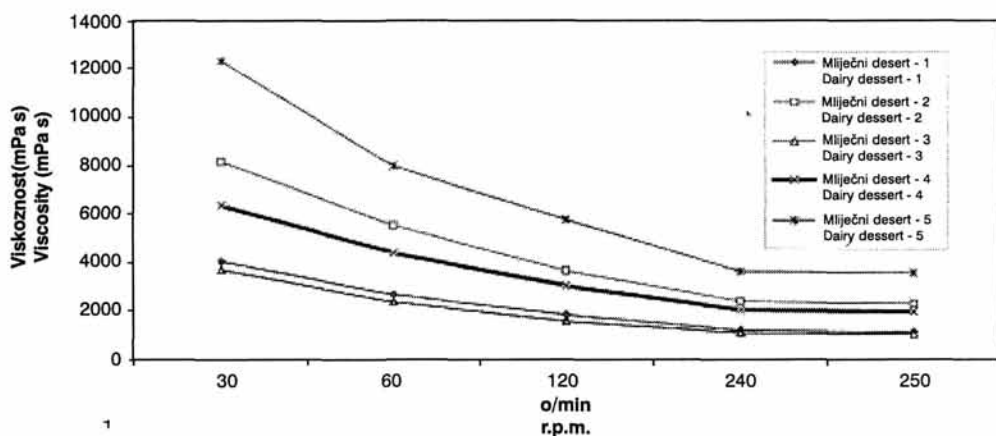
Najbolju senzorsku ocjenu dobila je desertna krema broj 5 u čijoj su pripremi korišteni visoko vrijedni proteini sirutke i ultrafiltrirana sirutka. Ovaj podatak je višestruko važan jer pokazuje da je moguće pripremiti mliječne proizvode visoke biološke vrijednosti, pri čemu bi bio smanjen udio masti (za oko 50 %) i smanjene energetske vrijednosti (na ne više od 1,6 kJ/g) što je u skladu s preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (Anon, 1989.; Hatchwell, 1994.).

Uočena je znatna razlika u senzorskoj ocjeni mliječnih deserata prije i poslije zamrzavanja kao i između različitih načina zamrzavanja odnosno skladištenja. Najbolje su bile ocijenjene svježije desertne kreme (Tablica 2). Temperature na kojima su čuvane desertne kreme (-14°C i -28°C) imale su mnogo veći utjecaj na senzorska svojstva krema nego način provedenog zamrzavanja (Tablice 3 i 4). Sve desertne kreme koje su skladištene na temperaturi od -28 °C

bile su bolje senzorski ocijenjene nego desertne kreme skladištene na temperaturi od -14°C bez obzira da li je provedeno brzo ili sporo zamrzavanje. Međutim, uočeno je da su kod svih mliječnih deserata neznatno bolju ocjenu senzorskih svojstava imali deserti zamrznuti brzim postupkom (tekući dušik). U desertnoj kremi broj 5, koja je imala najbolju senzorsku ocjenu neposredno nakon pripreme, poslije brzog, odnosno sporog zamrzavanja i skladištenja na

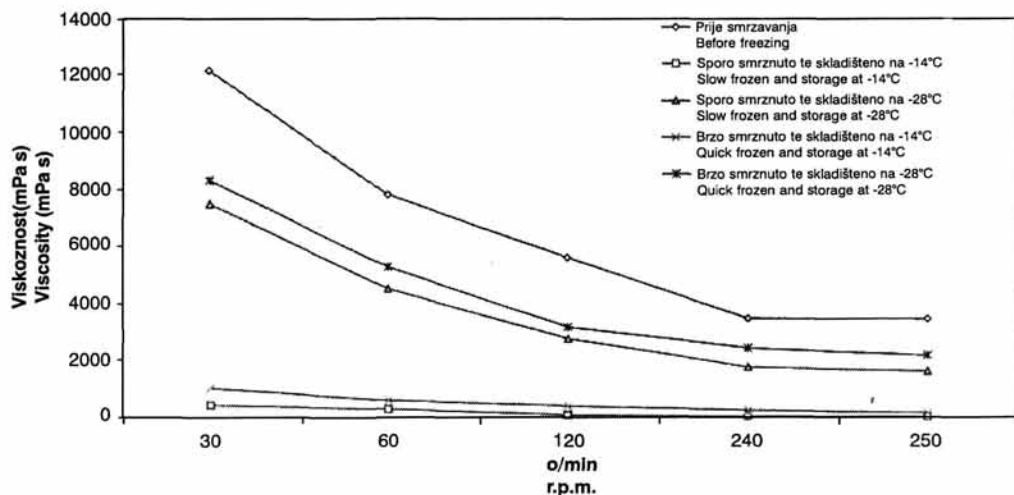
Slika 1: Viskoznost mliječnih deserata na 4°C neposredno nakon pripreme

Fig. 1: Viscosity of dairy desserts at 4°C after preparation



Slika 2: Viskoznost mliječnog deserta pripremljenog s koncentratom proteina sirutke prije zamrzavanja i nakon 60 dana skladištenja

Fig. 2: Viscosity of dairy desserts preparing with whey protein concentrate before freezing and after 60 days storage



temperaturi od -14 °C, uočeno je koaguliranje proteina sirutke što je posljedica neadekvatne temperature skladištenja, uslijed čega je ta krema bila najslabije ocijenjena. Ista desertna krema na nižoj temperaturi skladištenja (-28 °C) bila je najbolje senzorski ocijenjena.

Ispitivanja reoloških svojstava pokazala su da je viskoznost mliječnih deserata bitno različita bez obzira što svi deserti imaju sličan udio suhe tvari (22,06 do 24,93%). Razlika u viskoznosti posljedica je kemijskog sastava suhe tvari, ali prije svega utjecaja vrste hidrokoloida i upotrebljenih proteina sirutke.

Viskoznost je mjerena na različitim temperaturama (+4 °C, +20 °C) te je uočeno da je viskoznost deserata mjerena na temperaturi od 20 °C bila oko 30% manja nego na +4 °C (Tablica 5.).

Udio hidrokoloida nije imao značajniji utjecaj na viskoznost ispitivanih deserata, budući da je najveću viskoznost imala desertna krema broj 5 (Slika 1.) koja je pripravljena s najmanjim udjelom hidrokoloida (0,35%). Dobivena viskoznost mliječnih deserata posljedica je tipa, odnosno svojstva upotrebljenih hidrokoloida (njihov kemijski sastav) kao i međusobnog djelovanja samih hidrokoloida.

Značajan utjecaj na viskoznost desertne kreme pripravljene prema recepturi 5 imao je koncentrat proteina sirutke zbog svojih funkcionalnih svojstava (želiranje, emulgirajuća svojstva) (King, 1996.). Međutim, utjecaj koncentrata proteina sirutke na viskoznost nakon zamrzavanja (sporo, brzo) i skladištenja na temperaturi od -14 °C bio je neznatan zbog podložnosti proteina kompleksnim interakcijama uzrokovanih različitim čimbenicima, npr.: brzina zagrijavanja i hlađenja odnosno zamrzavanja, udjelu proteina, međudjelovanju s drugim sastojcima hrane i sl., što u osnovi mijenja njihova funkcionalna svojstva (Herceg, 1997.; King, 1996.; Smith, 1994.; Boye, 1997.). Navedena saznanja o ponašanju proteina sirutke nakon provedenog zamrzavanja (brzog i sporog), te skladištenja na temperaturi od -14 °C u potpunosti se slažu s dobivenim rezultatima, budući da je viskoznost kreme na čijoj su pripremi korišteni proteini sirutke bila znatno manja od desertne kreme pripravljene prema recepturi 2, odnosno vrlo slična ostalim kremama (Tablice 6 i 7). Čuvanjem kreme na temperaturi od -14 °C došlo je do koagulacije i izdvajanja proteina sirutke iz kreme uslijed čega je znatno pala viskoznost deserata.

Nakon smrzavanja i 60 dana skladištenja, viskoznost mliječnih deserata bila je znatno niža u svih uzoraka nego prije zamrzavanja. Utvrđeno je da je bitno manji pad viskoznosti zabilježen u desertima čuvanim na temperaturi od -28 °C. Također je uočeno da je kod kreme skladištenih na istoj temperaturi viskoznost bila u pravilu neznatno veća u brzo zamrznutih krema nego kod sporo zamrznutih (Tablice 6 i 7).

Viskoznost zamrznutih deserata skladištenih na -14 °C bila je u prosjeku 3 do 5 puta manja od onih skladištenih na -28 °C. To se može objasniti učinkom

zamrzavanja s tekućim dušikom pri čemu se formira veliki broj malih kristala leda za razliku od sporog zamrzavanja s hladnim zrakom (-14 °C) gdje nastaje mali broj velikih kristala leda što direktno utječe na promjene vrijednosti viskoziteta i senzorskih svojstava nastalih tijekom skladištenja uslijed rekristalizacije leda. Također je potrebno naglasiti da su ove promjene bile izraženije u uzorcima skladištenim na višoj temperaturi (-14 °C), što je razumljivo s obzirom da je na višim temperaturama skladištenja pojava rekristalizacije bila izraženija.

Ovi rezultati upućuju na činjenicu da mliječne deserte treba pripremati s dodatkom određene količine proteina sirutke te malih udjela hidrokoloida što bi trebalo doprinijeti postizanju željene konzistencije, a ujedno u odgovarajućoj mjeri smanjiti rekristalizaciju leda. Mliječni deserti također moraju biti brzo zamrznuti i skladišteni na što nižim temperaturama.

Zaključci

Senzorska ocjena desertnih krema pokazala je da je najbolje ocijenjena desertna krema pripremljena na osnovi koncentrata proteina sirutke.

Nakon provedenog zamrzavanja i skladištenja senzorska ocjena svih desertnih krema bila je značajno niža od ocjene dobivene prije smrzavanja.

Viskoznost desertnih proizvoda mjerena na + 4 °C bila je 30 % veća nego na + 20 °C.

Udio hidrokoloida nije imao značajniji učinak na viskoznost ispitivanih krema.

Kombiniranom upotrebom hidrokoloida i koncentrata proteina sirutke dobivena je desertna krema najviše viskoznosti.

Viskoznost zamrznutih deserata skladištenih na temperaturi od -14 °C bila je 3 -5 puta manja od viskoznosti deserata skladištenih na - 28 °C.

Na osnovi navedenih podataka možemo zaključiti da je mliječne deserte potrebno brzo zamrznuti te skladištiti na što nižim temperaturama.

INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES ON THE VISCOSITY AND SENSORIC PROPERTIES OF DAIRY DESSERTS

Summary

In this work the influence of rate of freezing as well as storage temperatures and time of storage on the viscosity and sensoric properties of dairy desserts, was investigated.

This investigation was carried out on five dairy desserts prepared by mixing sugar, egg yolk, flour, ultrafiltrated whey, whey protein concentrate and several carboxymethylcellulose hydrocolloids.

Samples were frozen with two different methods:

- a) slow freezing at the temperature of -14°C
- b) quick freezing using liquid nitrogen (-196°C)

After freezing, samples were stored at -14°C , and -28°C . During 60 days afterwards, the viscosity of desserts at 4°C and 20°C was determined.

After freezing and 60 days of cold storage the viscosity of dairy desserts decreased. Viscosity of frozen desserts stored at -14°C was significant lower than those stored at -28°C .

Viscosity of dairy desserts measured at $+20^{\circ}\text{C}$ was about 30 % lower than at $+4^{\circ}\text{C}$. Unlike the hydrocolloids the addition of whey protein concentrate had a significant influence on viscosity of dairy desserts.

Sensoric evaluation of dairy dessert has shown that the most acceptable was cream preparing with whey protein concentrate immediately after preparation. After freezing lower scores for all dairy desserts were obtained.

Key word: viscosity, freezing, dairy desserts

Literatura

- Alizdehfarid, M.R., Wiley, D.E., (1995.): Viscosity of whey protein solutions, *J. Polym. Sci. Technol.* 4, 126-133.
- Anon (1989.): Low-calorie foods, *Food Technol.*, 43, 113-125
- Bhargava, A., Jelen, P., (1995.): Freezing of whey protein concentrate solutions and its effect on protein functionality indicators, *Int. Dairy J.* 5, 533-541.
- Boye, J.I., Alli I., Ramaswamy, H., Raghavan V.G.S. (1997.): Interactive effects of factors affecting gelation of whey proteins, *J. Food Sci.* 62, 57-65.
- Carr, J.M. (1993.): Hydrocolloids, *Food Technol.* 47, 100.
- Goff, H.D., Caldwell, K.B., Stanley, W., Maurice, T.J. (1993.): The influence of polysaccharides on the glass transition in frozen sucrose solutions and ice cream, *J. Dairy Sci.* 76, 1268-1277.
- Hatchwell L.C. (1994.): Overcoming flavor challenges in low-fat frozen desserts, *Food Technol.*, 48, 98-101
- Hegedušić, V. (1992.): Advances in food process engineering, *Faculty of Food Technology and Biotechnology*, Zagreb, 13-29.
- Hegedušić, V., Carić, M., Herceg, Z., Rade, D. (1995.): Rheological and thermophysical properties of dairy desserts before and after freezing, *Mljekarstvo* 45, 3, 191-203.
- Hegedušić, V., Piližota, V., Šubarić, D. (1994.): Rheological and thermophysical properties of model ice cream mixtures, *Preh. Biotehnol. Rev.* 32, 67-71.
- Herceg, Z., Hegedušić, V., Rimac, S. (1999.): Utjecaj sastava i zamrzavanja na stabilnost mliječnih deserata, *Mljekarstvo* 49, 1, 15-26.
- Herceg, Z. (1997.): "Utjecaj hidrokoloida na reološka svojstva mliječnih deserata", Magistarski rad, 103-108.
- Xu, S.Y., Stanley, D.W., Goff, H.D., Davidson, V.J., LeMaguer, M. (1992.): Hydrocolloid/milk gel formation and properties, *J. Food Sci.* 57, 96-103.
- Ker, Y.C. i Toledo, R.T. (1992.): Influence of shear treatments on consistency and gelling properties of whey protein isolate suspension, *J. Food Sci.* 57, 82-86.

- King, L. (1996.): Whey protein concentrates as ingredients, *Food Tech. Europe* 3, 88-89.
- Minn, S.G., Wolf, W., Morton, I., Spiess, W.E.L. (1994.): Changes in crystal size distribution during recrystallization of ice in a hydrocolloid matrix, *Food Sci. Technol. Today* 8, 234-242.
- Smith, D.M. (1994.): Protein interaction in gels: Protein-protein interactions. In *Thermal Analysis of Foods*, V.R. Harwkar and C.Y. Ma (Ed) 209-224, Elsevier Applied Sci. New York.
- Sutton, R.L., Evans, I.D., Crilly, J. (1994.): Modelling ice crystal coarsening in concentrated disperse systems, *J. Food Sci* 59, 1227-1233.
- Sutton, R.L., Lips, A., Piccirillo, G. (1996a): Recrystallization in aqueous fructose solutions as affected by locust bean gum, *J. Food Sci.* 61, 746-748.
- Sutton, R.L., Lips, A., Piccirillo, G., Sztehlo, A. (1996b): Kinetics of ice recrystallization in aqueous fructose solutions, *J. Food Sci.* 61, 741-745.
- Vaffiadis, D.K. (1997.): Delivering smooth sensations, *Dairy Field* 180, 37-38.

Adresa autora - Author's addresses:

Mr.sc.Zoran Herceg
Prof.dr.Vesna Hegedušić
Suzana Rimac, dipl. inž.
Prehrambeno-biotehnološki fakultet,
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Primljeno - Received: 22. 3. 1999.

Prihvaćeno - Accepted: 2. 4. 1999.