

Utjecaj sastava i zamrzavanja na stabilnost mliječnih deserata

Zoran Herceg, Vesna Hegedušić, Suzana Rimac

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.133.1

Sažetak

U ovom radu ispitivan je utjecaj sastava te procesa smrzavanja i skladištenja na stabilnost mliječnih deserata.

Ispitivanje je provedeno sa 12 mliječnih deserata pripremljenih s ultrafiltriranom kiselom ili slatkim sirutkom, šećerom, brašnom, žutanjkom jaja te 6 različitih hidrokoloida na osnovi karboksimetilceluloze. Nakon pripreme uzorci su smrznuti u zamrzivaču pri temperaturi od - 28 °C, te skladišteni 100 dana.

Uočen je značajan utjecaj pH desertnih krema na viskoznost deserata. Viskoznost desertnih krema mjerena pri 4 °C bila je 30 - 35 % veća nego mjerena pri 20 °C. Nakon smrzavanja i skladištenja viskoznost mliječnih deserata bila je znatno niža nego prije smrzavanja.

Elektroprovodnost svih ispitivanih uzoraka značajno je porasla nakon smrzavanja i skladištenja.

Senzorska ocjena pokazala je da je najbolje ocijenjena desertna krema pripremljena sa slatkim ultrafiltriranom sirutkom i hidrokolidom DIKO. Nakon smrzavanja i skladištenja svi deserti bili su slabije ocijenjeni.

Ključne riječi: viskoznost, ultrafiltrirana sirutka, mliječni deserti.

Uvod

Mliječni deserti zauzimaju vrlo važno mjesto u ljudskoj prehrani. Međutim, njihov osnovni nedostatak je visoka energijska vrijednost, što je u suprotnosti s uputama svjetske zdravstvene organizacije potrošačima, kojom se preporuča upotreba proizvoda sa smanjenim udjelom masti tzv. "light" proizvoda (Hatchwell, 1994.; Elling i Duncun, 1996.).

Sirutka sadrži znatne količine proteina, minerala, vitamina i laktoze te se njenom upotrebom smanjuje potreba za drugim zaslađivačima a ujedno dolazi do povećanja nutritivne vrijednosti proizvoda u koji se dodaje. Uvođenje ultrafiltracije u mljekarsku industriju omogućilo je koncentriranje visoko vrijednih proteina sirutke (Rossi, 1994.), a upotrebom ultrafiltrirane sirutke u pripremi desertnih proizvoda mogli bi se dobiti proizvodi visoke biološke vrijednosti, pri čemu bi bio smanjen udio masti (za oko 50 %) kao i energetske vrijednosti (na ne više od 1,6 kJ/g) (Shank i Carson, 1991.; Anon, 1990.; Cambell, 1994.; King, 1996.; Morr i Ha, 1993.).

Važno svojstvo ovakvih proizvoda, osim okusa, je konzistencija (Tharp i Gottemoller, 1990.; Specter i Setser, 1994.). Zbog toga je neophodno ispitati njihova reološka svojstva kao i utjecaj različitih sastojaka i aditiva (hidrokoloidi) na navedena svojstva.

Desertni proizvodi imaju vrlo kratak vijek trajanja zbog njihovog sastava i visokog udjela vode (pogoduje razvoju mikroorganizama). Da bi im produžili trajnost moguće ih je podvrgnuti smrzavanju. Međutim, tijekom smrzavanja i skladištenja narušava se tekstura proizvoda kao posljedica kristalizacije vode odnosno rekristalizacije leda. U svrhu sprečavanja ovih pojava te zadržavanja odgovarajuće konzistencije proizvoda, tijekom dosadašnjih istraživanja tražena su rješenja u svrhu povećanja udjela suhe tvari proizvoda dodatkom različitih ugljikohidrata ili upotrebom hidrofilnih koloida (Hegedušić, 1994.; Bahargava 1995.; Hegedušić, 1995.; Piližota, 1996.; Sutton, 1996.; Blond, 1997.; Hegedušić, 1998.).

Svrha ovog rada bila je dobiti desertnu kremu snižene energijske vrijednosti upotrebom ultrafiltrirane sirutke (kisele i slatke) te ispitati mogućnost upotrebe ultrafiltrirane kisele sirutke pri proizvodnji deserata (Cabrera, 1995.). Također je ispitana mogućnost upotrebe hidrokoloida kao eventualnih inhibitora rekristalizacije (Goff, 1993.; Miller-Livney, 1995.; Vafiadis, 1997.) u različitom pH području, što bi se trebalo očitovati u zadržavanju odgovarajućih reoloških i senzorskih svojstava nakon skladištenja i odmrzavanja.

Materijal i metode

Ispitivanja su provedena s desertnim kremama pripremljenim prema recepturama prikazanim u Tablici 1.

Za pripremu desertnih krema upotrebljeni su:

- kisela ultrafiltrirana sirutka (UF- kisela sirutka) (10 % suhe tvari; pH = 4,3) - "Dukat", Zagreb
- slatka ultrafiltrirana sirutka (UF- slatka sirutka) (10 % suhe tvari; pH = 6,3) - "Dukat", Zagreb
- šećer, N-kristal, Šećerana Županja
- jaja, "Agrokoka", Zagreb
- brašno (glatko) "Mlinar", Križevci
- hidrokoloidi - (YO-EH, YO-M, YO-H, YO-L, HVEP, DIKO), "Guliver-Chemie", Wiener Neudorf, Austrija.

Kreme su pripremljene miješanjem žumanjka, šećera i hidrokoloida uz pomoć električne mješalice tako dugo dok nije dobivena kompaktna smjesa. U smjesu je zatim dodano brašno prethodno otopljeno u manjoj količini sirutke. U tako pripremljenu smjesu dodana je preostala količina UF-sirutke (prema recepturi - Tablica 1). Smjesa je potom kuhana na vodenoj kupelji deset minuta, pri temperaturi od 85 °C uz neprestano miješanje. Odmah je ohlađena na temperaturu od 4 °C, stavljena u plastične posudice volumena 150 ml, te

smrznuta u zamrzivaču na temperaturi od -28 °C. Pri toj temperaturi uzorci krema čuvani su 100 dana.

Tablica 1: Recepture za pripravu modelnih desertnih krema (100 g)

Table 1: Recipes for the model dairy desserts preparation (100 g)

Desertna krema Dairy desserts	Hidrokoloidi Hydrocolloids		Ultrafiltrirana sirutka Ultrafiltered whey		Šećer Sugar (g)	Brašno Flour (g)	Žumanjak Egg yolk (g)
	Vrsta Type	Udio Amount (g)	Vrsta Type	Udio Amount (g)			
1	YO-EH	0,4	kisela acidic	81	8,5	3,6	6,5
2	YO-M	0,4	kisela acidic	81	8,5	3,6	6,5
3	YO-H	0,4	kisela acidic	81	8,5	3,6	6,5
4	YO-L	0,4	kisela acidic	81	8,5	3,6	6,5
5	DIKO	0,4	kisela acidic	81	8,5	3,6	6,5
6	HVEP	0,4	kisela acidic	81	8,5	3,6	6,5
7	YO-EH	0,4	slatka sweet	81	8,5	3,6	6,5
8	YO-M	0,4	slatka sweet	81	8,5	3,6	6,5
9	YO-H	0,4	slatka sweet	81	8,5	3,6	6,5
10	YO-L	0,4	slatka sweet	81	8,5	3,6	6,5
11	DIKO	0,4	slatka sweet	81	8,5	3,6	6,5
12	HVEP	0,4	slatka sweet	81	8,5	3,6	6,5

Nakon pripreme, te nakon 100 dana skladištenja, kremama su određena senzorska svojstva upotrebom skale od 20 bodova. Ispitivanje je provelo 5 ispitivača.

Viskoznost ispitivanih krema određena je neposredno nakon pripreme, 24 sata nakon smrzavanja, te nakon 100 dana skladištenja. Mjerenja su provedena pri temperaturi od 4 i 20 °C upotrebom rotacionog reometra Brookfield DV-III tako da se broj okretaja vretena povećavao sa 10 do 240 okretaja u minuti, a nakon toga je broj okretaja smanjivan ponovno do 10 okretaja u minuti.

Za izračunavanje viskoznosti upotrebljen je Newtonov zakon:

$$\tau = \mu \gamma \quad /1/$$

gdje je:

τ - napon smicanja (Pa)

μ - viskozitet (Pas)

γ - brzina smicanja (1/s)

Elektroprovodnost je mjerena pri 4 °C pomoću konduktometra ("Iskra", Kranj) s Ni-elektrodom neposredno nakon pripreme krema, 24 sata nakon smrzavanja, te nakon 100 dana skladištenja pri temperaturi od -28 °C.

Rasprava

Senzorska ocjena jedan je od najvažnijih parametara za ocjenjivanje kakvoće mliječnih deserata. U Tablicama 2 i 3 prikazani su rezultati procjene senzorskih svojstava mliječnih deserata. Uočena je značajna razlika u senzorskim svojstvima uzoraka pripremljenim s različitim hidrokoloidima. Najbolje je ocijenjena desertna krema 11 pripremljena s hidrokoloidom DIKO što je razumljivo s obzirom da hidrokoloid DIKO djeluje kao ugušćivač, te ima i odgovarajuća emulgirajuća svojstva i poboljšava homogenost proizvoda (što pozitivno utječe na senzorska svojstva). Znatno slabiju senzorsku ocjenu su dobile desertne kreme pripremljene s UF-kiselom sirutkom zbog neuobičajenog okusa dok im je konzistencija bila bolja u odnosu na desertne kreme pripremljene sa UF-slatkom sirutkom. Najveću razliku u konzistenciji imale su desertne kreme pripremljene s hidrokoloidom HVEP. Desertna krema pripremljena s hidrokoloidom HVEP i UF-kiselom sirutkom ocijenjena je maksimalnom ocjenom za konzistenciju (6,0) dok je desertna krema pripremljena s hidrokoloidom HVEP i UF-slatkom sirutkom bila izrazito loše ocijenjena (3,0).

Uočena je značajna razlika u senzorskoj ocjeni mliječnih deserata prije i nakon smrzavanja odnosno skladištenja od 100 dana pri temperaturi od -28 °C. Sve desertne kreme nakon smrzavanja i skladištenja imaju znatno manje senzorske ocjene što je razumljivo s obzirom da tijekom sporog smrzavanja dolazi do rasta malog broja velikih kristala leda a tijekom čuvanja dolazi i do rekristalizacije leda uslijed čega dolazi do znatnog smanjenja viskoznosti odnosno lošije konzistencije (Hegedušić, 1997.).

Nakon smrzavanja i skladištenja ponovno je najbolje bila ocijenjena desertna krema 11 pripremljena sa UF-slatkom sirutkom i hidrokoloidom DIKO.

Elektroprovodnost mliječnih deserata ovisi o udjelu suhe tvari kao i o eventualnoj prisutnosti stabilizatora, odnosno hidrokoloida. Međutim, na elektroprovodnost, osim vrste hidrokoloida (Hegedušić, 1998.) značajan utjecaj može imati i pH-vrijednost proizvoda.

Tablica 2: Procjena senzorskih svojstava (bodovi) mliječnih deserata neposredno nakon pripreme

Table 2: Sensory evaluation of dairy desserts after preparation

Desertna krema Dairy desserts	Okus Taste (max = 8,0)	Konzistencija Consistency (max = 6,0)	Miris Odour (max = 4,0)	Boja Colour (max = 2,0)	Ukupno Total (max = 20,0)
1	4,8	6,0	2,2	2,0	15,0
2	5,0	4,0	2,4	2,0	13,4
3	5,2	2,0	4,0	2,0	13,2
4	5,6	2,0	4,0	2,0	13,6
5	6,8	6,0	4,0	2,0	18,8
6	6,8	6,0	4,0	2,0	18,8
7	7,0	5,0	4,0	2,0	18,0
8	7,2	3,4	4,0	2,0	16,6
9	6,8	2,0	3,0	2,0	13,8
10	7,2	2,0	3,0	2,0	14,2
11	8,0	6,0	4,0	2,0	20,0
12	6,0	3,0	4,0	2,0	15,0

Tablica 3: Procjena senzorskih svojstava (bodovi) desertnih krema nakon 100 dana skladištenja pri temperaturi od -28 °C

Table 3: Sensory evaluation of dairy desserts after 100 days of storage at -28 °C

Desertna krema Dairy desserts	Okus Taste (max = 8,0)	Konzistencija Consistency (max = 6,0)	Miris Odour (max = 4,0)	Boja Colour (max = 2,0)	Ukupno Total (max = 20,0)
1	3,8	3,8	2,8	2,0	12,4
2	3,6	3,0	2,8	2,0	11,4
3	3,4	2,2	3,0	2,0	10,6
4	3,8	2,0	2,6	2,0	10,4
5	5,0	2,6	2,8	2,0	12,4
6	3,8	1,2	2,6	2,0	9,6
7	6,2	4,4	2,8	2,0	15,4
8	6,2	2,6	2,4	2,0	13,2
9	6,2	1,8	2,6	2,0	12,6
10	5,6	1,2	2,4	2,0	12,6
11	7,2	3,2	3,2	2,0	15,6
12	4,0	2,0	3,0	2,0	11,0

Mliječni deserti pripremljeni sa UF-slatkom sirutkom ($\text{pH}=6,3$) imali su značajno manju provodnost nego deserti pripremljeni s kiselim sirutkom ($\text{pH} = 4,3$) (Tablica 4). Navedene činjenice ukazuju da je sposobnost hidrokoloida da vežu molekule vode izraženija u području viših pH - vrijednosti.

Tablica 4: Elektroprovodnost mliječnih deserata nakon pripreme, te nakon skladištenja pri temperaturi od $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$

Table 4: Electroconductivity of dairy desserts after preparation, and during storage at $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$

Desertna krema Dairy desserts	Elektroprovodnost Electroconductivity (μSm^{-1})		
	Nakon pripreme After preparation	Nakon 24 sata skladištenja After 24 hours of storage	Nakon 100 dana skladištenja After 100 days of storage
1	254	365	407
2	390	470	520
3	590	1004	1160
4	620	1008	1130
5	290	310	400
6	260	610	680
7	260	395	460
8	335	415	540
9	445	865	1193
10	465	925	1242
11	250	320	375
12	425	930	970

Provodnost mliječnih deserata izmjerena je nakon smrzavanja i skladištenja od 24 sata i 100 dana pri temperaturi od $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uočeno je da proces smrzavanja značajno utječe na sposobnost hidrokoloida da vežu molekule vode te da je provodnost bitno porasla kod svih ispitivanih uzoraka.

Najmanji porast provodnosti imali su svi uzorci mliječnih deserata pripremljeni s hidrokolidom DIKO što je razumljivo s obzirom na njegovu osnovnu funkciju sprečavanja rasta kristala leda, čime se sprečava tvorba zrnate teksture i osigurava željena konzistencija čak i nakon ponovnog smrzavanja.

Skladištenje pri temperaturi od $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ (100 dana) imalo je za posljedicu povećanje provodnosti kod svih ispitivanih uzoraka, ali u znatno manjoj mjeri nego proces smrzavanja.

Ispitivanja reoloških svojstava desertnih proizvoda vrlo su složena zbog kompleksnog sastava desertnih proizvoda, kao i značajnog utjecaja brojnih

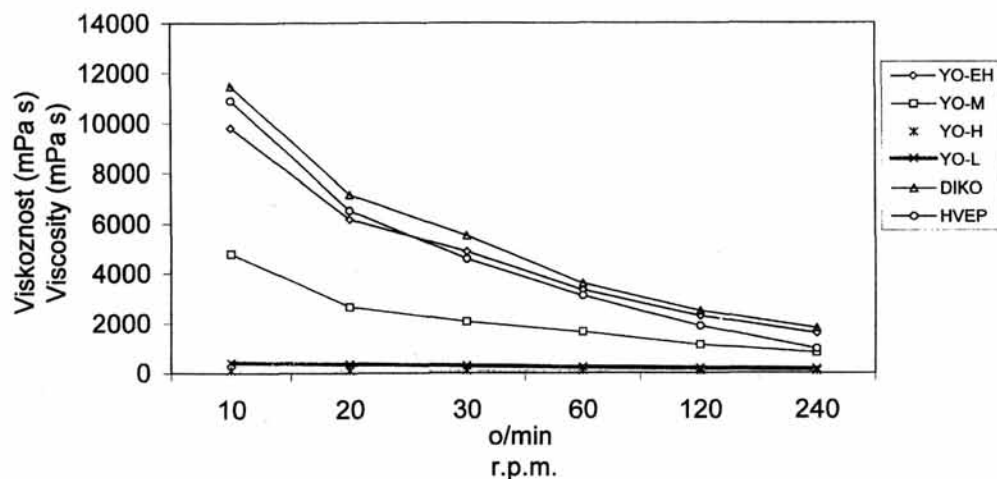
čimbenika na viskoznost - kao što su: temperatura, pH, toplinska obrada, homogenizacija, uvjeti skladištenja i sl.

Tijekom procesa smrzavanja, odnosno skladištenja pri niskim temperaturama, također može doći do bitnih promjena u strukturi desertnih proizvoda uslijed kristalizacije vode odnosno rekristalizacije leda. Jedan od najvažnijih pokazatelja nastalih promjena je viskoznost.

Ispitivanja reoloških svojstava (Slike 1-5) pokazala su da je viskoznost mliječnih deserata značajno različita bez obzira što svi deserti imaju sličan udio suhe tvari (22,15 - 23,12%). Razlika u viskoznosti posljedica je prije svega, utjecaja vrste upotrebljenoga hidrokoloida kao i vrste upotrebljene ultrafiltrirane sirutke (kisela, slatka).

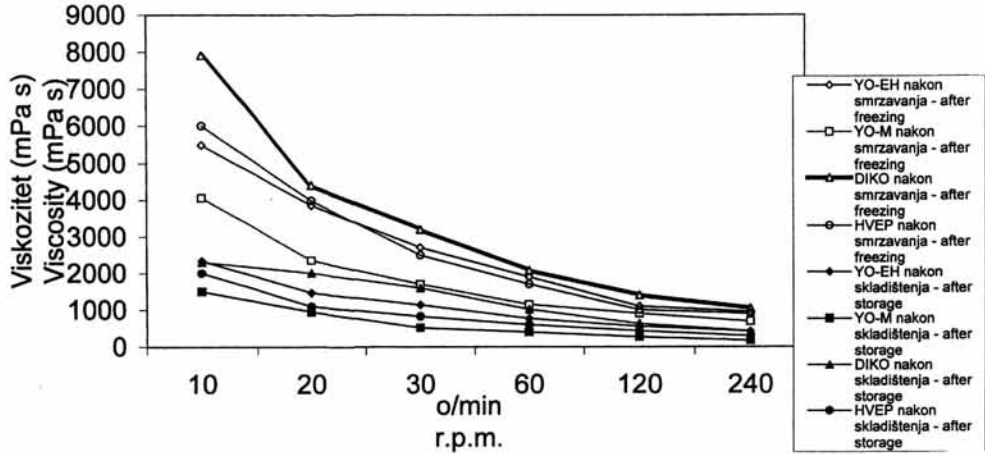
Slika 1: Viskoznost mliječnih krema pripremljenih sa UF-kiselom sirutkom i različitim hidrokoloidima

Fig 1: Viscosity of dairy desserts prepared with UF-acidic whey and various hydrocolloids



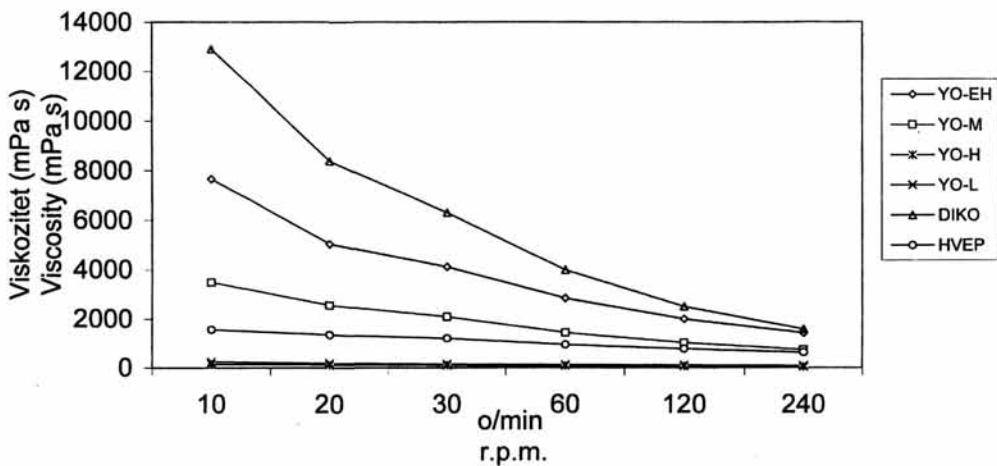
Slika 2: Viskoznost mliječnih deserata pripremljenih sa UF-kiselom sirutkom i različitim hidrokolidima nakon smrzavanja i skladištenja

Fig 2: Viscosity of dairy desserts prepared with UF-acidic whey and various hydrocolloids after freezing and storage



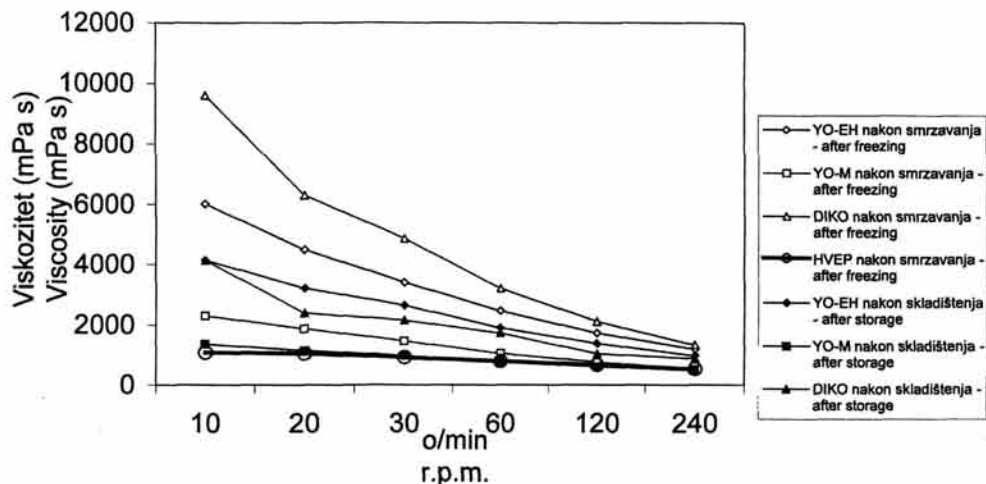
Slika 3: Viskoznost mliječnih deserata pripremljenih sa UF-slatkom sirutkom i različitim hidrokolidima

Fig 3: Viscosity of dairy desserts prepared with UF-sweet whey and various hydrocolloids



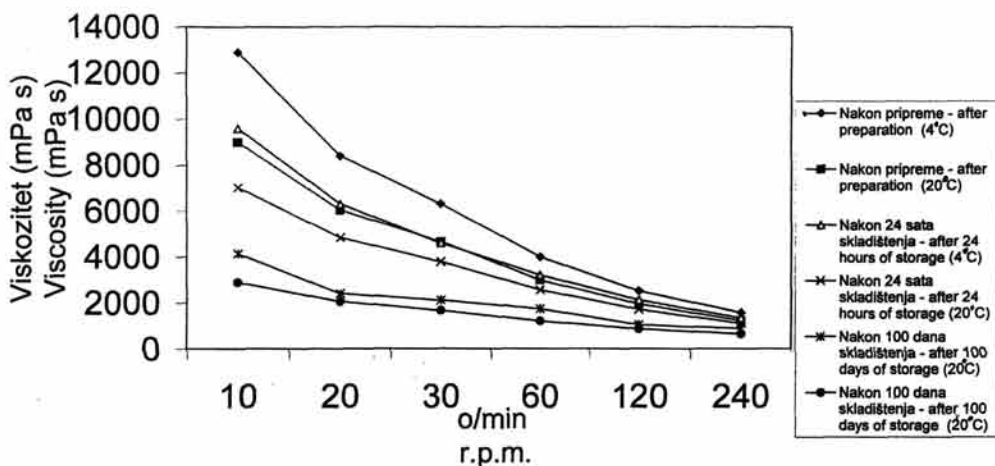
Slika 4: Viskoznost mliječnih deserata pripremljenih sa UF-slatkom sirutkom i različitim hidrokoloidima nakon smrzavanja i skladištenja

Fig 4: Viscosity of dairy desserts prepared with UF-sweet whey and various hydrocolloids after freezing and storage



Slika 5: Viskoznost mliječnih deserata broj 11 pri 4° i 20°C neposredno nakon pripreme te nakon 24 sata i 100 dana skladištenja pri -28°C

Fig 5: Viscosity of dairy desserts No. 11 at 4° and 20°C after preparation, 24 hours and 100 days of storage at -28°C



Viskoznost je mjerena pri različitim temperaturama (+4 i +20 °C) te je uočeno da je viskoznost deserata mjerena kod +4 °C bila od 30 - 35 % veća nego kod +20 °C svih ispitivanih uzoraka. Najveću viskoznost je imala desertna krema pripremljena s hidrokoloidom DIKO i UF-slatkom sirutkom, dok su neznatno manju viskoznost imale desertne kreme 5 i 6 pripremljene s UF-kiselom sirutkom i hidrokoloidima DIKO i HVEP.

Za hidrokoloid HVEP karakteristično je da se u kiseloj sredini pokazao kao vrlo učinkovit, za razliku od desertne kreme 12 pripremljene sa UF-slatkom sirutkom što je razumljivo s obzirom da se hidrokoloid HVEP u mliječnoj industriji najčešće upotrebljava kao stabilizator i ugušćivač pri proizvodnji jogurta.

Sve desertne kreme pripremljene s UF-kiselom sirutkom imale su znatno veću viskoznost od desertnih krema pripremljenih sa UF-slatkom sirutkom. Izuzetak od ovog pravila bila je desertna krema pripremljena s hidrokoloidom DIKO.

Nakon provedenog zamrzavanja i skladištenja došlo je do značajnog pada viskoznosti ispitivanih desertnih krema, pa su vrijednosti viskoznosti desertnih krema 3, 4, 9 i 10 pripremljenih s hidrokoloidima YO-H i YO-L bile nemjerljive.

Najmanje promjene tijekom skladištenja bile su kod desertnih krema pripremljenih s hidrokoloidom DIKO što ukazuje na činjenicu da hidrokoloid DIKO sprečava rekristalizaciju leda koja ima za posljedicu narušavanje strukture mliječnih deserata.

Zaključci

Senzorska ocjena mliječnih deserata pokazala je da je najbolja desertna krema pripremljena sa UF-slatkom ultrafiltriranom sirutkom i hidrokoloidom DIKO.

Nakon provedenog zamrzavanja i skladištenja ocjena senzorskih svojstava desertnih krema bila je značajno niža nego kod svježih pripremljenih krema.

Viskoznost desertnih krema mjerena pri +4 °C bila je 30 - 35 % veća nego mjerena pri +20 °C.

Zapažen je znakovit utjecaj pH- vrijednosti sirutke na viskoznost deserata.

Zamrzavanje desertnih krema pri -28 °C uzrokovalo je znatan pad viskoziteta i to 50 do 60 % nakon 24 sata a oko 75 % nakon 100 dana čuvanja desertnih krema pri temperaturi od -28 °C u odnosu na svježu pripremljenu kremu.

INFLUENCE OF COMPOSITION AND FREEZING PROCESS ON STABILITY OF DAIRY DESSERTS

Summary

In this work the influence of composition as well as freezing and storage temperatures on the stability of dairy desserts, was investigated.

This investigation was carried out on 12 dairy desserts prepared by mixing of acidic or sweet ultrafiltered whey, sugar, flour, egg yolk and several carboxymethylcellulose hydrocoloids.

After preparation the samples were frozen and kept at -28 °C for 100 days.

Significant influence of pH on the viscosity of dairy desserts was found. Viscosity of dairy desserts measured at +4 °C was about 30 -35 % higher than those measured at +20 °C. After freezing and 100 days storage, the viscosity of dairy desserts became quite lower than before freezing.

Electroconductivity of all investigated samples were higher after freezing and cold storage.

Sensoric evaluation has shown that the most acceptable was dessert prepared with sweet ultrafiltered whey and "DIKO" hydrocolloid . After freezing and storage lower scores for all dairy desserts were obtained.

Key words: viscosity, ultrafiltered whey, dairy desserts

Literatura

- Anon. (1990): **Food Technol.**, **44**, 92-97.
- Bahargava, A. (1995): **Int. Dairy J.** **5**, (6), 533-541.
- Blond, G. (1997): **Carbohydrate Researc** **298**, (3), 139-145.
- Cabrera, M. C., Martinez, G., Espinoza, B. Ortega, O., Real, E. (1995): **Alimentaria**, 107.
- Campbell, L.A., Ketelsen, S.M. i Antenucci, R.N. (1994): **Food Technol.**, **48**, 98-105.
- Elling, J.L. i Duncan, S.E. (1996): **J. Food Sci.**, **61**, 375-378.
- Goff, H.D., Davidson, V.J., Cappi, E. (1994); **J. Dairy Sci.** **77**, 2207-2213.
- Hatchwell L.C. (1994): **Food Technol.**, **48**, 98 -101.
- Hegedušić, V., Carić, M., Herceg, Z., Rade, D. (1995): **Mljekarstvo** **45**, 191-203.
- Hegedušić, V., Piližota, V., Šubarić, D. (1994): **Preh. Biotechnol. Rev.** **32.**, 71.
- Hegedušić, V., Herceg, Z., Škreblin, M., Rimac, S. (1997): Proceedings of the IDF Simposium, Texture of fermented milk products and dairy desserts, 203-207.
- Hegedušić, V., Rimac, S., Herceg, Z., Škreblin, M. (1998): **Mljekarstvo** **48**, 87-96.
- King, L. (1996): **Food Tech. Europe** **3** (1), 88-89.
- Miller-Livney, T., Hartel, R.W. (1995): IFT Annual Meeting, 102.
- Morr i Ha (1993): **Food Sci. Nutr.** **33**, 431-476.
- Piližota, V., Šubarić, D., Lovrić, T. (1996): **Preh. Biotechnol. Rev.** **34**, 87-90.
- Rossi, J. (1994): **Ind. Latte**, **30** (4), 29.

- Shank, R. R. i Carson, K.L. (1990): **Food Technol.**, **44**, 88-92.
Specter, S.E. i Setser, C.S. (1994): **J. Dairy Sci.**, **77**, 708 - 717.
Sutton, R.L. Evans, I.D., Crilly, J. (1994): **J. Food Sci.** **59.**, 1227-1233.
Tharp, B.W. i Gottemoller, T.V. (1990): **Food Technol.** **44.**, 86-87.
Vafiadis, D.K. (1997): **Dairy Field** **180**, 37-38.

Adresa autora - Author's addresses:

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

Primjeno - Received: 28. 01. 1999.

Prihvaćeno - Accepted: 31. 03. 1999.