

UTJECAJ NEKIH FAKTORA NA KONZISTENCIJU JOGURTA

Uvod

Među mlječnim proizvodima konzumnih mljekara danas vidno mjesto zauzima jogurt. U Jugoslaviji se prerađuje u jogurt do 10% pasteriziranog mlijeka, što iznosi oko 15 miliona litara godišnje. U god. 1964. proizvelo se u Hrvatskoj 2,990.400 litara, u Sloveniji 1,264.526 litara jogurta.

U nastojanju da se potrošnja ovog kvalitetnog proizvoda u našim gradovima što više i brže proširi, potrebno je raditi u dva pravca: a) na proširenju asortimana ovog proizvoda uvođenjem novih vrsta jogurta kao što su: voćni, vitaminizirani, trajni i dr, b) na poboljšanju kvalitete.

Među svojstva koja znatno utječu na kvalitetu jogurta spada i konzistencija. Tekućine su podvrgnute stalnim promjenama oblika ako su pod nekim pritiskom. Otpor koji pružaju prema deformacijama oblika naziva se i konzistencija.

Ako ovu pojavu želimo praktički razjasniti, možemo kazati da će jogurt s dobrom konzistencijom biti jednoličan, bez grudica i zrnaca, neće odvajati sirutku, bez mjehurića i dr. Kod određivanja konzistencije jogurta važne su komponente viskozitet i čvrstoća proizvoda. Te se komponente mogu odrediti mjerenjem viskoziteta i čvrstoće.

U ovom radu postavili smo si zadatak da odredimo mjerenjem viskoziteta kako na konzistenciju utječu: 1. toplinska obrada mlijeka za jogurt i dodatak CaCl_2 i 2. homogenizacija mlijeka za proizvodnju jogurta.

Faktori koji utječu na konzistenciju jogurta

Među osnovnim faktorima koji utječu na konzistenciju jogurta jesu ovi:
toplinska obrada mlijeka i dodavanje kalcijevog klorida,
homogenizacija mlijeka,
količina mljekarske kulture,
količina mlječnog praha.

Toplinska obrada mlijeka — Kod tehnologije jogurta provodi se toplinska obrada sa svrhom uništavanja štetnih i nepoželjnih mikroorganizama, povećanja suhe tvari u mlijeku i fizikalno-kemijskih promjena mlijeka. Ispitivanja su pokazala, da jogurt dobiven od mlijeka koje je bilo pravilno toplinski obrađeno ima mnogo bolju konzistenciju. U toku toplinske obrade dolazi do flokulacije proteina sirutke te se prilikom stvaranja proteinske strukture gruša uklapaju u nju i povećavaju joj čvrstoću. Vrlo je povoljna obrada na 85 do 98°C uz držanje na toj temperaturi 20 do 30 minuta. Grijanjem iznad 74°C dolazi do denaturacije — laktoglobulina i proteina membrane masnih kapljica, pri čemu se oslobađaju SH-grupe, koje daju mlijeku specifičan okus po kuhanom.

Laktoza ima malo utjecaja na konzistenciju. Soli u mlijeku dolaze u količini od 0,7 do 0,8%. Pod normalnim uvjetima postoji ravnoteža soli u mlijeku, međutim promjenom koncentracije pH, temperature, koncentracije soli dolazi do poremećaja te ravnoteže. Promjena soli u mlijeku može biti rever-

zibilna ili ireverzibilna. Od soli u ovom slučaju najveće značenje ima kalcij. On se nalazi u mlijeku kao $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, te vezan na kazein. Zagrijavanje djeluje na kalcijeve soli, koje djelomično prelaze iz topljivog u netopljivo stanje. Ovaj gubitak kalcijevih soli iz otopine može se nadoknaditi nakon toplinske obrade dodatkom određene količine kalcijevih soli, što se najčešće vrši dodavanjem kalcijevog klorida. Obogaćivanje jogurta kalcijem provodio je Tchilinguirian (1). On predlaže dodavanje kalcijevog glukonata u otopini u količini od 3 g/kg mlijeka. Dobiveni proizvod ima više homogen koagulum, poboljšane prehrambene i organoleptičke kvalitete.

Homogenizacija mlijeka — Homogenizacija se može primijeniti i kod proizvodnje jogurta. Glavne promjene kod homogenizacije mlijeka odvijaju se na masti i bjelančevinama. Masne kapljice se dezintegriraju i red veličine se smanjuje, čime se stabilizira emulzija i sprečava kasnije izdvajanje masnog sloja na površinu. Homogenizacija se provodi obično kod temperature od 45—65°C i pritiska 100—250 atp.

Jogurt iz homogeniziranog mlijeka je gušći, okus mu je puniji, spriječeno je izdvajanje površinskog sloja vrhnja. Time se izbjegava opasnost oksidativnog i hidrolitičkog cijepanja masti djelovanjem svjetla, zraka i mikroorganizama. Kod jogurta iz homogeniziranog mlijeka rjeđe dolazi do odvajanja sirutke, povećava se postojanost proizvoda i zapažen je znatan porast viskoziteta.

Auley i Storgards (2) dobili su homogenizacijom mlijeka na 200—300 atmosfera jogurt najveće gustoće uz najmanje odvajanje sirutke u toku čuvanja. Ispitivanja koja je proveo Puhon (3) pokazuju da se dobiva vrlo stabilan proizvod kombinirajući homogenizaciju uz dodatak obranog mlječnog praha, ili povećanjem kiselosti na pH 4 uz dodatak obranog mlječnog praha.

Količina mljekarske kulture — Djelovanjem bakterija mlječno-kiselog vrenja dolazi do fermentacije mlječnog šećera. Izborom aktivnog soja bakterija mlječno-kiselog vrenja postiže se stvaranje dovoljne količine mlječne kiseline koja uzrokuje koagulaciju bjelančevina i nastajanje grušta.

Doziranje veće količine kulture utječe se na brže stvaranje mlječne kiseline a time i na skraćenje trajanja inkubacije jogurta. Međutim stvaranje mlječne kiseline ograničeno je s dva faktora: količinom laktoze koje ima u mlijeku (prosječno 4,8%) i tolerantnošću bakterija mlječno-kiselog vrenja prema koncentraciji mlječne kiseline. Mlječno-kiseli štapići podnose do nekih 3,5% a streptokoki do nekih 1,2% mlječne kiseline. Ispitivanja o utjecaju vrsta kultura na konzistenciju jogurta proveo je Galesloot (4).

Količina mlječnog praha — Povećanje ukupne količine suhe tvari mlijeka za proizvodnju jogurta postiže se na dva načina: otparivanjem dijela vode i dodavanjem obranog mlječnog praha. Ovaj drugi postupak je jednostavniji i zbog toga se sve češće primjenjuje u tehnologiji jogurta. Zahtijeva se da ishodno mlijeko za proizvodnju jogurta ima 14—16% suhe tvari, i na osnovu toga dodaje se u mlijeko oko 2% obranog mlječnog praha. Povećanje količine dodanog obranog mlječnog praha utječe na dobivanje čvršće konzistencije jogurta i smanjuje otpuštanje sirutke u toku čuvanja.

EKSPERIMENTALNI RAD

Metodika rada

Ispitivanje je obuhvatilo:

I. utjecaj dodavanja ishodnom mlijeku CaCl_2 kod niske trajne (63°×30') i visoke trenutačne (85°C×10'') pasterizacije.

II. utjecaj homogenizacije mlijeka za jogurt. Jogurt je priređen po uobičajenom tehnološkom postupku uz nekoliko varijanata za pojedine pokuse.

Opći postupak — Mlijeko kojem je dodano 2% obranog mlječnog praha pasteurizirano je na $85^{\circ}\text{C} \times 10''$, ohlađeno na 45°C i cijepljeno kulturom *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus*. Zatim je stavljeno da fermentira kod 44°C , i po završetku fermentacije proizvod ohlađen bunarskom vodom i spremljen u hladnjaču.

Varijante općeg postupka: Za pokus I. primijenjene su dvije varijante pasteurizacije: niska trajna i visoka trenutačna i dodavanje CaCl_2 0,02 i 0,04%.

Kalcijev klorid dodavan je mlijeku ohlađenom na 45°C prije dodavanja kulture. Homogenizacija je provedena nakon pasteurizacije mlijeka uz temperaturu 65°C . Korišten je homogenizator 4 PV Gaulin, kapaciteta 850 l/h uz pritisak od 195—200 atp.

U toku eksperimentalnog rada vršena su analitička ispitivanja mlijeka i jogurta, prema metodama opisanim u literaturi (5).

U mlijeku se određivalo: kiselost u $^{\circ}\text{SH}$

% masti po Gerberu

spec. težinu laktodenzimetrom po Quevennu

U jogurtu se određivalo: kiselost u $^{\circ}\text{SH}$

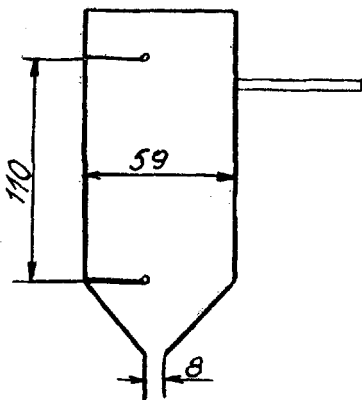
pH vrijednost pH-metrom

spec. težinu laktodenzimetrom uz

prethodno rastvaranje amonijakom

viskozitet po Höppleru

viskozitet po Posthumus-u



Schema viskozimetra po Posthumusu

Za određivanje viskoziteta po Posthumus-u mjerenjem vremena istjecanja 300 ccm jogurta iz cilindra u sekundama — koristio se specijalni cilindar, korisne zapremine 300 ccm, s donjim otvorom promjera 8 mm, unutrašnjim promjerom 59 mm, korisne visine 110 mm (shema 1). Prilikom određivanja viskoziteta donji otvor se zatvori, ulije jogurt u cilindar i mjeri vrijeme istjecanja između dvije oznake. Mjerenje se ponavlja 7—8 puta, te se kod svakog pokusa izračunava srednja vrijednost mjerenja. Pokusi su ponavljani te rezultati u tabelama 1, 2, 3 i 4 daju srednju vrijednost od 2, a u tablici 5 od 3 ponavljanja.

Uzorcima za određivanje viskoziteta su prije ispitivanja na jednaki način promiješani vertikalnom miješalicom 20 puta u vertikalnom smjeru.

Proizvedeni jogurt čuvan je u hladnjači 3 dana kod 5°C, i na sobnoj temperaturi. Uzorci su ispitivani u raznim stadijima zrelosti: 2 sata nakon proizvodnje, nakon 24, 48 i 72 sata čuvanja u hladnjači i 24 sata kod sobne temperature.

Rezultati rada

I. Utjecaj dodavanja ishodnom mlijeku za jogurt CaCl₂ kod visoke i niske pasterezacije

Pasterizacija 85°C×10"

0,02% CaCl₂

Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,029; mast 3,7%
Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,45 h)

Tab. 1a) i b)

starost uzorka h	pH	kiselost °SH	spec. tež.	Höppler cp	Posthumus sek.
2	5,35	24,5	1,0358	180	7,2
24 hlad.	5,27	27,8	1,0368	139	7,05
48 "	5,13	28,2	1,0384	111,5	7,01
72 "	5,03	30	1,0379	111	7,05
24 sobna	5,01	31,2	1,037	165	7,25

Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,029; mast 3,7%
Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,30 h)

2	5,27	23	1,0357	169	7,0
24 hlad.	5,22	26,5	1,0371	145	7,05
48 "	5,10	29,5	1,0368	122	6,9
72 "	5,02	31,5	1,0382	122	6,8
24 sobna	5,0	35,3	1,0375	156	7,1

Pasterizacija 85°C×10"

0,04% CaCl₂

Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,029; mast 3,7%
Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,5 h)

Tab. 2a) i 2b)

starost uzorka h	pH	kiselost °SH	spec. tež.	Höppler cp	Posthumus sek.
2	5,12	28,1	1,0362	231	7,4
24 hlad.	5,05	30,2	1,0364	237,5	8,1
48 "	4,92	31	1,0365	246	8,6
72 "	4,7	32	1,0382	264	9,35
24 sobna	4,62	33,5	1,0379	275,6	9,5

Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,0301; mast 3,8%
Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,65 h)

2	5,07	31,2	1,0364	243	7,8
24 hlad.	4,97	32,4	1,0366	248	8,0
48 "	4,83	33,7	1,0369	256	8,4
72 "	4,6	34,5	1,0378	273	9,5
24 sobna	4,53	35	1,0381	289,5	9,7

Pasterizacija 63°C×30'

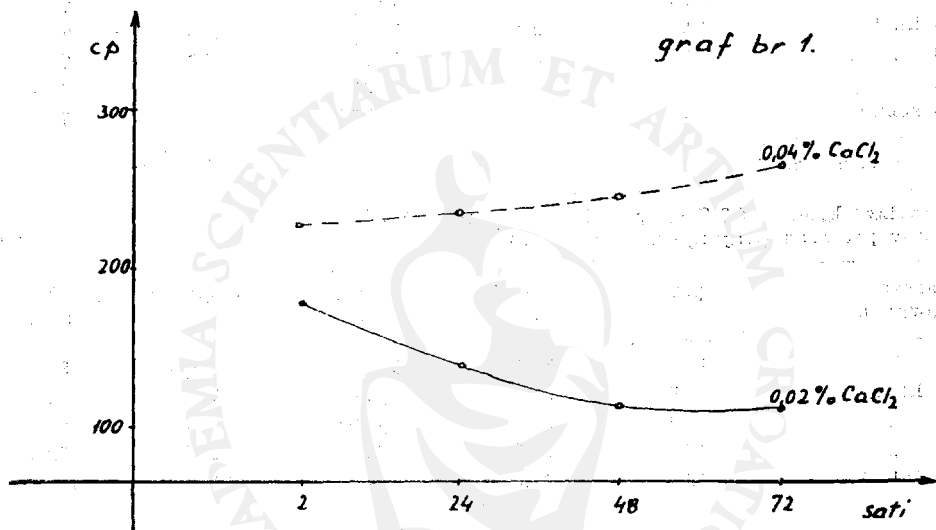
0,02% CaCl₂

Sirovina: kiselost 6,7°SH; spec. tež. 1,0288; mast 3,8%
Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,30 h)

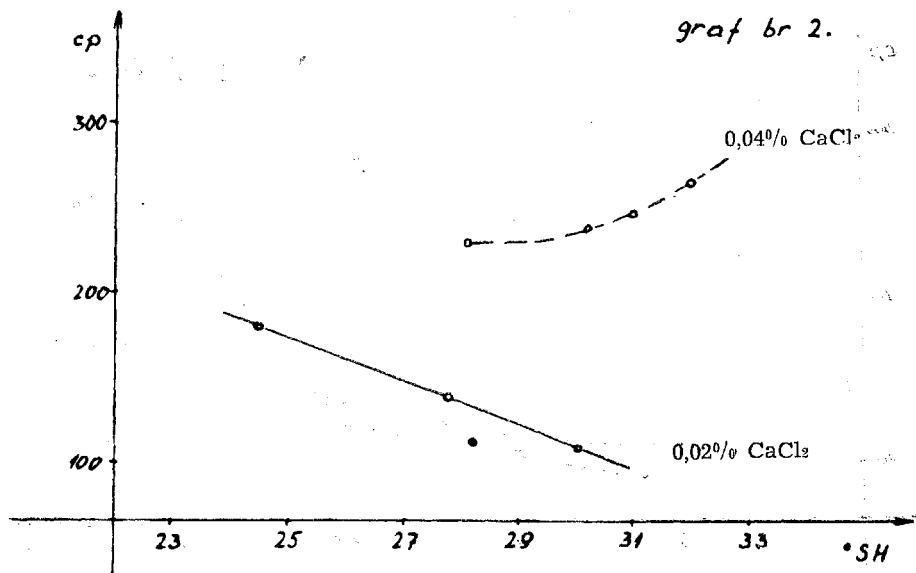
Tab. 3a) i b)

starost uzorka h	pH	kiselost °SH	spec. tež.	Höppler cp	Posthumus sek.
2	5,02	28,6	1,0368	112	6,77
24 hlad.	4,9	31,2	1,0375	112,5	6,8
48 "	4,78	31,8	1,038	135	7,06
72 "	4,76	32	1,0381	168	7,1
24 sobna	4,73	32,5	1,038	220	7,15

Ovisnost viskoziteta o duljini čuvanja uzorka
(pasterizacija $85^{\circ}\text{C} \times 10''$)



Ovisnost viskoziteta o kiselosti
(pasterizacija $85^{\circ}\text{C} \times 10''$)



Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,029; mast 3,8%
 Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,20 h)

2	4,95	31,2	1,0364	124	7
24 hlad.	4,82	32,2	1,0378	128	7,05
48 „	4,73	33,2	1,0382	138,5	7,1
72 „	4,71	33,3	1,038	182	7,15
24 sobna	4,7	33,5	1,0384	234	7,2

Pasterizacija 63°C×30'

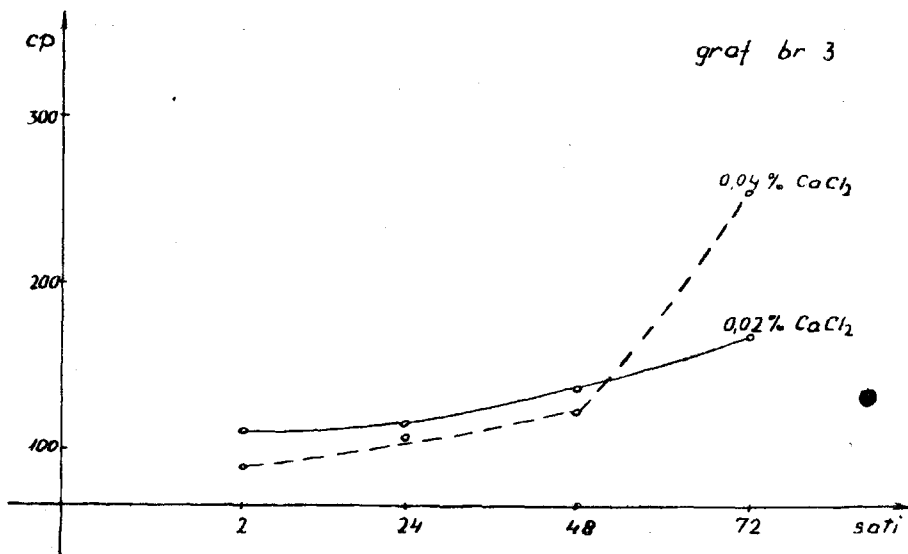
0,04% CaCl₂

Sirovina: kiselost 6,7°SH; spec. tež. 1,029; mast 3,8%
 Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,35 h)

Tab. 4a) i b)

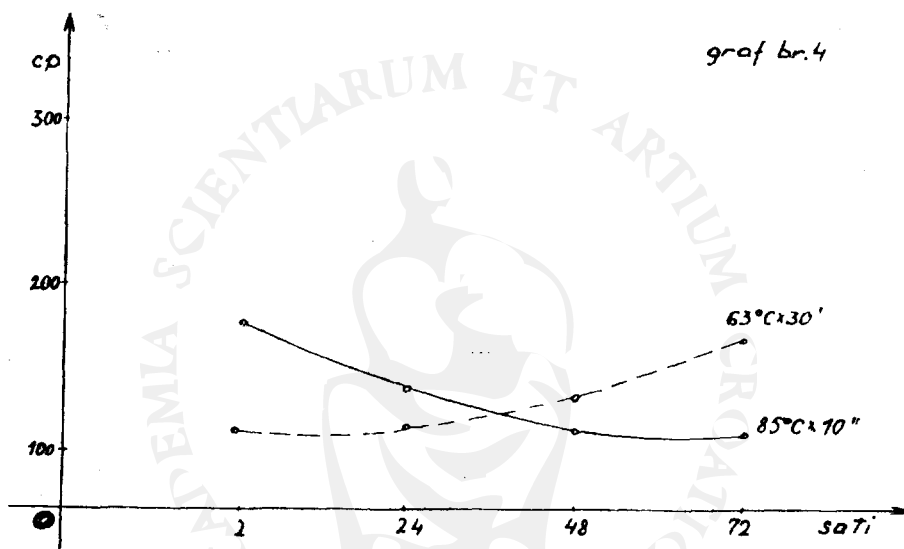
starost uzorka h	pH	kiselost °SH	spec. tež.	Höppler cp	Posthumus sek.
2	4,6	34,2	1,0363	90,8	8,33
24 hlad.	4,58	36	1,0382	107	8,38
48 „	4,48	37,9	1,0393	120,7	8,4
72 „	4,37	38,7	1,0392	255	8,45
24 sobna	4,3	42,6	1,039	293	10,3

Ovisnost viskoziteta o duljini čuvanja uzorka
 (pasterizacija 63°C×30')



Ovisnost viskoziteta o duljini čuvanja uzorka

(dodatak 0,02% CaCl₂)



Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,0289; mast 3,75%

Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,30 h)

Starost uzorka	pH	kiselost °SH	spec. tež.	Höppler cp	Posthumus sek.
2	4,7	32,4	1,0364	112	8,15
24 hlad.	4,64	37,2	1,0378	128	8,3
48 „	4,43	38,1	1,0391	143	8,35
72 „	4,4	38,3	1,0384	248	8,7
24 sobna	4,35	41,3	1,0389	284	9,8

II. Utjecaj homogenizacije mlijeka na svojstva jogurta

Ispitivanja manjeg opsega provedena su da se vidi utjecaj homogenizacije mlijeka na konzistenciju jogurta. Rezultati se vide u tablici 5a).

Utjecaj homogenizacije na svojstva jogurta

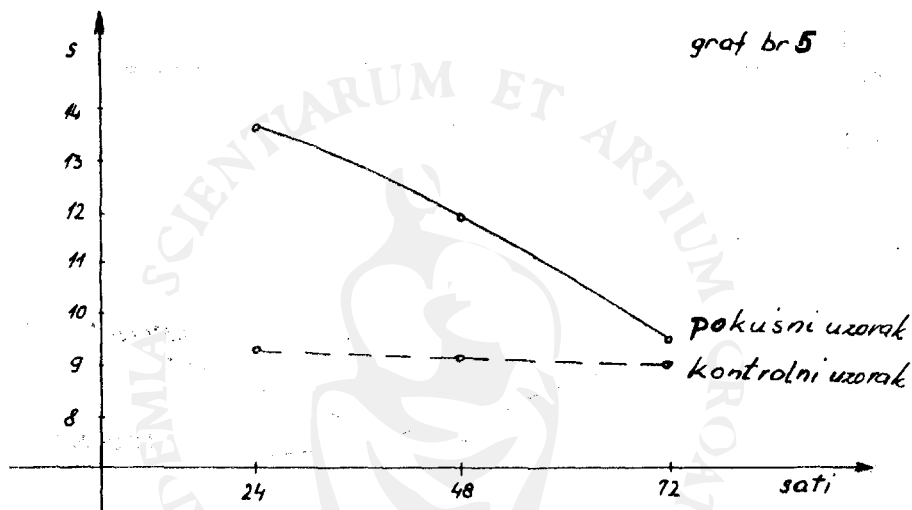
Sirovina: kiselost 6,6°SH; spec. tež. 1,030; mast 3,7%

Gotov proizvod (trajanje zrenja 2,50 h)

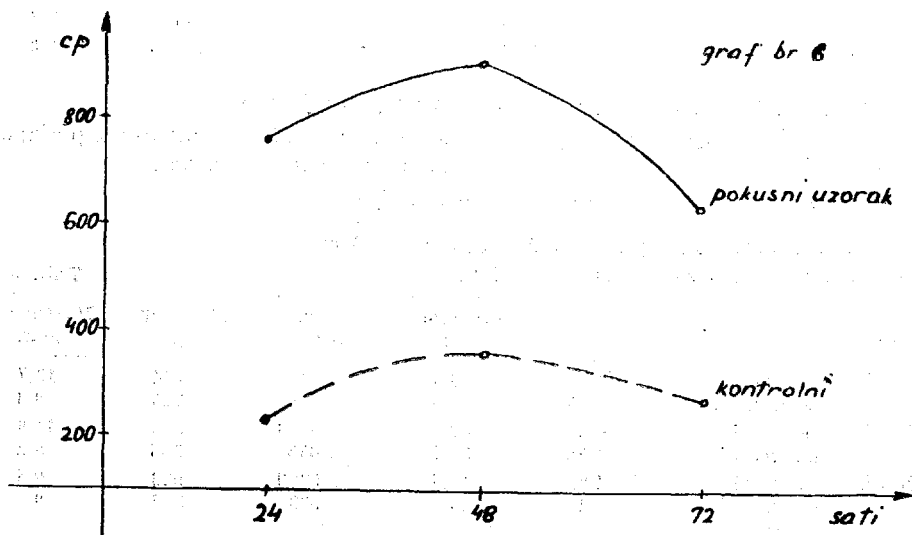
Tab. 5 a)

starost uzorka h	uzorak	pH	kiselost °SH	spec. tež.	Höppler cp	Posthumus sek.
24 hlad.	pokusni	4,4	38,8	1,039	764	13,7
	kontrolni	4,43	35,5	1,038	225	9,3
48 hlad.	pokusni	4,3	42	1,0384	905	11,9
	kontrolni	4,35	39,1	1,035	358	9,2
72 hlad.	pokusni	4,25	42,6	1,0369	623	9,5
	kontrolni	4,2	43	1,033	285	9

Ovisnost viskoziteta (po Posthumusu) o duljini čuvanja uzorka
(homogenizirano mlijeko)



Ovisnost viskoziteta (po Höppleru) o duljini čuvanja uzorka
(homogenizirano mlijeko)



Diskusija

O rezultatima ispitivanja djelovanja kalcija na svojstva jogurta malo se piše u literaturi. Pokus proveden s dodavanjem CaCl_2 kod različite koncentracije i različite temperature toplinske obrade potvrdio je rezultate ispitivanja Tchilinguiriana (1). Ustanovljeno je, da kalcij pozitivno djeluje na povećanje konzistencije jogurta i smanjenje otpuštanja sirutke. U svim slučajevima, osim u jednom (kod pasterizacije $85^\circ\text{C} \times 10'' + 0,02\%$ CaCl_2) viskozitet po Höppleru je rastao proporcionalno s vremenom čuvanja u hladnjači i koncentracijom CaCl_2 . Nije se moglo utvrditi pravilnost u promjeni viskoziteta u vezi s temperaturom pasterizacije.

Radi dobivanja usporednih rezultata koristio se i viskozimetar po Posthumusu, koji radi na principu protjecanja. Ovaj se viskozimetar u mljekarskoj industriji mnogo koristi u Holandiji u svrhu kontrole konzistencije mliječnih napitaka. Viskozitet mjeren po Posthumusu pokazao je također u svim slučajevima osim u jednom (kod pasterizacije $85^\circ\text{C} \times 10'' + 0,02\%$ CaCl_2) konstantan porast u toku čuvanja do 72 sata u hladnjači.

U literaturi nismo našli rezultate sličnih pokusa te ih ne možemo usporediti s našima.

Posebno se treba osvrnuti na prikladnost određivanja konzistencije putem mjerenja viskoziteta. Mnogi stručnjaci kod nas (Vujičić, Joksović, i dr.) koriste za određivanje viskoziteta jogurta Höpplerov viskozimetar. Hoffer (6) iznosi kritičke primjedbe na određivanje konzistencije mjerenjem viskoziteta. Prilikom ispitivanja je našao, da se samo 50% dobivenih rezultata slažu s rezultatima dobivenim subjektivnim određivanjem.

U vezi s tim prigovorima radi se na uvođenju raznih novih tipova aparata, specijalno za određivanje konzistencije napitaka poput jogurta. Konzistometar (franc. patent 1,219840) radi na principu prodiranja pločice određenog promjera u jogurt, uz određeno opterećenje, u određenom vremenskom razdoblju. Konzistometar tte »Fucoma« (1964) radi također na principu prodiranja tijela u jogurt u jedinici vremena, itd. Smatramo da uvođenje ovih novih aparata, koji još nisu našli svestranu primjenu, ne umanjuje vrijednost rezultata dobivenih mjerenjem po Höppleru.

Ispitivanje djelovanja homogenizacije mlijeka na konzistenciju jogurta potvrdilo je u potpunosti mišljenje raznih autora, Puhan (3), Nikolov (7), Ling (8) i dr. Pokazalo se da ovaj postupak više od ostalih, povećava viskozitet po Höppleru i Posthumusu. Ovaj postupak sprečava odvajanje sirutke i moći će vjerojatno doprinijeti poboljšanju kvalitete jogurta u našim mljekarskim pogonima.

Zaključci

1. Kod jogurta proizvedenog od a) pasteriziranog mlijeka $63^\circ \times 30$ min. uz naknadno dodavanje 0,02 i 0,04% CaCl_2 , b) pasteriziranog mlijeka $85^\circ \times 10$ sek. $\times 0,04\%$ CaCl_2 , dolazilo je do porasta viskoziteta u toku čuvanja u hladnjači 72 sata.

2. Kod jogurta proizvedenog od pasteriziranog mlijeka $85^\circ\text{C} \times 10$ sek. uz naknadno dodavanje 0,02% CaCl_2 , zapaža se lagan pad viskoziteta nakon 72 sata čuvanja u hladnjači, od početnih 180 na 111 op, i od 169 na 122 cp.

3. Porast viskoziteta iznosio je u toku čuvanja u hladnjači kroz 72 sata: kod uzoraka

- a) $63^{\circ}\text{C} \times 30' \times 0,02\%$ CaCl_2 do 168 odnosno 182 cp
- b) $63^{\circ}\text{C} \times 30' \times 0,04\%$ CaCl_2 do 255 odnosno 248 cp
- c) $85^{\circ}\text{C} \times 10'' \times 0,04\%$ CaCl_2 do 264 odnosno 273 cp

4. Homogenizacija mlijeka utjecala je znatno na povećanje viskoziteta mlijeka. Viskozitet je iznosio nakon držanja jogurta u hladnjači 24 sata: kod kontrolnih uzoraka 225, kod pokusnih 764 cp; nakon 48 sati: kod kontrolnih 358, kod pokusnih 905 cp; nakon 72 sata: kod kontrolnih 285, kod pokusnih 623 cp.

Jogurt iz homogeniziranog mlijeka imao je čvrstu konzistenciju i nije puštao sirutku, a viskozitet mu je lagano opadao kod držanja 72 sata u hladnjači.

SUMMARY

The influence of some factors affecting consistency of yoghurt were measured by means of viscosity. Yoghurt from pasteurised milk ($63^{\circ} \times 30$ min.) with addition of $0,02\%$ CaCl_2 attained viscosity after 72 hours held in cold store ($+4^{\circ}\text{C}$) 168 resp. 182 cp, with $0,04\%$ CaCl_2 252 resp. 248 cp. Yoghurt from pasteurised milk ($85^{\circ}\text{C} \times 10$ sec.) with $0,04\%$ CaCl_2 attained 264 resp. 273 cp, but with $0,02\%$ CaCl_2 viscosity decreased from initial 180 to 111 cp after 72 hours, resp. from 169 to 122 cp. Homogenisation increased viscosity. After 48 hours in cold store at control samples was 358, at test samples 905 cp; after 72 hours at control samples 285, at test samples 623 cp.

Literatura:

1. Tchilinguirian, V. — Yoghurt enriched with calcium, prema Dairy Sci. Abs, **27** (2), str. 65, (1965)
2. Auley, O. i Storgards, T. — cit. prema Nikolov (7) str. 70
3. Puhán, Z. — Serum separation in yoghurt, cit. prema Dairy Sci. Abs, **26** (10) (1964)
4. Galesloot, Th. E. — Onderzoekingen over de consistentie van yoghurt, Nederlands melk en zuivel tijdschrift, **12**, 130—165, (1958)
5. Pejić O. — Đorđević J. — Mlekarski praktikum, Beograd, (1963)
6. Hoffer, H. — The suitability of objective determination of the consistency of yoghurt, cit. prema Dairy Sci. Abs, **23** (6) (1961)
7. Nikolov, N. M. — Blgarsko kiselo mljako i drugi mlečnokiselni produkti, Sofija, 1962.
8. Ling, E. R. — A textbook of dairy chemistry, London, 1963.

Lujo Dvoržak, Zagreb
Zagrebačka mljekara

ALU-FOLIJA I NJEZIN UTJECAJ NA TRAJNOST TOPLJENOG SIRA

Nije rijetkost da se proizvođačima topljeni sir stavlja na raspolaganje, tj. vraća iz trgovačke mreže. To je vrlo često osjetljivi gubitak za proizvođača, dok potrošač gubi povjerenje te izbjegava trošenje ove vrsti sira.

Tehnologija proizvodnje topljenog sira kod nas je prilično uhodana. Ipak rijetko topljeni sir organoleptički ili po svom kemijskom sastavu zadovoljava.