

**PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU**

Ivanka Baković

**PRAĆENJE STUPNJA SINEREZE TIJEKOM ČUVANJA
FERMENTIRANIH MLIJEČNIH PROIZVODA**

Diplomski rad

Osijek, travanj 2009.

BIBLIOGRAFSKI PODACI

Znanstveno područje: **Biotehničke znanosti**
Znanstveno polje: **Prehrambena tehnologija**
Znanstvena grana: **Inženjerstvo**

Institucija u kojoj je rad izrađen: **PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**
Laboratorij za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda

Nastavni predmet: **Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda**

Mentor: **Dr. sc. Jovica Hardi, red. prof.**

Broj stranica: **36**

Broj slika: **23**

Broj tablica: **8**

Broj literaturnih referenci: **29**

Datum obrane: _____ **2009.**

Sastav povjerenstva za obranu:

- | | |
|-------------------------------------|---------------|
| 1. Dr. sc. Vedran Slačanac, doc. | predsjednik |
| 2. Dr. sc. Jovica Hardi, red. prof. | član – mentor |
| 3. Dr. sc. Tihomir Moslavac, doc. | član |
| 4. Dr. sc. Jurislav Babić, doc. | zamjena člana |

Rad je pohranjen u knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Franje Kuhača 20.

Predlagatelj teme dr. sc. Jovica Hardi, red. prof. imenovan je mentorom izrade diplomskog rada na XVI. sjednici Odbora za diplomske ispite Prehrambeno-tehnološkog fakulteta, održanoj 30. siječnja 2007. godine, temeljem članka 62. Pravilnika o studiranju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

PRAĆENJE STUPNJA SINEREZE TIJEKOM ČUVANJA FERMENTIRANIH MLIJEČNIH PROIZVODA

SAŽETAK

U radu je praćen utjecaj udjela mliječne masti i dodatka obranog mlijeka u prahu u udjelima od 1, 2 i 3%, na stabilnost teksture kravljeg i kozjeg acidofilnog mlijeka. Stabilnost i kakvoća teksture gruša praćena je tijekom 10 dana čuvanja u hladnjaku. Ukupna kakvoća gruša utvrđena je preko: kompaktnosti teksture – pomoću koeficijenta permeabilnosti, čvrstoće teksture – pomoću koeficijenta konzistencije, te stabilnosti teksture – pomoću stupnja sinereze. Rezultati istraživanja pokazali su, da se dodatkom većeg udjela obranog mlijeka u prahu poboljšava tekstura svih uzoraka, te da uzorci s višim udjelima mliječne masti imaju bolju teksturu, u odnosu na uzorke s nižim udjelima mliječne masti. Acidofilno mlijeko proizvedeno od kozjeg mlijeka pokazalo je veću ukupnu kakvoću gruša, od acidofilnog mlijeka proizvedenog od kravljeg mlijeka.

Ključne riječi: kakvoća gruša, tekstura, sinereza, acidofilno mlijeko, čuvanje

OBSERVATION OF SYNERESIS DEGREE DURING STORAGE OF FERMENTED MILK PRODUKTS

Summary

In this work, influence of milk fat content, as well as the influence of skimmed milk powder (SMP) addition (1, 2 and 3% w/v) on textural stability of cow's and goat's acidophilus milk were examined. Stability, as well as overall quality of fermented products during 10 days storage in refrigerator temperature was attended. Overall (total) quality of curds was defined according to values of following parameters: structure (coefficients of permeability were measured), firmness (consistency coefficients were measured) and stability (syneresis volumes were measured). Results shown that addition of SMP improve texture of all analyzed samples. Furthermore, samples with higher contents of milk fat had better texture. Finally, all results show that goat's acidophilus milk had better textural quality than cow's acidophilus milk.

Keywords: curd quality, texture, syneresis, acidophilus milk, storage

SADRŽAJ

Str.

1. UVOD

2. TEORIJSKI DIO

2.1. FERMENTIRANI MLIJEČNI NAPICI	1
2.1.1. Prehrambena i zdravstvena vrijednost fermentiranih mliječnih napitaka	2
2.2. MIKROBIOLOGIJA FERMENTIRANIH MLIJEČNIH NAPITAKA.....	2
2.2.1. Uloga mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline	3
2.2.2. Uloga termofilne kulture bakterija mliječne kiseline	4
2.3. MLIJEČNO KISELA FERMENTACIJA	5
2.4. TEHNOLOGIJA FERMENTIRANIH MLIJEČNIH NAPITAKA	6
2.4.1. Odabir sirovine	6
2.4.2. Standardizacija udjela mliječne masti	6
2.4.3. Standardizacija udjela bezmasne suhe tvari	7
2.4.4. Homogenizacija mlijeka	8
2.4.5. Toplinska obrada mlijeka	8
2.4.6. Inokulacija i fermentacija mlijeka	9
2.4.7. Hlađenje i pakiranje mlijeka	9
2.4.8. Čuvanje proizvoda (skladištenje)	10
2.5. USPOREDBA SVOJSTAVA KRAVLJEG I KOZJEG MLIJEKA	10
2.5.1. Usporedba kemijskog sastava kozjeg i kravljeg mlijeka	11
2.5.2. Usporedba udjela vitamina, mliječne masti i bjelančevina	11
2.5.3. Usporedba udjela laktoze i mineralnih tvari	14
2.6. PRIKAZ MODELA ANALIZE TEKSTURE	15

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK RADA	19
3.2. MATERIJAL I METODE RADA	19
3.2.1. Priprema mlijeka za fermentaciju	19
3.2.2. Određivanje reoloških svojstava	19
3.2.3. Određivanje koeficijenta permeabilnosti	20
3.2.4. Određivanje stupnja sinereze	20

4. REZULTATI

4.1. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta permeabilnosti (a_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka.....	21
4.2. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta konzistencije (b_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka.....	23
4.3. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu stupnja sinereze (c_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka	26
4.4. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na ukupnu kakvoću teksture (Q) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka	28

5. RASPRAVA

5.1. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta permeabilnosti (a_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka	31
5.2. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta konzistencije (b_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka	32
5.3. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu stupnja sinereze (c_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka	33
5.4. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na ukupnu kakvoću teksture (Q) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka	33

6. ZAKLJUČCI 34

7. LITERATURA 35

U V O D

Fermentirani mliječni napitci namirnice su visoke prehrambene vrijednosti. To su proizvodi koji se međusobno razlikuju ovisno o svojstvima uporabljene mikrobne kulture i o primijenjenoj tehnologiji. Krajem pedesetih godina fermentirani proizvodi postaju najznačajniji proizvodi u mljekarskoj industriji zapadne Europe. Brzo se i kontinuirano razvijaju, a veliko značenje dobivaju isticanjem njihove zdravstvene uloge, pa su danas fermentirana mlijeka uvrštena među esencijalne namirnice. Takva popularnost fermentiranih mliječnih proizvoda proizlazi iz njihovog karakterističnog osvježavajućeg okusa, ali i zbog sve više naglašenih terapijskih svojstava.

Danas se u znanstvenim krugovima pridaje sve veći značaj kozjem mlijeku, zbog dokazanih pozitivnih učinaka na ljudski organizam. Kod potrošača je izražen sve veći interes za kozje mlijeko i proizvode od kozjeg mlijeka, poglavito zbog visoke probavljivosti, te izraženih dijetetskih i nutritivnih svojstava. Iako je osnovni sastav kravljeg i kozjeg mlijeka vrlo sličan, kozje mlijeko ima niz prednosti pred kravljim.

Istraživanja u ovom radu bila su usmjerena na proučavanje utjecaja dodatka obranog mlijeka u prahu na stabilnost teksture kravljeg i kozjeg acidofilnog mlijeka. Ukupna kakvoća gruša praćena je tijekom 10 dana čuvanja u hladnjaku, a utvrđivana je pomoću koeficijenta permeabilnosti, koeficijenta konzistencije, te stupnja sinereze.

2.1. FERMENTIRANI MLIJEČNI NAPICI

Veliku skupinu proizvoda pod nazivom fermentirana mlijeka (prema Lukač-Havranek i Samaržija, 1996) čine proizvodi koji se međusobno razlikuju, prema vrsti i/ili vrstama primijenjene mikrobne kulture, te po tehnologiji proizvodnje.

Prema Tamime-u i Marshallu, u svijetu se proizvodi oko 400 različitih (što industrijskih, što tradicionalnih) fermentiranih mliječnih napitaka. Mnogi od tih proizvoda imaju različita lokalna imena, ovisno o zemlji i podneblju iz kojeg potječu, iako su isti ili vrlo slični.

Fermentirana mlijeka najčešće se dijele u tri osnovne kategorije na osnovi mikrobne kulture i tipa fermentacije mlijeka.

Tablica 1 Klasifikacija fermentiranih mliječnih proizvoda (prilagođeno iz Tratnik, 1998)

VRSTA MIKROORGANIZMA KOJI PROVODI FERMENTACIJU (kategorija)	TIPIČNI PREDSTAVNICI
1. Mliječno kisele bakterije	
a) Mezofilne	Lángofil Täetmjolk Ymer Mlaćenica (Buttermilk)
b) Termofilne	Jogurt, Laban, Zabadi Labneh Skyr Bugarska mlaćenica
c) Terapeutske (probiotičke)	Biogarde Bifigurt Acidofilno mlijeko AB-kultura Yakult
2. Mliječno kisele bakterije + kvasci	Kefir Kumis
3. Mliječno kisele bakterije + plijesni	Viili

2.1.1. Prehrambena i zdravstvena vrijednost fermentiranih mliječnih napitaka

Prehrambena vrijednost fermentiranih mliječnih napitaka u prvom redu ovisi o sirovini upotrijebljenoj za proizvodnju, te o promjenama koje nastaju pri obradi i preradbi te sirovine, osobito pri fermentaciji (vrenju). Nastale promjene i stvoreni metaboliti vrenja najviše ovise o sastavu primijenjene mikrobne kulture, koja bitno utječe na novo formirana svojstva proizvedenog fermentiranog mliječnog napitka.

Fermentacijom mlijeka razgrađuje se oko 20% prisutne laktoze, a stvara se i mliječna kiselina, koja snižavanjem pH-vrijednosti inhibira rast nepoželjne mikroflore.

Djelovanjem bakterija mliječne kiseline povećava se udio nekih vitamina (B-kompleks), proteini se djelomično razgrađuju (oko 1%) i tako postaju lakše probavljivi, dok mliječna mast i mineralne tvari ostaju gotovo nepromijenjeni (Tratnik, 1998). Zbog smanjenog udjela laktoze fermentirani su mliječni napitci važni u prehrani ljudi koji ju teško probavljaju (nedostatak β -galaktozidaze).

Fermentirani mliječni napitci se općenito smatraju zdravim i visokovrijednim namirnicama u ljudskoj prehrani. Zbog velike biološke vrijednosti proteina, te visoke probavljivosti, fermentirani mliječni napitci od kozjeg mlijeka preporučaju se u prehrani mlađih i starijih osoba. Premda su svojstveni okus i miris kozjeg mlijeka neprihvatljivi nekim potrošačima, oni tijekom fermentacije djelomično nestaju (Božanić, Tratnik, 2001).

2.2. MIKROBIOLOGIJA FERMENTIRANIH MLIJEČNIH NAPITAKA

Odabrane vrste i sojevi bakterija mliječne kiseline nalaze se u sastavu mikrobnih kultura za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka. Dakle, poznavanje sastava i svojstava mikrobnih kultura te njihov pravilan odabir prijeko su potrebni u provedbi kontroliranog vrenja, koje će osigurati pravilne biokemijske procese i željeni proizvod.

Prema Bergy-ovoj klasifikaciji glavne bakterije koje se mogu naći u mlijeku razvrstane su u porodice: *Pseudomonaceae*, *Achromobacteriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Brevibacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Propionibacteriaceae*, *Bacillaceae* (Tratnik, 1998).

Obično se u literaturi nalazi da su glavni rodovi i vrste bakterija mlijeka slijedeći:

1. *Streptococcus*

Streptokoki su okrugla ili jajolika oblika, manji od 2×10^{-6} m u promjeru, dolaze u lancima, gram pozitivni, fakultativni anaerobi. Od šećera stvaraju mliječnu kiselinu i podnose ju u udjelu u supstratu do 2%. Rastu pri temperaturama od 10 do 45 °C, a ne razvijaju se kod 6,5% ili više NaCl, niti kod pH iznad 9,6. Značajne vrste: *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis subsp. diacetylactis*.

2. *Lactobacillus*

To su dugi i tanki ili kraći okrugli štapići, širine oko 1×10^{-6} , duljine 6 do 7×10^{-6} m. Dolaze pojedinačno, često u lancima, gram pozitivne su, fakultativno anaerobne a neke vrste su pravi anaerobi. Homofermentativne su i proizvode većinom mliječnu kiselinu, a ostale produkte fermentacije u tragovima. Razvijaju se na temperaturi od 50 do 53 °C, optimalno kod 30 do 40 °C. Značajne vrste: *Lactobacillus cavcasicus*, *L. lactis*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. bifidus*, *L. bulgaricus*, *L. thermophilus*, *L. casei*, *L. lichmannii*.

3. *Leuconostoc*. Značajne vrste su *Leuconostoc dextranicum* i *L. cremoris*.

4. *Pediococcus*. Značajna vrsta je *Pediococcus acidilactici*.

U proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka mikrobne kulture mogu se koristiti kao:

- a) pojedinačne monokulture (sadrže samo jednu vrstu bakterija),
- b) mješovite kulture (sadrže nekoliko vrsta bakterija ili drugih vrsta mikroorganizama).

2.2.1. Uloga mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline

Mezofilne kulture bakterija mliječne kiseline za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka sastavljene su od homofermentativnih vrsta bakterija *Lactococcus*, te heterofermentativnih bakterija vrste *Leuconostoc*.

Mezofilne bakterije mliječne kiseline utječu na konzistenciju fermentiranih napitaka, na okus, miris i svojstvenu aromu, koji nastaju pri procesu fermentacije laktoze i limunske kiseline.

Trajanje fermentacije djelovanjem mezofilnih bakterija mliječne kiseline ovisi o temperaturi inkubacije, ali i o aktivnosti i udjelu uporabljene sirovine (Tratnik, 1998).

Tablica 2 Osobine i uloga mezofilnih bakterija mliječne kiseline (Tratnik, 1998)

Mezofilne bakterije	Optimalni rast (°C)	Tip vrenja	Mliječna kiselina (%)	Potiče tvorbu
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	oko 30	Homofermentativni	L(+) 0,5 do 0,8	kiselina (+ sluzave tvari)
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	25 do 30	Homofermentativni	L(+) 0,5 do 0,8	kiselina (+ sluzave tvari)
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	oko 30	Homofermentativni	L(+) 0,3 do 0,6	kiselina + tvari arome, CO ₂
<i>Leuconostoc</i> spp.	20 do 25	Homofermentativni	D(-) 0,1 do 0,2	tvari arome, CO ₂

2.2.2. Uloga termofilne kulture bakterija mliječne kiseline

Termofilne kulture bakterija mliječne kiseline, obično su sastavljene od sojeva homofermentativnih bakterija *Lactobacillus* i *Streptococcus*. Upotrebljavaju se i kao monokulture, ali najčešće kao mješovite kulture, uglavnom u proizvodnji jogurta i sličnih tipova fermentiranih mliječnih napitaka. Klasična, najstarija mljekarska kultura – „jogurtna kultura“, sastoji se od bakterija *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, u omjeru 1:1. U zajedničkom rastu tih bakterija razvoj kiseline u mlijeku puno je brži i veći, nego djelovanjem svake bakterije kao monokulture.

Pojedinačni sojevi bakterija jogurtne kulture rastu pri različitim optimalnim temperaturama, ali se za zajednički rast u mlijeku (simbioza) preporuča temperatura od 42 °C, mješovita kultura obiju vrsta bakterija u omjeru 1:1, te udio inokuluma oko 2,0%. Gotovi jogurt tada sadržava oko 0,9 do 0,95% mliječne kiseline (Tratnik, 1998).

Tablica 3 Osobine i uloga termofilnih bakterija mliječne kiseline (Tratnik, 1998)

Termofilne bakterije	Optimalni Rast (°C)	Tip fermentacije	Mliječna kisel. udio (%)	Potiče pretvorbu
<i>Streptococcus thermophilus</i>	40 do 50	Homofermentativni	0,6 do 1,0	Laktat (L+) (Tvari arome)
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	40 do 50	Heterofermentativni	1,5 do 2,0	Laktat (D-) (Tvari arome)

Rast jogurtne kulture mogu stimulirati denaturirani proteini sirutke, hidrolizirani kazein, peptidi, purini, oksaloctena kiselina, ortofosfati i dr.

Prema Miletić (1994), kada bakterije rastu u simbiozi stimuliraju jedna drugu pri rastu. Tako *L. bulgaricus* stimulira rast *S. thermophilus* preko nekih aminokiselina koje proizvodi tijekom svog rasta, a *S. thermophilus* proizvodi dostatnu količinu CO₂ i mravlje kiseline što stimuliraju rast *L. bulgaricus*.

Zbog toga se njihov omjer tijekom fermentacije mijenja, pa nakon fermentacije udio mliječne kiseline ovisi o brojčanom omjeru *S. thermophilus* i *L. bulgaricus*, tada prisutnih u jogurtu, jer proizvode različite udjele kiseline (**Tablica 3**). Da bi proizvod bio konstantno dobre i ujednačene kakvoće, neophodna je kontinuirana analiza rasta i razmnožavanja, te metaboličke aktivnosti mikroorganizama. To je vrlo važno ukoliko se radi o mješovitoj starter kulturi.

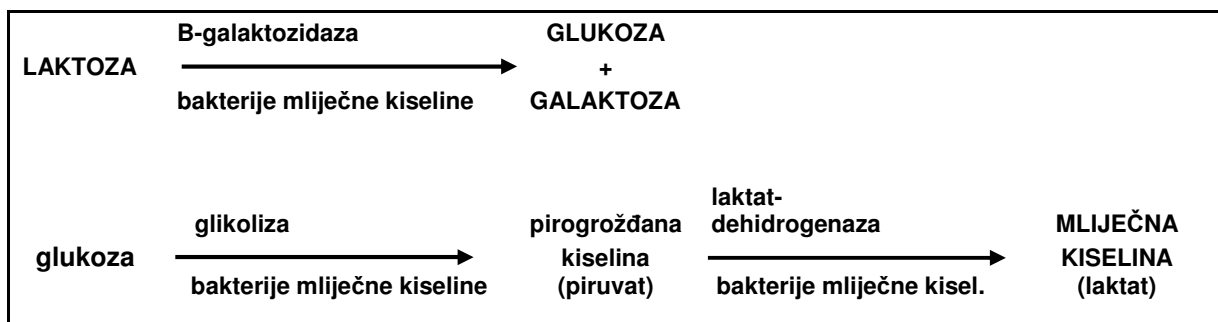
Neki mikroorganizmi mogu biti više ili manje osjetljivi na druge mikroorganizme u mješovitoj kulturi, ali i na produkte njihovog metabolizma tijekom fermentacije. Stoga se uvjeti fermentacije i odabir kultura startera podešavaju ciljano, za postizanje željenih svojstava fermentiranih proizvoda.

2.3. MLIJEČNO KISELA FERMENTACIJA

Fermentacija (vrenje) definira se (prema Božanić i sur., 2001) kao proces koji dovodi do biokemijskih promjena organskih tvari, djelovanjem enzima mikroorganizama (oksidoredukcijske reakcije), najčešće bez prisutnost kisika, uz oslobađanje energije. Najznačajnija biokemijska reakcija za procese u tehnologiji mlijeka, je reakcija fermentacije laktoze. Proces fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu je vrlo složen i odvija se postepenom razgradnjom uz stvaranje brojnih međuproizvoda i energije.

Bakterije mliječne kiseline ne mogu koristiti laktozu izravno, već je pomoću enzima laktoza-permeaze prevode u svoju stanicu. Laktozu u samoj stanici cijepaju na glukozu i galaktozu, uz pomoć enzima β -galaktozidaze (laktaze). Glukoza se dalje postupno razgrađuje putem glikolize ili Embden-Meyerhof Parnasovim putem. Na putu glikolize specifični enzimi bakterija mliječne kiseline provode fermentaciju glukoze preko brojnih međuproizvoda do pirogroždane kiseline.

Redukcijom pirogroždane kiseline (piruvata) djelovanjem specifičnog enzima laktat-dehidrogenaze, nastaje mliječna kiselina (laktat). Ovaj složeni put fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu naziva se homofermentativni put, a provodi se pod utjecajem homofermentativnih bakterija mliječne kiseline (**Tablice 2, 3**).



Slika 1 Homofermentativni put razgradnje laktoze (prilagođeno prema Tratnik, 1998)

Homofermentativne mliječno kisele bakterije proizvode uglavnom mliječnu kiselinu (oko 90%), uz vrlo male udjele drugih spojeva poput diacetila, acetoina, acetaldehida, etanola, maslačne, propionske, octene i mravlje kiseline. Tijekom mliječno kisele fermentacije nastaje optički aktivni L(+) ili D(-) izomerni oblik mliječne kiseline ili DL-mješavina tih dvaju oblika (recemat).

Mliječna kiselina daje fermentiranim mliječnim proizvodima osvježavajuće-kiseli okus, uvjetuje kiselu reakciju sredine i sprječava rast acidofobnih mikroorganizama. Osim toga, djelovanjem kiseline (utjecajem bakterija mliječne kiseline) nastaju fizikalno-kemijske promjene micela kazeina, koje dovode do koagulacije mlijeka (Tratnik, 1998).

2.4. TEHNOLOGIJA FERMENTIRANIH MLIJEČNIH NAPITAKA

Glavne faze tehnološkog procesa proizvodnje fermentiranih mliječnih napitaka gotovo su iste za sve proizvode, a različiti su udijeli suhe tvari i/ili mliječne masti uporabljene sirovine, a značajno se mogu razlikovati uvjeti fermentacije (temperatura i trajanje).

2.4.1. Odabir sirovine

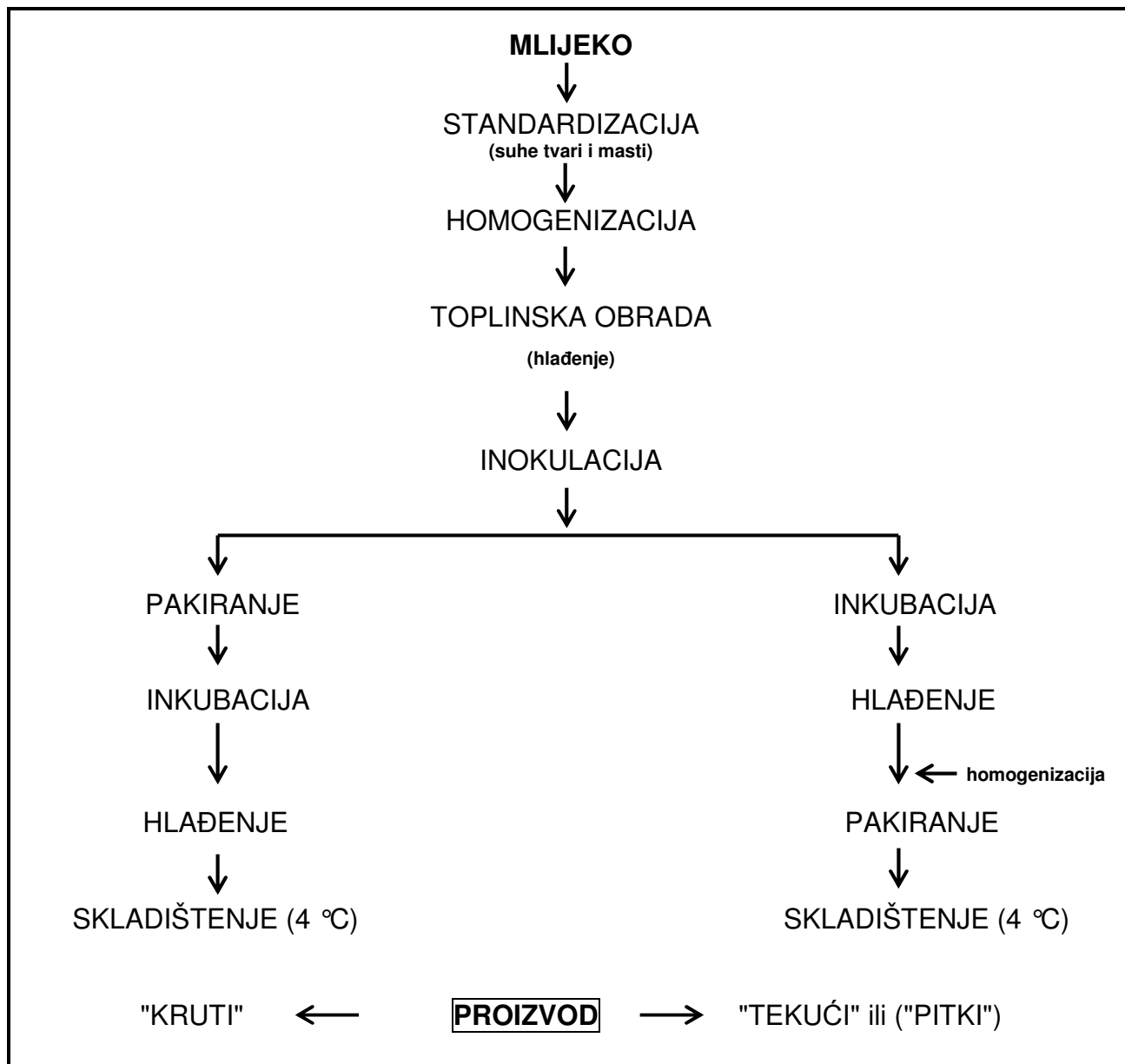
U proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka treba odabrati mlijeko najbolje mikrobiološke kakvoće. Mlijeko treba sadržavati najmanje 8,5% suhe tvari bez masti, a kiselost mlijeka ne smije biti viša od 7,5 °SH ili niža od pH = 6,5.

2.4.2. Standardizacija udjela mliječne masti

Prilagođavanje udjela mliječne masti u praksi se provodi na više načina:

- obiranjem mlijeka u separatorima (direktno na stanici za pasterizaciju)
- miješanjem obranog i punomasnog mlijeka (indirektno, na liniji pripreme)
- miješanjem mlijeka s vrhnjem odabranog udjela mliječne masti.

Omjeri miješanja, za postizanje željenog udjela mliječne masti mlijeka, mogu se izračunati Hertz ili Reis Bush-ovom formulom, kao i Pearson-ovim kvadratom (pravilo zvijezde) (Tratnik, 1998; Božanić i sur., 2001).



Slika 2 *Proizvodnja krutih i tekućih fermentiranih proizvoda (prema Tratnik, 1998.)*

2.4.3. Standardizacija udjela bezmasne suhe tvari

Osnovna zadaća standardizacije bezmasne suhe tvari je prema Božanić i sur. (2001) poboljšanje teksturalnih svojstava fermentiranih mliječnih napitaka, ali i povećanje nutritivne vrijednosti proizvoda (povećanje udjela proteina). Da bi se postigla željena konzistencija proizvoda, iznimno je važno utvrditi optimalni udio suhe tvari, te udio proteina u suhoj tvari.

Udio bezmasne suhe tvari prema Božanić i sur. (2001) može se u proizvodu povećati na više načina:

- koncentriranjem procesima reverzne osmoze ili ultrafiltracije (RO i UF)
 - dodatkom ultrafiltriranog obranog mlijeka (ili praha)
 - dodatkom ultrafiltrirane sirutke (ili sirutke u prahu)
 - dodatkom obranog mlijeka u prahu
 - evaporiranjem mlijeka u vakuumu.

Bitno je istaknuti da se povećanjem udjela suhe tvari mlijeka mijenja i puferski kapacitet, što djeluje povoljno na ubrzani rast i razmnožavanje pojedinih mliječno kiselih bakterija poput *Lactobacillus acidophilus* i *Streptococcus thermophilus* (Kršev, 1989).

2.4.4. Homogenizacija mlijeka

Pod homogenizacijom se podrazumijeva propuštanje mlijeka kroz sapnice malog promjera pod tlakom od 15 do 18 MPa (150 do 180 at), pri temperaturi od 60 do 70 °C. Homogenizacijom se usitnjavaju kapljice mliječne masti i smanjuju na promjer do 2 µ. Istovremeno se postiže ujednačena raspodjela masnih kapljica po mliječnoj masti, čime se stabilizira emulzija i sprječava njihovo uzdizanje na površinu proizvoda.

Osim tog glavnog cilja homogenizacijom se dodatno postiže:

- povećanje viskoznosti i poboljšanje konzistencije fermentiranog proizvoda
- poboljšanje teksture gruš (glatka, bez pojave grudica) uz smanjeno izdvajanje sirutke na površini proizvoda (slabija sinereza)
- puniji okus proizvoda
- poboljšanje probavljivosti proizvoda (Božanić i sur., 2001).

2.4.5. Toplinska obrada mlijeka

Svrha toplinske obrade mlijeka je uništenje patogenih i što većeg broja prisutnih ostalih mikroorganizama. Smanjenjem ukupnog broja mikroorganizama u sirovom mlijeku na najnižu moguću razinu, stvaraju se povoljni uvjeti za rast i razvoj starter kultura. Danas se za toplinsku obradu mlijeka najčešće koriste «UHT» metode. To podrazumijeva zagrijavanje mlijeka tijekom 2 do 3 sekunde, na temperaturi od 140 do 160 °C. Ovako minimalno procesuirano mlijeko sterilno je, te ima dugu trajnost uz maksimalno očuvanu kakvoću i prehrambenu vrijednost (Kaić-Rak i sur., 1996).

2.4.6. Inokulacija i fermentacija mlijeka

Toplinski obrađeno mlijeko se hladi do temperature inkubacije, koja ovisi o primijenjenoj starter kulturi. Nakon toga mlijeko se inokulira i zagrijava (termostatira) kroz određeno vrijeme na temperaturi inkubacije. Trajanje inkubacije ovisit će najviše o vrsti kulture, o temperaturi, udjelu inokuluma, te aktivnosti starter kulture. Ukoliko se proizvodi tekući fermentirani mliječni napitak, fermentacija se provodi u tankovima, a ako se želi proizvesti fermentirani mliječni napitak krute konzistencije, fermentacija se provodi u ambalaži (čašicama), u posebnim komorama za fermentaciju (Božanić i sur., 2001).

Razlika između krutih i tekućih fermentiranih mliječnih napitaka prema Božanić i Tratnik (2001) je u reološkim svojstvima koagulumu. Kod krutih fermentiranih mliječnih napitaka koagulum čini kontinuiranu polu krutu masu, dok se kod tekućih gruša nastao u fermentoru razbija na kraju fermentacije, prije hlađenja ili pakiranja, te se dobiva stabilan tekući proizvod.

2.4.7. Hlađenje i pakiranje proizvoda

Biokemijski gledano, hlađenje je metoda za prekid metaboličke aktivnosti starter kultura i njihovih enzima. Hlađenje fermentiranih mliječnih proizvoda provodi se vrlo pažljivo. Prenaglo hlađenje može dovesti do pojačane sinereze (izdvajanje tekuće faze). Ispravno hlađenje fermentiranih mliječnih napitaka u pogledu senzorskih svojstava treba se odvijati u četiri faze:

1. faza: 42 do 30 °C
2. faza: do 20 °C
3. faza: do 14,5 °C
4. faza: 2 do 4 °C (Božanić i sur., 2001).

Međutim, navedeni način hlađenja je teško izvodljiv u industrijskim uvjetima iako daje proizvode izvrsne i stabilne konzistencije.

U industriji se hlađenje provodi najčešće u dvije faze:

1. faza: od 15 do 20 °C
2. faza: ispod 5 °C .

Ohlađeni proizvodi pakiraju se u ambalažu i prebacuju u rashladne komore na temperaturu skladištenja.

2.4.8. Čuvanje proizvoda (skladištenje)

Za čuvanje fermentiranih mliječnih napitaka treba osigurati niže temperature (od 4 do 8 °C) kao što su u hladnjaku, da bi se postigla minimalna trajnost proizvoda od 8 do 10 dana. Tijekom čuvanja fermentiranih mliječnih napitaka dolazi do naknadnog zakiseljavanja proizvoda. To ovisi o pH-vrijednosti jogurta nakon završene proizvodnje, uvjetima čuvanja i brojčanom omjeru bakterija jogurtne kulture (Božanić i sur., 2001). Za mnoge fermentirane mliječne proizvode, osim što se označava krajnji rok trajnosti na preporučenim temperaturama, navodi se i rok ili interval u kojem je najbolje konzumirati proizvod, jer je on tada optimalne zrelosti i konzistencije, te najpovoljnijih senzorskih svojstava.

2.5. USPOREDBA SVOJSTAVA KRAVLJEG I KOZJEG MLIJEKA

S nutritivnog gledišta mlijeko je najkompletnija i najizbalansiranija prehrambena namirnica (Božanić i sur., 2002). Pod pojmom mlijeko podrazumijeva se kravlje mlijeko, dok se ostale vrste mlijeka moraju istaknuti oznakom: kozje, ovčje, bivoličino, kobilje, devino. U prehrani se sve više ističu prednosti kozjeg mlijeka, kako kod osoba alergičnih na proteine kravljeg mlijeka, tako i zbog njegove bolje probavljivosti u odnosu na kravlje mlijeko. Povećana probavljivost kozjeg mlijeka posljedica je veće dodirne površine masnih kapljica, čime je omogućen bolji kontakt s enzimima probavnog trakta.

Sve se češće navode istražena terapijska svojstva kozjeg mlijeka raznih proizvoda od kozjeg mlijeka (Tratnik, 1998). Kozje mlijeko se pokazalo kao dobra preventivna obrana ljudskog organizma od raka, a potvrđen je i koristan učinak u liječenju čira na želucu i raznih crijevnih tegoba. Preporuča se konzumacija kozjeg mlijeka i osobama oboljelim od različitih alergijskih bolesti. Visok udio lako probavljivih tvari čini kozje mlijeko naročito pogodnim za jačanje rekonvalescenta i slabokrvnih osoba, za jačanje organizma bolesnika s različitim plućnim oboljenjima.

Upotrebljava se i kao tradicionalni narodni nadomjestak za ženino mlijeko, uz dodatak vrlo malo šećera. Kozje mlijeko je lako probavljivo i vrlo tečno, ima izvrsna dijetetska svojstva, te je izrazito hranjivo. Slično je kravljem, ali ima viši udio masti, a masnoća je raspoređena u masnim kapljicama, koje su puno sitnije nego u kravljem mlijeku, te su podjednako raspoređene u čitavom mlijeku. Fermenti probavnog sustava brže i potpunije ih razgrađuju nego masne tvari kravljeg mlijeka. Kozje mlijeko je bogato mineralnim tvarima, te se često koristi u prehrani djece i sprječavanju rahitisa. Kozje mlijeko je siromašno karotenom i stoga je izrazito bijele boje, kao i svi proizvodi od kozjeg mlijeka.

2.5.1. Usporedba kemijskog sastava kozjeg i kravljeg mlijeka

Osnovni sastav kozjeg i kravljeg mlijeka je vrlo sličan. Kemijski sastav kozjeg mlijeka značajno varira u ovisnosti o pasmini, načinu uzgoja i hranidbe, sezoni, stadiju laktacije, vrsti mužnje (ručna, strojna), zdravstvenom stanju životinje, te o starosti, tjelesnoj masi, kretanju i sl. (Feldhofer i sur., 1994).

Iako kozje i kravlje mlijeko imaju sličnu energetska vrijednost, kozje mlijeko ima značajno veću biološku vrijednost. Minerali i elementi u tragovima su potrebni i za izgradnju tijela, a osobito su značajni u prehrani djece, što u većoj mjeri osigurava kozje mlijeko, uz bogatiji vitaminski sastav, što je vidljivo iz **Tablice 5**.

Tablica 4 Sastav i svojstva kozjeg i kravljeg mlijeka (prema Božanić i sur., 2002)

SASTOJAK / SVOJSTVO	KOZJE MLJEKO	KRAVLJE MLJEKO
Voda (%)	88,70	87,40
Suha tvar (%)	11,94	12,89
Mliječna mast (%)	3,60	4,10
Proteini (%)	3,10	3,38
Laktoza (%)	4,60	4,60
Mineralne tvari (%)	0,77	0,79
Gustoća (g/L)	1030,10	1029,40
pH-vrijednost	6,72	6,68
Titracijska kiselost (°SH)	6,80	6,70
Slobodne masne kiseline (mg/L)	8,10	7,50
Energet. vrijednost (kJ/100 mL)	293,10	288,90
Kolesterol (mg/100g)	10,00	13,00

2.5.2. Usporedba udjela vitamina, mliječne masti i bjelančevina

Promatrajući spektar ukupno prisutnih vitamina, može se ustvrditi da je kozje mlijeko bogatije vitaminima od kravljeg, ali je kao i kod kravljeg evidentan manji nedostatak nekih vitamina, od idealnih potreba ljudskog organizma. Jedno od svojstava kozjeg mlijeka je da ono ne sadrži karoten, jer se u mliječnoj žlijezdi koza prevodi u vitamin A, što ima za posljedicu veći udio vitamina A u odnosu na kravlje mlijeko.

Obzirom na tu činjenicu, kozje mlijeko i mliječni proizvodi imaju ujednačenu bijelu boju tijekom cijele godine, neovisno o zelenoj krmu. Od ostalih vitamina u kozjem mlijeku, udio vitamina D i vitamin E je nešto manji, dok udio širokog spektra vitamina B-kompleksa veći nego u kravljem mlijeku, kao i udio vitamina C. Kozje mlijeko također ima veći udio nikotinske kiseline, holina i inozitola, te tiamina. U odnosu na kravlje mlijeko,

kozje mlijeko ima manjak piridoksina i folne kiseline (Božanić i sur., 2002, Mioč i Pavić, 2002).

Tablica 5 Udjeli vitamina u kozjem i kravljem mlijeku (prema Mioč i Pavić, 2002)

VITAMIN	KOZJE MLJEKO	KRAVLJE MLJEKO
Vitamin A ***	2074	1560
Vitamin D (kalciferol)	23,70	22,00
Vitamin B1 (tiamin)	0,40	0,44
Vitamin B2 (riboflavin)	1,84	1,75
Nikotinska kiselina	1,87	0,94
Vitamin B6 (piridoksin)	0,07	0,64
Pantotenska kiselina	3,44	3,46
Biotin (vitamin H)	0,039	0,031
Folna kiselina	0,024	0,028
Vitamin B12 (kobalamin)	0,0060	0,0043
Askorbinska kiselina	15,0	21,1
Holin	150	121
Inozitol	210	110

(*** = Vitamin A u I.J., ostali u mg/L)

Mliječna mast utječe na ugodan okus mlijeka, te na aromu, konzistenciju i teksturu mliječnih proizvoda. Prema Božanić i sur. (2002), udio mliječne masti je najvarijabilniji sastojak kozjeg mlijeka (čak 2 do 8%) . Mast kozjeg mlijeka uglavnom čine trigliceridi zasićenih i nezasićenih masnih kiselina (96 do 99%), dok ostatak otpada na fosfolipide, mono- i digliceride, slobodne masne kiseline i sterole, kao što navodi Miletić, 1994.

Kratki lanci masnih kiselina daju mliječnoj masti izvanrednu probavljivost, brzu oksidaciju, a mliječna mast, osim energijom, opskrbljuje organizam esencijalnim masnim kiselinama i u masti topljivim vitaminima (A, D, E, K). Kozje i kravlje mlijeko se značajno razlikuju u strukturi, zasićenosti i duljini kiselinskih lanaca, te distribuciji globula mliječne masti, što ima za posljedicu veliki nutritivni i zdravstveni značaj, kao što navodi još 1994. godine Miletić, te Slačanac (2000). To ima za posljedicu bolji kontakt s enzimima, brži prolaz kroz probavni trakt, ali s tehnološkog aspekta, otežano obiranje masti u separatorima tijekom tehnološkog procesa prerade kozjeg mlijeka.

Kozje mlijeko stoga ima sposobnost veće apsorpcije stranih mirisa uslijed veće dodirne površine. Mliječna mast koza ima veći udio nižih masnih kiselina (20%), od mliječne masti krava (12%). Kao što navodi Miletić (1994), osobito je izražena razlika u udjelu kapronske kiseline, koja kozjem mlijeku daje specifičan miris po koži životinje.

Proteini kataliziraju važne reakcije u ljudskom organizmu, vežu mineralne tvari i vitamine, te stabiliziraju okus mlijeka i mliječnih proizvoda. Iako je udio ukupnih i esencijalnih aminokiselina podjednak u oba mlijeka, veća je probavljivost proteina kozjeg mlijeka i učinkovitija je apsorpcija aminokiselina. Od slobodnih aminokiselina kozje mlijeko najviše sadrži taurina, koji je osobito važan u prehrani male djece, jer sudjeluje u rastu i razvoju mozga (Božanić i sur., 2002).

U usporedbi s kravljim mlijekom kozje mlijeko ima manji udio kazeina s manjim promjerom micela i manjim udjelom ukupnih bjelančevina, ali veći je udio proteina sirutke, visokovrijednih aminokiselina i udio neproteinskog dušika (9%) od kravljeg mlijeka. Koagulum je mekši i lomljiviji od koaguluma kravljeg mlijeka. Manja čvrstoća gruš kozjeg mlijeka je i razlog njegove veće probavljivosti u odnosu na gruš kravljeg mlijeka.

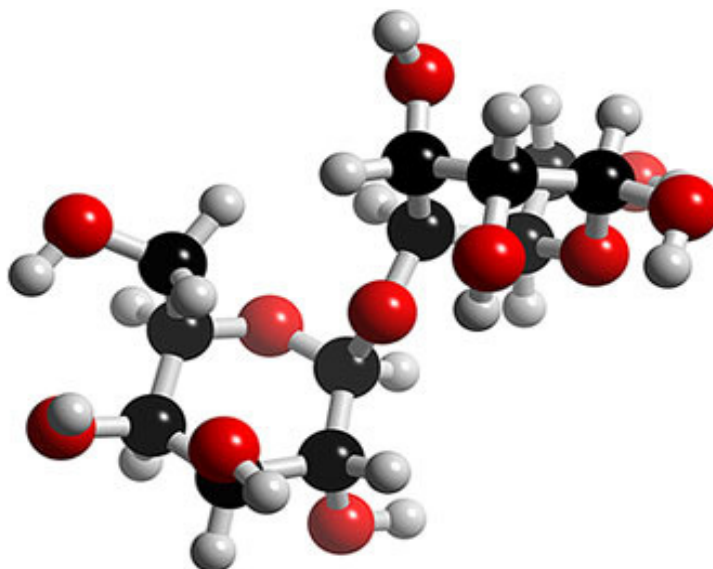
Dodatkom jake kiseline izravno u kozje mlijeko nastaju nježne pahuljice, puno brže u odnosu na kravlje mlijeko koje sporije stvara veće nakupine. Sličan proces se odvija u želucu tijekom probave, što dokazuje bolju probavljivost kozjeg mlijeka u odnosu na kravlje. Najznačajnije bjelančevine kozjeg mlijeka su: α -, β - i κ -kazein, α -laktoalbumin i β -laktoglobulin. Proteini sirutke (β -laktoglobulin, α -laktoalbumin, serum-albumini, proteoze - peptoni), za razliku od kazeina, su otporni na utjecaj kiseline i enzima, ali su termolabilni, te koaguliraju pod utjecajem topline (Ferdhofer i sur., 1994., Miletić, 1994., Slačanac, 2000).

Tablica 6 Sastav bjelančevina kozjeg i kravljeg mlijeka (preuzeto i prilagođeno prema Feldhofer i sur., 1994)

PROTEIN	KOZJE MLJEKO udio (%)	KRAVLJE MLJEKO udio (%)
ukupni kazein	2,40 do 3,80	2,28 do 3,27
α -kazein	0,34 do 1,12	0,99 do 1,56
β -kazein	1,15 do 2,12	0,61 do 1,41
κ -kazein	0,42 do 0,59	0,27 do 0,61
proteini sirutke	0,37 do 0,70	0,88 do 1,04
β -laktoglobulin	0,18 do 0,28	0,23 do 0,49
α -laktoalbumin	0,06 do 0,11	0,08 do 0,12
serum-albumin	0,01 do 0,11	0,02 do 0,04

2.5.3. Usporedba udjela laktoze i mineralnih tvari

Glavni ugljikohidrat mlijeka laktoza – mliječni šećer (**Slika 3**) služi u probavnom traktu ljudi i životinja kao izvor energije, pospješuje djelovanje probavnog sustava i povećava sposobnost organizma na vezanje fosfora i kalcija. Laktoza mlijeku daje blago slatkasti okus. Fermentacijom dio laktoze uglavnom prelazi u mliječnu kiselinu. Nositelj je osmotskog tlaka mlijeka. Može izazvati alergijske reakcije kod ljudi čiji organizam ne posjeduje laktazu (prema Božanić i sur., 2002., Ferdhofer i sur., 1994).



Slika 3 Molekula laktoze (preuzeto iz Slačanac, 2004)

U usporedbi s kravljim, kozje mlijeko ima nešto veći udio mineralnih tvari, podjednako kalcija i fosfora, ali puno više klorida, pa je zbog toga njegov okus blago slan. Ima i povoljniji omjer kalcija i fosfora (**1,00 : 1,18**) od kravljeg mlijeka (**1,2-1,4 : 1,0**). Kozje mlijeko ima veći udio topljivog kalcija, magnezija, anorganskog fosfora i željeza, te 26 mikroelemenata, koji imaju iznimni nutricionistički, biokemijski i fiziološki značaj (značajniji su prikazani **Tablicom 7**).

Tablica 7 Mineralne tvari kozjeg i kravljeg mlijeka (prema Božanić i sur. 2002)

MINERALNE TVARI	KOZJE MLIJEKO (mg/kg)	KRAVLJE MLIJEKO (mg/kg)
Kalcij	1304,00	1200,00
Fosfor	1080,00	950,00
Magnezij	136,00	130,00
Natrij	488,00	500,00
Kalij	1996,00	1500,00
Željezo	0,50	0,50
Cink	2,90	3,50
Bakar	0,23	0,20
Kloridi	1566,00	1000,00

2.6. PRIKAZ MODELA ANALIZE TEKSTURE

Prema Robinsonu i Tamime-u (1993), na osnovi provedenih opsežnih istraživanja još 1990. godine, gruš fermentiranih mliječnih napitaka može se smatrati kompleksnim sustavom s nizom uklopljenih sastojaka. Steventon i suradnici su istraživanjima 1995. godine dokazali da fermentirani mliječni napitci imaju izrazita svojstva tečenja neneutronskih tekućina, karakterističnih za tiksotropni, odnosno pseudoplastični tip tekućina. Ujedno su to i viskoelastični sustavi koji se brzo mijenjaju promjenom temperature, tlaka ili primijenjene deformacije; ali su nakon određenog vremena sposobni djelomično obnoviti svoju teksturu, kao što su to potvrdili Tamime i Marshall 1997. godine.

Svojstva teksture fermentiranih mliječnih napitaka u mnogome ovise o čitavom nizu strukturnih, ali i procesnih parametara: strukturi proteinskog kompleksa i omjeru pojedinih frakcija proteina u mlijeku (Tamime i Marshall, 1997), udjelu masti i stabilnosti emulzije mliječne masti u mlijeku (Tratnik, 1998), koncentraciji kalcijevih i fosfatnih iona u mlijeku, viskoznosti mlijeka (Walstra, 1985), intenzitetu pada pH vrijednosti tijekom fermentacije (Novaković i sur, 1997), toplinskoj obradbi mlijeka prije fermentacije, režimu fermentacije – vrsta radne kulture, temperatura i vrijeme (Sellars, 1991) itd.

Do promjena u teksturi fermentiranih mliječnih napitaka dolazi i tijekom skladištenja, odnosno čuvanja proizvoda, a poželjno je da te promjene budu što manje izražene (Robinson i Tamime, 1993). Zbog navedenog, teksturu fermentiranih mliječnih napitaka nije jednostavno opisati. Veliki broj modela za opis teksture fermentiranih mliječnih napitaka u zadnjih desetak godina bazirao se na primjeni dinamičke oscilacijske tehnike u definiranju reoloških svojstava (Steventon i sur, 1995), iako se i tom tehnikom tek se djelomično karakterizira tekstura fermentiranih mliječnih napitaka. Walstra (1998) navodi tri osnovna parametra kojima se može opisati tekstura fermentiranih mliječnih napitaka: **kompaktnost strukture, čvrstoća i stabilnost**.

Strukturu fermentiranog mliječnog napitka Walstra i sur. (1995) definiraju brojem i rasporedom pora u grušu. Tako Walstra (1995, 1998) kao jednostavan parametar kojim se može opisati tekstura fermentiranih mliječnih proizvoda navodi koeficijent permeabilnosti (**B**). Koeficijent permeabilnosti jednostavno se može odrediti na osnovu Darcy-jeve jednadžbe za brzinu protoka fluida kroz gel:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{B}{\eta} \cdot \frac{\Delta p}{z} \quad (1);$$

gdje je:

v = brzina protoka fluida kroz gel,
definirana volumnim protokom (Q) kroz površinu gela (A),
 η = viskoznost fluida,
 Δp = razlika tlakova kroz debljinu sloja gela (z).

Konzistencija fermentiranih mliječnih proizvoda određuje se na osnovi stupnja deformacije, do koje dolazi kada se na koagulum (gruš) djeluje nekim naponom koji izaziva deformaciju (Hegedušić, 1992; Walstra, 1998). Stoga su za opis konzistencije vrlo pogodne vrijednosti lako mjerljivih reoloških parametara: indeksa tečenja (n) i koeficijenta konzistencije (k).

Stabilnost teksture (gruša) fermentiranih mliječnih napitaka može se iskazati i stupnjem sinereze, koji je izrazito nepoželjan proces kod proizvodnje i čuvanja fermentiranih mliječnih napitaka, jer izravno utječe na smanjenje njihove organoleptičke i nutritivne kakvoće. Problem stabilnosti gruša direktno je vezan s sposobnošću vezivanja i zadržavanja vode unutar rešetke Ca-kazeinata (Tratnik, 1998), odnosno na sve poznate hidrodinamičke interakcije proteinskog sustava koaguliranog mlijeka. Vezu između hidrofilnosti proteina (g H₂O/g proteina) i voluminoznosti (cm³ otopine "okupirane" od strane 1 grama suhog proteina) prikazali su Mulvihill i Fox 1989. godine izrazom:

$$V = v_p + \delta_1 v_0 \quad (2);$$

gdje je:

V = voluminoznost,
 v_p = specifični parcijalni volumen suhog proteina,
 δ_1 = hidrofilnost,
 v_0 = specifični volumen čiste vode (Walstra, 1998).

Izraz (2) također je pogodan za opis stabilnosti gruša fermentiranih mliječnih napitaka.

Tekstura gruša fermentiranih mliječnih napitaka u mljekarskoj industriji redovito se procjenjuje senzorski. Bourne (1982) navodi da je tekstura hrane uz njen izgled, okus i nutritivnu vrijednost osnovni parametar koji određuje ukupnu kakvoću namirnice. Cilj ovog rada bio je kreirati metodu pomoću koje će skup rezultata instrumentalnih mjerenja biti lako usporediv s rezultatima senzorskih ocjenjivanja.

Na taj način omogućila bi se veća objektivnost, a rezultati mjerenja u korelaciji s senzorskim ocjenjivanjem omogućili bi detaljniju ocjenu kakvoće teksture.

Svaki od tri navedena parametra teksture fermentiranih mliječnih proizvoda definiran je određenim fizikalnim vrijednostima i koeficijentima koji se lako mogu mjeriti.

Tako je:

$$\mathbf{X} = f \{ \mathbf{v} \text{ (ml/s)}; \mathbf{B} \text{ (}\mu\text{m}^2\text{)}; \mathbf{C}_{\text{PROT}} \text{ (mol/dm}^3\text{)} \} \quad (3);$$

$$\mathbf{Y} = f \{ \mathbf{k} \text{ (Ns}^n\text{/m}^2\text{)}; \mathbf{n} \text{ (0-1)} \} \quad (4);$$

$$\mathbf{Z} = f \{ \mathbf{V} \text{ (cm}^3 \text{ H}_2\text{O/g suhog proteina)}; \mathbf{\delta}_1 \text{ (g H}_2\text{O/g proteina)}, \mathbf{\Delta S} \text{ (ml/100 g)} \} \quad (5);$$

pri tome:

X označava činioc strukture, **Y** = činioc konzistencije, **Z** = činioc stabilnosti gruša,

v = brzina protoka fluida kroz grušu,

B = koeficijent permeabilnosti,

C_{PROT} = koncentracija proteina u mlijeku,

k = koeficijent konzistencije,

n = indeks tečenja,

V = voluminoznost,

δ = hidrofilnost,

ΔS = intenzitet sinereze.

Ukupna kakvoća gruša fermentiranog mliječnog proizvoda objedinjava sva tri svojstva, pa se može iskazati kao funkcija ova tri parametra:

$$\mathbf{Q} = f (\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z}) \quad (6);$$

$$\mathbf{Q} = [(a_1 + a_2 + \dots + a_i)\mathbf{X} + (b_1 + b_2 + \dots + b_i)\mathbf{Y} + (c_1 + c_2 + \dots + c_i)\mathbf{Z}] \quad (7);$$

$$\mathbf{Q}(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z}) = [\mathbf{X} \cdot (100 - \Delta\alpha_1) + \mathbf{Y} \cdot (100 - \Delta\beta_1) + \mathbf{Z} \cdot (100 - \Delta\chi_1)] \quad (8);$$

gdje **a_i**, **b_i** i **c_i** označavaju mjerena svojstva, a **Δα_i**, **Δβ_i**, **Δχ_i** su postotna odstupanja izmjerenih vrijednosti od optimalnih vrijednosti.

X, **Y** i **Z** u jednadžbi (8) imaju značenje koeficijenta značajnosti pojedinog parametra.

Označe li se optimalne granice nekog svojstva brojčanim vrijednostima, **Q** će također biti brojčana vrijednost koja iskazuje ukupnu kakvoću gruš. Odstupanja od optimalnih vrijednosti $\Delta\alpha_i$, $\Delta\beta_i$, $\Delta\chi_i$, umanjuju brojčanu vrijednost za to svojstvo i ukupnu kakvoću gruš **Q**.

Optimalne vrijednosti mjerenih parametara određene su na osnovi niza rezultata prethodnih mjerenja (Walstra, 1998), a navedene su u prikazu **Tablicom 8**.

Tablica 8 Parametri analize teksture (prema Walstra i sur., 1985, Walstra, 1998)

Parametar kakvoće teksture	Koeficijent značajnosti	Mjereno svojstvo	Optimalna vrijednost
Kompaktnost teksture (X)	1,00	Koeficijent permeabilnosti (a₁)	< 0,50 μm^2
Čvrstoća teksture (Y)	1,00	Koeficijent konzistencije (b₁)	7 do 9 Ns^n / m^2
Stabilnost teksture (Z)	1,00	Stupanj sinereze (c₁)	< 5 ml / 100 ml

Objektivnost odabranih raspona objašnjava se karakteristikama gruš visoke kakvoće (Walstra i sur., 1985). Postotna odstupanja od optimalnih vrijednosti iz izraza (8) ($\Delta\alpha_i$, $\Delta\beta_i$, $\Delta\chi_i$) izračunata su prema:

$$\Delta(\%) = \frac{N_{\text{optimal.}} - N_{\text{izmjereno}}}{N_{\text{optimal.}}} \cdot 100 \quad (9);$$

gdje su sa **N** označene optimalne i izmjerene vrijednosti.

3.1. ZADATAK RADA

Zadatak rada bio je ispitati utjecaj dodatka različitih udjela obranog mlijeka u prahu (OMP) i udjela mliječne masti mlijeka (m.m.) na svojstva teksture kravljeg i kozjeg acidofilnog mlijeka tijekom dugotrajnijeg skladištenja (čuvanja).

3.2. MATERIJAL I METODE RADA

3.2.1. Priprema mlijeka za fermentaciju

Prikazanim modelom analiziran je utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu i udjela mliječne masti na svojstva teksture kravljeg i kozjeg acidofilnog mlijeka.

Prije početka fermentacije, kravlje mlijeko visoke mikrobiološke kakvoće tipizirano na udjele od 1,5 ; 3,2 i 5,0% mliječne masti, toplinski je obrađeno na 105 °C, kroz 3 minute (prema Kurmann-u i sur., 1992), (proizvođač MEGGLE-MIA Osijek).

Za pripremu acidofilnog mliječnog napitka od kozjeg mlijeka, uporabljeno je:

-kratkotrajno sterilizirano (UHT) i homogenizirano kozje mlijeko s 3,2 i 5% m.m. (proizvođač Vindija, Varaždin)

Obje vrste mlijeka naciepljene su s 3% kulture *Lactobacillus acidophilus* (FD DVS La-5, Chr. Hansen A/S). Prije fermentacije mlijeku je dodavano obrano mlijeko u prahu (proizvođač MEGGLE-MIA Osijek, s min. 96% suhe tvari) u udjelima od 1, 2 i 3%. Fermentacija je provedena na 37 °C u trajanju od **pet sati**. Svi uzorci acidofilnog mlijeka su nakon fermentacije ohlađeni na 5 °C, a nakon toga analizirani.

3.2.2. Određivanje reoloških svojstava

Reološka svojstva uzoraka kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka pripremljenih bez dodataka, te sa dodatkom obranog mlijeka u prahu, ispitivana su odmah po završenoj fermentaciji, te tijekom skladištenja nakon 3, 6 i 9 dana.

Cilj istraživanja je bio praćenje promjena na koagulumu proizvoda od obje vrste mlijeka tijekom skladištenja, kao i utvrđivanje utjecaja različitih udjela dodatka mlijeka u prahu na promjene reoloških svojstava.

Za mjerenje reoloških parametara korišten je rotacijski viskozimetar (REOTEST 3, WEB MLV, Prüfgerate). Mjerenje reoloških svojstava provedeno je u

području brzina smicanja od 3,111 do 195,7 s⁻¹ (uz mjerni sustav B). Ovisnost napona smicanja o brzini smicanja dana je zakonom potencije (Hough i sur., 1988; Hegedušić, 1992):

$$\tau = k \cdot \gamma^n \quad (10)$$

gdje je τ = napon smicanja (Pa), γ = brzina smicanja (s⁻¹) k = koeficijent konzistencije (Nsⁿ/m²) i n = indeks tečenja. Za određivanje reoloških parametara korišten je transformirani (logaritmirani) oblik zakona potencije (10):

$$\log(\tau_i) = \log(k) + n \cdot \log(\gamma_i) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (11)$$

Metodom najmanjih kvadrata iz linearnog izraza (11) izračunati su reološki parametri k i n u programu MS EXCEL 2007 (Novaković i sur., 1997). Aproksimacijska krivulja ovisnosti napona smicanja o brzini smicanja tada ima jednadžbu:

$$\tau_i = k \gamma_i^n \quad (12)$$

dok za aproksimiranu krivulju ovisnosti prividne viskoznosti o brzini smicanja vrijedi izraz:

$$\mu_i \text{ (izračunato)} = k \gamma_i^{(n-1)} \quad (13)$$

gdje je:

μ = prividna viskoznost (Pas).

3.2.3. Određivanje koeficijenta permeabilnosti

Koeficijent permeabilnosti (**B**) uzoraka ispitivan je propuštanjem destilirane vode na vakuum sisaljci kroz sloj grušica debljine 10 cm u trajanju 10 sekundi. Pri tome je korišten vakuum od 150 mmHg ($\Delta p = 610 \text{ mmHg} = 81,33 \text{ kPa}$).

Koeficijent permeabilnosti računat je na osnovi dobivenih podataka pomoći izraza:

$$v = Q/A = B/\eta \Delta p/z \quad (1) \quad \text{gdje je:}$$

v = brzina protoka fluida kroz gel, definirana volumnim protokom (Q) kroz površinu gela (A)

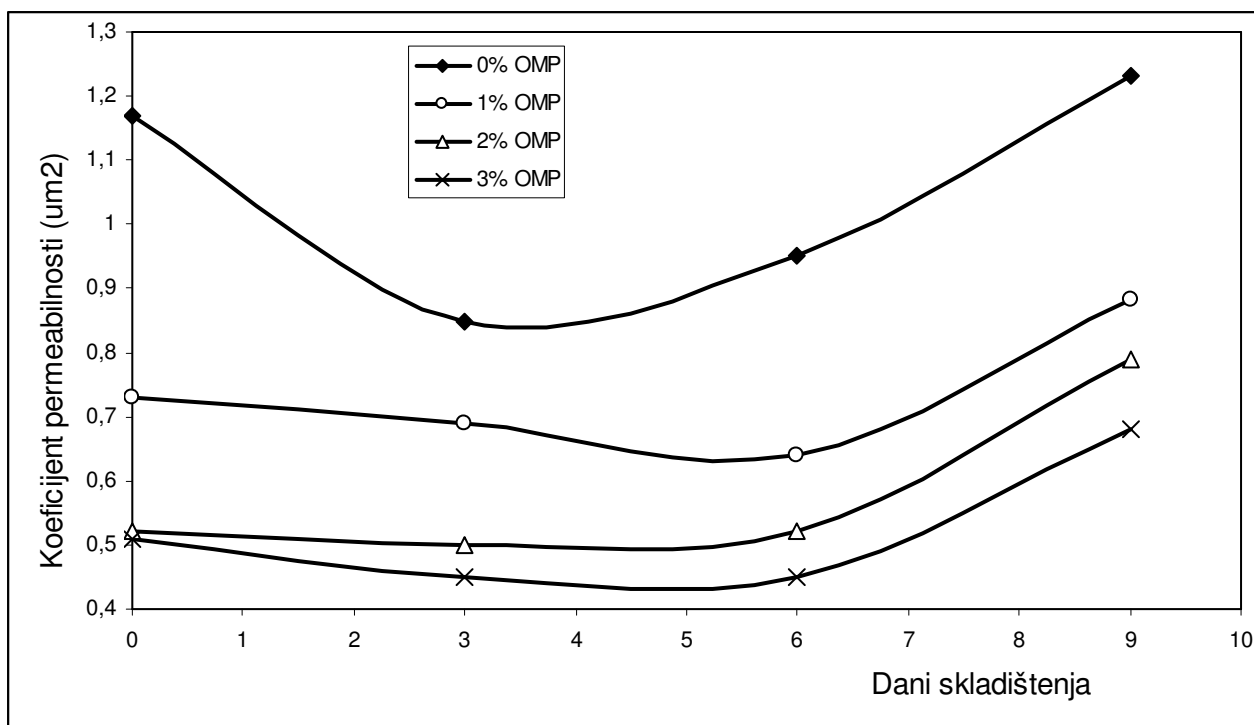
η = viskoznost fluida

Δp = razlika tlakova kroz debljinu sloja gela z .

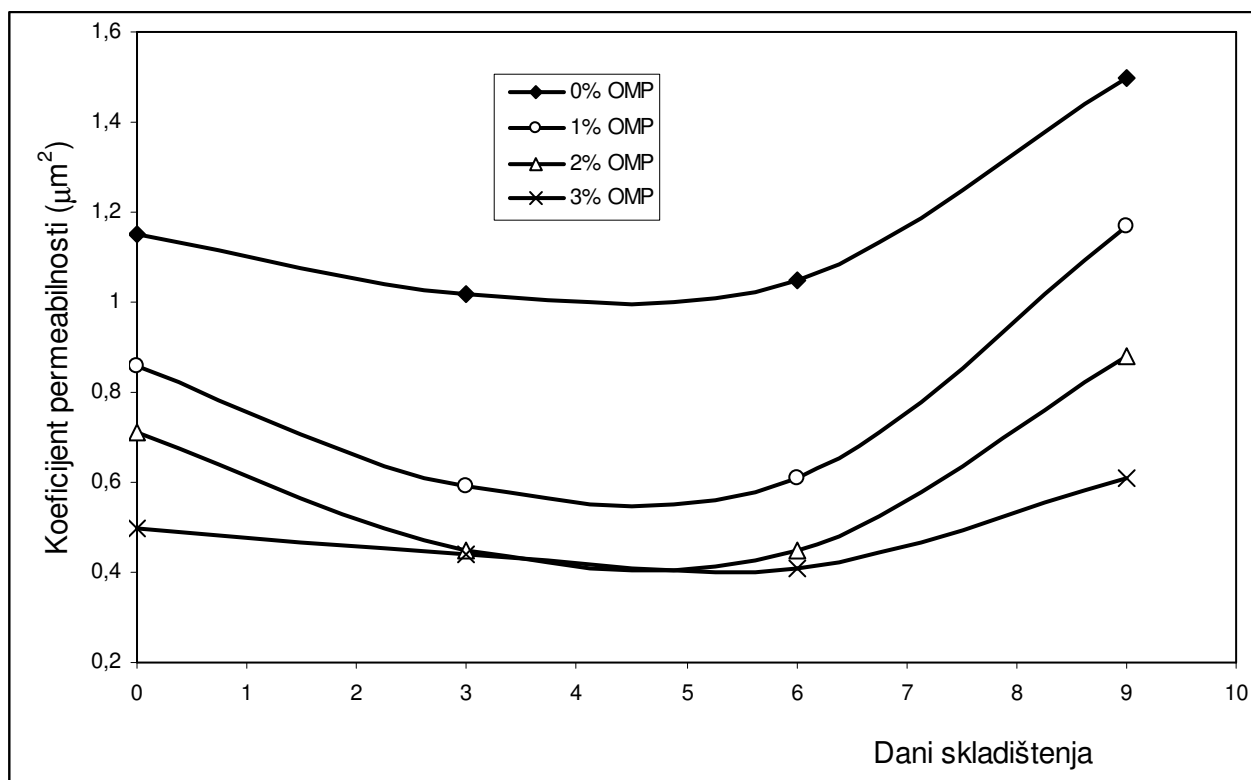
3.2.4. Određivanje stupnja sinereze (metoda po Keogh-u i O' Kennedy-u)

Intenzitet sinereze praćen je tijekom skladištenja (nakon 3, 6 i 9 dana). Sinereza je određivana centrifugiranjem 30 do 40 g uzoraka na 2200 o/min kroz 10 minuta, te je izražavana kao ml centrifugata / 100 ml uzorka (prema Keogh i O' Kennedy, 1998).

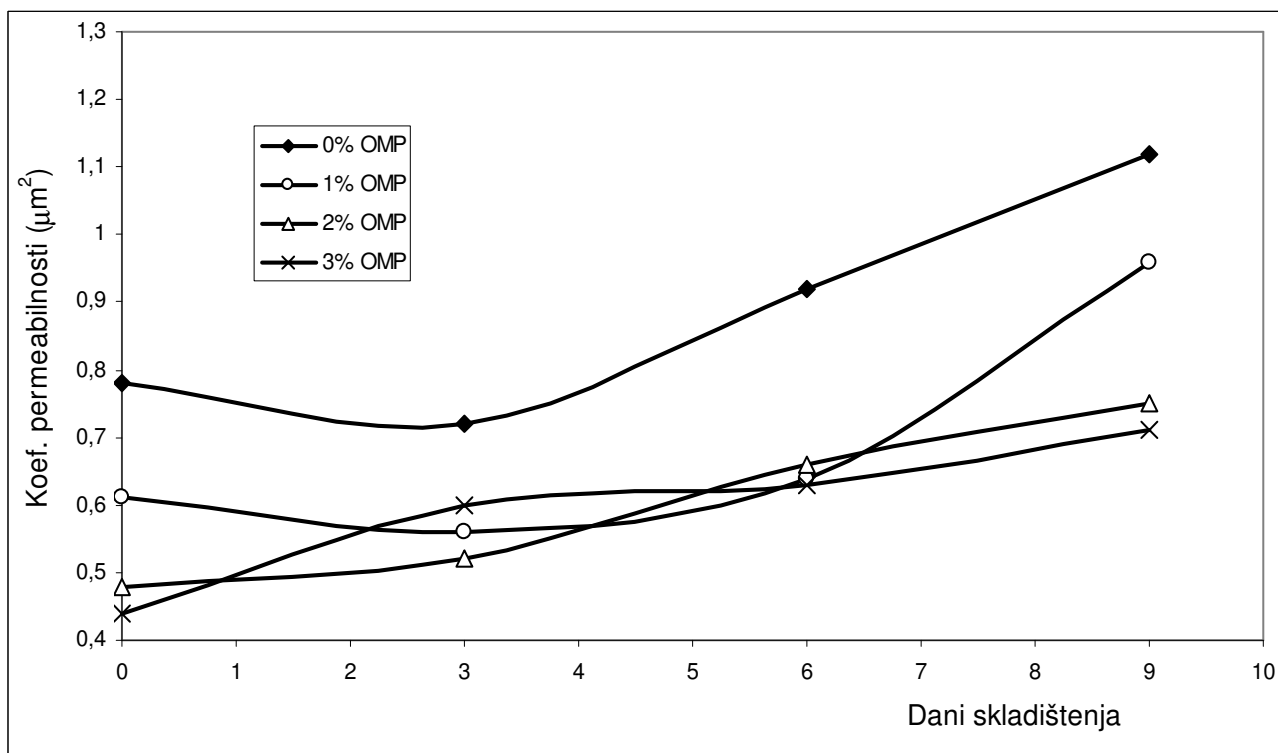
4.1. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta permeabilnosti (a_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka



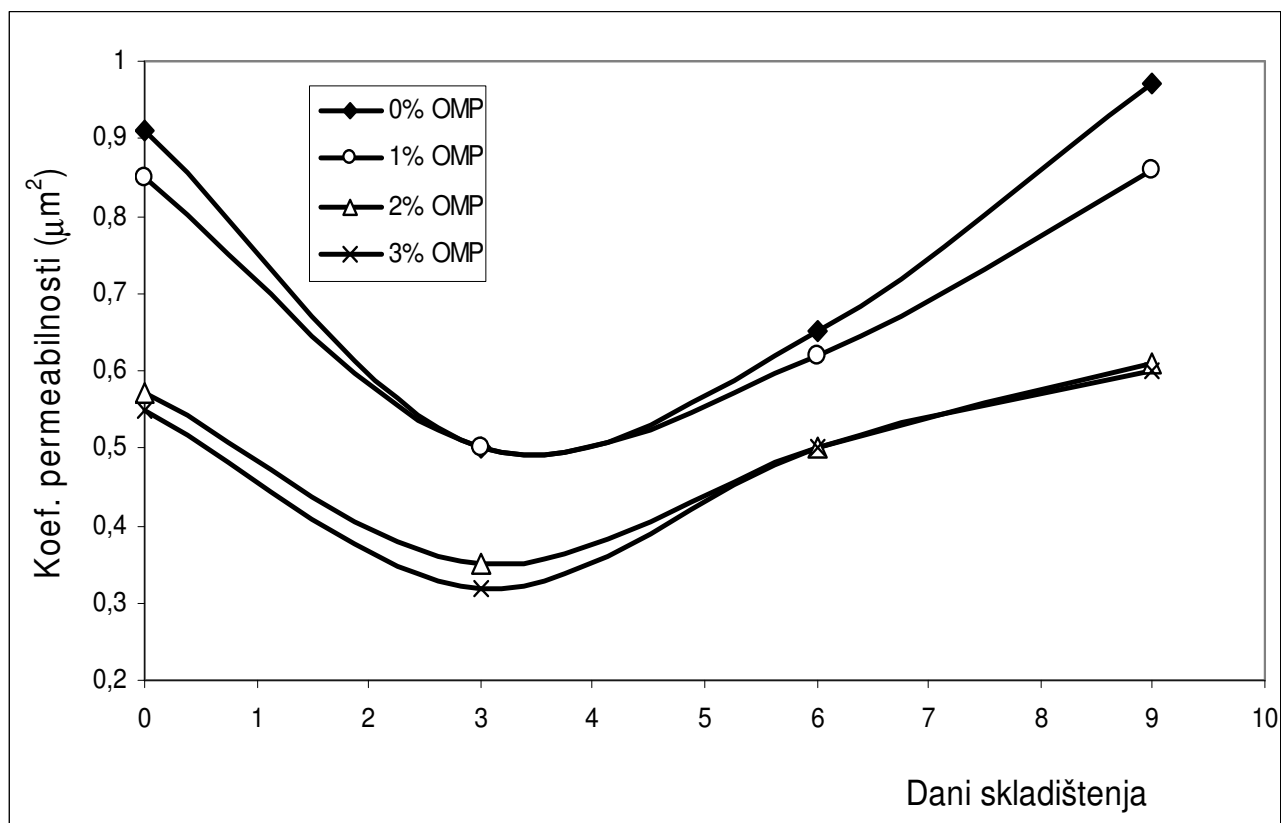
Slika 4 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta permeabilnosti tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 1,5% m.m.**



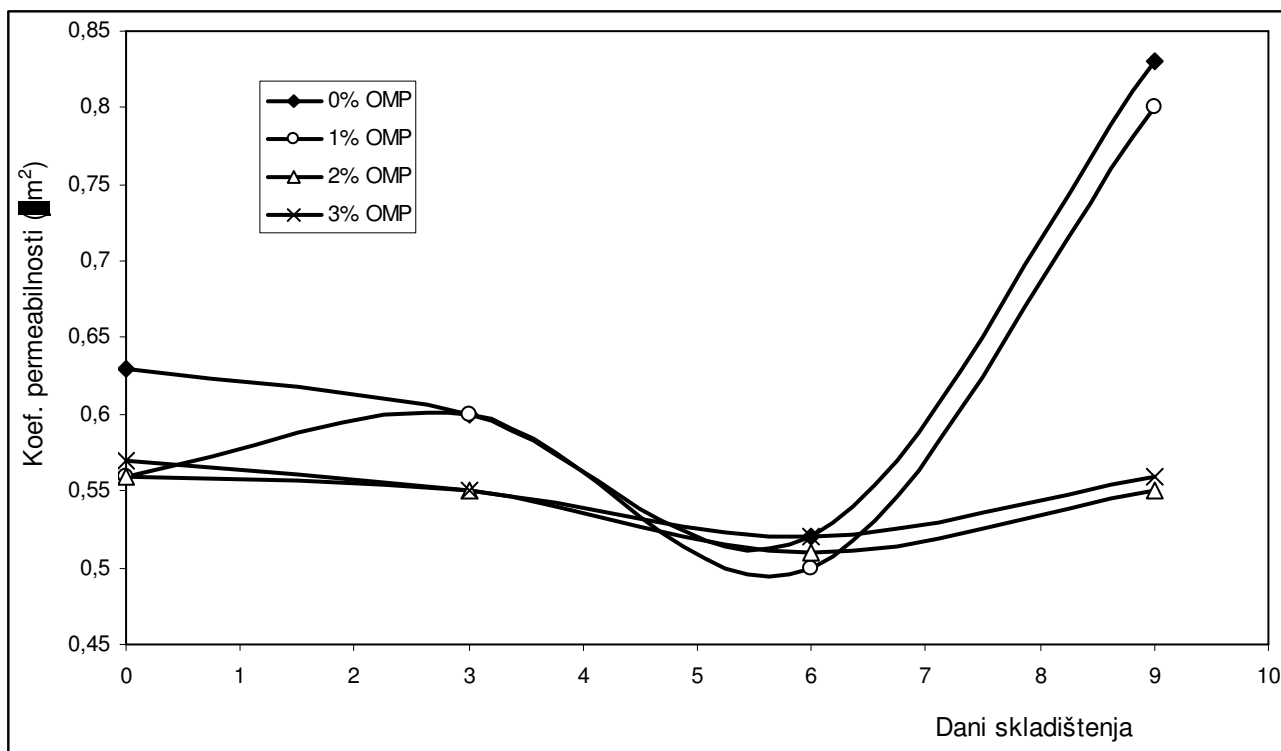
Slika 5 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta permeabilnosti tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 3,2% m.m.**



Slika 6 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta permeabilnosti tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 5% m.m.**

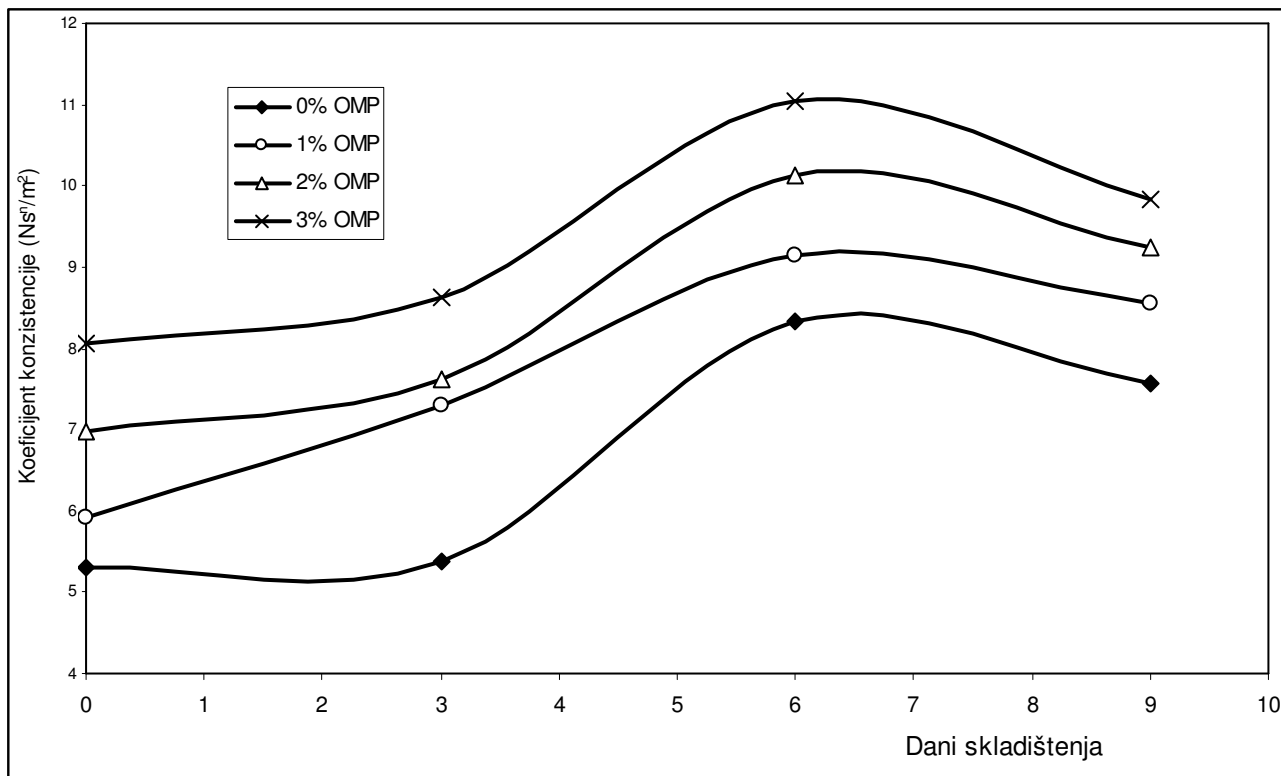


Slika 7 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta permeabilnosti tijekom čuvanja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 3,2% m.m.**

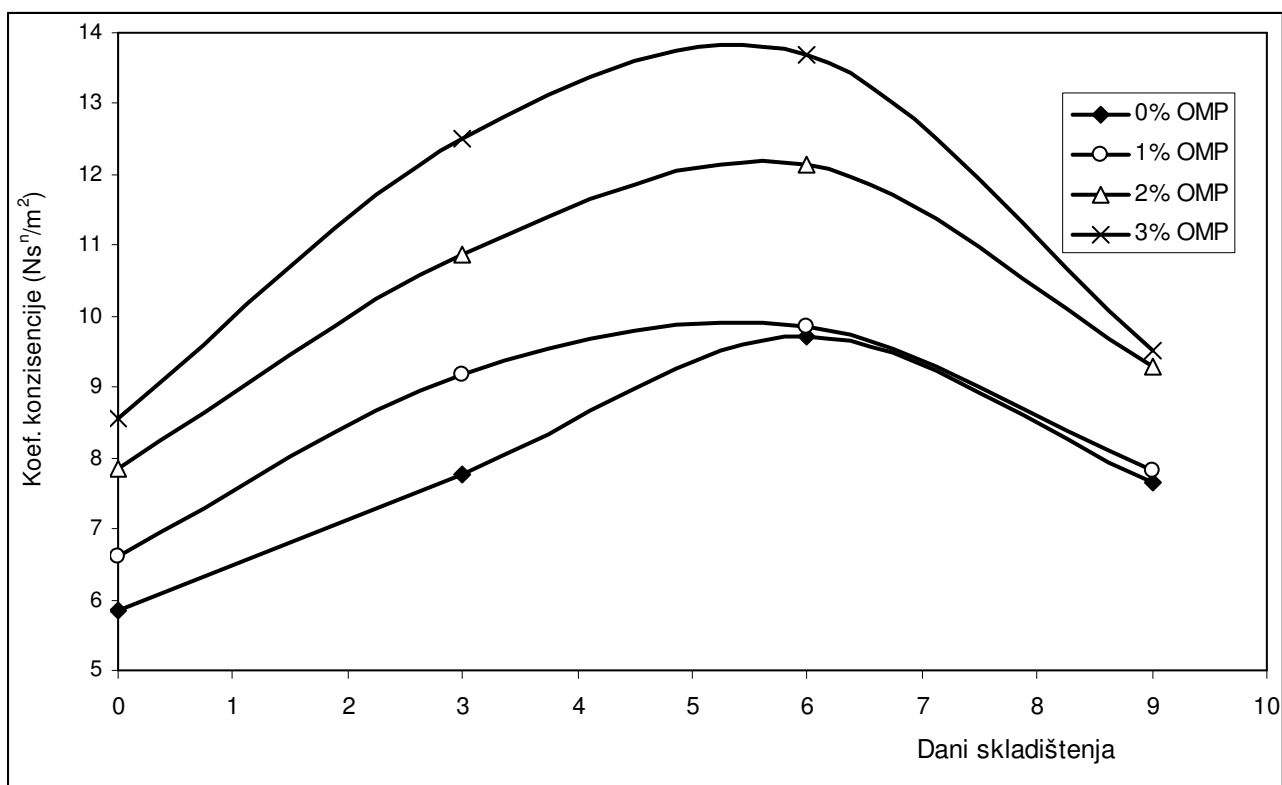


Slika 8 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta permeabilnosti tijekom čuvanja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 5% m.m.**

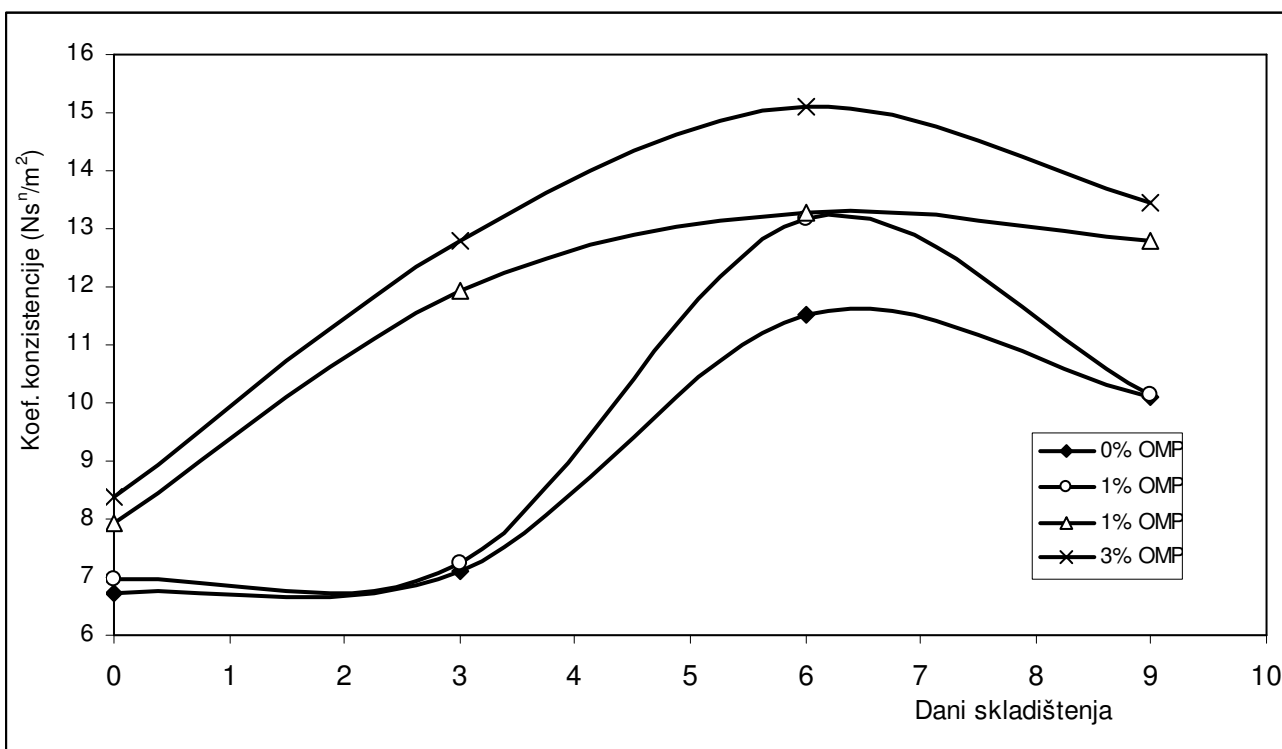
4.2. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta konzistencije (b_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka



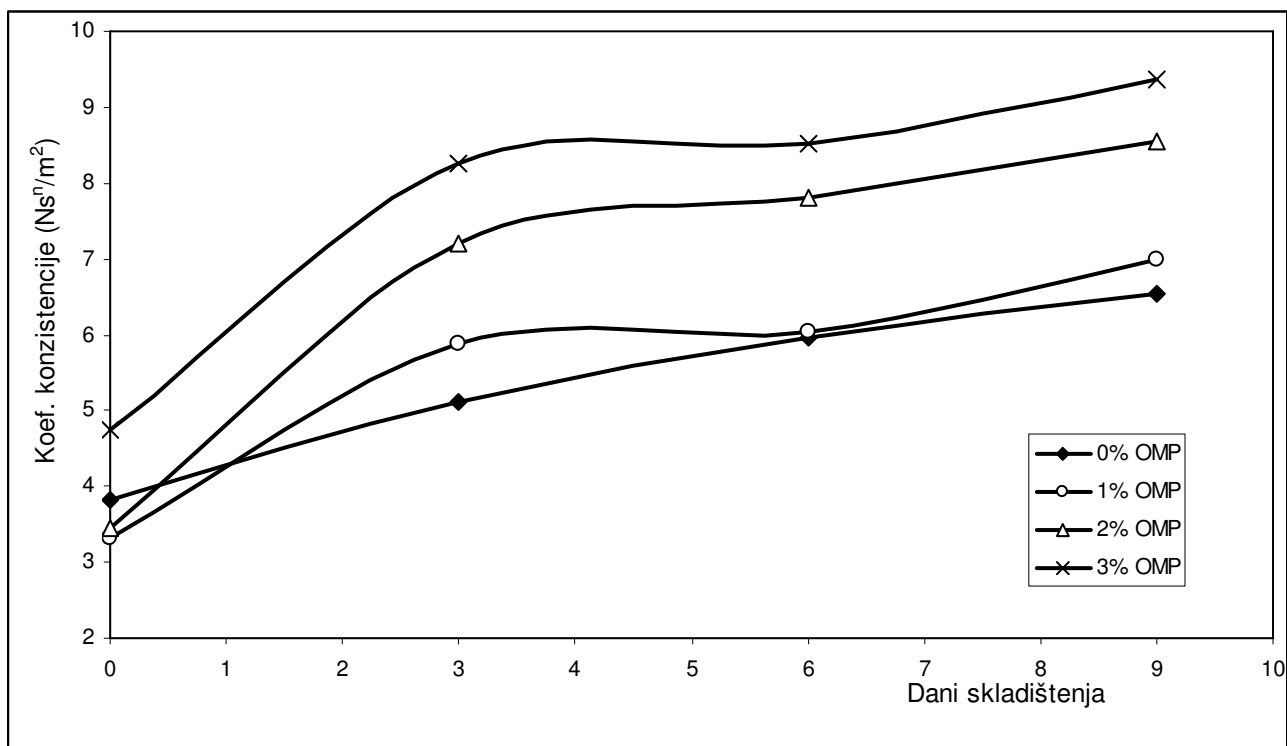
Slika 9 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta konzistencije tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 1,5% m.m.**



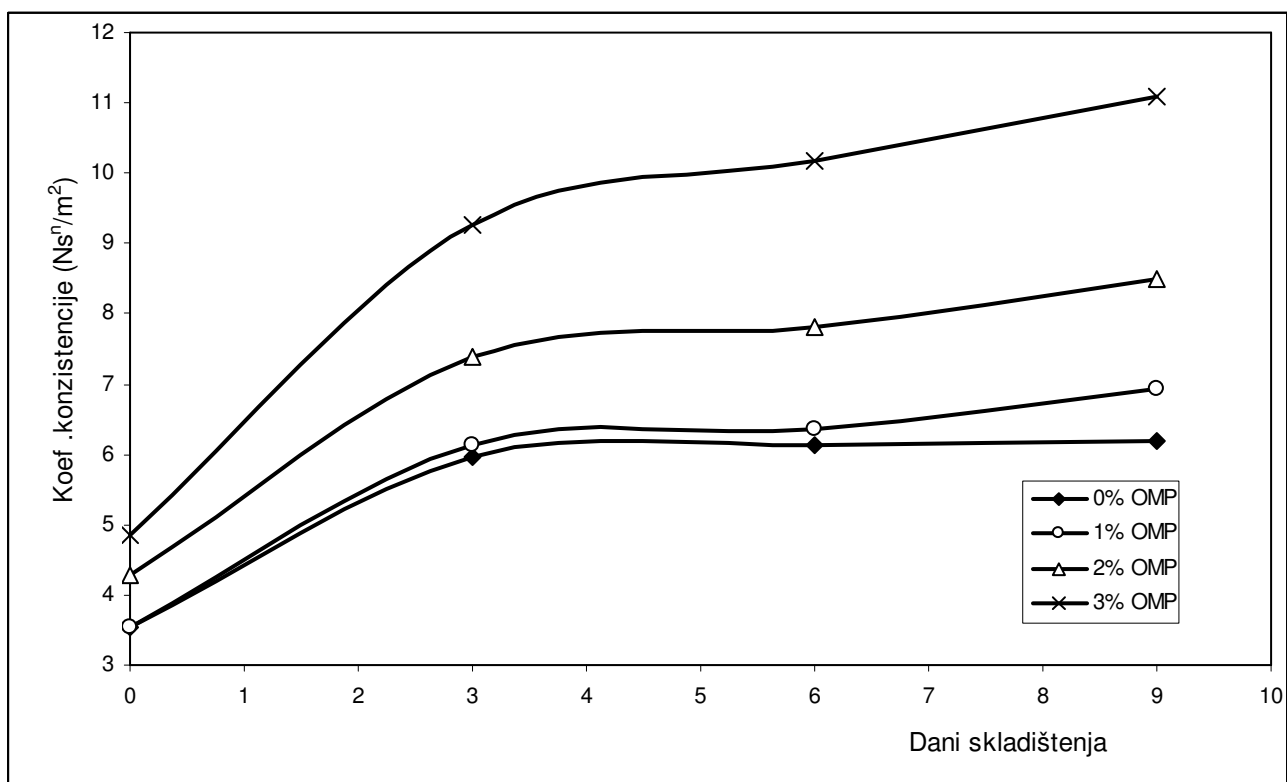
Slika 10 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta konzistencije tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 3,2% m.m.**



Slika 11 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta konzistencije tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 5% m.m.**

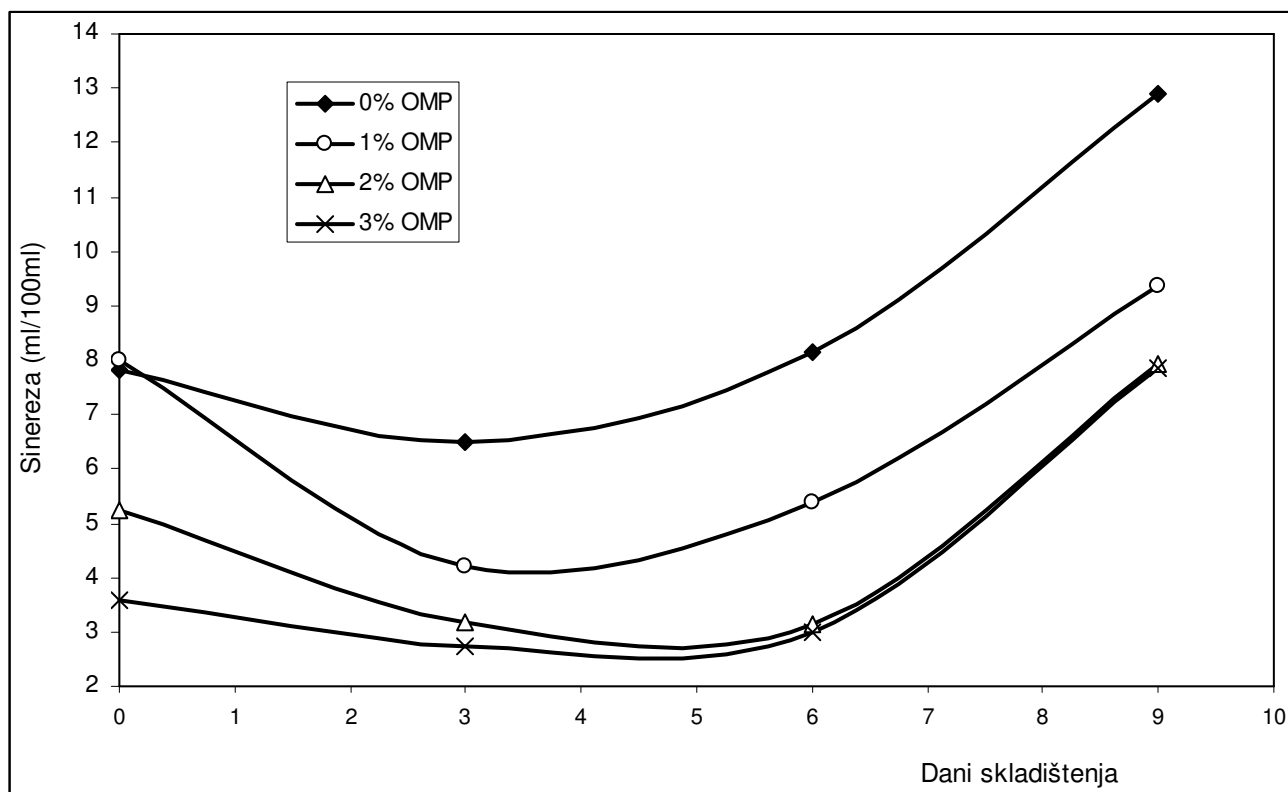


Slika 12 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta konzistencije tijekom čuvanja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 3,2% m.m.**

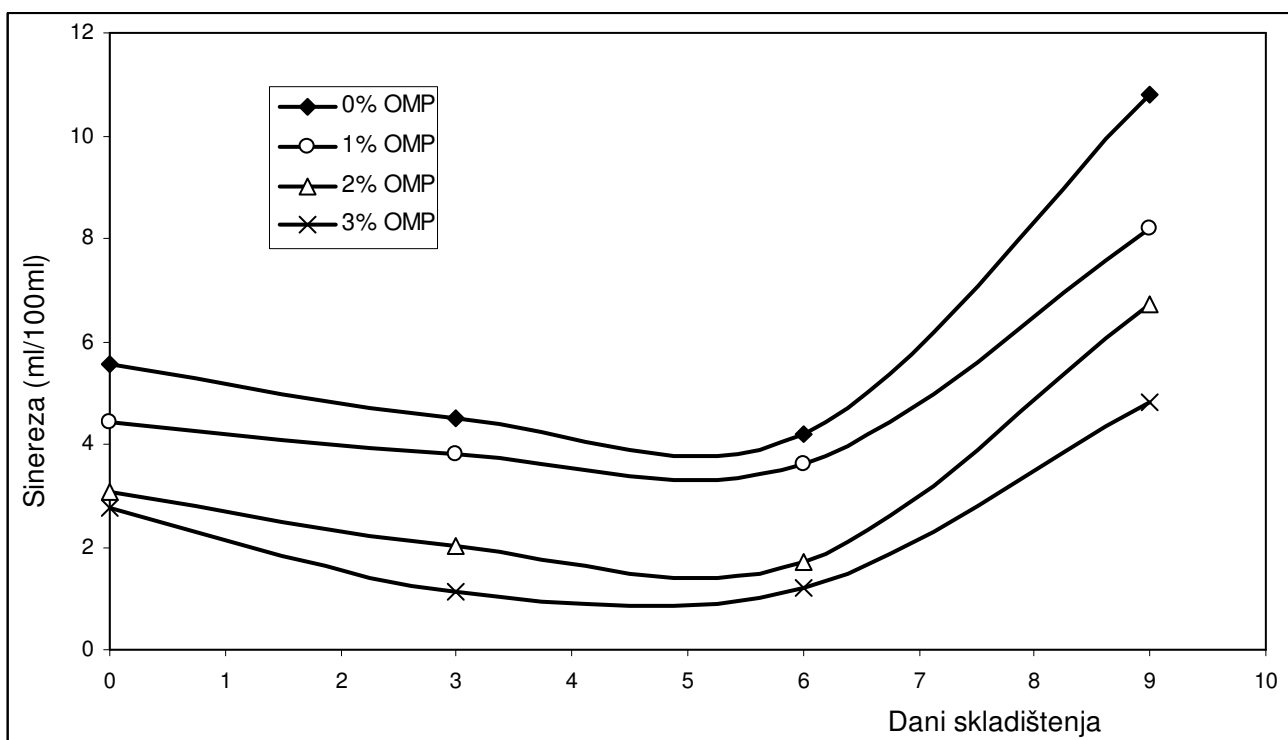


Slika 13 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu koeficijenta konzistencije tijekom čuvanja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 5% m.m.**

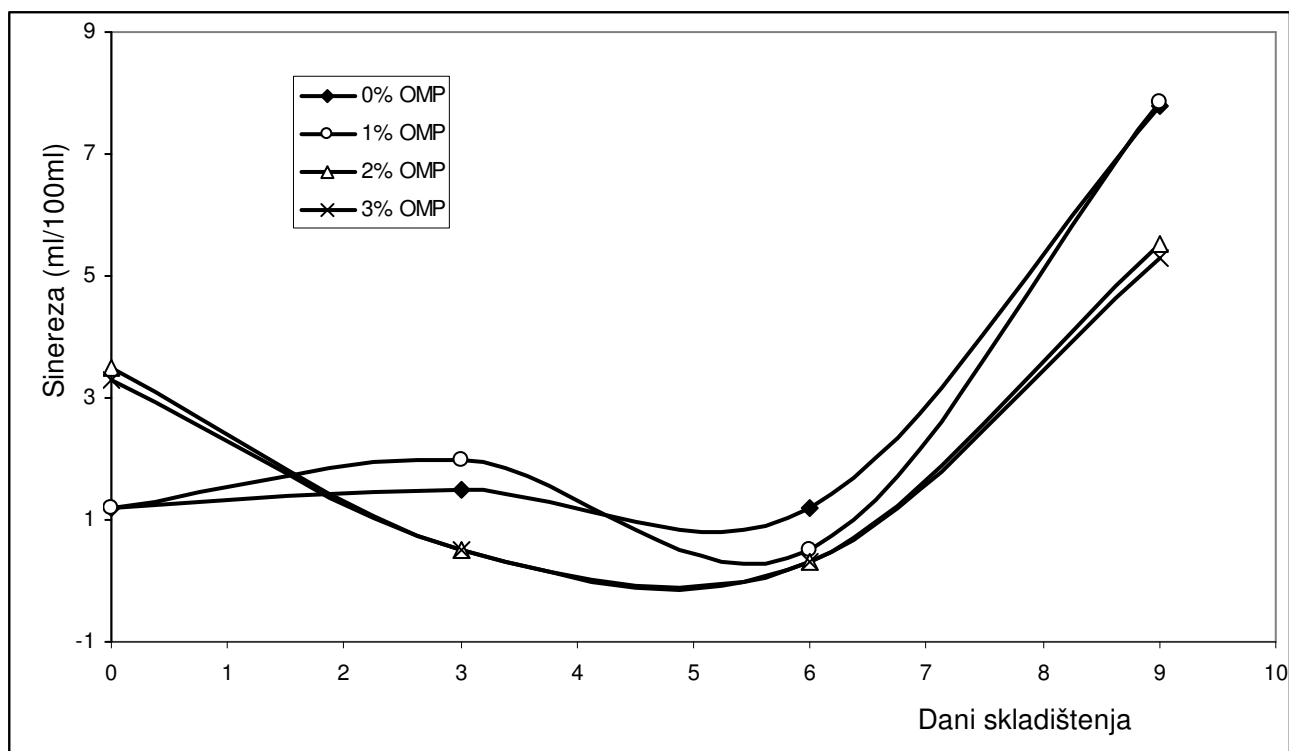
4.3. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu stupnja sinereze (c_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka



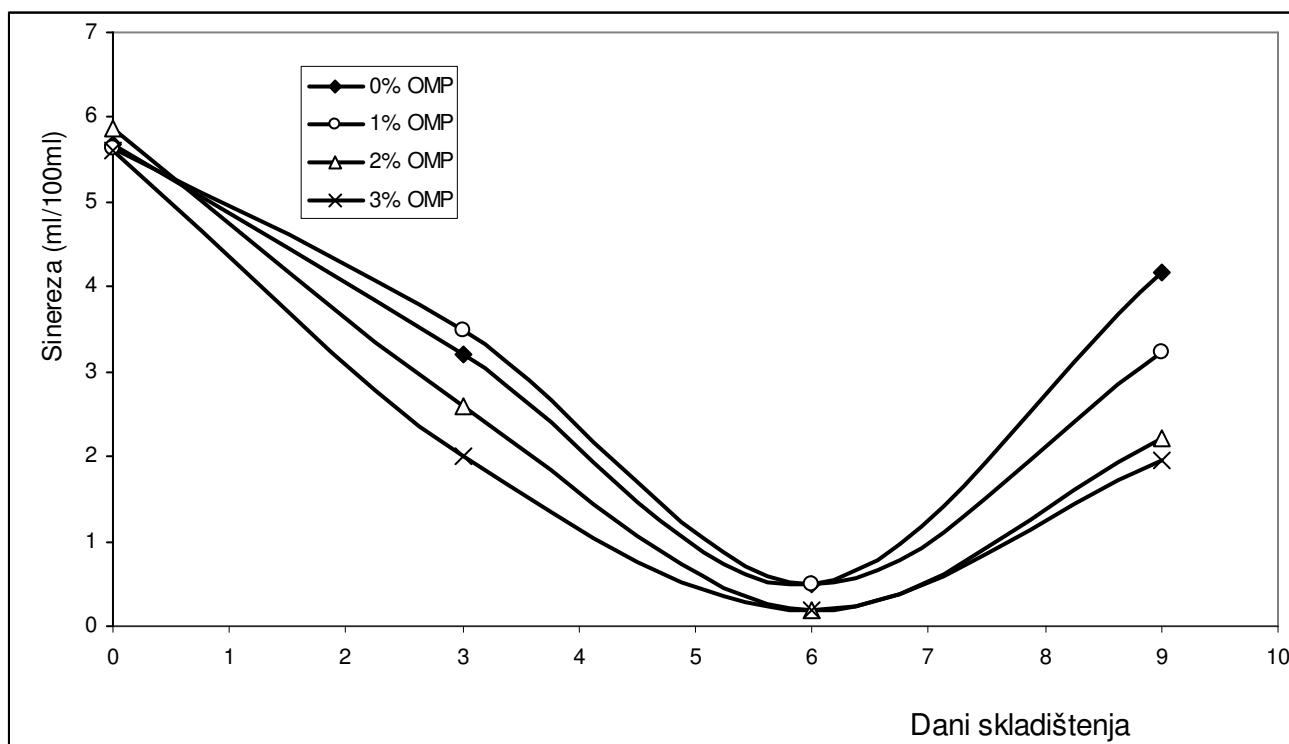
Slika 14 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu stupnja sinereze tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 1,5% m.m.**



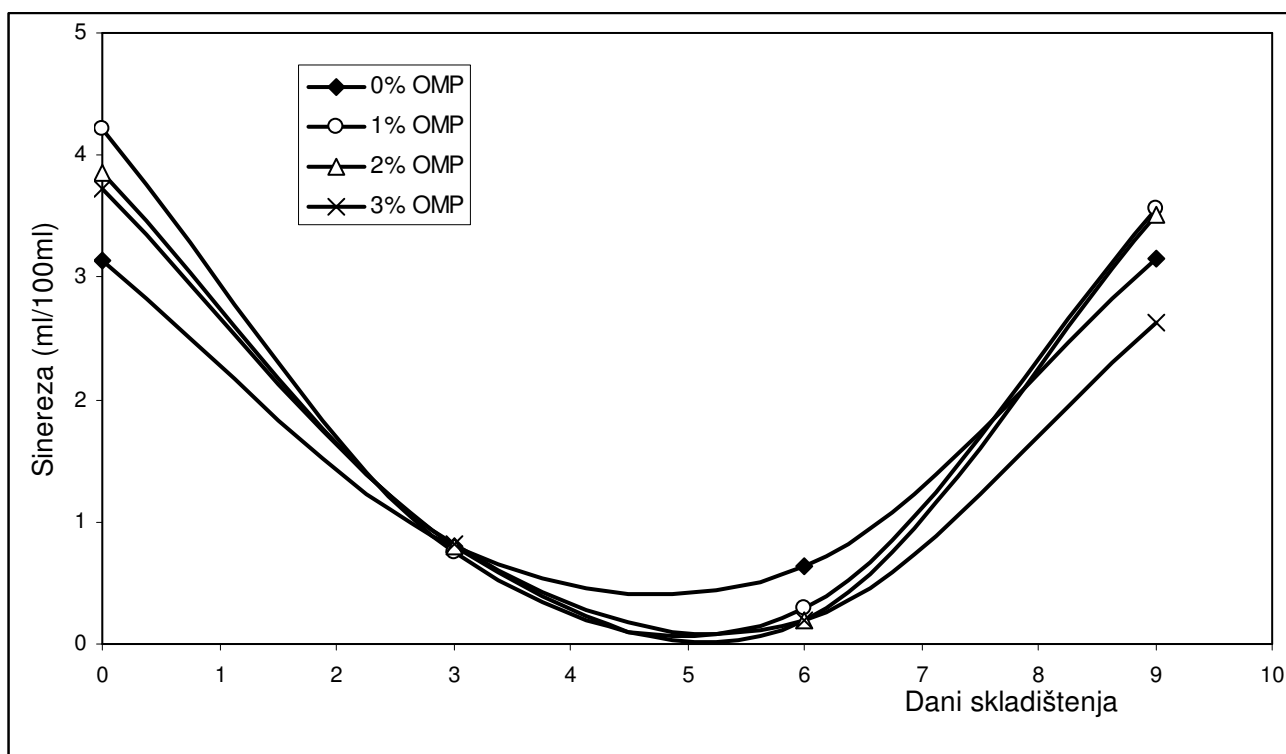
Slika 15 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu stupnja sinereze tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 3,2% m.m.**



Slika 16 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu stupnja sinereze tijekom čuvanja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 5% m.m.**

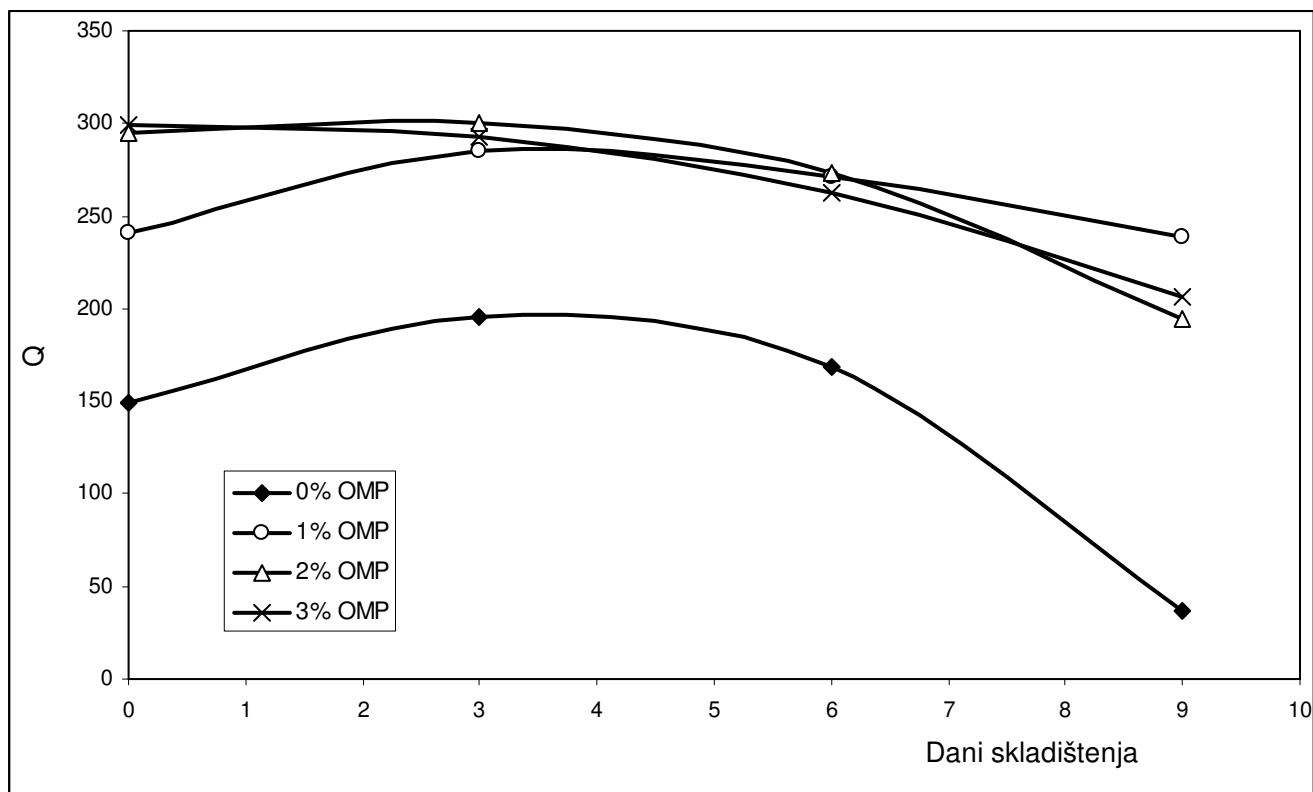


Slika 17 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu stupnja sinereze tijekom čuvanja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 3,2% m.m.**

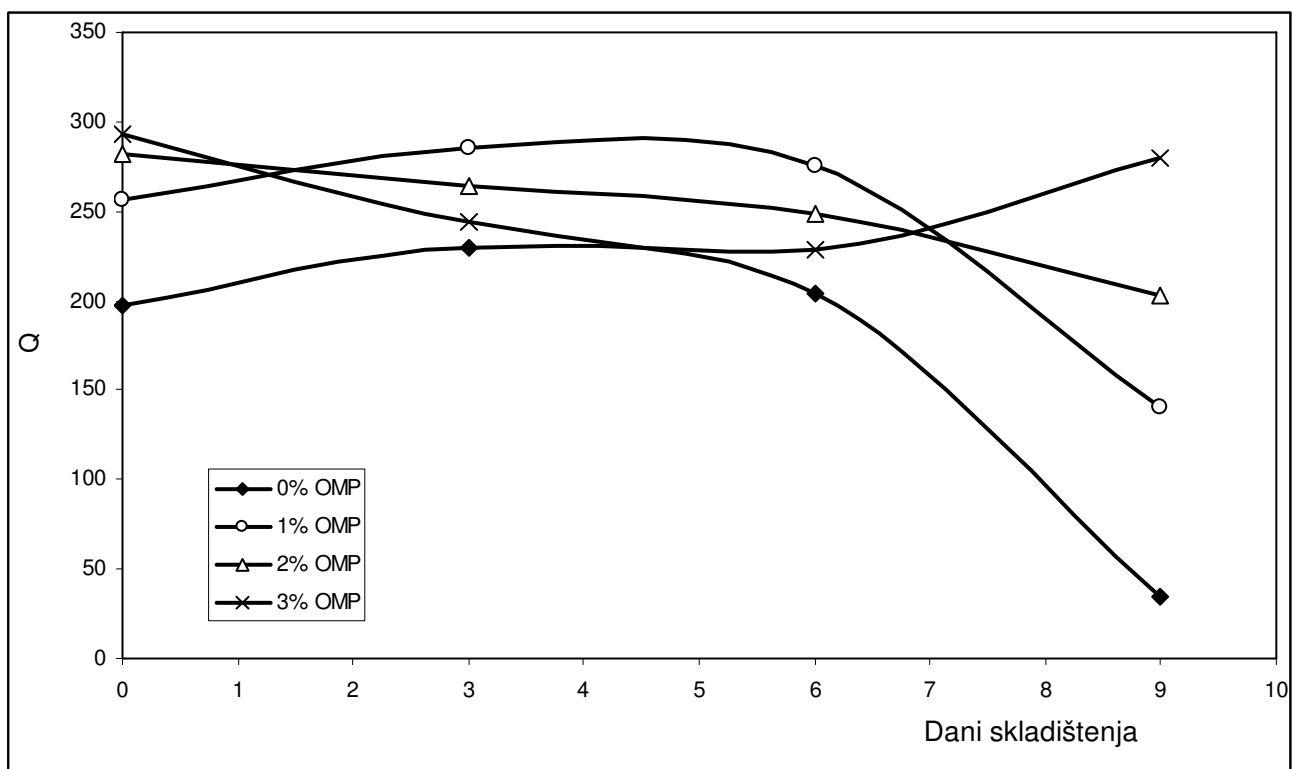


Slika 18 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na promjenu stupnja sinereze tijekom čuvanja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 5% m.m.**

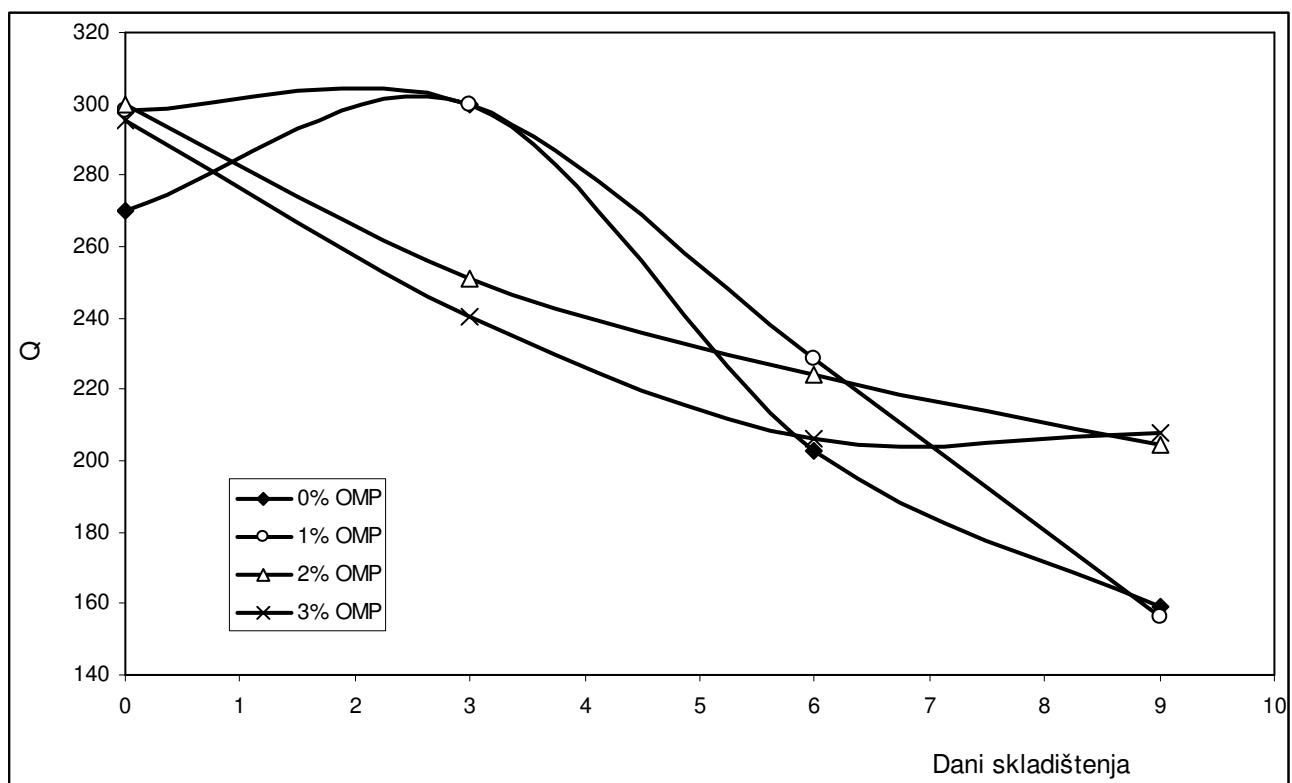
4.4. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na ukupnu kakvoću teksture (Q) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka



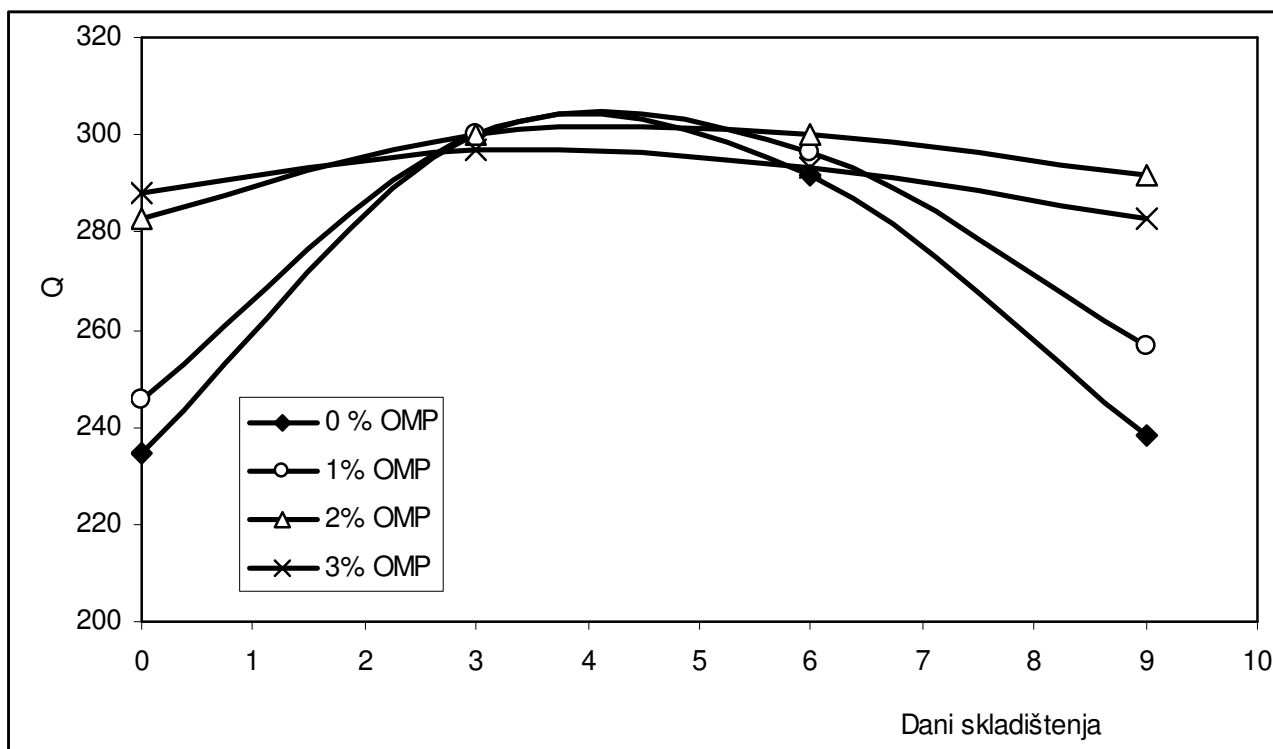
Slika 19 Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu (OMP) na kakvoću teksture (Q) **acidofilnog kravljeg mlijeka s 1,5% m.m.**



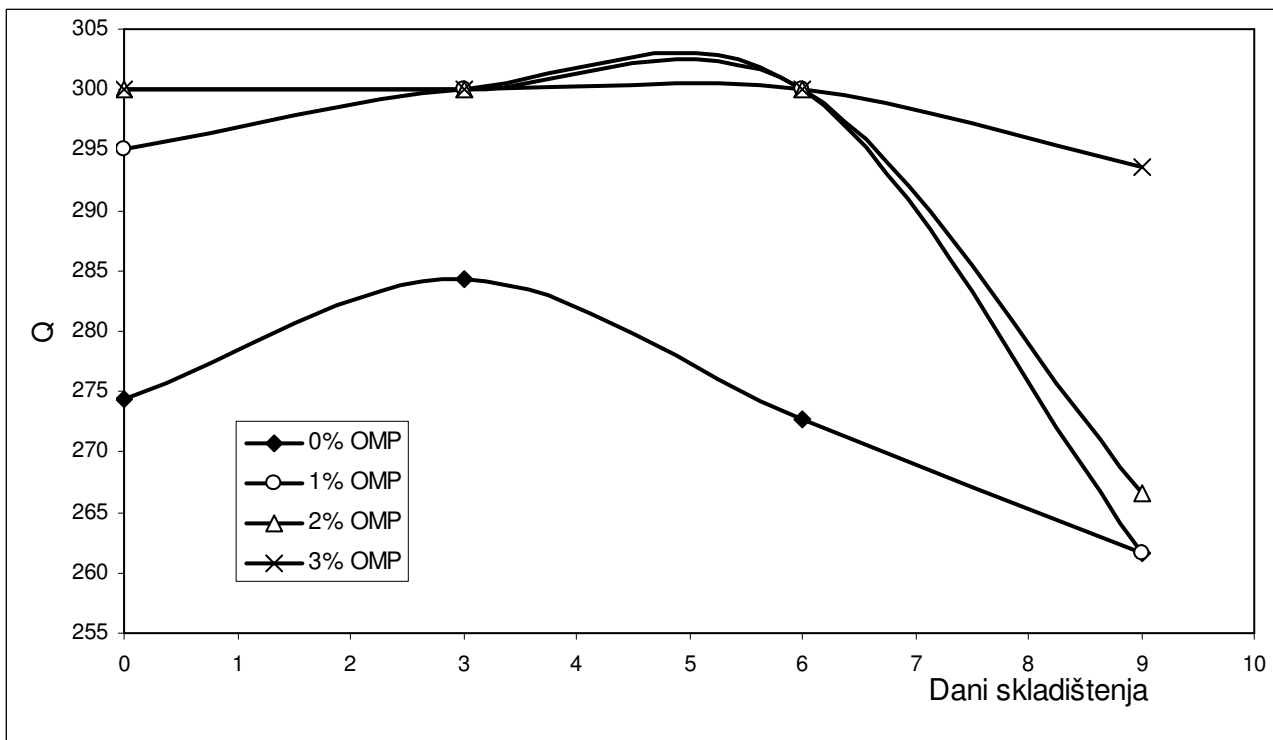
Slika 20 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na kakvoću teksture (Q) tijekom skladištenja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 3,2% m.m.**



Slika 21 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na kakvoću teksture (Q) tijekom skladištenja **acidofilnog kravljeg mlijeka s 5% m.m.**



Slika 22 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na kakvoću teksture (Q) tijekom skladištenja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 3,2% m.m.**



Slika 23 Utjecaj udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na kakvoću teksture (Q) tijekom skladištenja **acidofilnog kozjeg mlijeka s 5% m.m.**

5. RASPRAVA

5.1. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta permeabilnosti (a_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka

Prvi parametar ukupne kakvoće gruš, odnosno parametar kakvoće teksture acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka koji je u istraživanju praćen tijekom čuvanja u trajanju od 10 dana, bio je **kompaktnost teksture (X)**. Kompaktnost teksture je utvrđivana preko mjerenja koeficijenta permeabilnosti, nultog, trećeg, šestog i devetog dana čuvanja proizvoda u hladnjaku.

Prema podacima istraživača (Walstra i sur., 1985, te Walstra, 1998), za postizanje gruš visoke kakvoće, optimalna vrijednost koeficijenta permeabilnosti trebala bi biti manja od **0,50 μm^2** . Praćenjem promjena vrijednosti koeficijenta permeabilnosti za acidofilno kravljeg mlijeko s udjelima mliječne masti od 1,5; 3,2 i 5% , uz 1, 2 i 3% dodatka obranog mlijeka u prahu, dobiveni su značajno različiti rezultati promjena koeficijenta permeabilnosti tijekom čuvanja ta tri uzorka.

Iz rezultata prikazanih slikama 4 do 6, vidljive su izražene razlike u vrijednostima koeficijenta permeabilnosti. Te se vrijednosti značajno smanjuju s povećanjem udjela mliječne masti acidofilnog kravljeg mlijeka, odnosno kod viših udjela mliječne masti, puno su povoljnije za ukupnu kakvoću gruš. Ovisno o udjelu dodatka mlijeka u prahu, koje izrazito povoljno djeluje na smanjenje vrijednosti koeficijenta permeabilnosti, vrijednosti koeficijenta opadaju proporcionalno udjelu dodanog mlijeka u prahu, od **1,20 μm^2** , do izvrsnih **0,45 μm^2** kod svih uzoraka acidofilnog kravljeg mlijeka, koji su imali najveći udio dodanog mlijeka u prahu od 3%.

Iz rezultata prikazanih slikama 4 do 6, također je vidljivo da se vrijednosti koeficijenata permeabilnosti svih uzoraka kravljeg acidofilnog mlijeka mijenjaju tijekom čuvanja. Od visokih početnih vrijednosti, nakon tri dana čuvanja vrijednosti koeficijenata permeabilnosti blago padaju prema nižim, povoljnim vrijednostima. Nakon šest dana čuvanja vrijednosti koeficijenata permeabilnosti zadržavaju se približno na istoj razini, kod svih uzoraka, nakon čega je devetog dana kod svih uzoraka utvrđen značajan porast. Proporcionalno, s povećanjem udjela dodatka mlijeka u prahu, taj je porast vrijednosti koeficijenata permeabilnosti manji, a najpovoljniji, odnosno, najmanji je kod uzoraka kojima je dodano 3% mlijeka u prahu.

Promjene kompaktnosti teksture acidofilnog kozjeg mlijeka koje su prikazane slikama 7 i 8, imale su nešto drugačiji tijek i odvijale su se u nižim, za ukupnu kakvoću gruš vrlo povoljnim rasponima vrijednosti koeficijenata permeabilnosti.

Dodatak 3% mlijeka u prahu izrazito povoljno je djelovao na kompaktnost teksture kozjeg acidofilnog mlijeka. Posebno izražen pozitivan utjecaj dodatka mlijeka u prahu u udjelima od 2 i 3% utvrđen je tijekom čuvanja acidofilnog kozjeg mlijeka s 5% mliječne masti. Kod ta dva uzorka vrijednosti koeficijenata permeabilnosti, tijekom cijelog vremena čuvanja od izvrsnih **0,55 μm^2** na početku, lagano su opadale sve do sedmog dana čuvanja, kada je uslijedio blagi porast, ali ne preko vrijednosti viših od početka čuvanja.

Ovako dobro zadržavanje kompaktnosti teksture tijekom čuvanja ovih acidofilnih proizvoda od kozjeg mlijeka, može se pripisati svojstvima kozjeg mlijeka, koje u odnosu na kravlje, uvijek pokazuje neke nove pozitivne fizikalno-kemijske i reološke vrijednosti.

5.2. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu koeficijenta konzistencije (b_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka

Dodatak mlijeka u prahu izrazito jako je utjecao na povećanje **čvrstoće teksture (Y)** grušica acidofilnog kravljeg mlijeka, koji je praćen tijekom čuvanja preko koeficijenta konzistencije. Iz prikaza rezultata (slike 9 do 11), vidljivo je višestruko pozitivno povećanje vrijednosti koeficijenata konzistencije kod svih uzoraka acidofilnog kravljeg mlijeka. Izrazito povoljan utjecaj utvrđen je kod uzoraka s 2 i 3% dodanog mlijeka u prahu, a najpovoljniji je (s najmanje oscilacija tijekom čuvanja) kod uzorka s udjelom mliječne masti od 5%.

Vrijednosti koeficijenta konzistencije rastu kod svih uzoraka do sedmog dana čuvanja, nakon čega je utvrđen pad kod svih uzoraka. Uspoređujući sve uzorke kravljeg acidofilnog mlijeka, može se uočiti najstabilnije zadržavanje čvrstoće teksture tijekom čuvanja uzoraka s 5% mliječne masti, kojima je dodano 2 i 3% mlijeka u prahu. Kod njih kontinuirani porast vrijednosti koeficijenata konzistencije bio najpravičniji, a pad u zadnjim fazama čuvanja najmanje izražen, a kao najbolji, može se izdvojiti uzorak s 3% dodatka mlijeka u prahu.

Kod acidofilnog kozjeg mlijeka, rezultati praćenja čvrstoće teksture, dali su očekivano puno bolje, izvrsne rezultate ne samo očuvanja čvrstoće teksture, već i njenog poboljšanja tijekom čuvanja (vidljivo iz prikaza praćenja promjena vrijednosti koeficijenta konzistencije prikazanih slikama 12 i 13). Kod kozjeg acidofilnog mlijeka, vrijednosti koeficijenta konzistencije kontinuirano rastu kod svih uzoraka, čak i bez dodatka mlijeka u prahu. Posebno povoljno, uz višestruko veći koeficijent konzistencije od acidofilnog kozjeg mlijeka bez dodatka, čvrstoća teksture zadržava se i raste kod uzorka kozjeg acidofilnog mlijeka s 5% mliječne masti, uz dodatak 3% obranog mlijeka u prahu.

5.3. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na promjenu stupnja sinereze (c_1) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka

Dodatak obranog mlijeka u prahu (OMP), prema očekivanjima izrazito pozitivno je utjecao na **stabilnost teksture (Z)** acidofilnog kravljeg mlijeka, koja je praćena (slike 14 do 16) utvrđivanjem stupnja sinereze tijekom 10 dana čuvanja. Dodatak OMP u kravlje mlijeko višestruko je poboljšao stabilnost teksture i vrlo značajno smanjio sinerezu kod svih uzoraka, u usporedbi s uzorcima bez dodatka OMP.

U zadnjem danu čuvanja sinereza se povećavala kod svih uzoraka, ali značajno različito vezana za udio mliječne masti. Najbolje izraženo očuvanje stabilnosti teksture, uz najmanje izraženu sinerezu, utvrđeno je kod acidofilnog kravljeg mlijeka s 5% mliječne masti, te podjednako dobro s 2 i 3% dodatka obranog mlijeka u prahu. Zanimljivo je naglasiti (prikazano slikom 16), da je razina povećanja intenziteta sinereze kod ta dva uzorka u zadnjim danima čuvanja (iako je za oko 40% povećana u odnosu na prvi dan), značajno niža od druga dva uspoređivana acidofilna mlijeka (slike 14 i 15).

Kod acidofilnog kozjeg mlijeka, rezultati su ponovo izvrsni (slike 17 i 18). Sinereza tijekom čuvanja izrazito opada kod svih uzoraka, naravno još je povoljnije kod uzoraka s 3% dodatka mlijeka u prahu. Nakon sedam do osam dana čuvanja, sinereza se blago povećava, ali ni približno ne dostiže početne vrijednosti utvrđene kod uzoraka odmah nakon završene fermentacije. Rezultati istraživanja pokazali su da je kod acidofilnog kozjeg mlijeka s 5% mliječne masti sinereza tijekom čuvanja u trajanju od 10 dana puno manje izražena u usporedbi s acidofilnim mlijekom s udjelom mliječne masti od 3,2%.

5.4. Utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu na ukupnu kakvoću teksture (Q) tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka

Ukupna kakvoća gruša (teksture) (Q) definirana je prethodno opisanim parametrima kakvoće, čije su promjene preko povoljnih mjerljivih koeficijenata praćene tijekom čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka. Logično je da su utvrđene promjene ukupne kakvoće gruša (Q) vezane uz odgovarajuće prethodno opisane promjene tri parametra (kompaktnost, čvrstoća i stabilnost teksture), ali zbog različitog tijeka, nejednoliko utječu na ukupnu kakvoću. Stoga su iz rezultata prikazanih slikama 19 do 23 lako vidljivi utjecaji dodatka OMP, te udjela mliječne masti na ukupnu kakvoću teksture acidofilnih mlijeka tijekom čuvanja unutar 10 dana. Vidljivo je da ukupna kakvoća teksture opada manje, odnosno dulje se zadržava na istoj razini tijekom skladištenja kod acidofilnog mlijeka s većim udjelom dodatka mlijeka u prahu, te s više mliječne masti.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- Tijekom 10 dana čuvanja acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka, s različitim udjelima mliječne masti, proizvedenih uz dodatak obranog mlijeka u prahu, utvrđene su značajne promjene ukupne kakvoće teksture gruša.
- Dodatak obranog mlijeka u prahu značajno je poboljšavao kompaktnost teksture gruša acidofilnog mlijeka, tijekom čuvanja relativno dugo je održavao iznose vrijednosti koeficijenta konzistencije na povoljnoj razini (manje od $0,50 \mu\text{m}^2$), pri čemu je to više bilo izraženo kod acidofilnog kozjeg mlijeka.
- Veći udio mliječne masti povoljno je utjecao na odgađanje nepoželjnih promjena reoloških svojstava gruša acidofilnog mlijeka, pri čemu je taj utjecaj bio izraženiji kod kozjeg mlijeka.
- Dodatak obranog mlijeka u prahu izrazito povoljno je utjecao na održavanje čvrstoće teksture acidofilnog kozjeg mlijeka tijekom cijelog intervala čuvanja, dok je kod acidofilnog kravljeg mlijeka utvrđeno opadanje čvrstoće teksture pred kraj čuvanja.
- Stabilnost teksture acidofilnog kravljeg mlijeka, višestruko je poboljšana dodatkom mlijeka u prahu, vrlo značajnim smanjenjem stupnja sinereze.
- Kod acidofilnog kozjeg mlijeka sinereza tijekom čuvanja se smanjivala kod svih ispitivanih uzoraka, a posebno povoljno se stabilnost teksture održavala kod uzorka s 3% dodatka obranog mlijeka u prahu.
- Na osnovi svih utvrđenih utjecaja odabranih parametara za analizu kakvoće teksture gruša acidofilnog kravljeg i kozjeg mlijeka tijekom čuvanja od 10 dana, može se ustvrditi da ukupna kakvoća teksture opada manje, odnosno da se značajno dulje zadržava na istoj razini kod acidofilnog mlijeka s većim udjelom mlijeka u prahu i mliječne masti.

7. LITERATURA

1. Antunac, N., Samaržija, D., Lukač-Havranek, J.: Hranidbena i terapijska vrijednost kozjeg mlijeka. **Mljekarstvo** 50 (4), 297-304, 2000.
2. Antunac, N., Samaržija, D.: Proizvodnja, sastav i osobine kozjeg mlijeka. **Mljekarstvo** 50 (1), 53-56, 2000.
3. Bourne, M. C.: *Food texture and viscosity*. Academic Press . New York, 1982.
4. Božanić, R., Tratnik, Lj., Parat, M.: Prihvatljivost jogurta i probiotičkog jogurta od kozjeg mlijeka. **Mljekarstvo** 51 (4), 317-326, 2001.
5. Božanić, R., Tratnik, Lj.: Kakvoća kravljeg i kozjeg fermentiranog bifido-mlijeka tijekom čuvanja. **Food Technology and Biotechnology** 39 (2), 109-114, 2001.
6. Božanić, R., Tratnik, Lj., Drgalić, I.: Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti. **Mljekarstvo** 52, 207-237, 2002.
7. Feldhofer, S., Banožić, S., Antunac, N.: Uzgoj i hranidba koza – proizvodnja i preradba kozjeg mlijeka. Hrvatsko mljekarsko društvo. Zagreb, 1994.
8. Hardi, J., Slačanac, V., Vlanić, M.: Usporedba instrumentalnih i senzorskih metoda za analizu kakvoće gruš fermentiranih mliječnih napitaka. **Mljekarstvo** 51 (2), 91-104, 2001.
9. Hegedušić, V.: *Advances in Food Process Engineering*. Faculty of Food Technology and Biotechnology. Zagreb, 13-29, 1992.
10. Kaić-Rak, A., Antonić, K., Capak, K., Kaić, B.: Potrošnja i važnost mlijeka prehrani pučanstva u Hrvatskoj. **Mljekarstvo** 46 (1), 23-28, 1996.
11. Kaić-Rak, A., Antonić-Degač, K.: Prehrambena i biološka vrijednost fermentiranih mliječnih proizvoda. **Mljekarstvo** 46 (4), 258-290, 1996.
12. Keogh, M. K., O Kennedy, B. T.: Rheology of stirred yoghurt as affected by added milk fat, protein and hydrocoloids. **J. Food Sci.** 63, 108-113, 1998.
13. Kršev Lj.: *Mikrobne kulture u proizvodnji mliječnih proizvoda*. Udruženje mljekarskih radnika Hrvatske. Zagreb, 50-55, 1989.
14. Kurmann, J. A., Rašić, J. L., Kroger, M.: *Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products*. Van Nostrand Reinhold. New York, 1992.
15. Lukač-Havranek J.: Značenje mlijeka i mliječnih proizvoda u prehrani – proizvodnja i potrošnja. **Mljekarstvo** 45 (4), 253-261, 1995.
16. Lukač-Havranek, J., Samaržija, D.: Prehrambene, zdravstvene i tehnološke značajke fermentiranih proizvoda. **Mljekarstvo** 46 (4), 265-273, 1996.
17. Miletić, S.: *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatsko mljekarsko društvo. Zagreb, 48-54, 147-151, 1994.

18. Mioč, B., Pavić, V.: Kozarstvo. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb, 2002.
19. Novaković, P., Kordić, J., Slačanac, V., Moslavac, T.: Reološke promjene kozjeg i kravljeg mlijeka tijekom fermentacije bakterijom *Lactobacillus acidophilus*. **MLjekarstvo** **47** (2), 93-1011, 1997.
20. Robinson, R. K., Tamime, A. Y.: *Manufacture of yoghurt and other fermented milks, Modern Dairy Technology –Advances in Milk Products*, **vol. 2** (ed. R. K. Robinson). Elsevier Applied Science Publishers, 1-26, 1993.
21. Sabadoš, D.: *Kakvoća i ocjenjivanje kakvoće mlijeka i mliječnih proizvoda*. Hrvatsko mljekarsko društvo. Zagreb, 69-169, 1996.
22. Sellars, R. L.: Acidophilus products, u *Therapeutic properties of fermented milks*. Elsevier Applied Science Publishers. London, 81-83, 1991.
23. Slačanac, V.: Djelovanje fermentiranog kozjeg i kravljeg mlijeka na odabrane patogene test mikroorganizme iz probavnog i urogenitalnog trakta. **Disertacija**. Prehrambeno-tehnološki fakultet. Osijek, 2004.
24. Slačanac, V.: Utjecaj udjela suhe tvari i dodataka na kakvoću acidofila od kozjeg i kravljeg mlijeka. **Magistarski rad**. Prehrambeno-biotehnološki fakultet. Zagreb, 2000.
25. Steventon, A. J., Parkinson, C. J., Fryer, P. J., Bottomley, R. C.: The rheology of yoghurt, u *Rheology of food, pharmaceutical and biological materials with general rheology*. Elsevier Applied Science. London-New York, 1995.
26. Tamime, A. Y., Marshall, V. M. E.: *Microbiology and technology of fermented milks. Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk* (ed. B. A. Law), Chapman and Hall. London, 57-119, 1997.
27. Tratnik, Lj.: *Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb, 13-207, 1998.
28. Walstra, P.: Relation between structure and texture of cultured milk products, u *Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts*. IDF No. 9802. Brussels, 9-16, 1998.
29. Walstra, P., Van Dijk, H. J. M., Geurts, T. J.: The syneresis of curd. 1. General considerations and literature review. **Neth. Dairy J.** **39**, 209-215, 1985.