

Reološke osobine kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka tijekom skladištenja*

Predrag Novaković, Jasna Kordić, Vedran Slačanac

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

UDK: 637.146.1

Sažetak

Cilj rada bio je usporediti reološke osobine gruševa kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka uz dodatke, te ispitati neke fizikalne i reološke promjene tijekom njihovog skladištenja. Ispitivani su i utjecaji dodatka koncentrata voćnog soka jabuke na stabilnost gruša tijekom skladištenja, kao i njihov utjecaj na održivost proizvoda. Reološke osobine i pH vrijednost gruševa određivane su odmah nakon fermentacije, te poslije 3, 6 i 9 dana skladištenja. Dodatkom obranog mlijeka u prahu povećavala se vrijednost koeficijenta konzistencije u kozjem i kravljem acidofilnom mlijeku. Skladištenjem uzoraka vrijednost koeficijenta konzistencije se povećavala do šestog dana skladištenja, a zatim se smanjivala osobito u kozjem acidofilnom mlijeku. U uzorcima priređenim s koncentratom soka jabuke vidno su bile izražene inhibicije tijekom fermentacije i koagulacije. Unatoč inhibicijama tijekom fermentacije i koagulacije dobiveni gruševi uzoraka priređenih s 1 i 2% koncentrata soka jabuke su visoke kvalitete. Obzirom na pH vrijednosti izmjerene tijekom skladištenja, primjećeno je da koncentrat voćnog soka jabuke djeluje djelomično konzervirajuće na dobivene proizvode.

Ključne riječi: kozje i kravlje acidofilno mlijeko, koncentrat soka jabuke, skladištenje, reološke osobine

Uvod

Kozje mlijeko specifičnog je sastava i strukture na osnovi čega mu se pripisuje visoka nutritivna i terapijska vrijednost (Jenness, 1980; Feldhofer i sur., 1994), pa se preporuča i kao zamjena u prehrani ljudi alergičnih na kravlje mlijeko.

Prednosti kozjeg mlijeka u odnosu na kravlje su: manji promjer kapljica mliječne masti, što omogućava stabilniju emulziju mliječne masti (Jenness, 1980); viši udio nižih masnih kiselina u mliječnoj masti (Bickerstaffe, 1972); viši udio transelemenata poput cinka, željeza i magnezija (Jenness, 1980; Park, 1994); jače izraženi pufarni karakter (Park, 1994); bolja probavljivost kozjeg

* Rad je prikazan na 34. znanstvenom skupu hrvatskih agronoma, Opatija, od 25. do 28. 02. 1998.

mlijeka (Feldhofer i sur., 1994; Franić, 1993) i jače izražene bakteriocidne i imunološke odlike (Magdalenic i sur., 1994; Bylund, 1995).

Za kvalitetu fermentiranih mliječnih napitaka značajnu ulogu imaju i reološke osobine gruša (Steventon i sur., 1995), jer one utječu na senzorske značajke proizvoda.

Fermentirani mliječni napici imaju izrazita svojstva tečenja nenevtonskih tekućina karakterističnih za tiksotropni, odnosno pseudoplastični tip tekućina.

Reološke osobine fermentiranih mliječnih napitaka značajno ovise o procesima fermentacije i koagulacije mlijeka, odnosno o čitavom nizu parametara, primjerice: strukturi proteinskog kompleksa i odnosu pojedinih frakcija proteina u mlijeku, viskoznosti mlijeka (Chaplin i Green, 1980; Carlson i sur., 1987), stabilnosti emulzije mliječne masti, koncentraciji kalcijevih iona u mlijeku, početnoj pH vrijednosti mlijeka i intenzitetu pada pH vrijednosti u pojedinim fazama fermentacije (Teo i sur., 1996; Novaković i sur., 1997), toplinskoj obradi mlijeka prije fermentacije (Lucey i sur., 1997), temperaturi inokulacije i fermentacije (Roefs i sur., 1990) itd.

Dodatkom stranih molekula u mlijeko mijenja se tijek i brzina fermentacije, kao i brzina koagulacije kazeinskih micela. Dodatkom malih molekula koje vjerojatno ne reagiraju s komponentama mlijeka, kao što je npr. saharoza, usporava se brzina koagulacije zbog povećanja viskoznosti mlijeka uslijed hidrofилности saharoze (Famelart, 1994). Pojedini spojevi poput dekstrana i pektina, unatoč povećanja viskoznosti mlijeka, utječu i na skraćenje vremena koagulacije (Muncy i Olsen, 1988). Dodatkom kompleksnih sustava kao što su koncentri voćnih sokova, promjene u mlijeku tijekom fermentacije i grušanja su daleko složenije i moraju se promatrati s više aspekata.

Cilj rada bio je ispitati i usporediti utjecaj dodatka koncentrata voćnog soka jabuke i obranog mlijeka u prahu na reološka svojstva kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka kao i ispitati reološke promjene tijekom skladištenja.

Materijali i metode rada

Za pripravu acidofilnog mlijeka upotrebljeno je svježe kozje i kravlje mlijeko desetak koza ili krava s više seoskih domaćinstava, a za inokulaciju pripremljenih uzoraka mlijeka kultura bakterije *Lactobacillus acidophilus*.

Priprema mlijeka za fermentaciju sastojala se od pročišćavanja mlijeka filtriranjem, toplinske obrade (100-105 °C) i standardizacije mlijeka (3,2% mliječne masti). Prva serija uzoraka kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka priređena je bez dodataka, te s dodatkom 1 i 2% obranog mlijeka u prahu (proizvođač Tvornica mlijeka u prahu, Osijek, min. 96% suhe tvari). Druga serija uzoraka priređena je s dodatkom 1, 2 i 3% koncentrata soka jabuke (proizvođač

“Vinka”, Vinkovci, 65% suhe tvari). Svi priređeni uzorci naciepljeni su pri temperaturi 40 °C s 3% kulture *Lactobacillus acidophilus* (FD DVS La-5, Chr. Hansen A/S, koncentracije stanica 1×10^{11} cfu/g) i inkubirani (38-40 °C/5 sati). Nakon fermentacije svi uzorci su uskladišteni na temperaturi +4 °C. Istraživanja su provedena u četiri serije uzoraka u razmaku od tjedan dana između serija.

Reološke osobine gruševa mjerene su nakon fermentacije na +20 °C, te nakon 3, 6 i 9 dana skladištenja na +6 °C pomoću rotacionog viskozimetra (RHEOMAT 15 T) u području brzina smicanja od 3,111 do 195,7 s⁻¹ (mjerni sistem B). Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (**D**) određena je izrazom: $\tau = mD^n$ (Pa), gdje je m = koeficijent konzistencije (Nsⁿ/m²), a n = indeks tečenja. Statistička obrada podataka reoloških mjerenja rađena je pomoću programa MSOFFICE EXCEL 6,0 ($r^2 > 0,98$), a na osnovi sljedećih izraza:

$$y = a + bx \quad (1)$$

$$\log \tau = \log m + n \log D \quad (2)$$

$$\tau_i = m (\text{izr.}) D_i^n (\text{izr}) \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, 15.$$

pH vrijednost određena je pH-metrom (Radiometer, Kopenhagen) nakon fermentacije i poslije 3, 6 i 9 dana skladištenja. Za statističku obradu podataka mjerenja korištena je analiza prisutstva “nenormalnih” podataka po Nalimovu, koju navode Filajdić i sur., 1991; za slučaj kada se broj podataka (n) kreće od 2 do 10. Postupak provjere utvrđen je korištenjem sljedećih formula:

$$x_{sr} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4)$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot x_{sr}^2 \right) \quad (5)$$

$$d = |x_{sr} - x_{sum}| \quad (6)$$

$$V = \frac{d}{s} \quad (7)$$

$$f = n - 2 \quad (8),$$

gdje su: x_{sr} = prosjek izražen kao aritmetička sredina
 n = veličina uzorka
 x_i = vrijednost mjerenja
 S^2 = varijanca
 d = razlika od aritmetičke sredine
 $x_{sum.}$ = sumnjiva vrijednost

V = kriterij provjere nenormalnosti

f = broj stupnjeva slobode

Rezultati rada i rasprava

Promjene prosječnih pH vrijednosti tijekom skladištenja uzoraka kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka priređenih s dodatkom obranog mlijeka u prahu, prikazane su tablicom 1, a onih s dodatkom koncentrata soka jabuke tablicom 2.

Tablica 1: Promjene pH vrijednosti tijekom skladištenja uzoraka kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom obranog mlijeka u prahu.

Table 1: pH values changes of goat's and cow's acidophilus milk samples with skimmed milk powder addition during storage.

Mlijeko Milk	Dodatak obranog mlijeka u prahu (%) Addition of skimmed milk powder (%)	Vrijeme skladištenja (dani) Storage time (days)			
		0	3	6	9
Kozje Goat's	0	4,35	4,30	4,25	4,20
	1	4,30	4,20	4,10	4,00
	2	4,35	4,20	4,10	3,95
Kravlje Cow's	0	4,60	4,25	4,30	4,30
	1	4,70	4,40	4,35	4,25
	2	4,60	4,40	4,35	4,25

Tablica 2: Promjene pH vrijednosti tijekom skladištenja uzoraka kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom koncentrata soka jabuke.

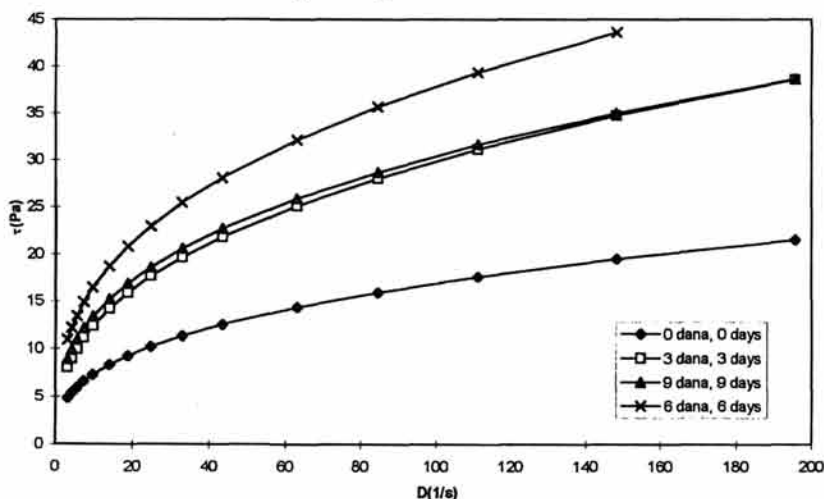
Table 2: pH values changes of goat's and cow's acidophilus milk samples with apple juice concentrate addition during storage.

Mlijeko Milk	Dodatak koncentrata soka jabuke (%) Addition of apple juice concentrate (%)	Vrijeme skladištenja (dani) Storage time (days)		
		0	3	6
Kozje Goat's	1	4,50	4,45	4,45
	2	4,50	4,45	4,45
	3	4,55	4,55	4,50
Kravlje Cow's	1	4,40	4,35	4,35
	2	4,40	4,35	4,35
	3	4,50	4,30	4,30

Tablice 1 i 2 pokazuju manji pad pH vrijednosti tijekom skladištenja kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka priređenog s dodatkom koncentrata soka jabuke, nego kod onih priređenih bez dodataka ili s dodatkom obranog mlijeka u prahu. To je posebno izraženo u uzorcima kozjeg acidofilnog mlijeka. Ova pojava može se objasniti povećanjem udjela šećera u proizvodu, ali i mogućnošću stvaranja spojeva koji povećavaju puferni kapacitet proizvoda. Kako kozje mlijeko samo po sebi ima jače izražen puferni kapacitet, moguće je da pojedine komponente koje se nalaze u koncentratu jabuke dodatno stabiliziraju puferni sistem kozjeg mlijeka.

Grafikon 1: Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (D) tijekom skladištenja uzoraka kozjeg acidofilnog mlijeka bez dodataka.

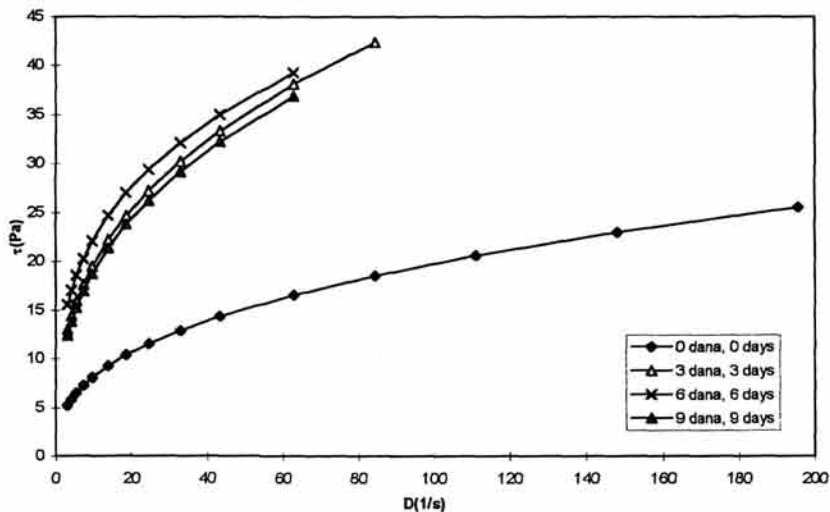
Figure 1: Shear stress (τ) and shear rate relationship (D) of goat's acidophilus milk samples without additives during storage.



U svim uzorcima kozjeg acidofilnog mlijeka, bez obzira da li su priređeni sa ili bez dodataka dobiveni su mekši gruševi (tablice 3, 4 i grafikoni 1 do 6), unatoč višem udjelu suhe tvari u kozjem mlijeku (Jenness, 1980; Novaković i sur., 1997) u odnosu na kravlje. Mekša konzistencija gruševa fermentiranih mliječnih napitaka dobivenih od kozjeg mlijeka može biti posljedica različite strukture proteinskog kompleksa kozjeg i kravljeg mlijeka (Jenness, 1980; Feldhofer i sur., 1994), ali i razlika u kinetici fermentacije i koagulacije. Prema modelu koji su prvi puta postavili Van Hooydonk i Walstra 1987, konstanta brzine enzimatske hidrolize κ -kazeina (K_1) i konstanta brzine difuzije i koagulacije destabiliziranih micela para κ -kazeina (K_2) obrnuto su proporcionalne viskoznosti mlijeka. Tomassone i sur., (1983) su utvrdili da je odnos konstante brzine enzimatske reakcije cijepanja κ -kazeina i recipročne

Grafikon 2: Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (D) tijekom skladištenja uzoraka kravljeg acidofilnog mlijeka bez dodataka.

Figure 2: Shear stress (τ) and shear rate relationship (D) of cow's acidophilus milk samples without additives during storage.



vrijednosti viskoznosti mlijeka linearan i može se predstaviti izrazom: $k = -0,1073 \times 10^{-3} + 3,6984 \times 10^{-3} (1/\eta)$ ($P < 0,02$). Kako kozje mlijeko ima višu viskoznost od kravljeg mlijeka, bit će sporije enzimatsko cijepanje κ -kazeina, kao i difuzija, sudaranje i koagulacija destabiliziranih micela u kozjem mlijeku. Stoga kozje mlijeko gruša sporije, što je vidljivo iz nekih radova (Novaković i sur., 1997). Mekši i rastresitiji gruša kozjeg acidofilnog mlijeka može biti i posljedica naglijeg pada pH vrijednosti do izoelektrične točke. Naime, tijekom fermentacije dolazi do demineralizacije kazeinskog kompleksa pri čemu on otpušta ione, ali dolazi i do istiskivanja vode iz međuprostora u rešetci kalcij kazeinat kompleksa. Sposobnost zadržavanja i vezivanja molekula vode unutar kazeinske rešetke proporcionalna je brzini pada pH vrijednosti mlijeka do izoelektrične točke (Patel i sur., 1972). Uslijed bržeg pada pH vrijednosti kazeinska rešetka u kozjem mlijeku ne stigne se stegnuti kompaktno kao ona u kravljem mlijeku i ostaje mekša i rastresitija s više uklopljenih molekula vode.

Rezultati prikazani tablicom 3 pokazuju da se dodatkom obranog mlijeka u prahu povećavala vrijednost koeficijenta konzistencije u kozjem i kravljem mlijeku. Ovisnost koeficijenta konzistencije (m) i udjela suhe tvari u mlijeku (c) moguće je prikazati izrazom: $m = a + bc$ ($r^2 > 0,95$). Još bolje je upotrijebiti izraz koji su za koncentrate proteina sirutke predložili Alizadehfarid i Willey, 1996, a glasi: $\eta = a e^{bc}$ ($r^2 > 0,98$), gdje je η = prividna viskoznost mlijeka (Pa s), c = koncentracija ukupne suhe tvari (g/kg), dok su a i b konstante.

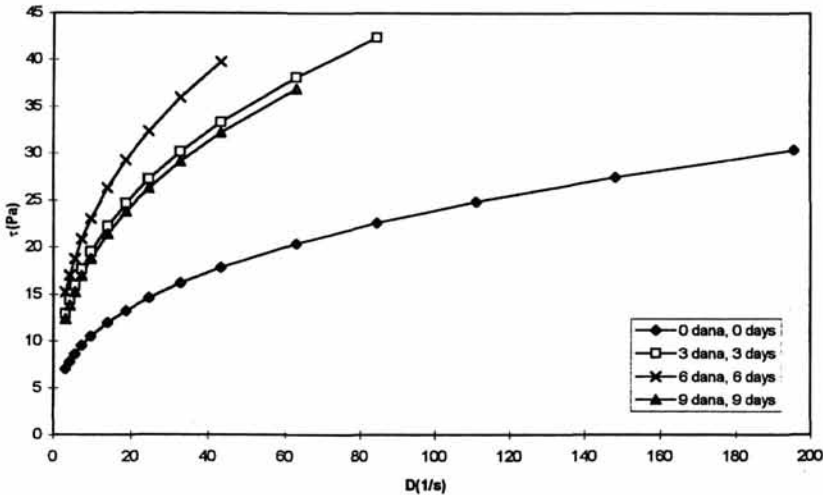
Tablica 3: Promjene vrijednosti reoloških parametara tijekom skladištenja kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom obranog mlijeka u prahu.

Table 3: Changes of rheological parameters values during the storage of goat's and cow's acidophilus milk with addition of skimmed milk powder.

Mlijeko Milk	Dodatak obranog mlijeka u prahu (%) Addition of skimmed milk powder (%)	Vrijeme skladištenja (dani) Storage time (days)							
		0		3		6		9	
		m (Ns ⁿ /m ²)	n	m (Ns ⁿ /m ²)	n	m (Ns ⁿ /m ²)	n	m (Ns ⁿ /m ²)	n
Kozje Goat's	0	3,23	0,35	5,24	0,37	7,30	0,35	6,00	0,35
	1	4,71	0,35	8,62	0,35	8,22	0,36	10,08	0,36
	2	6,31	0,35	7,29	0,39	9,63	0,35	11,40	0,33
Kravlje Cow's	0	5,86	0,27	7,96	0,34	13,83	0,29	13,98	0,28
	1	6,60	0,29	11,18	0,39	14,14	0,29	13,55	0,32
	2	8,86	0,27	12,88	0,28	15,03	0,26	13,53	0,28

Grafikon 3: Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (D) tijekom skladištenja uzoraka kozjeg acidofilnog mlijeka s dodatkom 1% obranog mlijeka u prahu.

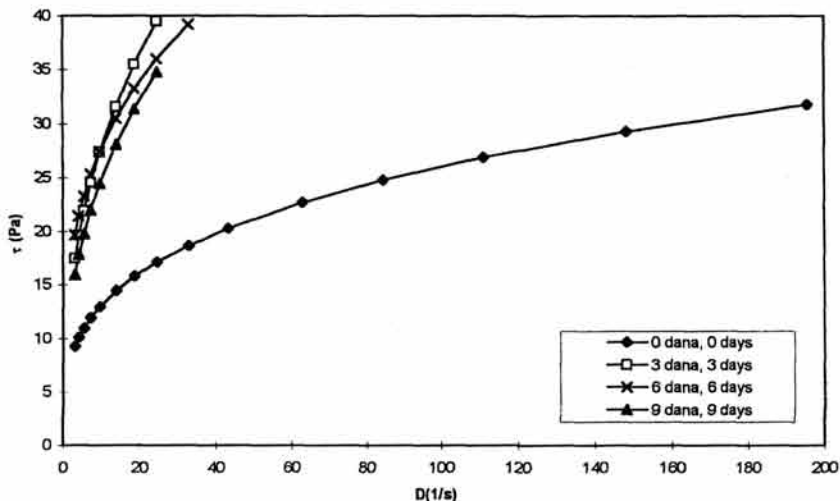
Figure 3: Shear stress (τ) and shear rate relationship (D) of goat's acidophilus milk samples with addition of 1% skimmed milk powder during storage



Tijekom skladištenja vrijednosti koeficijenta konzistencije i napona smicanja rastu u kozjem i kravljem acidofilnom mlijeku do trećeg dana skladištenja (grafikoni 1 i 2, tablica 3). U uzorcima kozjeg acidofilnog mlijeka

Grafikon 4: Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (D) tijekom skladištenja uzoraka kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom 1% obranog mlijeka u prahu.

Figure 4: Shear stress (τ) and shear rate relationship (D) of cow's acidophilus milk samples with addition of 1% skimmed milk powder during storage.



prirednim s dodatkom obranog mlijeka u prahu nakon šestog dana skladištenja dolazi do opadanja vrijednosti napona smicanja (grafikon 3). To isto događa se i u uzorcima kravljeg acidofilnog mlijeka prirednim s obranim mlijekom u prahu, samo što je pad slabije izražen (grafikon 4). Pojava slabljenja konzistencije tijekom dužeg skladištenja može se također djelomično objasniti pomoću kinetičke teorije grušanja. Tijekom skladištenja dolazi do intenziviranja procesa proteolize uslijed povećanja kiselosti proizvoda (Robinson i Tamime, 1993) i uslijed drugih razloga, dok procesi koagulacije tijekom hlađenja i skladištenja prestaju (Lucey i sur., 1997). Kako proteoliza mliječnih proteina nakon završenog procesa koagulacije direktno snižuje viskoznost mlijeka (Payens, 1989), dolazi do sniženja vrijednosti koeficijenta konzistencije fermentiranog mliječnog napitka i intenziviranja sinereze uslijed polaganog pada pH vrijednosti.

To je vidljivo i iz odnosa vrijednosti koeficijenta konzistencije i indeksa tečenja tijekom skladištenja kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka (tablice 3 i 4). Uz opadanje vrijednosti koeficijenta konzistencije nakon određenog perioda skladištenja dolazi do porasta vrijednosti indeksa tečenja, što znači da se smanjuje razlika u svojstvima tečenja pseudoplastičnih u odnosu na newtonske tekućine.

Tablica 4 i grafikoni 5 i 6 pokazuju da povišenje udjela koncentrata soka jabuke ne dovodi do poboljšanja konzistencije ni kozjeg ni kravljeg acidofilnog mlijeka. Naprotiv, dodatkom 3% koncentrata dobija se gruša slabije kvalitete nego s dodatkom 1% koncentrata u uzorcima kozjeg kravljeg acidofilnog mlijeka (tablica 4). Vrlo dobre osobine pokazali su gruševi s dodatkom 2% koncentrata

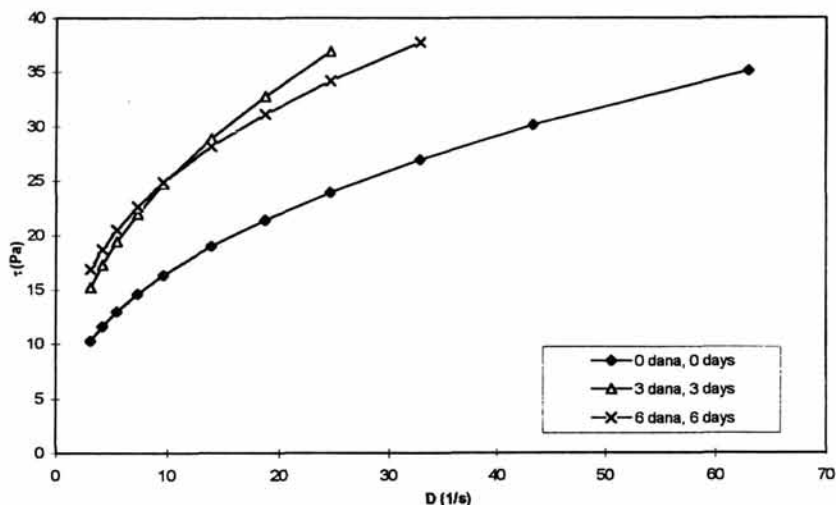
Tablica 4: Promjene vrijednosti reoloških parametara tijekom skladištenja kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom koncentrata soka jabuke.

Table 4: Changes of rheological parameters values during the storage of goat's and cow's acidophilus milk with addition of apple juice concentrate.

Mlijeko Milk	Dodatak koncentrata soka jabuke (%) Addition of apple juice concen- trate (%)	Vrijeme skladištenja (dani) Storage time (days)					
		0		3		6	
		m (Ns ⁿ /m ²)	n	m (Ns ⁿ /m ²)	n	m (Ns ⁿ /m ²)	n
Kozje Goat's	1	6,83	0,37	10,93	0,39	14,32	0,29
	2	6,32	0,41	8,77	0,47	11,85	0,34
	3	6,46	0,40	9,36	0,42	11,46	0,34
Kravlje Cow's	1	5,53	0,33	15,56	0,22	16,25	0,29
	2	5,98	0,34	13,93	0,21	14,48	0,32
	3	3,63	0,40	14,48	0,21	16,00	0,25

Grafikon 5: Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (D) tijekom skladištenja uzoraka kozjeg acidofilnog mlijeka s dodatkom 2% koncentrata soka jabuke.

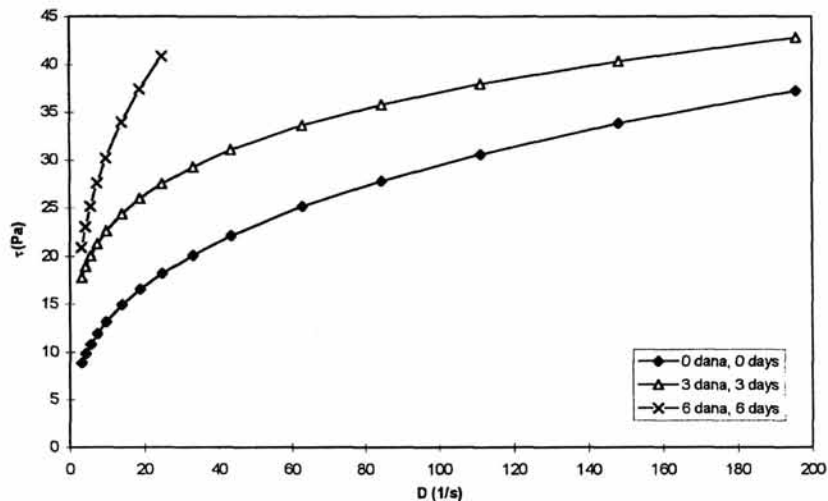
Figure 5: Shear stress (τ) and shear rate relationship (D) of goat's acidophilus milk samples with addition of 2% apple juice concentrate during storage.



soka jabuke (grafikoni 5 i 6). Koncentrat soka jabuke kompleksan je sustav šećera, organskih kiselina, minerala i drugih tvari. Brzina agregacije destabiliziranih micela u nekim stupnjevima može biti kontrolirana stvaranjem spojeva između micela i iona iz okoline koji mogu reagirati s pozitivnim ili negativnim nabojima

Grafikon 6: Ovisnost napona smicanja (τ) o brzini smicanja (D) tijekom skladištenja uzoraka kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom 2% koncentrata soka jabuke.

Figure 6: Shear stress (τ) and shear rate relationship (D) of cow's acidophilus milk samples with addition of 2% apple juice concentrate during storage.



na površini micela (Dagleish, 1983). Različiti ioni različito djeluju na brzinu koagulacije micela kazeina, ovisno o mjestu na površini micela gdje se vežu, kao i o polarnosti i hidrofilitnosti spoja koji se stvara (Bringe i Kinsella, 1991). Koncentrati voćnih sokova povišuju viskoznost mlijeka više nego obrano mlijeko u prahu, što dodatno usporava koagulaciju mlijeka. Moguće je da dodatkom koncentrata voćnih sokova u mlijeko dolazi i do inhibicija tijekom fermentacije, bilo radne kulture, bilo pojedinih faza enzimatskog ciklusa razgradnje laktoze.

Kod uzoraka acidofila od kozjeg mlijeka, priređenih s koncentratom soka jabuke, pad vrijednosti napona smicanja nastupa već nakon trećeg dana skladištenja (grafikon 5), što nije slučaj kod uzoraka acidofila od kravljeg mlijeka (grafikon 6), jer vrijednosti napona smicanja rastu do šestog dana.

Zaključci

Uspoređivanjem reoloških osobina gruša tijekom skladištenja kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka s dodatkom različitih udjela obranog mlijeka u prahu i koncentrata soka jabuke može se zaključiti:

1. Uzorci kozjeg acidofilnog mlijeka (bez i sa dodacima) imaju mekšu konzistenciju od uzoraka kravljeg acidofilnog mlijeka.

2. U uzorcima priređenim s dodatkom obranog mlijeka u prahu povećavala se vrijednost koeficijenta konzistencije ovisno o udjelu suhe tvari mlijeka u kozjem i kravljem acidofilnom mlijeku.

3. Skladištenjem uzoraka kozjeg i kravljeg acidofilnog mlijeka, priređenih s dodatkom obranog mlijeka u prahu, vrijednost koeficijenta konzistencije povećavala se do šestog dana, a zatim je opadala osobito u kozjem acidofilnom mlijeku.

4. Dodatak koncentrata soka jabuke nije utjecao na povećanje vrijednosti koeficijenta konzistencije.

5. Skladištenjem uzoraka kozjeg acidofilnog mlijeka s dodatkom koncentrata soka jabuke dolazi do pada vrijednosti napona smicanja nakon trećeg dana skladištenja.

6. Dodatak koncentriranog soka jabuke usporen je pad pH vrijednosti u uzorcima kozjeg i kravljeg acidofila.

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF GOAT'S AND COW'S ACIDOPHILUS MILK DURING STORAGE

Summary

The aim of this paper was to compare rheological properties of goat's and cow's acidophilus milk curds and also to determine physical and rheological changes during storage. The influence of apple juice concentrate addition on the shelf life and curd stability during storage was determined. Rheological properties and pH values of prepared curds were measured after the fermentation and after 3, 6 and 9 days of storage. With addition of skimmed milk powder the consistency coefficient value in goat's and cow's acidophilus milk increased until the sixth day of storage. After that consistency coefficient value was decreased, especially of goat acidophilus milk. Samples prepared with apple juice concentrate showed inhibitions during the fermentation and coagulation. In spite of inhibitions during the fermentation and coagulation, the obtained curds, prepared with 1 and 2 per cent of apple juice concentrate, showed high quality. On the basis of pH values measured during the storage, it was noticed that the apple juice concentrate had a partly conservative effect on products.

Key words: goat's and cow's acidophilus milk, apple juice concentrate, storage, rheological properties.

Literatura

- Alizadehfard, M. R., Willey, D. E., (1996): "Non-Newtonian behaviour of whey protein solutions", Journal of Dairy Research 63 : 315.*
- Bickerstaffe, R., Noakes, D. E., Annison, E. F., (1972): "Quantitative aspects of fatty acid biohydrogenation, absorption and transfer into milk fat in the lactating goat, with special reference to the cis- and trans isomers of octadecenoate and linoleate", Biochemistry Journal 130 : 607.*
- Bringe, N. A., Kinsella, J. E., (1991): "Effects of cations and anions on the rate of acidic coagulation of casein micelles: the possible roles of different forces", Journal of Dairy Research 58 : 195.*

- Bylund, G., (1995): "Dairy processing handbook", Tetra Pack Processing AB, Lund, Sweden.
- Carlson, A., Hill, C. G., Olson, N. F., (1987): "Kinetics of milk coagulation II. Kinetics of the secondary phase: micelle flocculation", *Biotechnology & Bioengineering* 29 : 590.
- Chaplin, B., Green, M. L., (1980): "Determination of the proportion of k-casein hydrolysed by rennet on coagulation of skim milk", *Journal of Dairy Research* 47 : 351.
- Dalgleish, D. G., (1983): "Coagulation of renneted bovine casein micelles: dependance of temperature, calcium ion concentration and ionic strength", *Journal of Dairy Research* 50 : 331.
- Famelart, M. H., (1994): "Rennet coagulation of milk in the presence of sucrose", *Journal of Dairy Research* 61 : 473.
- Feldhofer S., Banožić, S., Antunac, N., (1994): "Uzgoj i hranidba koza - proizvodnja i prerada kozjeg mlijeka", Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb.
- Filajdić, M., Ritz, M., Vahčić, N., Vojnović, V., Grüner, M., Vujanić, D., (1991): "Statističke metode u kontroli kvalitete mlijeka i proizvoda", *Mljekarstvo* 41 : 115.
- Franić, I., (1993): "Kozarstvo", Adria book, Split.
- Jenness, R., (1980): "Composition and characteristics of goat milk: Rewiev 1968-1979", *Journal of Dairy Science* 63 : 1605.
- Lucey, J. A., Teo, C. T., Munro, P. A., Singh, H., (1997): "Rheological properties of small (dynamic) and large (yield) deformations of acid gels made from heated milk", *Journal of Dairy Research* 64 : 591.
- Magdalenić, B., Evačić, S., Jovanović-Bunta, V., Kostanjevac, Lj. (1994): "Imunološki test otkrivanja dodavanja kravljeg u kozje mlijeko", *Mljekarstvo* 44 : 41.
- Muncy, C. A., Olsen, R. L., (1988): "Interaction of protein and polisacharides in chymosin coagulation of milk", *Journal Of Dairy Science* 71 : 65.
- Novaković, P., Kordić, J., Slačanac, V., Moslavac, T., (1997): "Reološke promjene kozjeg i kravljeg mlijeka tijekom fermentacije bakterijom *Lactobacillus acidophilus*", *Mljekarstvo* 47 : 93.
- Park, Y. W., (1994): "Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts", *Small Ruminant Research* 13 : 63.
- Park, Y. W., (1994): "Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk", *Small Ruminant Research* 14 : 151.
- Patel, M. C., Lund, D. B., Olson, N. F., (1972): "Factors affecting syneresis of renneted milk gels", *Journal Of Dairy Science* 55 : 913.
- Payens, T. A., (1989): "The relationship between milk concentration and rennet coagulation time", *Journal of Applied Biochemistry* 6 : 232.
- Robinson, R. K., Tamime, A. Y., (1993): "Manufacture of yoghurt and other fementad milks", u *Advanced in Milk Products*, vol. 2, Elsevier Applied Science, London-New York.
- Roefs, S. P. F. M., De Groot-Mostert, A. E. A., Van Vliet, T., (1990): "Structure of acid casein gels. 1. Formation and model of gel network", *Coloids and Surfaces* 50 : 141.
- Steventon, A. J., Parkinson, C. J., Fryer, P. J., Bottomley, R. C., (1995): "The rheology of yoghurt", *Rheology of food*, Dept. of Chemical Engineering, Cambridge.
- Teo, C. T., Munro, P. A., Singh, H., (1996): "Reversibility of shrinkage of mineral acid casein curd as a function of ionic strength, pH and temperature", *Journal of Dairy Research* 63 : 555.
- Van Hooydonk, A. C. M., Walstra, P., (1987): "Interpretation of the kinetics of the renneting reaction in milk", *Netherlands Milk and Dairy Journal* 41 : 293.

Adrese autora - Author's adresses:

Prof. dr. Predrag Novaković
Mr. Jasna Kordić
Vedran Slačanac, dipl. inž.
Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek

Primljeno-Received: 15. 05. 1998.
Prihvaćeno - Accepted: 20. 07. 1998.