

## Usporedba instrumentalnih i senzorskih metoda za analizu kakvoće gruša fermentiranih mliječnih napitaka

Jovica Hardi, Vedran Slačanac, Mato Vlainić

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 579.22

### **Sažetak**

*Tekstura gruša fermentiranih mliječnih napitaka jedan je od osnovnih činioca njihove ukupne kakvoće. Fermentirani mliječni napici imaju svojstva tečenja karakteristična za tiksotropni (pseudoplastični) tip tekućina. Ujedno su to viskoelastični sustavi, jer imaju sposobnost obnavljanja teksture nakon prestanka djelovanja sile koja je bila uzrokom deformacije. Opis teksture takvog sustava zahtijeva kompleksnu analizu većeg broja svojstava. Cilj istraživanja bio je što potpunije opisati teksturu fermentiranih mliječnih napitaka. Pri tome su kao osnovna svojstva teksture uzeti struktura, čvrstoća (konzistencija) i stabilnost gruša. Primijenjen je model opisa ta tri parametra na osnovi eksperimentalnih podataka. Rezultati dobiveni modelom uspoređeni su s rezultatima senzorskog ocjenjivanja. Modelom je ispitan utjecaj udjela mliječne masti i dodatka obranog mlijeka u prahu na kakvoću teksture acidofilnog mlijeka. Pokazalo se da je primjenom modela na osnovi instrumentalnih i senzorskih ispitivanja, moguće detaljno i objektivno definirati kakvoću teksture fermentiranih mliječnih napitaka. Istraživanje je pokazalo visoku korelaciju između rezultata instrumentalnih i senzorskih ispitivanja ( $r = 0,8975$ ). Rezultati mjerenja pokazali su značajan utjecaj na teksturu oba promatrana činioca: udjela mliječne masti i dodatka obranog mlijeka u prahu. Uzorci s višim udjelima mliječne masti imali su bolju teksturu u odnosu na uzorke s nižim udjelima mliječne masti. Dodavanjem većeg udjela obranog mlijeka u prahu poboljšavala se tekstura svih ispitivanih uzoraka. Primijenjenim modelom određeni su optimalni udjeli dodatka obranog mlijeka u prahu u sprezi s odabranim udjelima mliječne masti.*

*Ključne riječi: acidofilno mlijeko, instrumentalne i senzorske metode, ocjena kakvoće, tekstura fermentiranih mliječnih napitaka*

### **Uvod**

Gruš fermentiranih mliječnih napitaka kompleksan je sustav s nizom uklopljenih sastojaka (R o b i n s o n, 1990., R o b i n s o n i T a m i m e, 1990.). Fermentirani mliječni napitci imaju izrazita svojstva tečenja newtonskih tekućina, karakterističnih za tiksotropni, odnosno pseudoplastični tip tekućina (S t e v e n t o n i s u r, 1995.). Ujedno, to su viskoelastični sustavi koji se brzo mijenjaju promjenom temperature, tlaka ili primijenjene deformacije. Nakon određenog vremena mogu djelomično obnoviti svoju teksturu (S t e v e n t o n i s u r, 1995.; L u c e y i s u r, 1997.).

Teksturalne osobine fermentiranih mliječnih napitaka u mnogome ovise o čitavom nizu strukturnih i procesnih parametara: strukturi proteinskog kompleksa i omjeru pojedinih frakcija proteina u mlijeku (T a m i m e i M a r s h a l l, 1997.), udjelu masti i stabilnosti emulzije mliječne masti u mlijeku (V u j i č i ć, 1985.; T r a t n i k, 1998.), koncentraciji kalcijevih i fosfatnih iona u mlijeku (T a n g i s u r, 1993.; T e o i s u r, 1996.), viskoznosti mlijeka (W a l s t r a, 1990.), intenzitetu pada pH vrijednosti tijekom fermentacije (T a n g i s u r, 1995.; T e o i s u r, 1996.; N o v a k o v i ć i s u r, 1997.), toplinskoj obradbi mlijeka prije fermentacije (L u c e y i s u r, 1997.), režimu fermentacije (vrsta radne kulture, temperatura i vrijeme) (R o e f s i s u r, 1990.) 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 (R o b i n s o n i T a m i m e, 1993.).

Zbog navedenog, teksturu fermentiranih mliječnih napitaka nije jednostavno opisati. Veliki broj modela za opis teksture fermentiranih mliječnih napitaka u zadnjih desetak godina baziran je na primjeni dinamičke oscilacijske tehnike u definiranju reoloških svojstava (P a u l s s o n i s u r, 1986.; T a n g i s u r, 1993.; T a n g i s u r, 1995.; S t e v e n t o n i s u r, 1995.) I tom tehnikom tek se djelomično karakterizira tekstura fermentiranih mliječnih napitaka.

W a l s t r a (1998.) navodi tri osnovna parametra kojima se može opisati tekstura fermentiranih mliječnih napitaka: kompaktnost strukture, čvrstoća i stabilnost.

Strukturu fermentiranog mliječnog napitka W a l s t r a (1993.) definira količinom i rasporedom pora u gršu Kao jednostavan parametar kojim se može opisati tekstura fermentiranih mliječnih proizvoda, W a l s t r a (1993.,

1998.), navodi koeficijent permeabilnosti ( $B$ ). Koeficijent permeabilnosti jednostavno se može odrediti na osnovu Darcyjeve jednadžbe za brzinu protoka fluida kroz gel:

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

$v$  = brzina protoka fluida kroz gel, definirana volumnim protokom ( $Q$ ) kroz površinu gela ( $A$ ),  $\eta$  = viskoznost fluida,  $\Delta p$  = razlika tlakova kroz debljinu sloja gela  $z$ .

Konzistencija fermentiranih mliječnih proizvoda određuje se na osnovi stupnja deformacije do koje dolazi kada se na grušu djeluje nekim naponom koji izaziva deformaciju (H e g e d u š i ć, 1992., W a l s t r a, 1996.). Za opis konzistencije pogodne su vrijednosti reoloških parametara: indeks tečenja ( $n$ ) i koeficijent konzistencije ( $k$ ).

Stabilnost teksture (gruša) fermentiranih mliječnih napitaka može se iskazati stupnjem sinereze. To je izrazito nepoželjan proces u proizvodnji i čuvanju fermentiranih mliječnih napitaka jer utječe na smanjenje njihove organoleptičke i nutritivne vrijednosti. Problem stabilnosti gruša izravno je vezan uz sposobnost vezivanja i zadržavanja vode unutar rešetke Ca-kazeinata (T r a t n i k, 1998.), odnosno na hidrodinamičke interakcije proteinskog sustava koaguliranog mlijeka (B i a n c h y – S a l v a d o r i, 1997.). Vežu između hidrofilnosti proteina (g H<sub>2</sub>O/g proteina) i voluminoznosti (cm<sup>3</sup> otopine "okupirane" od 1 grama suhog proteina) prikazali su M u l w i h i l l i F o x (1989.) izrazom:

$$V = v_p + \delta_l v_0 \quad (2)$$

$V$  = voluminoznost,  $v_p$  = specifični parcijalni volumen suhog proteina,  $\delta_l$  = hidrofilnost,  $v_0$  = specifični volumen čiste vode. Izraz (2), također je pogodan za opis stabilnosti gruša fermentiranih mliječnih napitaka.

### ***Materijal i metode rada***

#### ***Prikaz modela***

Tekstura gruša fermentiranih mliječnih napitaka u mljekarskoj industriji redovito se procjenjuje senzorski. B o u r n e (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 ocjenjivanje bi bilo objektivnije, a rezultati mjerenja u korelaciji sa 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:

$$\mathbf{X} = f \{v \text{ (ml/s); } B \text{ (}\mu\text{m}^2\text{); koncentracija proteina u mlijeku (mol/dm}^3\text{)}\} \quad (3)$$

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

$$\mathbf{Z} = f \{V \text{ (cm}^3 \text{ H}_2\text{O/g suhog proteina); } \delta_1 \text{ (g H}_2\text{O/g proteina), } \Delta S \text{ (ml/100g)}\} \quad (5)$$

$\mathbf{X}$  označava faktor strukture,  $\mathbf{Y}$  faktor konzistencije a  $\mathbf{Z}$  faktor stabilnosti gruš,  $v$  = brzina protoka fluida kroz grušu,  $B$  = koeficijent permeabilnosti,  $k$  = koeficijent konzistencije,  $n$  = indeks tečenja,  $V$  = voluminoznost,  $\delta$  = hidrofilnost,  $\Delta S$  = intenzitet sinereze. Ukupna kakvoća gruš fermentiranog mliječnog proizvoda objedinjava sva tri svojstva, pa se može iskazati kao funkcija ova tri parametra:

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

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

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

$a_i$ ,  $b_i$  i  $c_i$  označavaju mjerena svojstva, a  $\Delta\alpha_i$ ,  $\Delta\beta_i$ ,  $\Delta\chi_i$  su postotna odstupanja izmjerenih vrijednosti od optimalnih vrijednosti.  $\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{Y}$  i  $\mathbf{Z}$  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  $Q$ .

Prikazanim modelom analiziran je utjecaj dodatka obranog mlijeka u prahu i udjela mliječne masti na teksturalna svojstva kravljeg acidofilnog mlijeka. Prije fermentacije mlijeko s 1,5%, 3,2% i 5,0% mliječne masti (proizvođač MEGGLE-MIA Osijek) toplinski je obrađeno na 105 °C kroz 3

minute (K u r m a n n, 1992.). Toplinski obrađeno mlijeko nacijepljeno je 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, min. 96% suhe tvari) u udjelima od 1, 2 i 3%. Fermentacija je vođena na 37 °C kroz pet sati. Uzorci acidofilnog mlijeka su nakon fermentacije ostavljeni 24 sata u hladnjaku na +5 °C, a nakon toga analizirani.

Za mjerenje reoloških parametara korišten je rotacijski viskozimetar (REOTEST 3, WEB MLV, Prufgerate). Mjerenje reoloških svojstava provedeno je u području brzina smicanja od 3,111 do 195,7 s<sup>-1</sup> (mjerni sustav B). Ovisnost napona smicanja o brzini smicanja data je zakonom potencije (Hough i s u r, 1988.; H e g e d u š i ć, 1992.):

$$\tau = k \cdot \gamma^n \quad (9)$$

$\tau$  = napon smicanja (Pa),  $\gamma$  = brzina smicanja (s<sup>-1</sup>)  $k$  = koeficijent konzistencije (Ns<sup>n</sup>/m<sup>2</sup>) i  $n$  = indeks tečenja. Za određivanje reoloških parametara korišten je transformirani (logaritmirani) oblik zakona potencije (9):

$$\log(\tau) = \log(k) + n \cdot \log(\gamma) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (10)$$

Metodom najmanjih kvadrata iz linearnog izraza (10) računati su reološki parametri  $k$  i  $n$  u programu EXCEL 2000 (N o v a k o v i ć i s u r, 1997.).

Koeficijent permeabilnosti (B) uzoraka ispitivan je propuštanjem destilirane vode na vakuum sisaljci kroz sloj gruša debljine 10 cm u trajanju 10 sekundi. Pri tome je korišten vakuum od 150 mmHg ( $\Delta p = 610 \text{ mm Hg} = 81,33 \text{ kPa}$ ). Koeficijent permeabilnosti računat je na osnovu dobivenih podataka pomoću izraza (1).

Sinereza je određivana metodom koju navode K e o g h i O' K e n n e d y (1998.), prema kojoj se 30-40 grama uzorka centrifugira na 2200 o/min kroz 10 minuta na 5 °C. Sinereza je izražavana kao ml centrifugata / 100 ml uzorka.

Senzorska svojstva ocijenjena su metodom ponderiranih bodova (IDF, 1984.), modificiranim oblikom metode koju su za senzorsku procjenu jogurta predložili H u n t e r i M u i r (1993.). Prema toj metodi ocjenjuje se miris, okus, i konzistencija. Osim tih parametara, a radi što bolje ocjene teksture, uvedeni su parametri izdvajanja sirutke (sinereza) i izgled površine.

Koeficijenti značajnosti ( $F_v$ ) bili su za: okus 2,0; miris 0,8; konzistenciju 0,6; sinerezu (izdvajanje sirutke) 0,4 i izgled površine 0,2. Pri tome izgled površine definira strukturu gruša, konzistencija čvrstoću gruša, a odvajanje sirtke stabilnost gruša. Maksimalan broj ponderiranih bodova bio je 20, a ocjene za svako svojstvo bile su u rasponu 1 do 5. Panel grupa od 5 senzorskih analitičara provela je ocjenjivanje u dvije serije.

Optimalne vrijednosti mjerenih parametara određene su na osnovi rezultata prethodnih mjerenja (W a l s t r a, 1998.), a navedene su u tablici 1. Objektivnost odabranih raspona objašnjen je karakteristikama gruša visoke kakvoće (L u c e y i s u r, 1997.). Postotna odstupanja od optimalnih vrijednosti iz izraza (8) ( $\Delta\alpha_i$ ,  $\Delta\beta_i$ ,  $\Delta\chi_i$ ) izračunata su prema:

$$\Delta(\%) = \frac{N_{optimal.} - N_{izmjereno}}{N_{optimal.}} \cdot 100 \quad (11)$$

N označava optimalne i izmjerene vrijednosti.

Tablica 1: Parametri analize teksture

Table 1: Parameters of texture analysis

Parametar kakvoće teksture Parameter of texture quality	Koeficijent značajnosti Weight factor	Mjereno svojstvo Measured property	Optimalna vrijednost Optimum values
Kompaktnost teksture (X) Compactness (X)	1.00	Koeficijent permeabilnosti ( $a_1$ ) Permeability coefficient ( $a_1$ )	< 0,50 $\mu\text{m}$
Čvrstoća teksture (Y) Hardness of texture (Y)	1.00	Koeficijent konzistencije ( $b_1$ ) Consistency coefficient ( $b_1$ )	7 – 9 $\text{Ns}^n / \text{m}^2$
Stabilnost (Z) Stability (Z)	1.00	Sinereza ( $c_1$ ) Syneresis ( $c_1$ )	< 5 ml / 100 ml

### Rezultati i rasprava

Rezultati instrumentalnih mjerenja prikazani tablicom 2 pokazuju značajan utjecaj odabranih faktora (udio mliječne masti i dodatak obranog mlijeka u prahu) na teksturalne karakteristike ispitivanih uzoraka. Vidljiv je različit utjecaj udjela mliječne masti i dodatka obranog mlijeka u prahu na

različite parametre kakvoće teksture. Utvrđeno je da udio mliječne masti najviše djeluje na stabilnost gruša. Stoga su izmjerene vrijednosti sinereze za uzorke s 1,5% mliječne masti osjetno više od onih a 3,2 i 5%.

Tablica 2: Usporedba kakvoće teksture acidofilnog mlijeka s različitim udjelima mliječne masti, uz dodatak obranog mlijeka u prahu (OMP)

Table 2: Comparison of texture quality of acidophilus milk with different contents of milk fat and skimmed milk powder addition (SMP)

Udio mliječne masti (%) Milk fat content (%)	Dodatak OMP (%) Addition of SMP (%)	Mjereni parametar Measured parameter		
		Koeficijent konzistencije (Ns <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> ) Consistency coefficient (Ns <sup>n</sup> /m <sup>2</sup> )	Koeficijent permeabilnosti (μm) Permeability coefficient (μm)	Sinereza (ml/100 ml) Syneresis (ml/100 ml)
1,5	0	5,31	1,17	11,80
	1	5,93	0,73	11,00
	2	6,98	0,52	8,23
	3	8,07	0,51	6,58
3,2	0	5,86	1,15	7,55
	1	6,60	0,86	6,43
	2	7,86	0,71	6,06
	3	8,56	0,50	4,75
5	0	6,74	0,78	1,2
	1	6,95	0,61	1,2
	2	7,93	0,48	3,5
	3	8,38	0,44	3,3

Nasuprot tome, utjecaj udjela mliječne masti na čvrstoću gruša nije bio toliko izražen, iako je na osnovi vrijednosti koeficijenata konzistencije iz tablice 2 vidljivo da su uzorci s višim udjelima mliječne masti imali i nešto čvršću teksturu. Najinteresantniji podaci za strukturu izraženi su vrijednošću koeficijenata permeabilnosti. Iz tih je vrijednosti vidljivo da udio mliječne masti u mlijeku utječe na svojstva strukture gruša. Iz podataka za koeficijente permeabilnosti u tablici 2, a u usporedbi s optimalnim vrijednostima za taj parametar u tablici 1, očito je da su uzorci s višim udjelima mliječne masti imali bolju kompaktnost gruša u odnosu na uzorke s nižim udjelima mliječne masti. Ova se pojava može objasniti pozitivnim kemijskim reakcijama između ovojnice masnih kapljica i proteina u mlijeku tijekom toplinske obrade

mlijeka. Te reakcije redovito dovode do stvaranja bolje konzistencije fermentiranih mliječnih napitaka (M a r s h a l l i T a m i m e, 1997.).

*Tablica 3: Prosječne ocjene za parametre senzorske kakvoće priređenih uzoraka s različitim udjelima mliječne masti i dodatka obranog mlijeka u prahu (OMP)*

*Table 3: Average estimations for sensory quality of the samples prepared with different contents of milk fat and skimmed milk powder (SMP) addition*

Udio mliječne masti (%) Milk fat content (%)	Udio dodanog OMP (%) Addition of SMP (%)	Parametar kakvoće Quality parameter				
		Okus Taste	Miris Odour	Izgled površine Surface Appearance	Konzisten- cija Consistency	Sinereza Syneresis
1,5	0	4,0	4,5	2,5	2,0	2,0
	1	4,0	4,5	2,5	2,0	2,0
	2	4,0	4,5	3,5	3,0	3,5
	3	3,5	4,5	4,5	4,0	3,5
3,2	0	4,5	5,0	4,0	3,5	4,0
	1	4,5	5,0	4,5	3,5	4,0
	2	4,0	5,0	4,5	4,5	4,5
	3	3,0	5,0	4,0	4,5	4,5
5	0	4,5	5,0	4,5	3,5	4,0
	1	4,0	4,5	5,0	4,0	4,5
	2	3,5	4,5	5,0	4,5	5,0
	3	3,0	4,5	5,0	4,5	5,0

Udio dodanog obranog mlijeka u prahu djelovao je na poboljšanje svih parametara teksture bez obzira na udio mliječne masti u mlijeku. Ipak, podaci za sinerezu uzoraka s 5% mliječne masti pokazuju da dodatak obranog mlijeka u prahu nije djelovao na stabilnost uzoraka s povišenim udjelom mliječne masti. Naprotiv, sinereza se još povećala povišenjem udjela dodanog obranog mlijeka u prahu.

Sva prikazana opažanja govore o heterogenosti svojstava teksture fermentiranih mliječnih napitaka. Pojedini faktor (u ovom istraživanju dodatak obranog mlijeka u prahu i udio mliječne masti) može povoljno djelovati na neko svojstvo teksture, a neki pak manje povoljno ili čak negativno.

*Tablica 4: Ukupna ocjena senzorske kakvoće uzoraka; ukupna ocjena kakvoće gruša uzoraka*



Table 4: Total estimation for sensory quality of the samples; total estimation of curd quality

Udio mliječne masti (%) Milk fat content (%)	Udio dodanog OMP (%) Addition of SMP (%)	$\Sigma$ ponderiranih bodova (ukupno) $\Sigma$ pondered points (total)	$\Sigma$ ponderiranih bodova (parametri teksture) $\Sigma$ pondered points (texture parameters)
1,5	0	14,1	2,5
	1	14,1	2,5
	2	15,5	3,9
	3	15,3	4,7
3,2	0	17,5	4,5
	1	17,6	4,6
	2	17,4	5,4
	3	15,3	5,3
5,0	0	17,6	4,6
	1	16,8	5,2
	2	17,3	5,7
	3	15,3	5,7

Proizvod može imati optimalnu čvrstoću gruša, a istovremeno taj gruš može biti nedovoljno stabilan ili nezadovoljavajuće teksture, što je izraženo u uzorcima s 1,5 i nekih s 3,2% mliječne masti. Analogno tome, promjena ostalih čimlacā (npr. pH vrijednost, temperatura, toplinska obradba, dodaci) različito će ili različitim intenzitetom djelovati na neki od parametara teksture, a to se u industriji redovito događa. Ukupna kakvoća teksture (gruša) može se dakle izraziti jedino kao zbroj vrijednosti za sva tri teksturalna parametra što je i svrha modela predstavljenog izrazima 6-8.

Jedna od mogućnosti primjene ovakvog modela analize teksture fermentiranih mliječnih napitaka je optimiranje udjela nekog dodatka u mlijeko, sa svrhom postizanja što bolje teksture gruša. Primjer primjene tog modela na udio dodanog obranog mlijeka u prahu u mlijeko s različitim udjelima mliječne masti prikazan ja slikom 1. Vrijednosti na grafičkom prikazu izračunate su pomoću izraza (11) i (8).

*Slika 1: Utjecaj udjela mliječne masti i udjela dodanog obranog mlijeka u prahu (OMP) na kakvoću teksture (Q) fermentiranih mliječnih proizvoda*

*Figure 1: Influence of milk fat content and skimmed milk powder (SMP) addition on textural quality (Q) of fermented milk products*

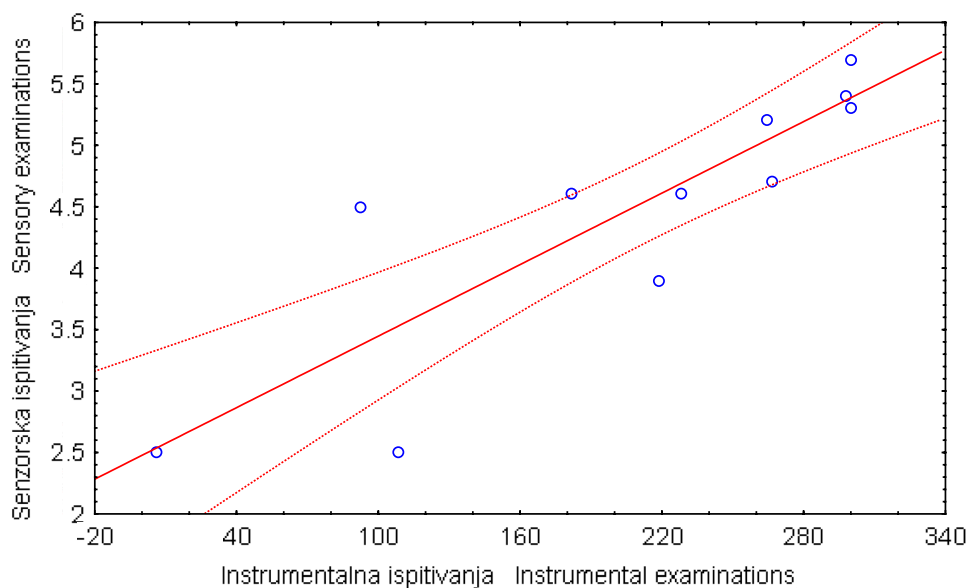
Iz dijagrama na slici 1 vidljivo je da su najmanju kakvoću gruša imali uzorci s 1,5% mliječne masti. Za poboljšanje njihove teksture bilo bi potrebno dodati i više od 3% obranog mlijeka u prahu. Također je vidljivo da je uzorcima s 3,2 i 5% mliječne masti za postizanje visoke kakvoće gruša dovoljno dodati 2% obranog mlijeka u prahu. Usporede li se podaci iz tablice 2 s podacima s krivulja na slici 1, može se zamijetiti da i kod vrlo malih razlika u vrijednostima koeficijenta konzistencije postoje velike razlike u kakvoći gruša.

Prema izrazima (3), (4), (5) i (7), proizlazi da će ova metoda biti to objektivnija što je više mjerenih veličina za pojedini parametar teksture. Velik broj mjerenih veličina za pojedini teksturalni parametar navedenih u izrazima (3), (4) i (5) omogućava kompleksnu analizu teksture fermentiranih mliječnih napitaka i uočavanje mogućih pogrešaka u procesu koagulacije. Još veću objektivnost metodi daje paralelna provedba senzorskih ispitivanja, te usporedba rezultata senzorskih i instrumentalnih ispitivanja.

Tablicom 3 prikazani su rezultati senzorskih ispitivanja priređenih uzoraka, a tablicom 4 prikazane su ukupne ocjene kakvoće uzoraka te posebno zbirni ocjena kakvoće gruša (izgled površine, čvrstoća gruša i izdvajanje sirutke).

Podaci u tablicama 3 i 4 pokazuju da dodatak obranog mlijeka u prahu nije imao osobiti utjecaj na ocjenu ukupne senzorske kakvoće uzoraka. Međutim,

ukoliko se posebno promatraju ocjene za parametre teksture, zamjetan je utjecaj povišenja udjela dodanog obranog mlijeka u prahu na senzorsku procjenu parametara teksture. I ovdje su najslabije ocijenjeni uzorci s 1,5% mliječne masti, a najbolje oni s najvišim udjelom mliječne masti (5%). Kod uzoraka s 1,5% mliječne masti, povišenjem udjela dodanog obranog mlijeka u prahu povećavale su se i senzorske ocjene za parametre teksture do 3% dodanog obranog mlijeka u prahu, dok su se kod uzoraka s 3,2 i 5% mliječne masti ocjene za teksturalne parametre povećavale do 2% dodanog obranog mlijeka u prahu (tablica 4). Podaci za senzorske ocjene teksturalnih parametara pokazuju očitu korelaciju s podacima instrumentalnih ispitivanja (slika 1). Korelacija između instrumentalnih i senzorskih ispitivanja prikazana je slikom 2.



Slika 2: Korelacija između eksperimentalnih i senzorskih ispitivanja  
Figure 2: Correlation between instrumental and sensory examinations

### **Zaključci**

Primijenjeni model ocjene teksture fermentiranih mliječnih napitaka omogućio je detaljan opis kakvoće gruša ispitivanih uzoraka. Rezultati su izraženi kao kombinacija reoloških ispitivanja s još nekim fizikalno kemijskim pokazateljima kakvoće gruša. Primjenom i usporedbom instrumentalnih i senzorskih ispitivanja dobivena je objektivna slika o kakvoći teksture. Modelom su ispitani utjecaji udjela mliječne masti i udjela dodatka obranog mlijeka u prahu na kakvoću gruša dobivenih proizvoda. Pokazalo se da udio mliječne masti značajno utječe na kakvoću teksture. Uzorci s višim udjelima mliječne masti imali su bolju teksturu u odnosu na uzorke s nižim udjelima mliječne masti. Dodatak obranog mlijeka u prahu utjecao je na poboljšanje teksturalnih svojstava uzoraka bez obzira na udio mliječne masti u mlijeku. Primijenjenom metodom određeni su optimalni udjeli dodatka obranog mlijeka u prahu za pojedine uzorke: 2% obranog mlijeka u prahu za uzorke s 3,2 i 5% mliječne masti, a više od 3% za uzorke s 1,5% mliječne masti.

### **COMPARATION OF INSTRUMENTAL AND SENSORY METHODS IN FERMENTED MILK BEVERAGES TEXTURE QUALITY ANALYSIS**

#### **Summary**

*The texture of the curd of fermented dairy products is one of the primary factors of their overall quality. The flow properties of fermented dairy products have characteristic of thixotropic (pseudoplastic) type of liquids. At the same time, these products are viscoelastic systems, i.e. they are capable of texture renewal after applied deformation. Complex analysis of some of the properties is essential for the system description. The aim of the present work was to completely describe the texture of fermented milk beverages. Three basic parameters were taken into consideration: structure, hardness (consistency) and stability of the curd. The description model of these three parameters was applied on the basis of the experimental results obtained. Results obtained by present model were compared with the results of sensory analysis. Influence of milk fat content and skimmed milk powder addition on acidophilus milk texture quality was also examined using this model. It was*

*shown that, by using this model – on the basis of instrumental and sensory analyses, a complete and objective determination of texture quality of the fermented milk beverages can be obtained. High degree of correlation between instrumental and sensory results ( $r = 0.8975$ ) is obtained results of this work indicated that both factors (milk fat content and skimmed milk powder addition) had an influence on texture quality. Samples with higher milk fat content had a better texture properties in comparison with low fat content samples. Texture of all examined samples was improved by increasing skimmed milk powder content. Optimal amounts of skimmed milk powder addition with regard to milk fat content, in milk, is determined using the proposed model.*

*Key words: acidophilus milk, instrumental and sensory methods, quality estimation, texture of fermented milk beverages*

### **Literatura**

- BIANCHI-SALVADORI, B., (1998.): "Lactic acid bacteria: Biochemical characteristics affecting texture of fermented milk products", u *Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts*, IDF No. 9802, Brussels, pp. 48-63.
- BOURNE, M. C., (1982.): *Food texture and viscosity*, Academic Press, New York.
- HEGEDUŠIĆ, V., (1992.): *Advances in Food Process Engineering*, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Zagreb.
- HOUGH, G.O., MORO, J., SEGURA, J., CALVO, N., (1988.): "Flow properties of Dulce de Leche, a typical Argentine dairy product", *J.Dairy Sci.* 71: 1783.
- HUNTER, E. A., MUIR, D. D., (1993.): "Sensory properties of fermented milks: objective reduction of an extensive sensory vocabulary", *J. Sensory Studies* 8: 213.
- IDF (1984.): *Fermented milks*, Bulletin No. 179, International Dairy Federation, Brussels.
- KEOGH, M. K., O KENNEDY, B.T., (1998.): "Rheology of stirred yoghurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids", *J. Food Sci.* 63: 108.
- KURMANN, J. A., RAŠIĆ, J. L., KROGER, M., (1992.): *Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- LUCEY, J. A., TEO, C. T., MUNRO, P. A., SINGH, H., (1997.): "Rheological properties of small (dynamic) and large (yield) deformation of acid gels made from heated milk", *J. Dairy Res.* 64: 591.
- MARSHALL, V.M.E., TAMIME, A. Y., (1997.): "Physiology and biochemistry of fermented milks", u *Microbiology and Biochemistry of cheese and fermented milk*, Blackie Academic & Professional (Chapman & Hall), London, pp. 153-186.

- MULVIHILL, D.M., FOX, P. F., (1989.): "Physico-chemical and functional properties of milk proteins", u *Developments in Dairy Chemistry-4*, Elsevier Applied Science, London - New York, pp. 131-173.
- NOVAKOVIĆ, P., KORDIĆ, J., SLAČANAC, V., MOSLAVAC, T., (1997.): "Reološke promjene kozjeg i kravljeg acidofila tijekom fermentacije bakterijom *Lactobacillus acidophilus*", *Mljekarstvo* 47: 93.
- PARNELL-CLUNIES, E., KAKUDA, Y., IRVINE, D., MULLEN, K., (1988.): "Heat-induced protein changes in milk processed by vat and continuous heating systems", *J. Dairy Sci.* 71: 1472.
- PAULSSON, M., DEJMEK, P., VAN VLIET, T., (1986.): "Rheological properties of heat-induced beta lactoglobulin gels", *J. Dairy Sci.* 73: 45.
- ROBINSON, R.K., (1990): *Dairy Microbiology*, vol 2: *Advances in Milk Products*, 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", *Colloids and Surfaces* 50: 141.
- STEVENTON, A.J., PARKINSON, C.J., FRYER, P.J., BOTTOMLEY, R.C., (1995.): "The rheology of yoghurt", u *Rheology of food, pharmaceutical and biological materials with general rheology*, Elsevier Applied Science, London-New-York, pp. 196-210.
- TAMIME, A. Y., MARSHALL, V. M. E., (1997.): "Microbiology and technology of fermented milks", u *Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk*, Chapman & Hall, London, pp. 57-133.
- TANG, Q., MCCARTHY, O. J., MUNRO, P. A., (1993.): "Oscillatory rheological study of the gelation mechanism of whey protein concentrate solutions: effects of physicochemical variables on gel formation", *J. Dairy Res.* 60: 548.
- TANG, Q., MCCARTHY, O. J., MUNRO, P. A., (1995.): "Oscillatory rheological study of the effects of pH and salt on gel development in heated whey protein concentrate solutions", *J. Dairy Res.* 62: 469.
- 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", *J. Dairy Res.* 63: 555.
- TRATNIK, L.J., (1998.): *Mlijeko - Tehnologija, biokemija i mikrobiologija*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 1998.
- WALSTRA, P., (1990.): "On the stability of casein micelles", *J. Dairy Sci.* 73: 1965.
- WALSTRA, P., (1998.): "Relation between structure and texture of cultured milk products", u *Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts*, IDF No. 9802, Brussels, pp. 9-16.
- WALSTRA, P., VAN DIJK, H. J. M., GEURTS, T. J., (1985.): "The syneresis of curd. 1. General considerations and literature review", *Neth. Milk Dairy J.* 39: 209.

**Adrese autora – Authors addresses:**

Dr. sc. Jovica Hardi, izv. prof.  
Mr. sc. Vedran Slačanac  
Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek  
Dipl. ing. Mato Vlainić  
MEGGLE MIA, mljekarska industrija Osijek

**Prispjelo – Received:**

08. 05. 2001.

**Prihvaćeno – Accepted:**

27. 06. 2001.