

REOLOŠKE OSOBINE MLEČNIH PROIZVODA, I — TVRDOĆA NEKIH VRSTA SIREVA*

Mihajlo OSTOJIC, dipl. inž., Dragica MIOČINOVIC, dipl. inž., Institut za mlekarsstvo, Beograd, G. NIKETIC, dipl. inž., PKB-OOUR »Zavod za industrijsku tehnologiju«, Beograd

Sažetak

Ispitivanjima reoloških osobina belog i tamiškog sira tokom 60 dana ustanovilo se da se njihova čvrstina stalno povećava.

Uvod

Reologija je deo mehanike koji se bavi izučavanjem fizičko-mehaničkih i hidrodinamičkih osobina plastičnih materijala. To je grupa proizvoda koja se nalazi između viskoznih fluida i elastičnih čvrstih tela. Reološke osobine (grčki: RHEO — proticati; LOGOS — teorija) nekog proizvoda su bazirane na objektivnom razvoju teksture. Pojam »tekstura« u sebi sadrži međusobni odnos fizički i objektivnim (instrumentalno) metodama.

Teksturalne karakteristike sira se mogu pratiti subjektivnim (organoleptički) i objektivnim (instrumentalno) metodama.

Jedan od reoloških osobina, koja se može koristiti u proizvodima od mleka, a posebno u sirevima je tvrdoća. U nauci o materijalu pod tvrdoćom se podrazumeva otpor koga jedno telo pruža prodiranju drugog tvrđeg tela. S obzirom da je to dosta opšta definicija, ova osobina se može pravilnije objasniti uz pomoć tačke protoka materijala. To znači, da tačno dimenzioniranim probojcem se prodire pod različitim opterećenjima u ispitivani materijal (sir) sve dok se ne postigne tačka proticanja za delove materijala (sirna masa) prionute uz omot probojca. Utvrđivanje tačke protoka probojca je ustvari iznalaženje one površine (cm²) pri kojoj jedna sila koja na nju deluje (kg) počinje da dovodi ispitivano telo do proticanja. Tačka protoka (F_k) ima zatim dimenziju jednog napona i utvrđuje se po formuli:

$$F_k = \frac{4 \times G}{S^2 \times \pi} \text{ (kg/cm}^2\text{) gde je}$$

- G — opterećenje probojca
- S — dubina prodora
- π — konstanta

Između bazne površine probojca i opterećenja postoji linearni odnos i merenja pri željenom (ali ne isuviše malom) opterećenju daju istu tačku protoka probojca.

Pregled literature

Sir ima najkompleksniju strukturu od svih mlečnih izvoda. Upoznavanje proteinskog molekula, koji značajno utiče na teksturu sira, je veoma važan.

* Referat održan na XX Seminaru za mljekarsku industriju, 10. 12. 2. 1982., u Zagrebu

De man et al. (1976) smatraju da tvrdoća sira raste sa povišenim sadržajem viage i zrenja na niskim temperaturama.

Ovčnikov (Stefanović, 1961) navodi da struktura sirnog testa zavisi od stepena kiselosti, sadržaja vode i masti, ali najviše od proteina. Oni daju karakteristične promene strukture, a ostali sastojci direktno ili indirektno deluju na proteine, pa tako i na teksturu sira.

Ispitivanja Stefanovića (1961) pokazuju veliki uticaj stepena kiselosti na promenu čvrstine u toku izrade kačkavalja, zbog promena pojedinih sastojaka mleka, a naročito kazeina. Zaikovski (1950) smatra da u procesima zrenja sira stvaranje monokalcijumparakazeinata je bitno za strukturu sira.

Ispitivanjima svežeg i zrelog tilzitskog sira Groman (1978) je utvrdio sig-nifikantnu zavisnost reoloških osobina od stepena zrelosti sira.

Kapac-Parkačeva et al. (1964) su kod autohtonih »bijenih sireva« ispitivanjem reoloških osobina utvrdili veliku varijabilnost unutar uzoraka.

Materijal i metode

Vršena su ispitivanja reološke osobine — tvrdoće belog i tamiškog sira tokom zrenja. Beli sir je proizveden u eksperimentalnoj mlekari i prostorijama za zrenje Instituta za mlekarstvo po tehnologiji Živkovića (1971). Tamiški sir je rađen u proizvodnim uslovima mlekare PIK »Tamiš« gde je i obavljeno zrenje sira. Uzorkovanje sireva je vršeno 1, 10, 20, 30, 45. i 60. dana zrenja. Uzorkovani beli sir u obliku kriške i tamiški sir u obliku segmenta su podeljeni na »sredine« i »krajeve«. Zatim su pomoću odgovarajućeg kalupa pravljene cilindrični uzorci sira prečnika 20 mm i visine 20—25 mm. Naročito je važno da su obe površine uzorka ravne i paralelne. Od jednog uzorka sira se uzima 5—10 analiza i kao konačna vrednost se izračunava njihov prosek.

Merenje je vršeno na HAAKE konzistometru, koji pored preciznosti omogućuje i regulisanje temperature za vreme merenja (20°C).

Podaci hemijskih i fizikalnih analiza belog i tamiškog sira koji su takođe značajni za reološke osobine su publikovani u radovima Ostojića et al. (1978, 1980).

Rezultati ispitivanja sa diskusijom

Promene sirnog testa se mogu sistematski pratiti promenama tvrdoće sira tokom zrenja. Čvrstina sireva, merena metodom penetracije, u našim ogledima izražena je u jedinicama pritiska (kg) na površinu uzorka (cm²) i time dobijena mogućnost komparacije.

U svojim ispitivanjima kačkavalja Pejić (1964) je konstatovao odnos kore prema testu sira od 1:10 do 1:8 i zato smo i mi kod ispitivanja tamiškog sira odbacili zadnji sloj sira (kora) koji je bio zaštitno premazan fungicidnim plastificiranim preparatom.

U tabeli 1 navedene su vrednosti čvrstine uzoraka belog i tamiškog sira, obrađenih biometrijski.

Tabela 1

Čvrstina belog i tamiškog sira tokom zrenja u kg/cm²

n = 120

Starost sira u danima	Beli sir			Tamiški sir		
	minimum	maksimum	prosek	minimum	maksimum	prosek
1	Sredina	0,0314	0,2858	0,1275	0,1867	0,2858
	Krajevi	0,0700	0,3207	0,1925	0,2323	0,3207
10	Sredina	0,1838	0,3656	0,2269	0,1838	0,3106
	Krajevi	0,0929	0,3476	0,2501	0,2550	0,3476
20	Sredina	0,1475	0,4220	0,3089	0,1955	0,3804
	Krajevi	0,1524	0,5556	0,2706	0,2538	0,5453
30	Sredina	0,3128	0,6530	0,3767	0,3128	0,6530
	Krajevi	0,2930	0,5572	0,4184	0,4345	0,6774
45	Sredina	0,3005	0,5831	0,4085	0,3027	0,9255
	Krajevi	0,3046	0,5526	0,5132	0,3186	0,9107
60	Sredina	0,4522	0,7734	0,5390	0,5088	0,5136
	Krajevi	0,3076	0,8811	0,5402	0,4589	1,0004

Iz podataka se može videti da se samo prosečne vrednosti mogu porediti, bilo u samom siru tokom zrenja, bilo među različitim sirevima. Uticaj prethodnih tehnoloških operacija (obrada gruš, presovanje, uslovi zrenja i dr.) se može videti kod podataka ekstremnih vrednosti. Zato je potrebno posvetiti odgovarajuću pažnju uzorkovanju i raditi veći broj ponavljanja istog uzorka.

U ispitivanjima sira ementalera Eberhard et al (1978) su izvršili podelu istog na 5 poprečnih zona i 16 uzdužnih preseka. S obzirom na različite dimenzije sireva smatrali smo dovoljnim da naše uzorke podelimo na »sredine« i »krajeve«.

Čvrstina belog i tamiškog sira u prvoj polovini vremena zrenja je imala dinamičniji razvoj, što je u suglasnosti sa podacima Zaikovskog (1950).

Dobijeni rezultati tvrdoće za tamiški sir se delimično razlikuju od podataka Csizara (1949) pri ispitivanju trapista, jer se tvrdoća povećava i posle 20 dana zrenja.

Dinamika razvoja tvrdoće belog sira je u saglasnosti sa podacima Mišić et al. (1972), mada je numerička vrednost tvrdoće različita.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja tvrdoće belog i tamiškog sira i poređenja sa podacima drugih autora može se zaključiti sledeće:

— Ocenjivanje strukture sireva se uspešno može objektivizirati instrumentalnim metodama kao rezultanti međuzavisnog dejstva fizičkih svojstava sireva;

— S obzirom da je veći broj reoloških osobina koje nisu jasno definisane i zahtevaju složenija teoretska objašnjenja, poželjno je koristiti one metode koje se mogu numerički izraziti i porediti sa drugim podacima;

— Ispitivanjima reoloških osobina tvrdoće nekih vrsta sireva tokom zrenja, može se vršiti sistematsko praćenje promene strukture sira u zavisnosti od uslova proizvodnje i zrenja;

— U toku zrenja belog i tamiškog sira čvrstina se stalno povećavala sve do kraja oglednog perioda (60 dana);

— Razlike dinamike promene čvrstine »sredina« i »krajeva« su evidentne kod obe vrste ispitivanih sireva.

Smatramo da istraživanja treba nastaviti u cilju potvrđivanja dobijenih rezultata i egzaktnije mogućnosti poređenja sa drugim vrstama sireva.

RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DAIRY PRODUCTS. I — HARDNESS OF SOME CHEESE VARIETIES

Summary

The determination of rheological characteristics of white and »Tamiški« cheese in the course of 60 days showed a steady increase in their hardeness.

Literatura

- BAKAR, P. L. (1965): Seminar food texture University of Alberta, Edmonton
CSISZAR, J. (1949): Changes in the hardnees of trapist cheese during its ripning
XII Inter. dairy congress

- DE MAN, J. M., VOISY, P. W., RASPER, V. F. and STANLEY, D. W. (1976): *Reology and texture in food quality*, AVI publishing company in., Westport
- EBERGHARD, P. und FLÜCKIGER, E. (1978): *Rheologische untersuchungen von käse in sbesonder emmentaler*. EFAM — information, Liebefeld
- GROMAN, A. (1978): *The interpretation of rheological properties of tilsit cheeses with the help of models*. Godišnjak mlekarškog intituta, Varšava
- HAAKE-Konzistometer — Uputstvo za rad
- KAPAC-PARKAČEVA, N., ČIŽBANOVSKI, T. i LAZAREVSKA, S. (1974): *Hemijski sastav, osobine i reološka svojstva bijenog sira s područja SR Makedonije*. **Mlekarstvo 24**, (4)
- MISIĆ, D. i PETROVIĆ, D. (1972): **Mlekarstvo 22**, (2)
- OSTOJIĆ, M. i MESNER, M. (1978): **Mlekarstvo 29**, (6)
- OSTOJIĆ, M. (1980): **Mlekarstvo 30**, (4)
- PEJIĆ, O. (1964): *Uticao načina izrade kačkavalja na reološke osobine njegovog testa*. Arhiv za poljoprivredne nauke sv. 15
- STEFANOVIĆ, R. (1961): *Uticao kiselosti i temperature parenja na neke hemijske i fizičke promene sirne grude u izradi kačkavalja*. Disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun
- VASIĆ, J. (1967): **Mlekarstvo 17**, (10)
- ZAIKOVSKI, C. (1950): *Hemija i fizika mleka i mlečnih proizvoda*, Moskva, Pišče-promizdat.
- ŽIVKOVIĆ, Ž. (1971): **Mlekarstvo 21**, (1)