

Proučavanje problematike suve materije jogurta (Investigation Concerning the Problem of TS and SNF in Yogurt)

Prof. dr. Jovan ĐORĐEVIĆ, M. MILČIĆ, mr. Ognjen MAČEJ, Z. BEATOVIĆ,
Poljoprivredni fakultet Zavod za tehnologiju mleka, Zemun

Izvorni znanstveni rad
Prispjelo: 15. 12. 1987.

UDK: 637.04 ≅ 637.146.34

Sažetak

Izvršena su istraživanja radi utvrđivanja uzroka koji dovode do manjeg sadržaja SM i SMBM u jogurtu u poređenju s mlekom. Određivani su sadržaj masti, suve materije i titraciona kiselost u inokulisanom mleku, u mleku za vreme inkubacije (2; 2,5 i 3 h) i u jogurtu 24 h posle inokulacije.

Dobiveni podaci pokazuju da u toku inkubacije dolazi do smanjenja suve materije. Ono iznosi 0,08%, a tokom hlađenja i skladištenja 0,06%, što čini ukupno smanjenje od 0,14%. Smanjenje se odnosi na SMBM i posledica je gubitka isparljivih sastojaka koji nastaju tokom procesa proizvodnje jogurta.

Detaljnija proučavanja dovela su do vrlo zadovoljavajućih rezultata koji omogućavaju da se izbegnu gubici u suvoj materiji.

Summary

Investigations were carried out in order to find out the reasons for lower TS and SNF content in yogurt as compared to milk. Fat, TS content and titratable acidity were determined in inoculated milk, in milk during incubation (2; 2,5 and 3 h) as well as in yogurt 24 h after inoculation.

The data show clearly that there is a lowering of TS during the incubation amounting 0,08% and during storage 0,06% (total 0,14%). This lowering takes place in the SNF portion of the dry matter and is due to the disappearance of volatile compounds formed during the process of yogurt production.

Very satisfactory results are obtained in avoiding the TS losses.

Uvod

Već nekoliko godina mlakare u Srbiji i širom Jugoslavije žale se da fermentisana mleka (kiselo-mlečni proizvodi: jogurt, kiselo mleko i kefir) sadrže manje suve materije nego sirovine od kojih su izrađena. Mlakare to navode kao razlog za svoje znatne gubitke, jer ih kažnjavaju zbog toga što ti proizvodi sadrže manje suve materije bez masti nego što je predviđeno Pravilnikom o kvalitetu mleka i proizvoda od mleka. U isto vreme mlakarski stručnjaci uveravaju da u mlakarama standardizuju sirovinu u pogledu masti i suve materije bez masti, ali da i pored toga gotov proizvod sadrži manje suve materije bez masti. Inspekciju interesuje sastav gotovog proizvoda, a ne sastav sirovine iz koje je fermentisano mleko izrađeno.

Ovu činjenicu imali smo prilike da i sami utvrdimo u ogledima čiji to nije bio osnovni cilj. Ova nas je pojava zainteresovala kao problem mleinarske prakse i nauke i zato smo se odlučili da ga pobliže proučimo, da ustanovimo razloge i da potražimo rešenje kojim bi se mleikare oslobodile plaćanja kazni i utiska u javnosti da mleinarska industrija i stručnjaci u njoj nesavesno obavljaju svoj posao, zbog čega su potrošači oštećeni.

Razlozi za manji sadržaj suve materije bez masti u jogurtu u odnosu na mleko mogu biti različiti: prvi bi mogao biti metodološke prirode. Naime, u mleikarama se, zbog jednostavnosti, za određivanje suve materije (odnosno suve materije bez masti) u mleku najčešće koristi Fleischmanova formula (Sl. list SFRJ 32/83). Ona može davati rezultate koji se razlikuju od podataka za suhu materiju određenu sušenjem. Treba istaći da je Fleischmanova formula orijentaciona metoda. Međutim, u našem Pravilniku o metodama hemijskih i fizičkih analiza mleka i proizvoda od mleka (Sl. list SFRJ 32/83) predviđeno je da je ta metoda određivanja suve materije ravnopravna s gravimetrijskom, što daje za pravo stručnjacima da je koriste u praksi. Zbog toga je razumljivo da greška izazvana primenom računске metode za određivanje suve materije na bazi podataka o relativnoj gustini i masnoći mleka dovodi do greške i u sadržaju suve materije jogurta i drugih vrsta fermentisanih mleka. Ovo tim pre što je određivanje suve materije u jogurtu nemoguće primenom istih ili sličnih formula, jer to onemogućava određivanje gustine pomoću laktodenzimetra, a korišćenje drugih metoda za određivanje gustine (piknometrom) ne doprinosi brzini i tačnosti istraživanja. Zbog toga treba reći da je jedini ispravan način određivanja suve materije gravimetrijska metoda. To se odnosi i na mleko i na jogurt i na druga fermentisana mleka (kiselo-mlečne proizvode), pa i na ostale mlečne proizvode.

U ovom radu se neće iznositi rezultati koji se odnose na primenu Fleischmanove formule za određivanje suve materije i suve materije mleka bez masti, s obzirom da su ti rezultati ranije publikovani (Đorđević, Stefanović, 1977).

Drugi razlog za razliku u sadržaju suve materije između mleka i jogurta mogao bi biti rezultat transformacije sastojaka mleka u procesu inkubacije mleka pod uticajem dodate kulture mikroorganizama. Naime, homofermentativne bakterije mlečne kiseline koje se koriste u proizvodnji jogurta i kiselog mleka ne stvaraju samo mlečnu kiselinu fermentacijom mlečnog šećera. O tome će biti govora pri razmatranju rezultata istraživanja.

Metodika ogleda

Za proizvodnju jogurta korišćeno je pasterizovano mleko proizvedeno u mleikari PKB-Standard. Ogledi su izvedeni u laboratoriji za tehnologiju mleka Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu.

Postavljen je ogled s 20 ponavljanja. Ogledi su izvedeni s ciljem da se ustanovi da li u toku inkubacije ili čuvanja jogurta dolazi do promena sadržaja suve materije ili suve materije bez masti. Izvedeni su ogledi u toku kojih su istraživani:

1. suva materija mleka sušenjem na 102 °C (Sl. list SFRJ 32/83.)
2. mlečna mast po Gerberu (Sl. list SFRJ 32/83.)

3. titraciona kiselost po Soxhlet-Henkelu (Sl. list SFRJ 32/83).

Analize su vršene na uzorku od termički obrađenog mleka posle dodavanja 2,5% kulture *Str. thermophilus/Lb. bulgaricus* = 1:1. Mleko s dodatkom kulturom je zatim sipano u jednakim količinama u više hermetički zatvorenih sudova i inkubirano na 42 °C u toku 3 časa. Tokom inkubacije mleka uzimani su uzorci posle 2; 2,5 i 3 časa inkubiranja. Posle inkubiranja proizvod je ohlađen na +4 °C, a posle 24 časa od početka inkubacije obavljene su iste analize kao i tokom inkubacije.

Cilj ogleada bio je da se utvrdi dali u toku proizvodnje jogurta dolazi do promena u suvoj materiji (suvoj materiji bez masti) i ako se to dešava, u kom periodu dolazi do tih promena.

Rezultati istraživanja i diskusija*Dinamika suve materije u toku proizvodnje jogurta*

Podaci pokazuju da tokom inkubacije dolazi do malog smanjenja suve materije. Smanjenje je najveće u toku prva 2 časa i iznosi 0,06%, a u daljem toku je zanemarljivo, jer iznosi samo 0,02% suve materije. Ukupno smanjenje suve materije tokom inkubacije iznosi 0,08% suve materije.

Tablica 1. Suva materija tokom inkubacije i čuvanja jogurta**Table 1. TS Content During Incubation and Storing of Yogurt**

Mleko+kultura		Posle 2 h inkubiranja		Posle 2,5 h inkubiranja		Posle 3 h inkubiranja		Posle 24 h inkubiranja	
Milk+Starter		2 h After Incubation		2,5 h After Incubation		3 h After Incubation		24 h After Incubation	
%SM	Kiselost	%SM	Kiselost	%SM	Kiselost	%SM	Kiselost	%SM	Kiselost
%TS	Acidity	%TS	Acidity	%TS	Acidity	%TS	Acidity	%TS	Acidity
	%SH		%SH		%SH		%SH		%SH
11,70	9,02	11,64	22,78	11,62	32,29	11,62	34,92	11,56	42,31

Tokom hlađenja i čuvanja ohlađenog jogurta dolazi do relativno znatnog smanjenja suve materije koje iznosi 0,06%. To pokazuje da ukupno smanjenje suve materije mleka tokom proizvodnje iznosi 0,14%, a to je već značajno smanjenje koje uzrokuje da mlekare plaćaju kazne čak i u slučaju da je sirovina pre inkubiranja imala dovoljno suve materije bez masti.

Ovo su prosečne vrednosti. U pojedinim oglecima, međutim, javljaju se razlike koje posle 24 časa čuvanja jogurta iznose i više od 0,32%. To su vrlo značajne razlike koje proizvođače kiselomlečnih proizvoda (fermentisanih mleka) dovode u vrlo nepovoljan položaj u odnosu na postojeće propise.

Posmatrajući prosečne vrednosti o dinamici suve materije i kiselosti u toku procesa proizvodnje i čuvanja jogurta zapaža se da najveći pad suve materije u toku inkubacije koindicira s najvećim porastom kiselosti, tj. u toku prva dva časa inkubacije. Isto tako, smanjenje suve materije tokom postepenog hlađenja i držanja jogurta na niskoj temperaturi vezano je za određeni porast

titracione kiselosti, mada se stiče utisak da porast kiselosti nije jedini, a možda ni odlučujući činilac za smanjenje suve materije.

Imajući u vidu da tokom proizvodnje jogurta dolazi do smanjenja suve materije, trebalo je ustanoviti u kom delu suve materije mleka dolazi do promena: mlečnoj masti ili suvoj materiji bez masti. Zbog toga je izvršena nova serija ogleada u kojoj su analizirane sirovina i jogurt posle 24 časa. Rezultati istraživanja prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Promene suve materije i suve materije bez masti za vreme proizvodnje jogurta

Table 2. TS and SNF Content During Yogurt Production

Mleko+kultura				Jogurt posle 24 h			
Milk+Starter				Yogurt 24 h After Inoculation			
Mast	Kiselost	SM	SMBM	Mast	Kiselost	SM	SMBM
Fat (%)	Acidity (°SH)	TS (‰)	SNF (‰)	Fat (%)	Acidity (°SH)	TS (‰)	SNF (‰)
3,24	8,69	11,72	8,48	3,25	42,01	11,58	8,33

Navedeni podaci potvrđuju u potpunosti konstatacije u vezi s rezultatima u tablici 1, tj. prosečno smanjenje ukupne suve materije potpuno je identično onom u prethodnim oglecima (0,14‰). U pojedinačnim oglecima smanjenje ukupne suve materije bilo je od 0,08‰ do 0,22‰, a u dva ogleada razlika je bila čak 0,26‰ i 0,33‰.

Istraživanjem sadržaja suve materije bez masti u sirovini i gotovom proizvodu utvrđeno je da smanjenje ukupne suve materije nastaje kao posledica promene sastojaka suve materije bez masti. O tome svedoči činjenica da je smanjenje suve materije bez masti jednako opadanju sadržaja ukupne suve materije tokom proizvodnje i čuvanja jogurta.

Ova pojava zahteva pobliže teorijsko razmatranje i ukazivanje na moguće razloge za njenu pojavu. Razlozi mogu biti različiti. Pre svega, podaci govore da treba isključiti transformaciju masti kao uzrok smanjenja sadržaja suve materije, jer rezultati ne pokazuju smanjenje sadržaja lipida, a primenjene kulture su vrlo slabi lipoliti.

Smatramo da u okviru suve materije bez masti, gde se javlja smanjenje sadržaja, ne treba tražiti objašnjenje u razgradnji belančevina, s obzirom na slabo izraženu proteolitičku aktivnost korišćenih kultura i na osobine eventualnih produkata hidrolize. Rezultate treba, dakle, tražiti pre svega u okviru produkata transformacije laktoze pod dejstvom mikroorganizama.

Prvi razlog je što se pod homofermentativnim mlečnim bakterijama smatraju one koje pod optimalnim uslovima za razvoj obrazuju transformacijom laktoze 85—98% mlečne kiseline. To znači da se od fermentisane laktoze obrazuje 2—15% drugih produkata kao što su CO₂, acetaldehid, etanol, butanon-2 i neke isparljive kiseline (6,7). Kada se ima u vidu da uslovi za delovanje tih bakterija nisu uvek optimalni, logično je da se može stvoriti i više drugih proizvoda fermentacije. Jogurt (kiselo mleko) se proizvodi na 42—45 °C.

Više temperature inkubacije odgovaraju temperaturnom optimumu za aktivnost *Lb. bulgaricus*, što znači da će pod tim uslovima *Str. thermophilus* stvarati više uzgrednih produkata transformacije laktoze, jer je poznato da odstupanje od optimalnih uslova dovodi do promena odnosa glavnih i sporednih proizvoda fermentacije.

Niža temperatura inkubacije jogurta odgovara razvoju *Str. thermophilus*, ali zato uzrokuje manje pogodne temperaturne uslove za delovanje *Lb. bulgaricus*, usled čega nastaje više pratećih proizvoda vrenja laktoze po tipu mlečne fermentacije. Optimalni temperaturni uslovi za razvoj jedne bakterijske vrste u kulturi menjaju aktivnost i fiziološke procese druge vrste. Tokom inkubacije dolazi do porasta kiselosti, odnosno do smanjenja pH vrednosti, što takođe remeti optimalne uslove za delovanje čistih kultura mikroorganizama, utoliko više koliko se kiselost povećava. To dovodi i do obrazovanja veće količine sporednih proizvoda.

Činjenica da do znatnog smanjenja suve materije bez masti dolazi i u toku hlađenja proizvoda dovodi do zaključka da u tom periodu pored mlečne kiseline nastaje i izvesna količina drugih supstanci.

Prema literaturnim podacima mlečna kiselina nije isparljiva — ona ostaje kao sastojak suve materije prilikom određivanja suve materije jogurta sušenjem na 102 °C. Međutim, uzgredni proizvodi koji se javljaju pri mlečnoj fermentaciji (sirćetna kiselina, druge niže organske kiseline, CO₂, etanol, formaldehid i dr.) su isparljivi i isparavaju tokom sušenja, što uzrokuje manji sadržaj suve materije bez masti u jogurtu određen sušenjem, nego u sirovini.

Iz razmatranja proizilazi da su supstance koje nastaju kao uzgredni proizvodi fermentacije laktoze, koje zbog isparljivosti uzrokuju manji sadržaj suve materije jogurta, prisutne u jogurtu, te da je manji sadržaj suve materije bez masti najvećim delom fiktivan, odnosno da je rezultat nesavršenosti primenjene metode određivanja sadržaja suve materije. To nikako ne znači da metodu određivanja suve materije sušenjem jogurta i drugih kiselo-mlečnih proizvoda (fermentisanih mleka) treba odbaciti kao kontrolnu metodu, jer ne postoje druge bolje metode za ovu svrhu.

Ovde se želi istaći već sada da je problem prisutan, vrlo značajan i interesantan s naučnog i praktičnog gledišta i da mu Odeljenje za tehnologiju mleka poklanja odgovarajuću pažnju, s realnim izgledom da ga uspešno reši.

Istraživanja su pokazala da u toku proizvodnje jogurta nastaje izvesno smanjenje suve materije bez masti, pa se postavlja praktično pitanje: kako mlekare mogu da izbegnu plaćanje kazni?

Za to postoji nekoliko načina, a preduslov je da se u mlekarama suva materija bez masti u mleku određuje sušenjem (uz istovremeno određivanje sadržaja masti):

1. da se smanji vrednost za suhu materiju bez masti, predviđena Pravilnikom o kvalitetu mleka i proizvoda od mleka (Sl. list SFRJ 51/82.) na 8.30%. Ovo je najgori način i iznosimo ga samo kao mogućnost, a nikako kao predlog, i to zbog toga što je kvalitet jogurta koji potiče od većeg broja mlekara loš, čemu pored niskog sadržaja masti doprinosi i nedovoljan sadržaj suve materije bez masti. Ovaj način doveo bi samo do pogoršanja i onako lošeg stanja;

2. da se sadržaj suve materije bez masti u sirovini za proizvodnju jogurta poveća za 0,3%, i to:

- a) ukuvavanjem mleka u duplikatorima (za manje kapacitete),
- b) ukuvavanjem dela mleka (obranog mleka) u vakuum uparivačima i mešanjem u određenoj razmeri s preostalim mlekom da se postigne željeno povećanje suve materije,
- c) u mlekarama gde postoje uređaji za ultrafiltraciju da se za proizvodnju jogurta mleku dodaje određena količina retentata,
- d) da se mleku za proizvodnju jogurta dodaje kvalitetno obrano mleko u prahu, ali ne više od 1,5%.

Na osnovu izvršenih istraživanja može se izvesti sledeći

Zaključak

1. Sadržaj suve materije u jogurtu smanjuje se u toku njegove izrade. Smanjenje prosečno iznosi 0,14% i dešava se u toku inkubacije mleka bakterijskim kulturama i u toku hlađenja i čuvanja jogurta (kiselo-mlečnih proizvoda).

2. Smanjenje ukupne suve materije jogurta posledica je smanjenja sadržaja suve materije bez masti koje je identično s vrednošću smanjenja ukupne suve materije, dok procenat masti ostaje nepromenjen.

3. Smanjenje sadržaja suve materije bez masti posledica je nastajanja uzgrednih volatilnih sastojaka koji isparavaju prilikom određivanja suve materije sušenjem.

4. Smatramo da je metoda sušenja jedini ispravan način određivanja suve materije u jogurtu i drugim kiselo-mlečnim proizvodima, ali da je treba prilagoditi sušenom supstratu u čemu smo do sada postigli zadovoljavajuće rezultate.

Literatura

- ĐORĐEVIĆ, J.: Mleko, INI »PKB-Agroekonomik«, Beograd, 1982.
- ĐORĐEVIĆ, J., STEFANOVIĆ, R.: Suva materija bez masti (SMBM) kao kriterijum kvalitete mleka, 6. jugoslovanski mednarodni simpozij, Portorož, 1977.
- RAŠIĆ, J. L. and KURMAN, J. A.: Yoghurt, Technical Dairy Publ. House, Copenhagen, 1978.
- Sl. list SFRJ br. 51, 1982.
- Sl. list SFRJ br. 32, 1983.
- TURČIĆ, M., RAŠIĆ, J., CANIĆ, V. (1969): Influence of *Str. Thermophilus* and *Lb. Bulgaricus* Culture on Volatile Acids Content in the Flavour Components of Yoghurt. *Milchwissenschaft*, 5, 277—280.
- WEBB, H., JONSON, H., ALFORD, A.: Fundamentals of Dairy Chemistry. The Avi Publishing Company, INC, 1974.