

Uticaj termičke obrade na stepen iskorišćenja azotnih materija mleka

(The Influence of Heat Treatment on the Efficiency of Milk Nitrogen Compounds Recovery)

Prof. dr. Jovan ĐORĐEVIĆ, mr. Ognjen MAČEJ, M. MILČIĆ
Poljoprivredni fakultet, Zenun

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
Prispjelo: 18. 6. 1987.

UDK: 637.133.4:637.041

Sažetak

Cilj ovih istraživanja bio je da se ustanovi uticaj različitih režima termičke obrade na iskorišćenje azotnih materija mleka.

U istraživanjima obrano mleko je termički obrađeno na temperaturi od 85°C u toku od 20 sek. i na 95°—97°C u toku 20 min.

Rezultati istraživanja pokazali su da termička obrada na 95°—97°C omogućava znatno veće iskorišćavanje azotnih materija mleka i da se ono kreće u proseku 94,7%, što predstavlja povećanje od 10,82%. Povećano iskorišćenje azotnih materija posledica je obrazovanja koagregata belančevina mleka (hemijskog kompleksa između kazeina i nekih proteina mlečnog seruma) koji nastaju kao posledica delovanja korišćene temperature od 95°—97°C u trajanju od 20 minuta.

Summary

The aim of these investigations was to determine the influence of different thermal treatments of the efficiency of recovery (separation) of nitrogen compounds of milk in some milk processings. This is done having in mind a lack of investigations in our country as well as the possibility of application in dairy technology. Skimmed milk was subjected to thermal treatment at 85°C for 20 seconds and at 95—97°C in the course of 20 minutes.

The results obtained show clearly that the more severe heat treatment led to a much higher separation of nitrogen compounds at pH 4,6 and averaged 97,7%. Compared with the recovery of nitrogen compounds from pasteurised milk under the same conditions, it was 10,82% higher.

The differences appear as the result of protein coagulates formation under the influence of the heat treatment at 95—97° for 20 minutes.

Uvod

Prilikom prerade mleka u neke mlečne proizvode kao što su sirevi, maslac i razni belančevinasti preparati, neki sastojci mleka, posebno biološki vredni proteini, odlaze sa surutkom i mlačenicom. Zbog nepostojanja odgovarajućih tehničko-tehnoloških rešenja i zbog nerentabilnosti njihove prerade surutka i mlačenica uglavnom odiaze s otpadnim vodama ili se koristi kao stočna hrana, što je neopravdano i višestruko štetno za mlekaru i za ishrnu ljudi.

Zbog toga se problemu boljeg i potpunijeg iskorišćavanja sastojaka mleka, a pre svega proteina mleka, danas posvećuje velika pažnja.

U svetu su razrađeni različiti postupci koji omogućavaju skoro potpuno iskorišćavanje protina mleka. U njih možemo ubrojati danas veoma rasprostranjene membranske postupke, kao što su reverzna osmoza i ultrafiltracija, koji su našli široku primenu u proizvodnji različitih vrsta sireva i sličnih proizvoda. Ovi postupci se mogu uspešno da koriste i za dobivanje koncentrata belančevina iz surutke koja uglavnom predstavlja veliki balast u mlekarskoj industriji.

Međutim, posmatrano sa ekonomskog stanovišta, ovi postupci su veoma skupi, pogotovu kad se radi o manjim kapacitetima. Oprema je isključivo uvozna, što zahteva utrošak znainih deviznih sredstava. Zbog toga se postavlja pitanje iznalaženja postupaka koji bi bili jeftiniji i jednostavniji i čija bi se tehnologija prevashodno zasnivala na korišćenju domaće opreme.

Jedan od načina potpunijeg iskorišćavanja belančevina mleka zasniva se na obrazovanju koagregata proteina u mleku. Na taj način može da se iskoristi najveći deo ukupnih azotnih materija, što je veoma značajno kada se ima u vidu činjenica da pri klasičnoj proizvodnji sireva sa surutkom odlazi čak 20% ukupnih azotnih materija mleka, a da surutka sačinjava 75—80% mase mleka.

Pri strožijim režimima termičke obrade na sastojcima mleka nastaju određene promene. Pod dejstvom visokih temperatura u mleku se obrazuju koagregati belančevina mleka (hemijski kompleksi između kazeina i većeg dela proteina mlečnog seruma) koji se lako precipitiraju pomoću neke organske ili mineralne kiseline, CaCl_2 ili njihovom kombinacijom (Dorđević, 1982).

Takvi precipitati u literaturi su poznati kao koprecipitati koji se međusobno razlikuju pre svega po sadržaju kalcijuma, od čega zavise i neke njihove fizičko-hemijske osobine.

Istorijat koprecipitata počinje sredinom ovog veka. Veliki broj radova na koprecipitatima publikovan je od strane Gènina (1966); Foxa (1968); Nielsona (1969); Webba (1970); Mullera (1971).

Proizvodnja koprecipitata u svetu se prvenstveno posmatra kao njihova zamena za kazein i kazeinate, pa su koprecipitati danas našli svoju primenu u prehrambenoj industriji. Međutim, ovaj problem treba sagledati i s drugog aspekta, tj. treba sagledati mogućnost njihovog korišćenja u proizvodnji različitih vrsta mlečnih proizvoda.

Pri izboru ove teme rukovodili smo se značajem belančevina mleka u ishrani, značajnim gubicima belančevina mleka prilikom prerade mleka u sireve i kazein, njihovom biološkom vrednošću, inoučnošću primene koprecipitata u prehrambenoj industriji i nepostojanjem bilo kakvih iskustava u toj oblasti u našoj zemlji.

U literaturi se navode podaci da se termička obrada mleka radi proizvodnje koprecipitata vrši na temperaturama od 95°—97°C (Muller, 1971).

Zbog toga je cilj naših istraživanja i bio da se ispita kako različiti režimi termičke obrade utiču na stepen iskorišćenja azotnih materija mleka i da se dobijeni rezultati uporede s istraživanjima drugih autora.

Materijal i metod rada

U ogledima je korišćeno obrano mleko pasterizovano visokom pasterizacijom (na 85°C u toku 20 sekundi). Tačno odmerena količina mleka podeljena je na dva jednaka masena dela. Prva polovina mleka zagrejana je na 40°C, a belančevine su istaložene pomoću 2,8M HCl pri pH 4,6.

Druga polovina obranog mleka prethodno je zagrejana na 95°—97°C i ta je temperatura uz neprekidno mešanje održavana 20 minuta. Mleko je zatim, kao i u prethodnom ogledu, ohlađeno na 40°C i belančevine su istaložene pri pH 4,6 pomoću 2,8M HCl.

U oba slučaja merena je količina taloga i količina seruma. I kod taloga i kod seruma određivan je procenat azota i suve materije.

Na osnovu poznate mase mleka i procenta azota, kao i dobijenih podataka za sadržaj azota (N) i suve materije (SM), u oba taloga i oba seruma izračunat je stepen iskorišćenja azotnih materija mleka u zavisnosti od primenjenog režima termičke obrade.

Rezultati istraživanja

Rezultati ovih istraživanja prikazani su u tablici 1.

Iz podataka se može viditi da se iz pasterizovanog mleka na 85°C u toku 20 sekundi dobija manja količina taloga u odnosu na mleko termički obrađeno na 95°C—97°C u toku 20. minuta. Organoleptičkim ocjenjivanjem ustanovljeno je da se iz pasterizovanog mleka dobija mekši talog, što je verovatno posledica većeg sadržaja vode i manje izraženih promena na belančevinama mleka pod dejstvom primenjenog režima termičke obrade.

Na osnovu toga može se zaključiti da je talog od pasterizovanog mleka imao nešto izraženiju sposobnost da mehanički uklopi veću količinu vode nego talog dobijen od mleka obrađenog termički na 95°C—97°C.

Rezultati koji se odnose na sadržaj suve materije pokazuje da je talog dobijen od mleka zagrevanog na 95°C—97°C imao veći sadržaj suve materije za 2,17% u odnosu na talog pasterizovanog mleka. To pokazuje da je priprema ovog režima termičke obrade imala utjecaja na stepen iskorišćenja suve materije, pre svega azotnih materija. Ovo potvrđuju i podaci koji se odnose na sadržaj azota u suvoj materiji koprecipitata.

Iz tablice se vidi da je procenat azota u suvoj materiji koprecipitata dobijenih od mleka zagrevanog na 95°C—97°C iznosio 11,58% i bio za 0,26% veći nego kod belančevinastog taloga dobijenog od pasterizovanog mleka na 85°C. Dalje se može viditi da u serumu pasterizovanog mleka prosečno zaostaje 18,1% od ukupnih azotnih materija mleka. Kad se zna da azotne materije mlečnog seruma čine oko 20% ukupnih azotnih materija mleka, proizilazi da se visokom pasterizacijom u maloj meri, za oko 10%, povećava iskorišćavanje azotnih materija mlečnog seruma, što iznosi oko 2% ukupnih azotnih materija mleka. Ovo se može objasniti time, da je talog dobijen od pasterizovanog mleka mehanički uklopio jedan deo neproteinskog azota (NPN), a takođe i manji deo originalnih i denaturisanih proteina mlečnog seruma koji su ušli u sastav suve materije taloga. Prema tome, ovo malo povećanje iskorišćenja azotnih materija nije rezultat korišćenja režima termičke obrade, već je rezultat primenjene metode koja je korišćena za istraživanje taloga belančevina.

S druge strane, mlečni serum dobijen od mleka termički obrađenog na 95°C—97°C u toku 20 minuta imao je znatno manji sadržaj azotnih materija (0,0443%), što čini oko 45% azotnih materija seruma mleka pasterizovanog na 85°C ili oko 5-6% ukupnih azotnih materija mleka.

Dakle, termičkom obradom mleka na 95°C—97°C u toku 20 minuta postiže se veće iskorišćenje azotnih materija mlečnog seruma, tako da u serumu praktično

Tablica 1. Iskorišćenje azotnih materija obranog mleka u zavisnosti od termičkog tretmana
 Table 1. The Recovery of Nitrogen Compounds of Milk Subjected to Different Thermal Treatments

Vrsta termičke obrade	Heat Treatment	Količina mleka (u g.)	Količina seruma (u g.)	Količina taloga (u g.)	Precipitate	% N u mleku	% N u serumu	% N In Sera	% N u talogu Precipitate	Količina N u mleka u g. in 500 g. of Milk	Količina N u talogu u g. in Precipitate	Amount of N in serum u g.	Amount of N in Sera	% SM u talogu Precipitate	% N u SM talogu	% N in TS of Precipitate	Iskor. azota u % Recovery of N (%)
Temperatura zagrevanja na 95—97 °C u toku 20 min.	Heat Treatment	500	363,50	74,38	0,4992	0,0443	3,1828	2,4960	2,3638	0,1636	27,51	11,58	94,70				
Pasterizacija mleka na 80—85 °C u toku 20 sek.	Heat Treatment	500	425,48	73,16	0,4992	0,1066	2,8707	2,4960	2,0940	0,4524	25,34	11,32	83,88				

N — AZOT — NITROGEN
 SM — SUVA MATERIJA — TS

zaostaje samo neproteinski azot (NPN) kojeg prema literaturnim podacima ima od 4 do 6% (Đorđević, 1982).

Ovako visok stepen iskorišćavanja azotnih materija može se dovesti u vezu s promenama koje nastaju na stajalcima mleka, i to pre svega na belančevinama mleka, pod uticajem strožijih režima termičke obrade.

Iz literature je poznato da denaturacija belančevina mlečnog seruma počinje na 75°C u toku dužeg zagrevanja, ali tek sa daljim povišenjem temperature ona se odigrava u kraćem vremenu i u znatno većem stepenu (Đorđević, 1982). Isto tako, pri višim temperaturama i njihovim dužim delovanjem obrazuju se koagregati belančevina mleka. Ustanovljeno je da visoke temperature termičke obrade katališu prvenstveno reakciju između kazeina i β -lactoglobulina, pri čemu se obrazuju hemijski kompleksi (McKenzie, 1971; Sawyer, 1969; Wheelock, 1974). Najnovija istraživanja pokazala su da pored β -lactoglobulina u reakciji učestvuje i α -lactalbumin koji s κ -kazeinom stvara kompleks slične prirode (Elfagm, 1978). U poslednje vreme radovi nekih autora ukazuju na to da i α_{s1} -kazein takođe može da učestvuje u obrazovanju koagregata belančevina mleka (Đorđević, 1982).

Prema tome, može se zaključiti da je obrazovanje koagregata i koprecipitata jedan od načina većeg iskorišćavanja azotnih materija mleka. To potvrđuju i naši podaci istraživanja iz kojih se vidi da je stepen iskorišćenja azotnih materija iz pasterizovanog mleka manji u odnosu na termički obrađeno mleko na 95°C-97°C u toku 20 minuta. Kod pasterizovanog mleka u proseku se iskoristi 83,88% ukupnih azotnih materija mleka, dok je kod termički obrađenog mleka na 95°C do 97°C iskorišćenje znatno veće i u proseku iznosi 94,70%.

Ovi podaci su u suglasnosti s podacima drugih autora. Southward, (1978) iznosi da se u obliku koprecipitata (uključujući i neproteinski azot (NPN) iskoristi u proseku 92,7-95,8% azota.

Zaključci

a) Visoka termička obrada mleka na 95°C-97°C sa zadržkom omogućava znatno veće iskorišćenje azotnih materija, što prema našim podacima u proseku iznosi 94,70% ukupnih azotnih materija, a što je za 10,82% veće nego kod pasterizovanog mleka na 85°C u toku 20 sekundi.

b) Rezultati istraživanja samo su jedan od doprinosa ovoj problematici koja zahteva da se i dalje proučava u cilju iznalaženja odgovarajućih tehničko-tehnoloških rešenja za proizvodnju drugih mlečnih proizvoda na bazi koprecipitata i koagregata belančevina mleka, za koje bi bili zainteresovani mlekarska industrija i tržište.

Literatura

- DORĐEVIĆ, J.: Mleko, Beograd, 1982.
 ELFAGM, A. A., WHEELOCK, J. V. (1978): Heat Interaction Between α -Lactalbumin, β -Lactoglobulin and Casein in Bovine Milk, *J. D. Sci.* 61 (2), 159—163.
 MCKENZIE, G. H., NORTON, R. S., SAWYER, W. H. (1978): Heat-Induced Interaction of β -Lactoglobulin and κ -Casein, *J. D. Res.* 38, (3), 343—351.
 MULLER, L. L. (1971): Manufacture and Uses of Casein and Co-Precipitate, *D. Sci. Abst.* 33 (9), 659—674.
 SAWYER, W. H. (1969): Complex Between β -Lactoglobulin and κ -Casein, *J. D. Sci.* 52 (9), 1347.
 SOUTHWARD, C. R.: Coprecipitate Manufacture. In XX International Dairy Congress, Vol. E 901, 1978.
 WHEELOCK, J. V.: β -Lactoglobulin- κ -Casein Complex in Heated Milk. XIX International Dairy Congress, 1E 175. (En, 5 red.) Univ., Bradford, UK, 1974.