

SNEŽANA T. JOVANOVIĆ,
OGNJEN D. MAČEJ,
MIROLJUB B. BARAĆ,
TANJA R. VUČIĆ

Institut za prehrambenu tehno-
logiju i biohemiju
Poljoprivredni fakultet, Beograd

UDK 637.13:637.354

DISTRIBUCIJA SASTOJAKA MLEKA PRI PROIZVODNJI POLUTVRDIH SIREVA NA BAZI KOAGREGATA PROTEINA MLEKA*

U tradicionalnoj proizvodnji sireva oko 50% suve materije mleka odlazi sa surutkom, pri čemu se pored laktoze, gubi i oko 20% ukupnih azotnih materija, koje predstavljaju biološki najvrednije proteine, kao i deo mlečne masti. Zbog toga je uvek postojala težnja za pronalženjem novih tehnoloških postupaka u proizvodnji sireva, koji bi omogućili potpunije iskorišćenje suve materije mleka i veći randman sireva. Jedan od načina jeste primena oštrijih termičkih tretmana mleka, pri čemu dolazi do obrazovanja koagregata proteina mleka, odnosno hemijskog kompleksa između kazeina i serum proteina.

U radu je ispitivan stepen distribucije sastojaka mleka u sir, proizveden od mleka u kojem su obrazovani koagregati proteina mleka, i surutku. Praćen je stepen distribucije: suve materije, suve materije bez masti (SMBM), mlečne masti i ukupnog azota nakon proizvodnje sira. Stepenn distribucije ukupne suve materije mleka u surutku je u proseku iznosio 42,63%, a suve materije bez masti 56,38%, dok je u sir u proseku prešlo 57,37% suve materije mleka i 43,62% suve materije bez masti. Distribucija mlečne masti iz mleka u sir bila je visoka i u proseku je imala vrednost 92,15%, sa granicama variranja 89,21–94,76%. Ste-

pen distribucije azotnih materija iz mleka u sir je vrlo visok i u proseku je iznosio 90,97%, a u surutku je u proseku prešlo samo 9,03% azotnih materija mleka, što navodi na pretpostavku da najveći deo azotnih materija surutke čini neproteinski azot.

U poređenju sa polutvrđim sirevima, izrađenim na tradicionalan način, može se zaključiti da je stepen distribucije suve materije mleka u sir proizveden na bazi koagregata proteina mleka znatno veći, pre svega zbog većeg stepena iskorišćenja sadržaja mlečne masti i azotnih materija mleka.

Ključne reči: distribucija · koagregati · mleko · polutvrđi sir · surutka

UVOD

Pri proizvodnji sira, svi sastojci mleka prelaze u sir i surutku, a iskorišćenje pojedinih sastojaka je neujednačeno. Količina osnovnih sastojaka, koji iz mleka pređu u sir i surutku, izražava se njihovom distribucijom. Za proteine i mlečnu mast je karakteristično da u velikom procentu prelaze u sir i na taj način povećavaju njegovu hranljivu i energetska vrednost.

U tradicionalnoj proizvodnji sireva oko 20% ukupnih proteina odlazi sa surutkom. Zbog toga je problem većeg iskorišćenja proteina mleka prilikom izrade sireva, uvek aktuelan i postoji stalna tendenciju iznalaženja novih tehnoloških rešenja, sa ciljem da se postigne što veće iskorišćenje proteina mleka, a samim tim i veće iskorišćenje ukupne suve materije mleka.

Jedan od načina koji omogućava potpunije iskorišćenje suve materije mleka i veći randman sireva, jeste pri-

mena oštrijih termičkih tretmana mleka, pri kojim dolazi do obrazovanja koagregata proteina mleka, odnosno hemijskog kompleksa između kazeina i serum proteina (Mačej i Jovanović, 2000). Na taj način se obezbeđuje ne samo veći randman, nego i veća biološka vrednost sireva. Proizvodnja sireva na bazi koagregata vezana je za čitav niz tehnoloških problema, koji su veoma kompleksni. Osim toga, ovi sirevi imaju određene specifičnosti s obzirom na prisutne serum proteine u procesu zrenja, kao i u pogledu senzornih karakteristika (Jovanović i sar., 2005a, 2005b).

MATERIJAL I METODE RADA

Za izradu ove vrste sira korišćeno je sirovo mleko koje je pre termičke obrade standardizovano na sadržaj mlečne masti pomoću obranog mleka. Mleko je nabavljeno iz mlekare *Beograd AD IMLEK*, Padinska Skela. Standardizovano mleko je zatim termički tretirano pri temperaturnom režimu koji omogućava obrazovanje kompleksa između kazeina i serum proteina, i to je bila sirovina za proizvodnju polutvrđog sira na bazi koagregata proteina mleka modifikovanim tehnološkim postupkom.

Za koagulaciju mleka korišćeno je sirilo *Chymogen S (CHR. Hansen, Denmark)*, kod kojeg je odnos himozina i pepsina 90:10, deklarisanе jačine 540 CHU/g. U proizvodnji sira upotrebljavana je DVS koncentrovana kultura *CH-N-11 (CHR. Hansen, Denmark)*, za koju je karakteristična produkcija gasa, a za sprečavanje kasnog nadimanja sira korišćen je *Lizocim (CHR. Hansen, Denmark)*.

U fazi zrenja korišćen je plastificirani premaz sa fungicidnim svojstvima *HALA PLAST (CHR. Hansen, Denmark)*, a

* Rad je deo istraživanja u okviru Nacionalnog programa Biotehnologija i agroindustrija – Projekat 5.8 "Standardizacija proizvodnje polutvrđog sira na bazi koagregata proteina mleka", Ev. Broj BTN-351004B

Adresa autora:
Dr Snežana Jovanović, Poljoprivredni fakultet,
11080 Zemun–Beograd, Nemanjina 6
Tel. 011/2615-315; 011/31-68-058
snezana.j@agrifaculty.bg.ac.yu

nakon perioda od 15 dana zrenja sirevi su vakuumirani.

Iskorišćenje sastojaka mleka u proizvodnji polutvrdog sira na bazi koagregata proteina mleka praćen je izračunavanjem distribucije sastojaka mleka u sir i surutku nakon proizvodnje i to:

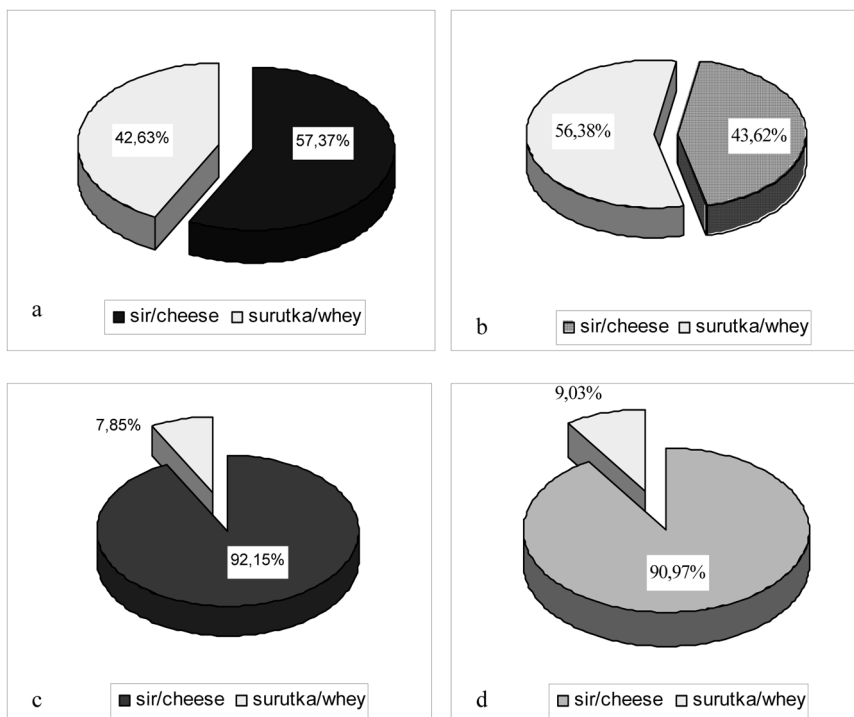
- suve materije,
- suve materije bez masti (SMBM),
- mlečne masti i
- ukupnog azota.

Osnovne karakteristike serija dobijenih podataka za ispitivana obeležja prikazane su preko srednjih vrednosti (\bar{x}), a dat je i interval variranja (min. i max.). Odstupanje pojedinačnih podataka u serijama od aritmetičke sredine, kao i jačina njihove grupisanosti oko srednje vrednosti, prikazana je preko mera varijacija-standardne devijacije (Sd) i koeficijenta varijacije (Cv) (Stanković i sar., 1989).

REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati dobijeni praćenjem hemijskog sastava sira i surutke dobijenih tokom tehnološkog procesa proizvodnje polutvrdog sira na bazi koagregata proteina mleka su poslužili za izračunavanje stepena distribucije osnovnih komponenta mleka u sir i surutku, što je prikazano u tabeli 1. i histogramu 1a, 1b, 1c, 1d.

Iz podataka u tabeli 1. i histograma 1a i 1b vidi se da surutka u proseku sadrži 42,63% ukupne suve materije mleka



HISTOGRAM 1A, 1B, 1C, 1D.- DISTRIBUCIJA SASTOJAKA MLEKA U SIR I SURUTKU

- a) distribucija suve materije
- b) distribucija suve materije bez masti
- c) distribucija mlečne masti
- d) distribucija ukupnog azota

FIGURE 1A, 1B, 1C, 1D. THE DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS INTO CHEESE AND WHEY

- a) Distribution of total solid
- b) Distribution of total solid non fat
- c) Distribution of fat

i 56,38% suve materije bez masti i da je u sir u proseku prešlo 57,37% suve materije mleka i 43,62% suve materije bez masti. Ako se ovi podaci uporede sa literaturnim podacima prema kojima suva materija surutke čini više od 50% suve materije mleka, nedvosmisleno se može zaključiti da se izradom polutvrdih sireva na bazi koagregata iskoristi znatno više suve materije mleka (Jovanović i sar. 2005a, Mačej 1989, Marshall 1986).

Iz podataka se takođe vidi da su i granice variranja podataka u serijama bile relativno male, na šta ukazuju male vrednosti koeficijenta varijacije. Takođe i stepen distribucije azotnih materija iz mleka u sir je bio visok i u proseku je iznosio 90,97% i varirao u intervalu 88,92-93,14% (histogram 1d). Iz podataka se vidi da je u surutku prosečno prešlo samo 9,03% azotnih materija mleka, što navodi na pretpostavku da najveći deo

Tabela 1. DISTRIBUCIJA SASTOJAKA MLEKA U SIR I SURUTKU NAKON PROIZVODNJE

Table 1. THE DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS INTO CHEESE AND WHEY AFTER PRODUCTION

| Izračunati pokazatelji Calculated parameters | Ispitivani pokazatelji / Investigated parameters | | | | | | | |
|---|--|-----------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| | Distribucija / Distribution (%) | | | | | | | |
| | Suva materija / Total solid | | SMBM / TSNF | | Mlečna mast / Fat | | Ukupni azot / Total nitrogen | |
| | sir cheese | surutka whey | sir cheese | surutka whey | sir cheese | surutka whey | sir cheese | surutka whey |
| min. | 55.68 | 41.41 | 39.86 | 54.73 | 89.21 | 5.24 | 88.92 | 6.86 |
| max. | 58.59 | 44.32 | 45.27 | 60.14 | 94.76 | 10.79 | 93.14 | 11.08 |
| \bar{x} (n=6) | 57.37 | 42.63 | 43.62 | 56.38 | 92.15 | 7.85 | 90.97 | 9.03 |
| Sd | 1.1818 | 1.1818 | 1.9409 | 1.9409 | 1.9407 | 1.9407 | 1.3370 | 1.3370 |
| Cv (%) | 2.06 | 2.77 | 4.45 | 3.44 | 2.11 | 24.72 | 1.47 | 14.81 |

SMBM – suva materija bez masti; TSNF – total solid non fat

azotnih materija surutke čini neproteinski azot.

Distribucija mlečne masti iz mleka u sir bila je visoka i u proseku je imala vrednost 92,15%, sa granicama variranja 89,21-94,76% (*histogram 1c*). To znači da ovako visok stepen iskorišćenja mlečne masti zajedno sa visokim stepenom iskorišćenja azotnih materija utiče i na veće iskorišćenje ukupne suve materije mleka kroz sir, a samim tim i na veći randman.

Ovako visok stepen distribucije mlečne masti iz mleka u sir može se objasniti pretpostavkom da masne kapljice koagregirane sa serum proteinima poprimaju pseudo-proteinski karakter, što verovatno ima za posledicu, između ostalog, i jedan vid njihove interakcije sa proteinskim matriksom, zbog čega znatno manja količina mlečne masti prelazi u surutku za vreme obrade grušā.

Prema literaturnim podacima, od visine temperature i vremena zagrevanja mleka, zavisi stepen interakcije membranske masnih kapljica sa β -laktoglobulinom i α -laktalbuminom (Corredig i Dalgleish, 1996).

Kalab (1993) je pomoću elektron-mikroskopije ustanovio da masne kapljice jogurta nisu slobodne, već su asocirane sa aglomeratima proteinskih čestica. Maksimalna asocijacija serum proteina sa membranom masnih kapljica postiže se na 85°C/4 minuta i vrlo je intenzivna na temperaturi 87°C (Kim i Jimenez, 1995, van Boekel i Folkerts, 1991). Prema Dalgleish i Banks - u (1991) ova interakcija se odvija preko disulfidnih veza.

Prema Marshall-u (1986), koji je ispitivao Češir, izrađeni od mleka zagrevanog na 97°C/15 s, sirevi su imali 4,5% više suve materije, 6,7% više proteina i 0,7% više mlečne masti u odnosu na iste sireve izrađene na tradicionalan način.

Guinee (2000) navodi da se sa povećanjem stepena denaturisanih serum proteina povećava i stepen iskorišćenja mlečne masti za približno 21%, ukoliko se modifikuju uslovi koagulacije mleka. Do sličnih rezultata došli su Banks i sar. (1987), Benfeldt i sar. (1997), Ghosh i sar. (1999), Kirchmeier i sar. (1984), Jovanović i sar. (1994a, 1994b).

Prema Mačej - u (1989) stepen distribucije azotnih materija iz mleka u beli sir u salamuri izrađen na bazi koagregata, iznosio je 93,05%, dok je kod istih sireva proizvedenih na tradicionalan način stepen distribucije azotnih materija u sir iznosio 79,90%.

U proizvodnji kiselokoagulišućeg sira, tipa Sirca, kod kojeg je primenjen termički tretman mleka 96-98°C, a kao

koagulišući agens je korišćen 1,5% rastvor mlečne kiseline, stepen distribucije azotnih materija iz mleka u sir bio je visok i kretao se u intervalu od 85,05-88,69%, sa prosečnom vrednošću 87,70%. Ovako visok stepen distribucije azotnih materija u sir je posledica većeg iskorišćenja proteina surutke obrazovanjem koprecipitata (Jovanović i sar., 1994b).

Da je distribucija veoma važan parametar tehnološkog procesa proizvodnje sira pokazuju podaci koji datiraju još iz 1952. godine, u kojima van Slyke i Price (1952) navode da je stepen prelaska proteina u sir 75-76%, a u surutku 25%.

Antila i sar. (1982) su ustanovili uticaj sezonskog variranja sastava mleka na stepen distribucije pojedinih sastojaka iz mleka u edamski sir pri tradicionalnom načinu proizvodnje. Distribucija mlečne masti je u proseku bila 88,70%, sa variranjem u granicama 87,10-90,00%, dok je prosečna vrednost za suhu materiju bila 44,80%, a interval varijacije je iznosio 43,40-46,30%. Prelazak proteina prosečno je iznosio 76,80% i kretao se u granicama 76,20-77,50%, dok je prosečna vrednost za kazein bila 95,20% i kretala se u opsegu 93,40-97,60%. Distribucija mlečne masti u surutku u proseku je iznosila 10,10%, proteina 23,00% i suve materije 51,90%.

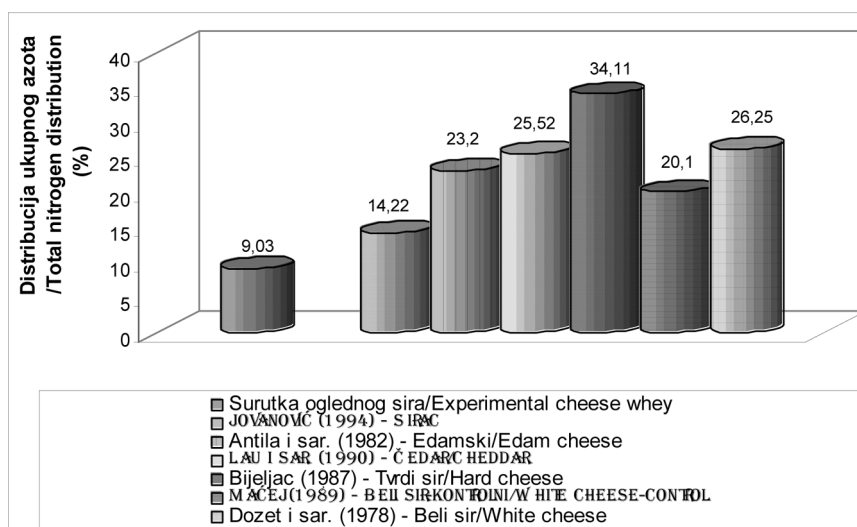
Banks (1990) je u proizvodnji čedra, modifikovanim tehnološkim procesom proizvodnje, dodatkom mleku surutke u prahu postigla stepen iskorišćenja proteina od 86% u poređenju sa 78% kod standardnog procesa proizvodnje,

primenom termičkog tretmana mleka na 110°C/60 s. Banks i Muir (1985) su dodatkom koncentrata proteina surutke (WPC) mleku za proizvodnju čedra ostvarili visok stepen distribucije mlečne masti u sir, koji se kretao u granicama 89,42-90,50%. Lau i sar. (1990) pratili su uticaj pasterizacije mleka (65°C/30 min) na stepen iskorišćenja mlečne masti i proteina u odnosu na sirovo mleko koje se koristi u proizvodnji čedra. Stepenski distribucije mlečne masti kod sirovog mleka u sir je bio 92,43%, a kod pasterizovanog mleka 93,52%, dok je distribucija azota u sir imala vrednost kod sirovog mleka 74,48% i kod pasterizovanog mleka 75,12%.

Distribucijom sastojaka mleka u sir i surutku kod tradicionalnog načina proizvodnje sireva bavio se veći broj autora.

Bijeljac (1987) je ustanovila da je pri proizvodnji tvrdog sira, distribucija proteina u sir imala vrednost 65,89%, a u surutku 34,11%, dok je kod mekog sira stepen prelaska proteina u sir bio 66,41%, i u surutku 33,59%. Dozet i sar. (1983) su kod proizvodnje livanjskog sira ustanovili da je prosečna distribucija proteina u sir iznosila 70,53%, a u surutku 29,47%. Prema Rogić (1989) distribucija proteina pri proizvodnji trapista u sir prosečno je imala vrednost 71,82%, a u surutku 28,18%.

Da bi se lakše uočila razlika u distribuciji ukupnih azotnih materija surutke dobijene u ogledu u odnosu na surutku sireva proizvedenih na tradicionalan način urađen je *Histogram 2*. Distribucija



Histogram 2. POREĐENJE DISTRIBUCIJE UKUPNOG AZOTA IZ MLEKA U SURUTKU OGLEDNOG SIRA SA LITERATURNIM PODACIMA

Figure 2. THE DISTRIBUTION OF TOTAL MILK NITROGEN INTO WHEY AND THE COMPARISON WITH LITERATURE DATA

ukupnog azota u surutku ogleđnog sira je bila manja za 2,6 puta u poređenju sa podacima koje daju Antila i sar. (1982) za surutku dobijenu pri tradicionalnom postupku proizvodnje edamskog sira, a čak 3,8 puta u poređenju sa surutkom nastalom u proizvodnji čedra (Lau i sar., 1990).

ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodnih razmatranja rezultata istraživanja može se zaključiti da je proizvodnjom polutvrdih sireva na bazi koagregata proteina mleka znatno veće iskorišćenje azotnih materija mleka i mlečne masti u odnosu na tradicionalne sireve i na taj način se utiče na povećanje njegove hranljive i energetske vrednosti. Step en distribucije ukupnog azota iz mleka u sir proizveden na bazi koagregata i surutku iznosio je 90,97% i 9,03%, a mlečne masti 92,15% i 7,85%. Osim toga, ne sme se zanemariti činjenica da veći step en iskorišćenja osnovnih sastojaka suve materije mleka utiče na ostvarenje većeg randmana, što ima veoma povoljan efekat na ekonomičnost proizvodnje sireva proizvedenih na bazi koagregata proteina mleka.

LITERATURA

- Antila, V., Hakkarainen, H. and Lappalainen, R.: The transfer of milk components to Finnish Edam and Emmental cheeses. *Milchwissenschaft*, 37 (1982) 321-324.
- Banks, J.M.: Improving cheese yield by the incorporation of whey powder. *Dairy Ind. Internat.*, 55 (1990) 37-41.
- Banks, J.M. and Muir, D.D.: Effect of incorporation of denatured whey protein on the yield and quality of Cheddar cheese. *J. Society of Dairy Techn.*, 38 (1985) 27-32.
- Banks, J.M., Stewart, G., Muir, D.D. and West, I.G.: Increasing the yield of Cheddar cheese by the acidification of milk containing heat-denatured whey protein. *Milchwissenschaft*, 42 (1987) 212-215.
- Bijeljic, S.: Distribucija sastojaka mlijeka u sir i surutku u zavisnosti od tehnoloških faktora. Doktorska disertacija. Univerzitet u Sarajevu, 1987.
- Benfeldt, C., Sørensen, J., Ellegård, K.H. and Petersen, T.E.: Heat treatment of cheese milk: effect on plasmin activity and proteolysis during cheese ripening. *Int. Dairy J.*, 7 (1997) 723-731.
- Corredig, M. and Dalgleish, D.G.: Effect of different heat treatments on the strong binding interactions between whey proteins and milk fat globules in whole milk. *J. Dairy Res.*, 63 (1996) 441-449.
- Dalgleish, D. G. and Banks, J.M.: The formation of complexes between serum proteins and fat globules during heating of whole milk. *Milchwissenschaft*, 46 (1991) 75-78.
- Dozet, N., Stanišić, M. i Bijeljic, S.: Komparativna ispitivanja novih tehnoloških postupaka u proizvodnji bijelih salamurnih sireva. *Mljekarstvo*, 28 (1978) 78-86.
- Dozet, N., Stanišić, M., Bijeljic, S. i Perović, M.: Randman proizvodnje sireva u tipu travničkog i livanjskog sira. 7. jugoslovenski međunarodni simpozij "Sodobna proizvodnja in predelava mleka", Portorož, 1983, Zbornik radova, 635-646.
- Ghosh, B.C., Steffl, A., Hinrichs, J. and Kessler, H.G.: Effect of heat treatment and homogenization of milk on Camembert-type cheese. *Egyptian J. Dairy Sci.*, 27 (1999) 331-343.
- Guinee, T.P.: Cheese yield. 6th Cheese symposium. Ed. by Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. and Guinee, T.P., Moorepark, 2000, Proceedings, 1-11.
- Jovanović, S.: Uticaj pojedinih faktora i tehnoloških operacija u proizvodnji kiselinskih sireva. Magistarski rad, Univerzitet u Banjoj Luci, 1994.
- Jovanović, S., Stanišić, M. i Mačej, O.: Mogućnost upotrebe organskih kiselina kao koagulanasa u proizvodnji kiselokoagulišućih sireva. X jubilarno savetovanje "Aditivi u tehnologiji mleka", Novi Sad, 1994a, Zbornik izvoda radova, p.33.
- Jovanović, S., Stanišić, M. i Mačej, O.: Step en iskorišćenja N-materija mlijeka u proizvodnji kiselokoagulišućih sireva. III međunarodni simpozijum "Savremeni trendovi u mlekarstvu". Ur. Krunić, M. i Čurić, M., Kopanik, 1994b, Zbornik radova, 44-47.
- Jovanović, S., Mačej, O. i Barać, M.: Karakteristike sireva na bazi koagregata i ko-precipitata. *Biotehnologija u stočarstvu*, 21 (2005a) 147-173.
- Jovanović, S., Mačej, O., Vučić, T. i Seratlić, S.: Senzorna ocena polutvrdog sira proizvedenog na bazi koagregata proteina mleka, Simpozijum "Mleko i proizvodi od mleka", Ur. Mačej, O., Jovanović, S., Tara, 2005b, Zbornik radova, 93-97.
- Kalab, M.: Practical aspects of electron microscopy in dairy research. *Food structure*, 12 (1993) 95-114.
- Kim, H.-H.Y. and Jimenez-Flores, R.: Heat induced interactions between the proteins of milk fat globule membrane and skim milk. *J. Dairy Sci.*, 78 (1995) 24-35.
- Kirchmeier, O., El-Shobery, M. and Kirchmeier, D.: The heat-induced transition of whey proteins into the casein fraction. *Milchwissenschaft*, 39 (1984) 588-590.
- Lau, K.Y., Barbano, D.M. and Rasmussen, R.R.: Influence of pasteurization on fat and nitrogen recoveries and Cheddar cheese yield. *J. Dairy Sci.*, 73 (1990) 561-570.
- Mačej, O.: Proučavanje mogućnosti izrade mekih sireva na bazi koagregata belančevina mleka. Doktorska disertacija, Univerzitet Beograd, 1989.
- Mačej, O. i Jovanović, S.: Obrazovanje kompleksa između kazeina i serum proteina u termički tretiranom mleku. *Acta Periodica Technologica*, 31 (2000) 83-93.
- Marshall, R.J.: Increasing cheese yields by high heat treatment of milk. *J. Dairy Res.*, 53 (1986) 313-322.
- Rogić, V.: Tehnologija proizvodnje i kvalitet trapista. *Magistarski rad. Univerzitet u Sarajevu*, 1989.
- Stanković, J., Ralević, N. i Ljubanović-Ralević, I.: Statistika sa primenom u poljoprivredi. *Savremena administracija*, Beograd, (1989).
- Van Boekel, M. A. J. S. and Folkerts, T.: Effect of heat treatment on the stability of milk fat globules. *Milchwissenschaft*, 46 (1991) 758-765.
- Van Slyke, L.L. and Price, W.V.: *Cheese*. Orange judd publishing co. New York, (1952).

DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS DURING THE PRODUCTION OF SEMI-HARD CHEESES BASED ON COAGGREGATES

Jovanović, S., Mačej, O., Barać, M., Vučić, T.

Institute for Food Technology and Biochemistry, Faculty of Agriculture-Belgrade

Summary

During cheese making process milk components proceed into cheese and whey. Their utilization is unequal. The amount of the dominant milk components that proceed into cheese and whey is expressed by their distribution. Proteins and milk fat mostly proceed into cheeses and increase their nutritive and energetic values.

In traditional cheese making process, about 20% of total proteins cross into whey. Due to this fact, milk proteins during cheese making are always better utilized. Permanent trends in obtaining new technological solutions for better utility of total milk solids are present.

A possible way for better utilization of total milk solids and higher yield acquirement is the use of severe heat treatments. Chemical complex between caseins and whey proteins is formed during severe heat treatments. These chemical complexes are known as coaggregates. Due to their formation, better yield and better nutritive value of cheese is obtained. The cheese making process based on coaggregates formation has several technological problems. Also, due to the presence of whey proteins during aging, these cheeses have specific sensory properties.

This work discusses the degree of milk solid utilization during semi-hard cheese based on coaggregates production. According to our results, high degree of milk components distribution into cheese is obtained. The average milk fat and total nitrogen content was 92.15% and 90.97%, respectively. Maximum distribution of total milk solids into cheese was 58.89%, which is significantly higher in relation to the traditional cheese making process.

Key words: coaggregates • distribution • milk • semi-hard cheese • whey