

## Stanje i pravci razvoja u sirarstvu\* (State and Ways Further Development in Cheesemaking)

Dr. Jovan ĐORĐEVIĆ, dipl. inž. Predrag PUĐA, mr. Ognjen MAČEJ,  
Poljoprivredni fakultet u Zemunu

Plenarno izlaganje sa znanstvenog skupa — Plenary Report from Scientific Meeting  
Prispjelo: 18. 3. 86. UDK: 637.3

### Sažetak

Izvršena je sažeta analiza stanja industrijskog sirarstva u našoj zemlji i predviđanja daljih pravaca razvoja. Utvrđeno je da je naše sirarstvo postiglo relativno visok stepen razvoja i pored toga što u našoj zemlji nisu rešeni neki osnovni uslovi, kao što su: količina i kvalitet mleka, proizvodnja proteolitičkih fermenata za koagulaciju mleka, neke čiste kulture mikroorganizama i dr. Najbolji rezultati postižu se u specijalizovanim sirarskim pogonima.

U daljem razvoju veću pažnju treba posvetiti istraživanju mogućnosti za industrijsku proizvodnju renomiranih domaćih vrsta sireva i povećanju rentabilnosti sirarske proizvodnje kroz veće iskorišćavanje sastojaka mleka posredstvom ultrafiltracije i obrazovanja koagregata.

Analizirane su prednosti i nedostaci ovih postupaka i postignuti rezultati u našoj zemlji.

### Summary

A concise analysis was made, concerning the state of industrial cheese making production in our country as well as the concept of further ways of development. It has been stated that cheesemaking in our country has achieved a relatively high degree of development, in spite of basic problems in this industry that have not been solved, for example: the quantity and the quality of milk, the production of proteolytic enzymes for milk coagulation, microbiological culture problems and some other problems. The best results have been obtained in the specialized cheese making factories.

In further development of cheesemaking more attention should be paid to searching the possibilities for industrial production of some renowned autoctonic cheese varieties, as well as to the improvement of cheese manufacture economics.

The latter can be achieved by greater incorporation of milk components into cheese using the ultrafiltration process or the formation of protein coagregates, with subsequent coagulation.

Advantages and disadvantages of these procedures, as well as the attained results in resolving the encountered problems in Yugoslavia, have been analyzed.

\* Referat održan na XXIV Seminaru za mljekarsku industriju, Opatija, 1986.

## Uvod

Smatra se da je proizvodnja sireva počela pre 6000—7000 godina pa nije čudo da je u tom dugom periodu nastalo preko 2000 vrsta, varijeteta ili bar toliko imena sireva. Umešnost (majstorstvo) izrade sireva prenosilo se sa generacije na generaciju i zahvaljujući tome uspelo je da se proizvedu i održe sirevi koji i danas zadovoljavaju gastronomske zahteve najizbirljivijih potrošača. Ovaj kratki osvrt na istoriju sirarstva učinjen je da bi se istaklo da je sirarstvo danas daleko odmaklo od perioda kada je za to jedino bila potrebna umešnost, da je ono postalo oblast i praktičnog i naučnog rada uz korišćenje najnovijih tehnoloških i drugih dostignuća. Ipak, želimo da jasno istaknemo da se umešnost u izradi sireva ne može naučiti iz knjiga i da se jedini način da se postane uspešan sirar sastoji u proučavanju i primeni naučnih dostignuća u ovoj oblasti uz obavezno sticanje iskustva u umešnosti izrade sireva pod nadzorom iskusnih nastavnika ili sirarskih majstora. Navodeći značaj majstorstva u proizvodnji sireva, ističemo značaj naučnih dostignuća ostvarenih do sada kao i onih koja će im slediti.

Sirarstvo je veoma prostrana oblast nauke i prakse koja se može razmatrati sa različitih aspekata. Ovakvo razmatranje sa neophodnim detaljima zahtevalo bi da se o tome napiše opsežna knjiga koja bi obuhvatila sva pitanja i kritični osvrt na njih. Obim ovog referata nam ne omogućava detaljno razmatranje svih pitanja, što se mora neminovno odraziti i na suštinu ovog napisa (jer problemi jednih mlekarar ne moraju postojati i u drugima). Zbog toga ćemo se zadržati samo na nekima, sumirajući ih u dva osnovna poglavlja:

- 1) Stanje sirarstva u nas i 2) Pravci daljeg razvoja.

### 1. Stanje sirarstva

Naša mlekarska industrija je relativno mlada, jer je počela da nastaje i da se razvija posle Drugog svetskog rata. U tom kratkom periodu industrijsko sirarstvo je postiglo zapažen uspeh. Uspeh je postignut zahvaljujući stepenu opremljenosti mlekarar i kvalitetu i zalaganju stručnjaka u ovoj oblasti mlekararke tehnologije.

Sa sigurnošću se može tvrditi da opremljenost naših mlekarar u pogledu uređaja za proizvodnju sireva omogućava kvalitetnu proizvodnju takoreći svih vrsta sireva. Tome je doprinela znatnim delom i naša metalska industrija koja je uspešno proizvela deo opreme za preradu mleka. Svakako da je izgradnja prostorija za zrenje sa ugrađenim uređajima za klimatizaciju doprinela uspešnom ostvarenju pozitivnih rezultata u ovoj oblasti.

Vrlo dobri rezultati u oblasti proizvodnje sireva u ovom relativno kratkom periodu javili su se i kao posledica specijalizovanih mlekararških kadrova svih stepena obrazovanja. Ti su kadrovi dobro potkovani teorijskim i praktičnim znanjima iz oblasti tehnologije mleka i postepeno su potiskivali priučene kadrove ili ih doškolovali omogućujući im da se uklope u savremene tehnološke procese. (Kada govorimo o tehnologiji, ni jednog momenta ne zaobilazimo mikrobiologiju koju smatramo neodvojivim i vrlo značajnim delom mlekararke tehnologije u celini i sirarske posebno.)

## Stanje i pravci razvoja u sirarstvu

Na ovom mestu želimo da istaknemo da bi rezultati u sirarstvu bili još bolji da imamo više specijalizovanih većih sirarskih pogona. Međutim, ova tendencija se jače ispoljava tek u posljednjih 10 — 15 godina, jer nismo mogli da preskočimo celu etapu u razvoju naše mlekarske industrije koja je nastala i razvijala se kroz izgradnju mlekara mešovitog tipa. U tim mlekarama skoro redovno postoji i proizvodnja sireva, najčešće radi iskorišćavanja viškova mleka, radi popunjavanja asortimana zbog zahteva trgovine, a često i kao izlaz za mleko koje se, zbog lošeg kvaliteta ne može koristiti u druge svrhe. Naravno, da se u ovakvim usitnjenim pogonima često ne mogu postizati visoki rezultati u kvalitetu sireva. Specijalizacija proizvodnje je, dakle jedan od bitnih uslova za dalje poboljšanje kvaliteta sireva. Neosporno da u uslovima vrlo izraženih ekonomskih teškoća i uska specijalizacija ima svoje nedostatke.

Asortiman sireva u našoj zemlji je zadovoljavajući. U njemu su zastupljeni autohtoni sirevi (i sirevi koji nisu autohtoni po svim kriterijumima, ali se zbog duge tradicije proizvodnje i konzumiranja smatraju domaćim) i sirevi inostranog porekla u čijoj smo proizvodnji stekli dragocena iskustva. Ovde želimo da istaknemo pozitivne rezultate koji su postignuti u industrijskoj proizvodnji nekih domaćih polutvrđih sireva i neophodnost da se ovoj problematici posveti još više pažnje, jer ima domaćih sireva koji to po svom kvalitetu zaslužuju (somborski, paški i dr.). Takođe treba pomenuti da je naša sirarska industrija znatnim delom ovladala proizvodnjom sireva koji zre sa plastičnim premazima i proizvodnjom sireva bez kore u različitim tipovima ambalaže, čime se izaziva promena brzine i procesa zrenja i nastajanje novih varijeteta sireva na istoj osnovi.

Međutim, kad govorimo o uspesima koje je postiglo industrijsko sirarstvo, nameće se i problem propusta u ovoj oblasti. Oni se mogu vrlo dobro sagledati u odeljenjima za proizvodnju topljenih sireva, gde na malom prostoru dobijamo uvid u sve moguće propuste učinjene u proizvodnji (uključujući i negovanje i skladištenje). U takvom ambijentu čovek mora da se upita: gde su ti sirevi bili do tada?

U razvijenim zemljama Evrope i sveta proizvodnja i potrošnja sireva raste i apsolutno i relativno (kg/stanovnik). U našoj zemlji nema sigurnih podataka o ukupnoj proizvodnji sireva zbog toga što se znatan deo proizvodnje odvija na seoskim gazdinstvima. Podaci o industrijskoj proizvodnji sireva mogu se sagledati iz bilansa koga prilažemo, zahvaljujući razumevanju »Mlekosima«.

Zapaža se tendencija povećane potrošnje sitnih sireva. Razlozi za ovakav trend su ekonomske i tehnološke prirode. Naime, proizvodnja sitnih sireva je pri korišćenju suvremene tehnologije jednostavna, nema zrenja pa se mogu odmah stavljati u promet: brzi obrt novčanih sredstava je veoma značajan element poslovanja. Pravilnikom o kvalitetu mleka i mlečnih proizvoda predviđen je dosta nizak sadržaj suve materije, što odgovara mlekarama, jer se suva materija bez masti sastoji dobrim delom od laktoze. Mala pakovanja sitnih sireva odgovaraju po ceni većem broju potrošača koji zbog pogoršanog materijalnog stanja nisu u mogućnosti da kupuju polutvrde i tvrde sireve. U situaciji kada je potrošnja maslaca opala a ekonomičnost njegove proizvodnje dovedena u pitanje, mlekare se orijentišu na veću proizvodnju masnih sireva i na veći sadržaj masti u suvoj materiji, jer time u još većoj meri koriste suvu materiju mleka bez masti.

I dok na jednoj strani postizemo vrlo dobre rezultate u pogledu asortimana i kvalitete sireva, na drugoj se susrećemo još uvek sa nekim osnovnim problemima u njihovoj proizvodnji. Navešćemo neke: problem osnovne sirovine, problemi sirila, sadržaja suve materije i masti u suvoj materiji, zrelost sireva, čistih kultura i dr.

Svi znamo kakav je kvalitet otkupnog mleka i kako se on odražava na kvalitet i prinos sireva. Kada se to ima u vidu, moraju se još više istaći dosadašnji rezultati naših mlekara u oblasti kvaliteta sireva. Međutim, izgleda da kvalitet mleka nije više najvažniji limitirajući faktor od koga zavisi kvalitet sireva. Dobiva se utisak da je nedovoljna proizvodnja mleka danas postala odlučujući faktor u ovoj oblasti (bilans mleka u prilogu) i da preti da u znatnoj meri ugrozi do sada postignute rezultate. Budući da se na tržištu javlja manjak sireva, postoji tendencija da se iznose na tržište nedovoljno zreli sirevi, bez tipičnih organoleptičkih osobina. Ovakvo stanje implicira i da se u toku proizvodnje obraća manje pažnje na kvalitet, pošto je konkurencija na tržištu opala.

Sirarstvo je stalno suočeno sa problemima sirila i drugih proteolitičkih fermentata za koagulaciju mleka. Problematici primene ovih enzima nije poklonjena potrebna pažnja. Preparati tečnog sirila su danas vrlo lošeg kvaliteta u pogledu jačine i sadržaja sirišnog fermenta (himosina). Ovakva stanje je sasvim razumljivo kada se zna da se sirila izrađuju od sirišta junadi koja su po dimenzijama veća od buraga teladi. Da li u njima uopšte ima sirišnog fermenta ili je kaogulišuća sposobnost rezultat delovanja pepsina koje je pojačano dodatkom  $\text{CaCl}_2$ , ne zna se niti to kod nas iko kontroliše ili istražuje.

Prilikom kontrole kvaliteta sireva na tržištu često se susrećemo sa nedostatkom masti u suvoj materiji. Ovo odstupanje od pravilnika (deklaracije) posledica je toga što se često proizvodnji sireva prilazi rutinski, a zapostavlja uloga kontrolnih laboratorija. Naime, uobičajeno je da se kod standardizacije mleka podešava samo sadržaj masti, jer je iskustvo nekoliko puta pokazalo da se u proizvodnji određene vrste sira postiže 45% masti u suvoj materiji i sa tom činjenicom se operiše ne vodeći računa o onome što su sadašnji stručnjaci učili u školi i što znaju da se u sirovini mora podesiti odnos kazeina i masti i da sastav mleka varira ne samo u pogledu sadržaja masti nego i kazeina, naročito u drugoj polovini laktacije. Ovaj se nedostatak lako može izbeći aktiviranjem laboratorija.

Prostor nam ne dozvoljava da se bavimo i drugim suštinskim pitanjima sirarstva: problem korišćenja surutke, otpadnim vodama i dr. Zbog toga prelazimo na drugi deo referata koji obrađuje načine povećanja randmana sireva, odnosno veće iskorišćenje sastojaka suve materije mleka, u prvom redu proteina surutke.

## 2. Pravci razvoja u sirarstvu

### a) Ultrafiltracija

Preradom mleka u sireve koristi se jedan deo sastojaka mleka, dok značajna količina suve materije mleka odlazi sa surutkom i sa stanovišta randmana sireva predstavlja gubitak. Najveći deo suve materije koja odlazi sa surutkom

čini laktoza. Količina proteina koja odlazi sa surutkom je takođe značajna i čini oko 0,7% suve supstance mleka. Ova činjenica dobija na značaju ako se uzme u obzir da proteini surutke čine oko 18% ukupnih proteina mleka i da su to biološki vrlo vredni proteini koji sadrže značajne količine sumpora (metionina).

Zahtev da se pri proizvodnji sireva iskoriste svi proteini mleka doveo je do ideje da se membransko filtriranje uvede u proces proizvodnje sireva. U okviru velikog broja membranskih procesa kao najprihvatljivija odabrana je ultrafiltracija.

Osnovni principi ultrafiltracije (UF) bili su oblast interesovanja većeg broja referata i saopštenja, stoga ćemo u ovom referatu dati samo kratak osvrt na osnovne principe UF.

Ultrafiltracijom se postiže razdvajanje tečnog sistema na dve komponente koje se međusobno razlikuju po molekulskim masama. Ultrafiltrat ili permeat sadrži samo molekule čija je veličina manja od dimenzija pora membrana, dok koncentrat ili retentat sadrži sve komponente koje su postojale u početnoj tečnosti, ali u izmenjenom međusobnom odnosu. Čestice većih dimenzija od dimenzija pora membrana potpuno se koncentruju i koncentracija im se povećava onoliko puta koliko se smanjuje zapremina tečnosti koja se ultrafiltrira. Koncentracija molekula manjih molekulskih masa koji nisu vezani za proteine ili masti ostaje približno na nivou koncentracija tih molekula u početnoj tečnosti. Koncentracija onih molekula manjih molekulskih masa koji se nalaze u vezanom obliku za proteine ili masti povećava se proporcionalno obimu njihove vezanosti. S obzirom na stepen vezanosti pojedinih molekula za proteine i masti u mleku zavisi od uslova sredine, može se reći da stepen koncentrovanja molekula manjih dimenzija zavisi i od uslova koncentrovanja mleka (Green et al., 1984).

Proizvodnja sireva primenom UF prema postupku koji su utvrdili (Maubois et al., 1969) sastoji se u dobijanju koncentrata mleka ultrafiltracijom, koje su pomenuti autori nazvali predgruš ili predsirna masa, i njegovom gelifikacijom pomoću sirila. Dobijeni sveži sir se u daljem postupku soli i stavlja na zrenje.

Dosadašnja iskustva u proizvodnji sireva iz UF mleka ukazuju da je primena navedenog postupka u industrijskom sirarstvu moguća u proizvodnji svežih sireva za mazanje, belih mekih sireva (kiselo slanah) i nekih vrsta sireva sa plesnima tipa kamembera, dok je izrada drugih vrsta sireva danas ograničena na laboratorijske ili poluindustrijske uslove.

Za proizvodnju različitih vrsta sireva potreban je različiti stepen koncentrovanja mleka UF, pri čemu se dobija koncentrat različitog sastava. Prosečni hemijski sastav koncentrata potreban za izradu pojedinih vrsta sireva prikazan je u tablici br 1., (Glover, 1985.).

Za proizvodnju mekih sireva danas postoje industrijska postrojenja koja sa uspehom rade više godina. Što se tiče mekih sireva, prvo se počelo sa proizvodnjom belog mekog sira čiji je komercijalni naziv »feta«. On je danas po

obimu proizvodnje najviše zastupljen. U industrijsku proizvodnju uvedena je i izrada kamembera, ali obim njegove proizvodnje je vrlo skroman i ograničen na samo nekoliko pogona. U proizvodnji svežih sireva zastupljeni su sirevi sa različitim procentom masti kao i sirevi sa raznim dodacima.

**Tablica 1. Prosečni hemijski sastav koncentrata pri proizvodnji različitih vrsta sireva**  
**Table 1. Mean Composition of Retentate for the Production of Different Cheese Species**

Vrsta sira	Stepen koncentrovanja CF	Suva materija %	Mast %	Proteini %	pH
Kind of cheese	Degree of concentration	Dry matter %	Fat %	Proteins %	pH
Feta					
Feta	5,1	39,5	17,8	16,4	6,6
Kamember					
Camembert	5,0	36,0	15,0	15,0	5,6 — 5,7
Krem sir					
Cream cheese	3,3	48,3	36,5	9,2	5,6
Sent Paulin					
Saint Paulin	7,0	45,0	21,0	20,0	6,6

Uvođenjem UF u sirarsku proizvodnju ostvarene su izvesne prednosti u ekonomskom i tehnološkom pogledu.

Sa stanovišta ekonomičnosti proizvodnje, uvođenjem UF u proizvodnju sireva ostvaruju se prednosti u pogledu povećanja randmana, smanjenja količine sirila za oko 80%, ušteda u radnoj površini i angažovanom obimu ljudskog rada (Glover, 1985).

Povećanje randmana je različito u zavisnosti od vrste sira koja se proizvodi i od načina njegove proizvodnje, a kreće se od 15 do 30%. Razlog uvećanog randmana treba tražiti u potpunijem iskorišćenju proteina i mlečne masti. U literaturi se mogu naći podaci i o većem povećanju randmana. Tako neki autori navode da se pri proizvodnji »fete« iz UF mleka ostvaruje povećanje randmana od 30 — 35%, tj. da je pri klasičnoj proizvodnji fete potrebno 7,3 l mleka za 1 kg sira, a da je pri izradi »fete« iz UF mleka potrebno 5,3 l mleka (Glover, 1985). Međutim, ako se uzme u obzir da je za proizvodnju sira sa određenim procentom masti u suvoj materiji iz UF mleka potrebno mleko sa znatno višim procentom masti nego pri klasičnoj proizvodnji, postaje jasno da količina mleka ne sme biti jedini kriterijum za sud o povećanju randmana proizvodnje.

Proizvodnja sireva primenom UF odlikuje se izvesnim specifičnostima u tehnološkom i organoleptičkom pogledu. Izmenjene karakteristike su u određenoj meri doprinele pojavi jednog broja nedostataka kod ovih sireva (Green et al., 1981; Green et al., 1981).

Koncentrovanjem mleka akumuliraju se svi proteini mleka, što znači da i serum proteini koji se pri tradicionalnom načinu proizvodnje izdvajaju sa

surutkom, bivaju uklopljeni u strukturu sira. Prisustvo proteina surutke u siru u znatno većem obimu nego kod sireva izrađenih tradicionalnim postupkom (4—5 puta) ima bitnog utjecaja na osobine sira. Povezanost kazeinskih micela se smanjuje, obzirom da se smanjuje i relativno učešće kazeina u suvoj materiji sira. Manji stepen povezanosti kazeinskih micela utiče na kvalitet grušā koji postaje krt i ima zrnastu strukturu (Glover, 1985).

Jedan od osnovnih kriterijuma zrelosti sireva je količina u vodi rastvorljivih azotnih materija i njihov odnos prema ukupnim azotnim materijama. Sirevi proizvedeni primenom UF sadrže značajnu količinu serum proteina koji su velikim delom rastvorljivi u vodi. Stoga sir proizveden iz UF mleka neposredno po izradi pokazuje izvestan stepen zrelosti, a sam period zrenja je kraći. Ova pojava je karakteristična za bele meke sireve koji se odlikuju manjim obimom razgradnje azotnih materija, dok je suprotno tome kod izrade tvrdih sireva proces zrenja u izvesnoj meri produžen, a sam tok zrenja je usporen (Green et al., 1981).

Sireve proizvedene iz UF mleka karakteriše veći puferski kapacitet, što je takođe posledica prisustva veće količine serum proteina. Veći puferski kapacitet prouzrokuje usporeni pad pH vrednosti sirnog testa u početnom periodu zrenja. Stoga je pri izradi sireva iz UF mleka potrebno koristiti kulture sa većom aktivnošću i u izvesnoj meri povećati količinu kulture koja se dodaje u koncentrat.

Činjenica da se podsirivanje pri izradi sireva iz UF mleka vrši u koncentratu takođe je od velikog značaja. Koncentrat ima višestruko uvećan viskozitet u odnosu na mleko. Koncentracija kazeina je takođe višestruko uvećana. Veća koncentracija kazeina i veći viskozitet sistema uzrokuju da se pri jednakim količinama himozina po jedinici kazeina ostvaruje veći učinak himozina u mleku nego u koncentratu. S druge strane, veća koncentracija proteina podstiče koagulaciju te ona nastupa znatno ranije nego pri sadržaju proteina koji postoji u mleku. Zbog toga se u momentu gelifikacije u koncentratu nalazi procentualno manji broj molekula izmenjenih pod dejstvom himozina, što znači da manji broj molekula učestvuje u formiranju strukturne mreže gela (Daglish, 1981). Grušā čiju osnovu čini parakazeinat biti će manje povezan, tako da će pokazati izraženiju tendenciju gubitka masti i gubitka proteina surutke koji su labavo uklopljeni u taj gel.

Proizvodnja tvrdih sireva primenom UF, kao što je već istaknuto još se uvek nalazi u fazi eksperimentalne i poluindustrijske izrade. Razlozi za ovakvo stanje su brojni. Među njima ćemo pomenuti najznačajnije:

— Postojeće membrane za UF koje se koriste u industrijskoj proizvodnji sireva nisu u stanju da koncentruju mleko do nivoa suve materije koji je potreban za izradu tvrdih sireva.

— Grušā dobijen koagulacijom koncentrata ima izraženu zrnastu, krtu strukturu, čijim zrenjem se dobija sir neadekvatne konzistencije.

— U toku zrenja tvrdih sireva usporeni su procesi razgradnje proteina i nastajanje karakterističnih komponenti ukusa i mirisa, pa zreli sirevi pokazuju nedovoljno izražen ukus i miris (Green et al., 1981).

Na prevazilaženju navedenih problema radio je velik broj autora, ali su njihovi rezultati još uvek vrlo skromni i više su orijentisani na konstatovanje postojećeg stanja, a manje na njihovo suštinsko rešavanje.

U pogledu postizanja potrebnog nivoa suve materije za izradu tvrdih sireva, istraživanja su vršena u pravcu koncentrovanja obranog mleka i mešanja tako dobijenog koncentrata sa pavlakom velike masnoće, i u pravcu evaporacije koncentrata do potrebnog nivoa suve materije. Ta su istraživanja dala donekle zadovoljavajuće rezultate, ali svakako najprihvatljivije rešenje za postizanje odgovarajuće (veće) koncentracije suve materije se u primeni mineralnih membrana (membrana III generacije). Korišćenjem ovih membrana postignuti su zapaženi rezultati u proizvodnji tvrdih sireva edamskog tipa, dok je za proizvodnju tvrdih sireva tipa ementalera, čedara ili njima sličnih sireva potrebno raditi na daljem usavršavanju membrana (Glover, 1985).

U pogledu ukusa i konzistencije sireva postignuti su rezultati ograničenog dometa primenom dijafiltracije, ultrafiltracije pri određenim pH vrednostima (Glover, 1985) i korišćenjem nekih sojeva čistih kultura, ali zrnasta i krta struktura grušā i zrelog sira i dalje ostaje problem kome treba posvetiti potrebnu pažnju.

U našem odelenju postignuti su određeni rezultati u pogledu promene strukture grušā, ali to je samo polazna osnova za definitivno rešavanje pitanja strukture sirnog testa tvrdih sireva proizvedenih iz UF mleka.

#### b) Koagregiranje belančevina

Sledeći način za veće iskorišćavanje belančevina mleka i povećanje randmana sireva sastoji se u obrazovanju koagregata belančevina.

Ustanovljeno je, naime, da se na temperaturama od 95—97 °C u toku 10 min. obrazuju koagregati kazeina i proteina mlečnog seruma, u prvom redu  $\beta$ -laktoglobulina a zatim i  $\alpha$ -laktalbumina. Dosadašnja istraživanja su pokazala da obrazovanje koagregata nastaje preko dela  $\kappa$ -kazeina sa kojim stupaju u reakciju pomenuti proteini mlečnog seruma. Način vezivanja i vrste veza između njih još uvek nisu definitivno ustanovljeni.

Na toj osnovi zasnovana je proizvodnja koprecipitata belančevina mleka. Postupak se sastoji u tome da se posle obrazovanja koagregata izvrši njihova koagulacija pri izoelektričnoj tački kazeina, dodavanjem HCl, mlečne ili sirćetne kiseline bez ili sa dodatkom  $\text{CaCl}_2$ . Na taj način dobijaju se koprecipitati belančevina mleka.

Naša istraživanja koprecipitata pokazuju da se iskorišćavanje belančevina obranog mleka povećava za 3—4% i da u serumu zaostaje samo neproteinski azot. Istraživanja su pokazala, nasuprot domaćim i inostranim literaturnim podacima, da dobijeni koprecipitati nisu rastvorljivi u vodi ni pod dejstvom NaOH ni pod dejstvom većeg broja istraživanih soli koje normalno rastvaraju ili kiseli ili slatki kazein. Posebnim tretmanima (povišene temperature i veće koncentracije alkalnih soli) uspelo se postići rastvorljivost koprecipitata od oko 70%. Pokazalo se, međutim, da ovakvi tretmani za rastvaranje koprecipitata sa tehnološkog stanovišta nemaju značaja. Na osnovu toga zaključeno je da su dobijeni koprecipitati značajni sa gledišta potpunijeg iskorišćavanja azotnih materija mleka i da se mehaničkom obradom (usitnjavanjem) mogu pripremiti za korišćenje u različitim oblastima prehrambene industrije radi povećanja biološke vrednosti proizvoda i uticaja na njihovu strukturu.



## Stanje i pravci razvoja u sirarstvu

Sa gledišta tehnologije mleka utvrđeno je da povećano iskorišćavanje belančevina mleka ima nesumljiv značaj u povećanju randmana sitnih sireva.

Ogledi izvršeni u svrhu proizvodnje belog sira pokazali su da je i to moguće, ali da dobijeni sirevi imaju nešto izmenjeni (ne i neprijatan) ukus, kao posledicu Maillardovih reakcija koje se odigravaju tokom duže termičke obrade mleka; istraživanja su pokazala i da je osetljivost koprecipitata prema proteolitičkim fermentima koji se koriste za koagulaciju mleka veoma oslabljena; eksperimentalno je dokazano da gruš obrazovan od koprecipitata ne odgovara za proizvodnju drugih mekih i tvrdih sireva.

Želeći da iskoristimo prednosti koje pruža obrazovanje koagregata za randman sireva, napustili smo koprecipitate kao vid većeg iskorišćavanja belančevina mleka i pošli novim putovima. Prva etapa u tim istraživanjima sastojala su se u tome da se ustanovi da li se koagregati mogu obrazovati pri blažim režimima termičkog tretmana mleka, što bi trebalo da dovede i do manjih promena na mleku i do veće osetljivosti mleka prema proteolitičkim fermentima. Istraživanja su dovela do ustanovljavanja najblažeg režima termičke obrade pri kojem je sadržaj azotnih materija u serumu identičan sa onim pri strožijim i preporučenim režimima toplotnog tretmana mleka.

Sledeći problem se sastojao u iznalaženju uslova pri kojima će se obrazovati normalan gruš pod dejstvom proteolitičkih fermenta. I taj problem je uspešno rešen, što je omogućilo da se proizvede niz mekih sireva uz povećanje randmana. U ovoj fazi još nije istraživana mogućnost proizvodnje tvrdih sireva od mleka u kome su obrazovani koagregati.

### 3. Zaključak

Industrijsko sirarstvo je postiglo značajan stepen razvoja u relativno kratkom vremenu.

Naše sirarnice su po opremi, kadrovima i nekim drugim uslovima osposobljene za proizvodnju većine vrsta sireva.

I pored značajnih uspeha, naše sirarstvo se suočava sa nekim osnovnim problemima: kvalitet i količina mleka, kvalitet proteolitičkih fermentata, čiste kulture i dr. Izgleda da je danas razvoju sirarstva najveća kočnica nedostatak mleka koji pretili da u znatnoj meri poništi postignute rezultate.

Upoređenjem rezultata postignutih ultrafiltracijom i obrazovanjem koagregata i normalno termički tretiranog mleka može se zaključiti: najbolji, u celini uzevši, rezultati u pogledu kvaliteta i raznovrsnosti sireva postižu se klasičnim metodama obrade i prerade mleka; ultrafiltracijom se postiže znatno povećanje randmana, ali je njena primena za sada ograničena na određene grupe sireva; obrazovanje koagregata u mleku pod dejstvom povišenih temperatura omogućava povećano iskorišćenje belančevina i povećanje randmana sireva.

Smatramo da proizvodnja sireva na bazi soje ne treba u nas da bude predmet razmatranja. Mi smo zemlja u kojoj postoje uslovi da se sirevi proizvode od mleka, sem ukoliko ne budemo i dalje »napredovali« krupnim koracima u tome, kao što smo činili posljednjih godina.

Treba nastaviti sa istraživanjima sa ciljem da se omogući proizvodnja tvrdih sireva, kako bi se iskoristile prednosti ultrafiltracije i obrazovanje koagregata.

**Bilans mleka i mlečnih proizvoda za 1985. i 1986. god. za SFRJ**

Red. broj	Otkup, potrebe u mleku i proizvodi od mleka	Stanje za 1985. godinu			Plan otkupa i prerade za 1986. god. Ukupno
		Realizacija za 9 meseci	Predviđa se za poslednja 3 meseca	Ukupno tona	
1.	Otkup mleka	1,214.721	323.023	1,597.744	1,667.392
2.	Potrebe u mleku u svim vidovima	—	—	1,808.367	1,901.676
3.	Pretiče mleka			56.881	38.785
4.	Nedostaje mleka			242.795	270.326
5.	Postupak sa viškovima: — prodaja drugim mlekarama			96.839	66.676
6.	Obezbeđenje nedostajućih količina: — kupovina od drugih mlekara — ostaje nepokriveno			127.521 126.038	121.426 148.260
7.	Prerada mleka i proizvodnja mlečnih proizvoda:				
	— pasterizovano mleko			583.872	623.702
	— UP mleko			167.702	178.701
	— mlečni napici (slatki)			8.710	15.291
	— kiselo mlečni napici			189.981	209.346
	— pavlaka (vrhnje)			39.066	42.854
	— beli meki sirevi			9.296,5	11.474,7
	— polutvrđi sir			21.104	22.768
	— tvrdi sir			3.311	3.629
	— kačkavalj			3.465	3.887
	— topljeni sir			9.194	10.177
	— sitan sir			6.507,8	6.986,7
	— maslac			9.809,2	9.571
	— punomasno mleko u prahu			7.303,4	6.544
	— obrano mleko u prahu			8.377,2	7.804
	— surutka u prahu			4.219	4.166
	— evaporirano mleko i kondezov. mleko			601	743
	— kazein			284	307
	— sladoled			19.702	21.059
	— ostalo			16.662,3	12.305

**Literatura**

- DAGLEISH D. G. (1981): Effect of Milk Concentration on the Nature of the Curd Formed During Renneting-Theoretical Discussion, **J. of D. Res** **48**, 65—69.
- GLOVER F. A.: Ultrafiltration and Reverse Osmosis for the Dairy Industry, Applied Science Publishers LTD London, 1985.
- GREEN M. L., GLOVER F. A., SCURLOCK E. M. W., MARSHALL R. J. i HATFIELD D. S. (1981): Effect of Use of Milk Concentrated by Ultrafiltration on the Manufacture and Ripening of Cheddar Cheese **J. of D. Res**, **48**, 333—341.
- GREEN M. L., TURVEY A. i HOBBS D. G. (1981): Development of Structure and Texture in Cheddar Cheese **J. of D. Res** **48**, 343—355.
- GREEN M. L., SCOTT K. J., ANDRESON M., GRIFIN M. C. A. i GLOVER F. A. (1984): Chemical Characterization of Milk Concentrated by Ultrafiltration **J. of D. Res** **51**, 267—278.
- MAUBOIS J. L., MOCQUOT G. i VASSAL L.: A Metod for Processing Milk and Dairy Products, French patent No 2, 052.121, 1969.