

sirenje, što se tumači po Orla-Jensenu ravnomjernom raspodjelom mikroba u mlijeku, koji stvaraju plinove. Ove mjere ipak ne mogu odlučno poboljšati tehnološka svojstva mlijeka, koja se najbolje poboljšavaju pasterizacijom.

Iako se pasterizacijom umanjuju koagulativna svojstva mlijeka pod utjecajem sirila, ipak se tome može pomoći dodavanjem, nakon što se mlijeko ohladi do temperature podsirivanja (32°C), kalcijevog klorida. Nakon toga se mlijeku dodaju kulture mlječnokiselinskih bakterija i potrebna količina sirila.

Valja primijetiti, da se pasterizacijom znatno omekšava grušeovina i sirno tijesto.

Pojačanje koncentracije H-iona u siru u rezultatu aktivnosti čistih kultura u pasteriziranom mlijeku djeluje veoma povoljno i u smjeru ubrzavanja sazrijevanja sira.

Poželjan okus i aroma razvijaju se u siru od pasteriziranog mlijeka uz dodatak čistih kultura, također brže nego u siru od svježeg mlijeka. Pored toga se pasterizacijom povećava randman, jer, kako je rečeno, pasterizacija uvjetuje stvaranje mekšeg tijesta, što je u vezi sa zadržavanjem veće količine vlage u siru.

*Inž. Matej Markeš, Zagreb*  
Zagrebačka mljekara

## **Utjecaj tehnološkog procesa i mikroorganizama na kvalitetu i trajnost topljenog sira\***

Prije pola stoljeća (1911) je pod nazivom »pravi švajcarski ementalški sir« firma Gerber et Co u Thunu (Švajcarska) stavila u prodaju okrugle masne sireve, pakovane u staniol i kutije od drvenih strugotina, koje su u promjeru mjerile 10—11 cm, imale visinu 2,5 cm, prosječne težine 0,25 kg. To su bili prvi industrijski topljeni sirevi u prometu.

God. 1916. je bio usvojen prvi od nekoliko patenata James L. Krafta, koji su označili početak komercijalne proizvodnje topljenog sira u SAD, puštenog u promet pod nazivom »Kraft Cheese«.

Na trajnost i kvalitetu topljenog sira utječu 2 grupe faktora. To su: tehnološki proces u svim fazama i operacijama, te mikroorganizmi.

### *I O tehnološkom procesu*

Tri osnovne faze tehnološkog procesa proizvodnje topljenog sira ostale su i danas one, koje su bile i prije pola vijeka. To su: priprema sirovine, topljenje i pakovanje. Tek u novije vrijeme pojedini proizvođači za neke varijetete topljenih sireva uklapaju homogenizaciju, kao novu fazu između topljenja i pakovanja.

#### **a) Priprema sirovine**

U početku razvoja proizvodnje topljenih sireva proizvođači su upotrebljavali kao sirovinu uglavnom samo neuspjele originalne sireve.

Budući da takova sirovina ne može uvijek dati ujednačen i kvalitetan finalni proizvod, veće samostalne topionice su u novije vrijeme organizirale proizvodnju sirovina za topljenje. To mogu biti ili sirevi određenih vrsta s

\*) Skraćeni izvod iz predavanja na I Seminaru za mljek. ind. Seminar je organizirao Prehrambeno-tehnološki institut Tehnološkog fakulteta u Zagrebu od 11—14. II 1963.

više ili manje izraženim svojstvenim okusom ili po posebnim tehnološkim postupcima pripremljena sirovina za topljenje s neutralnim okusom, koja omogućuje da dođe do punog izražaja aroma dodataka (šunka, kumin, rajčica i dr.).

Priprema sirovine za topljenje obuhvaća ove radne operacije:

- izbor sireva i drugih sirovina za topljenje,
- ispitivanje pojedinih sirovina
- obračun masti, vode i rendementa,
- izbor emulgatora za topljenje
- čišćenje sireva
- usitnjavanje sireva (rezanje, drobljenje, mljevenje)
- miješanje sirovina.

Svakom od ovih operacija može se u većoj ili manjoj mjeri pozitivno ili negativno utjecati na kvalitetu i trajnost topljenog sira.

#### b) Topljenje sira

Sumarno posmatrano proces topljenja sira odvija se po ovoj shemi:

sir za topljenje + sol za topljenje + voda (+ kalorije) = topljeni sir

Procesom topljenja pretvara se parakazeinski gel u parakazeinsku sol.

Sir je polidisperzni i polimolekularni sistem. U vodi kao disperzionom sredstvu dispergirane su ionske i niskomolekularne faze (soli i ml. šećer), mast je grubo emulgirana, a bjelančevine su koloidalno dispergirane. Sve je uklopljeno u pleterastu strukturu kazeinskog micela.

Slični su odnosi i u topljenom siru, samo ovdje dolazi — prema vrsti — jače do izražaja karakter emulzije ili karakter bjelančevinaste strukture. Kod tvrdih sireva, koji se režu ili lome pleterasta struktura kazeinskog micela je mnogo čvršća po glavnim i sporednim valencijama, nego kod mazivih topljenih sireva i sirnih krema, u kojima je nakon ohlađivanja očuvan emulzoidni karakter zbog veće sadržine masti i bolje »razrijeđenog« pletera bjelančevina.

Bez upotrebe emulgatora ne bi bilo moguće održati dispergiranu mast, već bi se ona — kao najlakši sastojak — odvojila od ostalih sastojaka sira. Emulgatori ulaze u reakcije s kalcijско-kazeinskim kompleksom sira, održavajući ravnotežu sistema i u stanju sol.

Procesi koji se odvijaju u toku topljenja sira vrlo su raznovrsni, jer bjelančevinasta faza ima raznovrstan sastav. Sav parakazein nema jednoličan sastav, i do izvjesnih je granica dezagregiran. Osim parakazeina sir sadržava i albumin, kao i produkte razgradnje, nastale djelovanjem sirila. U toku zrenja bjelančevinasta faza sira bila je podvrgnuta neprekidnoj fermentativnoj razgradnji — kako po opsegu, tako i po dubini — Uslijeg toga u zrelom siru opada količina tzv. »intaktnog kazeina«, odnosno »relativna sadržina kazeina«, a raste količina aminokiselina i peptida.

Ovim se ujedno objašnjava zašto mladi sirevi imaju drugačiju strukturu tijesta od zrelih. Dok mladi sirevi — s nerazgrađenim kazeinskim pleterom — imaju tzv. dugu strukturu i 85—100% relativnu sadržinu kazeina, dotle srednje zreli sirevi imaju 50—75% relativnu sadržinu kazeina i kratko tijesto. Sirevi s dugim tijestom pogodni su za proizvodnju tvrdih topljenih sireva koji se režu ili lome, dok su sirevi s kratkim tijestom pogodniji za mazive sireve. Sirevi s ispod 50% intaktnog kazeina tope se vrlo teško, a oni s manje od 15% ne mogu se topiti, već im treba primiješati izvjesnu količinu mladih sireva.

Prestari sirevi, a nekad i mlađi sirevi koji su proizvedeni od pastereziranog mlijeka, pokazuju tendenciju prejakog bubrenja (bujanja) bjelančevina. Pojava još nije potpuno objašnjena, ali se smatra da nastaje uslijed naruša-

vanja ravnoteže kalcijско-kazeinskog kompleksa. Pogreška se izražava na taj način, da je u kotliću topljena masa u prvim minutama topljenja vrlo rijetka — gotovo kao juha, a zatim se naglo počinje skrutnjivati kao puding. Takovo je tijesto nakon ohlađivanja krhko, brašnato i često otpušta mast.

Proces topljenja sira odvija se unutar vrlo uskog raspona pH vrijednosti (5.4—5.9). Poremećenje ovih odnosa negativno utječe na okus, konzistenciju, disperziju masti i dr.

U samoj tehnici topljenja značajni su ovi elementi: temperatura, trajanje, tlak ili vacuum i miješanje.

Temperatura topljenja normalno se kreće oko 85°C. S bakteriološkog stanovišta je bolje grijati na 90 — 98°C, ali pri tom često nastupa promjena boje i okusa tijesta. U nekim slučajevima topi se čak kod 100 — 110°C — pod tlakom. U kotličima za topljenje masa se zagrijava ili direktnim puštanjem pare u masu, ili grijanjem izvama (kotlići s dvostrukim stijenkama) ili kombinirano. Kod direktnog grijanja treba voditi računa o količini vode koja na ovaj način ulazi u sir.

Topljenje traje kod tvrdih topljenih sireva (za rezanje i lomljenje) 5—8 minuta, a kod mazivih 8—15 minuta. Za to vrijeme svi dijelovi sira moraju biti potpuno pretopljeni tako da je masa homogena, bez grudica i bez komadića koji se razlikuju po boji.

Za vrijeme podgrijavanja i topljenja masa se neprekidno miješa u kotličima pogodno ugrađenim mješalicama. Kod proizvodnje sireva za rezanje i prerade zrelih sireva hod mješalica je sporiji, a kod proizvodnje mazivih i prerade mladih sireva hod mješalice je brži, jer i to pomaže dezagregaciju sirovine.

Topljenje pod vacuumom primijenjuje se — ne uvijek — sa svrhom da se odstrane neželjeni mirisi iz sira. No kako se time odstranjuje i dio željenih aromatskih tvari, topljenje pod vacuumom ne primijenjuje se obavezno.

Topljenje pod tlakom — u specijalnim kotličima — obavlja se samo u tom slučaju ako se želi topiti kod temperature iznad 100°C.

Topljenje sira vrši se uređajima koji rade diskontinuirano. Tek u najnovije vrijeme vrše se pokušaji da se konstruiraju kontinuirani uređaji za obavljanje ove faze tehnološkog procesa.

#### c) Homogenizacija

Postupak homogenizacije primijenjuje se u novije vrijeme kod proizvodnje prekomasnih mazivih sireva.

Još vruća masa vodi se u homogenizator i odavde direktno tlači u automate za pakovanje.

Homogenizacija se vrši pod neko 50 atmosfera, na sirevima s više od 40% masti u suhoj tvari sira.

Time se postizava mazivije i svjetlije tijesto, homogenija struktura i puniji okus masnih i prekomasnih sireva i sirnih krema.

#### d) Porcioniranje i pakovanje topljenog sira

Završne faze tehnološkog procesa proizvodnje topljenog sira su porcioniranje i pakovanje.

Još vruća masa ulijeva se u kalupe željenih formi i dimenzija, u koje je prethodno uložen ovojni materijal.

Priprema ovojnog materijala može biti ručna ili mehanizirana, kao i porcioniranje mase i zatvaranje ovojnih folija.

Savremeni strojevi za porcioniranje i pakovanje topljenog sira rade s velikim kapacitetima i malim utroškom radne snage.

Ovojni materijal je — najčešće — lakirana aluminijska folija, koja se — vruća — lijepi i na taj način potpuno hermetički zatvara obrok sira, čuvajući ga ujedno od napada plijesni i drugih mikroorganizama.

U SAD je u prometu topljeni sir u ploškama prethodno pakovan u veće forme, zatim rezan i pakovan — po 5—10 ploški — u omot od prozirne plastične folije.

Mehanizacija porcioniranja i pakovanja topljenog sira ima ogromnu prednost pred ručnim pakovanjem, gdje — kod pripreme i zatvaranja folija nije moguće izbjeći česte infekcije i s tim skopčane gubitke sira.

## II O utjecaju mikroorganizama na kvalitetu i trajnost topljenog sira

Tehnološkim procesom topljenja treba da se zaustavi daljnje mikrobiološke i enzimatske promjene u siru, jer je samo na taj način zagarantirana trajnost i željena kvaliteta sira.

Mikroorganizmi mogu prijeći u topljeni sir ili iz sirovina ili kontaktnim putem za vrijeme i poslije proizvodnje.

Osim vegetativnih formi u sirevima ima spora raznovrsnih aerobnih i anaerobnih mikroorganizama.

U procesu topljenja sira najveći dio vegetativnih formi mikroorganizama ugiba (99,9% do 100,0%) ali najveći dio spora preživljuje proces topljenja. Prema Irwinu i Harrisonu u topljenom cheddar (čeder) siru pronađeno je 28 — 237 tisuća klica. Albus, Ayers i Csiszar ispitivali su topljeni sir proizveden iz mješavine ementalca, ovarija i trapista i pronašli do 310 milijuna klica u gramu topljenog sira.

Za topljeni sir najveće značenje imaju anaerobni sporogeni mikroorganizmi. Njihove spore preživljuju proces topljenja i razvijaju se pod povoljnim uslovima držanja topljenog sira, izazivajući nadimanje i kvarenje sira.

U tu grupu spadaju tzv. uzročnici maslačnog kiselog vrenja, iz roda *Clostridium* napose *Clostridium butyricum* i *Cl. tyrobutyricum*.

Osim povoljnih temperatura za njih je — kao i za druge mikroorganizme — vrlo značajan pH medija u kojem se nalaze. Optimalni pH iznosi za vegetativne forme između 6,9 — 7,3, ali se mogu normalno razvijati do pH 5,8. Kod veće kiselosti razvoj im je usporen.

Iz prednjeg proizlaze i mjere za suzbijanje štetnog djelovanja mikroorganizama.

Prije svega treba imati na umu da se kao konzervansi ne mogu upotrebljavati nikakva kemijska sredstva, jer su zakonom zabranjena, ne samo kod nas, nego i u mnogim drugim zemljama (nitrati, nitriti, klorati, bromati, antibiot i dr.).

Tehnološke mjere, koje se mogu primijeniti za održavanje dobre kvalitete topljenog sira jesu:

- pravilan izbor sirovine i naravnavanje pH topljenog sira na onu razinu, koja koči razvoj mikroorganizama
- primjena takvih temperatura i trajanja topljenja koji mogu što više oslabiti, ako ne potpuno uništiti sporogene anaerobionte

— smanjenje kontaktne infekcije na minimum (folije, zrak u prostorijama, osoblje i dr.).

Osim navedenih tehnoloških mjera za sprečavanje razvoja klostridija primijenjuje se u posljednje vrijeme nisin ili mlječno-kiselinski mikroorganizmi koji tvore nisin.

Ovi se mikroorganizmi ili koncentrat nisina mogu primijeniti kod proizvodnje originalnih sireva, a također i prigodom topljenja sira. U inozemstvu se ovaj postupak sprečavanja kasnog nadimanja sira već više godina primijenjuje s uspjehom.

Osim bakterija — uzročnika nadimanja — najveće poteškoće izazivaju plijesni.

One ulaze u sir kontaktnim putem bilo za vrijeme topljenja ili pakovanja ili skladištenja, naročito ako su uslovi skladištenja (vlaga i temperatura) povoljni za razvoj plijesni.

*Inž. Veljko Jović, Zagreb*  
Tehnološki fakultet

## **Teški metali u mlijeku i mlječnim proizvodima\***

U gotovo svim živežnim namirnicama, pa tako i mlijeku i mlječnim proizvodima nalaze se u sklopu mineralnih sastojaka, teški metali i to u veoma malim količinama, u tragovima. Obično se nalaze u formi soli od kojih su neke topljive, a neke netopljive u vodi dok neke dolaze u kombinaciji s proteinima.

Male količine teških metala, uglavnom ispod 1 mg/kg, koje prirodno dolaze u živežnim namirnicama veoma su vrijedni i neophodno potrebni sastojci za normalan rast i razvoj organizma koji ih putem hrane i dobiva. Međutim, svako prekomjerno povećanje njihove količine dovodi do negativnog efekta kako zbog mogućnosti otrovanja s hranom tako i zbog negativnog utjecaja na sastav i kvalitetu živežne namirnice.

U teške metale, kao što je poznato, ubrajamo one metale čija je specifična težina preko 5,0, a imade ih priličan broj. Govoreći o teškim metalima, s praktičnog stanovišta, gotovo uvijek mislimo na one koji svojom prisutnošću u hrani odnosno u organizmu izazivaju nepoželjne posljedice, a to su uglavnom olovo, bakar, cink i željezo. Njihova je upotreba vrlo raširena u praksi i to u prehrambenoj industriji, gdje preko postrojenja i raznog posuda prehrambeni proizvodi dolaze u bliži kontakt sa spomenutim metalima te na svom putu do finalnog proizvoda postoji mogućnost da ih nađemo u gotovom proizvodu u povećanoj količini.

### *Djelovanje teških metala na organizam — otrovnost*

Ovdje neće biti govora o olovu, iako po otrovnosti zauzima prvo mjesto među teškim metalima. Pokusima je naime dokazano i utvrđeno da mlijeko, odnosno proteini mlijeka vežu olovo i tako sprečavaju njegovu resorpciju u organizmu, pa se zbog toga ono uzima kao protuotrov kod akutnih i kroničnih trovanja olovom.

\*) Skraćeni izvod iz predavanja na I Seminaru za mljek. ind. Seminar je organizirao Prehrambeno-tehnološki institut Tehnološkog fakulteta u Zagrebu od 11—14. II 1963.