

## Mikrobiologija topljenih sireva

Mikroorganizmi kao stalni pratioci svake namirnice i, u stvari, njihov neizbježni sastavni dio, nalaze se živi i u proizvodima poput topljenih sireva — usprkos specifičnosti proizvodnog postupka u kojemu su izgledi za njihov opstanak vrlo slabi. Decimirani su to, ali još uvijek aktivni ostaci one mnogobrojne mikroflore koja potječe iz originalnih tvrdih sireva, tj. osnovne sirovine za proizvodnju topljenih sireva. Zanimljivo je spomenuti, da se prema laboratorijskim ispitivanjima Csizsara, pri uobičajenom trajanju zagrijavanja i kod temperatura od 68—80°C, njihov broj smanjuje za 99,9—100% ne računajući, naravno, sporogene oblike. Bakteriološke analize topljenih sireva pokazuju, međutim, da se u proizvodnim uvjetima tako izvanredni učinci pasterezacije najčešće ne postižu.

Da bismo se upoznali s mikroflorom ovih sireva potrebno je, stoga, da najprije pogledamo mikrobnii sastav tvrdih sireva ostavljajući po strani mekane sireve, jer je njihov udio u toj proizvodnji i onako neznatan. Naša stručna literatura je u tom pogledu vrlo oskudna i odnosi se samo na tvrde sireve od ovčjeg mlijeka. Tako je Miletić u 10 ispitanih uzoraka dalmatinskih (Ravni Kotari) tvrdih ovčjih sireva utvrdila, da se ukupan broj bakterija u 1 g sira kretao od 310,000.000 — 2.050,000.000 nakon 5 dana, od 29,000.000 — 550,000.000 nakon 30 dana, od 1,820 000—102,000.000 nakon 90 dana i od 730.000 do 85,000.000 nakon 150 dana od časa završene izrade sira. Istovremeno odredila je u tim sirevima posebno i neke fiziološki aktivne grupe, kao kazeolitične i acidofilne te kolidiformne bakterije. Za kačkavalj (okolina Pirota) iznosi Šutić samo rezultate ispitivanja vrsta bakterija, koje su bitne za njegovo zrenje, bez podataka o njihovoj brojčanoj zastupljenosti.

Nemajući domaćih literaturnih podataka za ostale vrste tvrdih sireva navodim, radi bolje ilustracije, rezultate ispitivanja Grimmera i Aronsona o broju glavnih grupa mikroorganizama u tilsitskom siru.

Tabela 1 — Broj mikroba u 000/g tilsitskog sira

Vrst mikroba	Starost sira (u mjesecima)		
	2	3	4
streptokoki	1.500	1.200	—
mikrokoki	180.000	10.000	36.000
laktobacili	92.000	56.000	47.000
sporo tvorci, aerobni	1.000	150	230
sporo tvorci, anaerobni	57	2.000	2.400
tvorci pigmenata	3.000	3.000	2.000
kvasci	4.000	6.000	4.000
Ukupan broj mikroba, cca	281 milijun	78 milijuna	91 milijun
0,1% od toga	281.000	78.000	91.000

Ovi rezultati (tabela 1) uvjerljivo pokazuju koliko je još mnoštvo preživjelih mikroorganizama u topljenom siru, ako se prilikom topljenja sirne mase njihov broj i smanji, npr. za 99,9%. To se sniženje razmjerno jače očituje kod laktobacila nego kod termorezistentnijih mikrokoka, a pogotovo sporotvornih oblika, koji se, naprotiv, od 2. mjeseca pa nadalje osjetno razmnažaju tako, da npr. u 1 g topljenog sira proizvedenog od 3 mjeseca starog tilsitskog sira ima oko 2 milijuna živih spora. Treba naglasiti, da se ove vrijednosti odnose na ispravan sir, dok je prema Grenzu, u neuspjelom i izdvojenom tilsitskom siru s greškama starom 2,5 mjeseca njihov broj kudikamo veći (aerobnih sporotvoraca za 6—30 puta, anaerobnih sporotvoraca za cca 6 puta, i štaviše — sadržava još i koliformne bakterije).

Obilne i podjednake populacije dugih i kratkih laktobacila, uz bakterije propionske kiseline (ponekad prisutne i u stotinama hiljada), utvrdili su i mnogi drugi autori. Tako su npr. Sadler i suradnici našli u 1 g čedar sira nakon 9-mjesečnog skladištenja 15 milijuna štapičastih bakterija, a nakon 12 mjeseci još ih je bilo oko 100 hiljada. Najčešće su to laktobacili od kojih prevladava *Lactobacillus plantarum* uz *Lactobacillus casei*, dok se u manjoj mjeri susreću *Lactobacillus brevis* i betakoki.

Hood i Smith izolirali su u 92% ispitanih uzoraka čedar sira klostridije — izgleda, bez većeg značaja s obzirom na mogućnost njihova rasta. Castell i Irvin su provjerili ovu činjenicu pokusnim cijepljenjem kanadskog čedar sira bakterijama maslačne kiseline, i tokom 2-mjesečnog skladištenja nisu zapazili nikakav porast, sporulaciju niti germinaciju spora u siru. Smatra se, da tu kao inhibicioni faktori sudjeluju razmjerno visoka sadržina soli i nizak pH.

Za naše proizvodne prilike bit će možda još interesantniji podaci o mikroflori zrelog ementalca, kako ih navode Demeter i ostali.

**Tabela 2 — Zastupljenost glavnih bakterijskih grupa u 000/g ementalnog sira**

Starost (u danima)	Mikrokoki	Iactis- -grupa	Streptokoki thermophi- lus-grupa	Laktobacili	Bakterije propionske kiseline
70	1.070	2.880	15.000	34.665	180.000
180	220	2.600	2.700	11.320	81.000

Iz tabele 2 vidi se, da su od bakterija mlječne kiseline i ovdje najmnogobrojniji laktobacili. Ukoliko je među njima više zastupljena vrsta *Lactobacillus plantarum*, utoliko je to za kvalitetu ementalca nepovoljnije, a time i za topljeni sir proizveden od takve sirovine. Apsolutno visoki brojevi bakterija propionske kiseline ukazuju, da će usprkos pasterizaciji znatan postotak ovih bakterija također prelaziti u topljeni sir. Iznenađujuće je, nadalje, da su 1956/57. Demeter i suradnici od 41 ispitanih uzorka ementalca za topljenje iz okruga Allgäu (u starosti od 34—236 dana i s pH vrijednošću od 5,30—5,85) izolirali u svega tri navrata bakterije maslačne kiseline.

Ukratko rečeno, uz bakterije maslačne kiseline kao najčešće, ali ne i jedine uzročnike kasnog nadimanja sireva, susrećemo u tvrdim sirevima i ostale potencijalne uzročnike, kao heterofermentativne bakterije mlječne kiseline, bakterije propionske kiseline i aerobne sporotvorne štapiće.

## MIKROFLORA TOPLJENIH SIREVA

Ne smijemo zaboraviti, da osim preživjelih bakterija iz originalnih sireva dospijevaju u topljeni sir i bakterije, koje se zateknu na dodirnim površinama tokom proizvodnog procesa. Sve one nalaze u topljenom siru kod povoljnih temperatura vrlo dobre uvjete za svoj rast. Tako je C s i s z a r u topljenim sirevima od trapista, ementalca i ovarskeg sira utvrdio prosječnu sadržinu bakterija od nekih 19,500.000/g, najviši od 310 milijuna, a bilo je i sterilnih uzoraka. Mikrofloru topljenih sireva čine, uz prevladavajuće bakterije mlječne kiseline (streptokoke i laktobacile), bakterije maslačne kiseline, aerobne sporigene bakterije (**Bacillus subtilis**-grupa) kao i indiferentni bijeli i pigmentirani mikrokoki. Bakterije maslačne kiseline prisutne su samo ako je topljeni sir izrađen iz nadutih sireva, i kada je broj bakterija mlječne kiseline u topljenom siru neznatan (izostaje antagonističko djelovanje). Vrlo rijetko nailazimo u topljenom siru na streptomicete, penicilije i kvasce.

D e g e r je također ustanovio; da u topljenim sirevima (ementalac, tilsitski sir i dr.) prevladavaju bakterije mlječne kiseline. Njihov se broj kretao od 50.000 (od toga 62% bakterija mlječne kiseline) do cca 100,000.000/g (od toga 99,94% bakterija mlječne kiseline). Nakon petotjednog skladištenja kod 6—10°C opažen je opći porast, pa su tada granične vrijednosti pomaknute na 180.000 odnosno 132,000.000 bakterija u 1 g sira.

Od svih navedenih najvažnije su, i za održljivost topljenog sira najopasnije, anaerobne sporigene bakterije. Neke od njih su proteolitične i izazivaju gnjilež, kao **Clostridium putrificum** i **Clostridium sporogenes**, dok su druge saharolitične, kao **Clostridium butyricum** i **Clostridium tyrobutyricum**. Nadimanje topljenog sira najčešće izaziva **Clostridium butyricum**, dok **Clostridium putrificum** i **Clostridium perfringens** samo u rijetkim slučajevima.

Bakterije maslačne kiseline imaju, s obzirom na održljivost topljenog sira u malim pakovanjima nepoželjno svojstvo, da su od svih anaeroba najmanje osjetljive na prisutnost slobodnog kisika. Osim toga, boravak u zajednici sa streptokokima mlječne kiseline ili koliformnim bakterijama poboljšava im anaerobne uvjete za rast. Pri tom ih ove bakterije ne potpomažu samo snižavanjem redoks potencijala, već ih istovremeno opskrbljuju i potrebnim biogenim tvarima. Također je zapaženo slično simbiotsko djelovanje između aerobnih i anaerobnih sporigenih bakterija u siru. (Kao aerobni uzročnik nadimanja sireva utvrđen je **Bacillus polymyxa**).

## SUZBIJANJE ANAEROBNIH UZROČNIKA NADIMANJA TOPLJENIH SIREVA

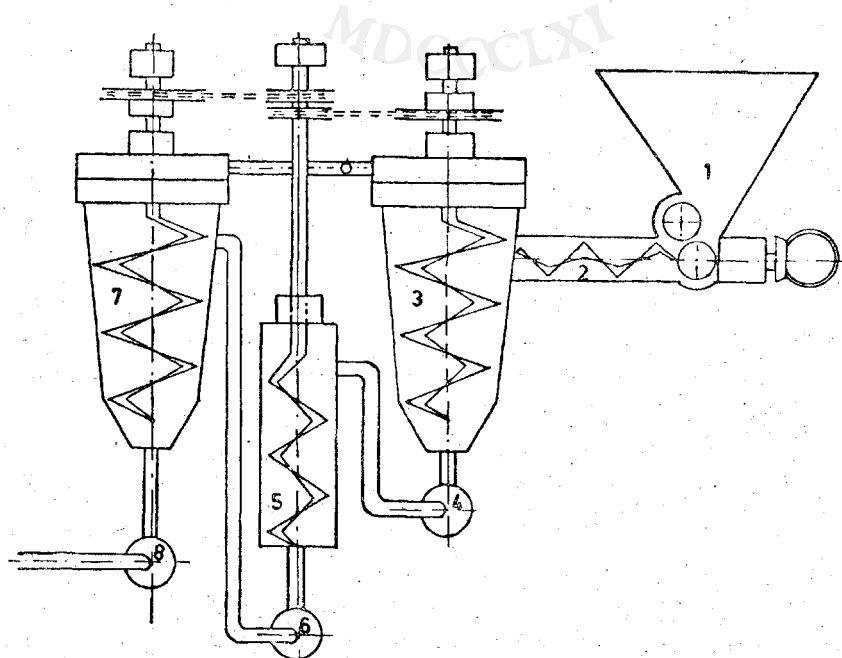
Jedina i u sirarstvu već dugo vremena uvedena metoda suzbijanja anaeroba jest cijepljenje mlijeka u sirnom kotlu s kvalitetnom čistom kulturom bakterija mlječne kiseline. Pokazalo se, da nastalo mlječno-kiselo vrenje sprečava razvoj anaeroba, a osim toga da neki laktobacili u tim kulturama posjeduju i antagonističko djelovanje.

Izrada i primjena sirarske kulture sa specifičnim antibiotskim djelovanjem protiv anaeroba, a naročito protiv bakterija maslačne kiseline, potječe od M a t t i c k-a i suradnika. Oni su prvi otkrili postojanje streptokoka koji luče djelotvorni antibiotik nisin. Ta kultura dodaje se mlijeku u kotlu neposredno pred grušanje da se isključi njeno antagonističko djelovanje i na poželjnu

bakterijsku mikrofloru starter-kultura. Na žalost, usprkos povoljnim rezultatima ova metoda suzbijanja anaeroba u originalnim sirevima nije ispunila sva očekivanja. Razlozi su dvojaki: dok neke bakterije mlječne kiseline, naročito **Lactobacillus plantarum**, razgrađuju nisin i time onesposobljavaju antibiotsku kulturu, dotle je opet nisin nepovoljan radi inhibitornog djelovanja na važne bakterijske vrste u proizvodnji tvrdih sireva.

Preostaje nam, dakle, mogućnost suzbijanja anaeroba izravno u topljenom siru. Da bi ih imali u što manjem broju preporučljivo je, da za topljenje ne uzimamo starije sireve, jer što je originalni sir stariji toliko više sadržava spora. Na preživjele spore u topljenom siru, a time i na potencijalnu opasnost nadimanja sira, možemo djelovati jedino nekim baktericidnim odnosno bakteriostatskim sredstvom. Tu se je **nisin** pokazao najuspješnijim i najprihvatljivijim. On je termostabilan u kiseloj (pH 4,6) kao i u slabo kiseloj sredini (pH 6,2) topljenog sira; zagrijavanjem u sirnoj masi na 90°C gubi se svega 10% od upotrebljene količine nisina; i tokom skladištenja topljenog sira kod 37°C smanjuje se njegova sadržina polagano tako, da nakon 180 dana iznosi još uvijek 1/4 od prvobitne vrijednosti.

Galesloot i Pette izradili su 1956. godine metodiku za određivanje sadržine nisina u siru i time omogućili kontrolu pravilnog doziranja nisina (izražava se u Reading-jedinicama RJ). Dosadašnji i jedini evropski proizvođač nisina, engleska tvrtka Aplin & Barret, ne proizvodi ga više u čistoj supstanci, već u stabilnijem obliku kao Nisaplin-sir.



**CHOC-stroj za topljenje** — 1 uređaj za miješanje, 2 naprava za potiskivanje usitnjene mase, 3 bubanj za topljenje, 4 sisaljka, 5 sekcija za sterilizaciju, 6 sisaljka, 7 bubanj za hlađenje, 8 sisaljka.

Novijeg datuma je nastojanje, da se temperatura topljenja povisi na preko 100°C i na taj način unište u sirnoj masi prisutne sporogene bakterije. Takav uređaj za kontinuirano topljenje i sterilizaciju prvi puta je praktično ispitan u Švicarskoj god. 1956. (projektant Inženjerski biro Jakov Krieg u Zürichu). Od tada se, uz manje izmjene u konstrukciji, takvi uređaji proizvode pod nazivom CHOC-strojevi za topljenje s kapacitetom od 500 do 10.000 kg na sat (vidi sliku).

Usitnjeni sir, koji se u prihvatnom uređaju za miješanje (1) još jednom dobro promiješa uz dodavanje otopine emulgatora, potiskuje se pod vakuumom posebnom napravom (2) u bubanj za topljenje (3). Ovdje se sirna masa, uz stalno miješanje, zagrije na nekih 85°C i kao rijetko tekuća prebacuje s pomoću sisaljke (4) u sekciju za sterilizaciju (5). To je, u stvari, jedna vrst autoklava s ugrađenom mješalicom u koji se ubrizgava oštra para pod pritiskom od neko 4,5 atm, da unutar nekoliko sekunda zagrije masu na 140° do 150°C. Ova visoko zagrijana masa prenosi se tada s pomoću posebne sisaljke (6) u bubanj za hlađenje (7), koji je, kao i bubanj za topljenje, priključen na vakuum. U njemu se otopljena masa, koja stoji na visokoj temperaturi pod pritiskom, naglo izlaže podpritisku od 0,6 atm. Zbog ovako trenutačnog snižavanja pritiska dolazi do oslobađanja u sekciji za sterilizaciju ubrizgane pare, a istovremeno i do raskidanja otopljenog sira u gotovo molekularne djeliće, tj. do njegove homogenizacije. Radi toga se CHOC-stroj za topljenje može označiti kao uređaj za sterilizaciju i homogenizaciju. Nakon ohlađivanja potiskuje se otopljena masa sisaljkom (8) do stroja za punjenje.

CHOC-stroj za topljenje opremljen je mjernim i regulacionim napravama kao i komandnom pločom s kontrolnim i pogonskim uređajima s kojima upravlja samo jedan čovjek. Dobra strana ovog stroja jest u tome, što se u njemu mogu bez štete upotrijebiti svi poznati tipovi soli za topljenje. Nadalje, on se može upotrijebiti za obradu ostalih rijetko tekućih tvari, koje podnose primješavanje kondenzata pare, kao npr. mješavina čokolade i krem sladoleda, voćnih pasta, margarina i dr.

Zaključno, može se reći da su prednosti CHOC-stroja prema konvencionalnim strojevima za topljenje značajne (jednostavno održavanje i čišćenje stroja i time ušteda na radnoj snazi i njihovim plaćama, ekonomičan pogon uz minimalne potrebe pare, kontinuirani tok topljenja uz veću sigurnost rada, jamstvo apsolutne sterilnosti konačnog proizvoda, besprijekorno očuvana organoleptička svojstva proizvoda radi kratkotrajnog zagrijavanja i homogenizacijskog učinka) i da predstavljaju napredak u tehnologiji topljenih sireva.

Mikroorganizmi mogu prispjeti u topljeni sir i poslije završenog proizvodnog procesa. To su najčešće plijesni, čije spore, u slučaju nepropisnog zatvaranja ili oštećenosti omotnih folija, lako nalaze put do sira i uzrokuju njegovo kvarenje tokom skladištenja ili u prometu. Zbog toga je potrebno, da se za opremanje topljenih sireva upotrebljavaju kvalitetne folije i obrati naročita pažnja njihovom zatvaranju.

#### Literatura:

- Demeter, K. J., Die Bakteriologie des Roh- und Schmelzkäses unter besonderer Berücksichtigung der Clostridien, 8. Internationale Tagung der Schmelzkäse-Fachleute vom 26—28. März 1958., Joh. A. Benckiser, Ludwigshafen am Rhein.
- Haltenberger, O. K., Qualitätsanforderungen an die Schmelzrohware und deren Herstellungsverfahren, 8. Internationale Tagung der Schmelzkäse-Fachleute vom 26—28. März 1958., Joh. A. Benckiser, Ludwigshafen am Rhein.