

## ULOGA TERMOFILNIH BAKTERIJA U EMENTALSKOM SIRARSTVU

Sir je u biti konzerva, koja se dobije iz mlijeka njegovom koagulacijom, odvajanjem sirutke i acidifikacijom sirne mase. To konzerviranje se postizava ograničenjem života mikroba s jedne strane putem desikacije, jer mikrobi ne mogu djelovati u suhoj organskoj supstanci, a s druge strane aktivnošću mikroorganizama, koji acidifikacijom sira sprečavaju razvoj bakterija putrefakcije.

Ementalac se proizvodi koagulacijom mlijeka sa sirišnim fermentom, koji izaziva sinerezu parakazeinskog gela istjerujući iz njega sirutku. Daljnje izlučivanje sirutke u velikoj mjeri zavisi o toku acidifikacije. Uslijed visoke temperature sušenja zrna (55°C i temperature ocjeđivanja sirne mase pod prešom) prvih 8—10 sati 50—40°C, a daljnjih 8—10 sati 40—30°C\*) acidifikaciju vrše pretežno termofilne bakterije (optimalna temperatura 40—45°C) *Streptococcus thermophilus*, *Thermobacterium helveticum* i *Thermobacterium lactis*. Prema W. Dorneru *Tbm. lactis* smije manjkati, jer se on i *Tbm. helveticum* međusobno nadomješčuju. Acidifikacija se prema tumačenju Orla-Jensena ne vrši u većoj mjeri u sirutki, nego je pravo žarište u zrnu, u kojemu se po J. Prokšu većina bakterija uključuje kod grušanja. Taj proces je najvažniji u izradi sira, jer o njemu zavisi i sušenje sira i količina laktoze u siru. Laktoza se odvodi ocjeđivanjem sirutke i pretvaranjem u mliječnu kiselinu tako da štetnim mikroorganizmima ranog nadimanja sira nedostaje taj hranjivi materijal, a pH supstrata im je preizak.

Za vrijeme prešanja se u ementalcu silno množe termofilne bakterije. Vrijeme prvih 8—10 sati, dakle kad je normalno završeno otkapljivanje sira pod prešom i kad su definitivno usmjerena u pozitivnom pravcu glavna svojstva sira, otpada na prvi stadij acidifikacije, koju provodi *Str. thermophilus*. Taj u tom periodu postiže svoj brojčani maksimum\*\*, ali uskoro ga počinje nadmašivati broj termobakterija\*\*\*, koje stvaraju i podnose veći aciditet. Po Buriju iza prešanja ementalca 99% mikroflore sira čine *Str. Thermophilus* i *Tbm. helveticum*. Potonje bakterije kroz prvih 24 sata skoro potpuno dovrše fermentaciju laktoze i postignu svoj maksimalni broj prije soljenja sira, ali tokom nekoliko dana ugiba ih oko 99%. Endocimici se tada oslobađaju iz mrtvih stanica termobakterija (*Tbm. helveticum* ili *Tbm. lactis* ili oba) i u cijeloj sirnoj masi počinje anaerobno jednolično i polagano, primarno zrenje ili razgradnja parakazeina, koja ne ide dalje od stadija aminokiselina. Tako pored istovremenih fizikalnih promjena sirnog tijesta i propionskog vrenja, koje stvara za ementalac karakteristične »oči«, taj sir dobiva svoj slatkast okus.

Do ovih objašnjenja o zrenju tvrdih sireva, a specijalno ementalca, dospjela je mljekarska nauka zahvaljujući radovima Švicarca E. Freudenreicha i

\* D. Stüssi navodi da u mladom ementalcu prva 24 sata vlada temperatura od 50—35°C, t. j. optimalna za razvoj *Tbm. helveticum*. — Istraživanjima Orla—Jensena ustanovljeno je da temperatura u siru pod prešom kod prvog okretanja iznosi 46—47,4°C, a 6 sati kasnije 41—42°C, ako je temperatura sušenja zrna iznosila 54—56°C.

\*\* Po Frazieru i dr. broj klica počinje rasti nakon 3—4 sata prešanja, zatim slijedi brži prirast tokom 6—8 sati, a dalje se množe slabo, tako da se do 21. sata u nekim slučajevima čak i smanjuje.

\*\*\* Po Frazieru *Tbm. helveticum* počne rasti brzo tek iza 6—8 sati.

Danca Orla-Jensena. Time su opovrgnute teorije Francuza E. Duclauxa, koji je 1880. god. na siru cantalu počeo istraživati zrenje sireva, zatim Austrijanca L. Adametza, Talijana Rodelle i dr.

Već 1891. je E. Freudenreich uočio da u dobrom ementalcu tokom zrenja prevladaju bakterije mliječno-kiselog vrenja, dok u njemu ima vrlo rijetko takozvanih peptonizirajućih bakterija, za koje se tada općenito smatralo da su one uzročnici zrenja. God. 1895. je E. Freudenreich svoja zapažanja ponovno potvrdio, a 1897. je ustanovio da bakterije mliječno-kiselog vrenja mogu do izvjesne mjere otapati kazein u mlijeku.

E. Freudenreich i Orla-Jensen ustanovili su 1897. da se »mliječno-kiselinske bakterije«, koje su tipične za ementalac, nalaze u prirodnom sirilu i u »kisavi«. Njihova je bila ideja da bi se one mogle upotrebiti kao čiste kulture, analogno kao što se tada već činilo kod zrenja vrhnja. God. 1898. je pokusnim sirenjem E. Freudenreich dokazao ovu teoriju, a isti i Steinegger su prvi put proizveli ementalac sa čistom kulturom *Bacterium casei*  $\epsilon$ , koja je uzgojena u sirutki i »umjetnim« sirilom. Dalje su E. Freudenreich i Orla-Jensen dokazali u sirevima iz pastereziranog mlijeka da bakterije mliječno-kiselog vrenja i u siru razgrađuju kazein u karakteristične produkte zrenja, a sportovne bakterije *Tyrothrix tennis*, kojima je Duclaux pripisivao zrenje tvrdih slatkih sireva, davale su sireve vrlo lošeg i gorkog okusa. God. 1901. je E. Freudenreich zrenje ementalca s bakterijama mliječno-kiselog vrenja dokazao u sirevima iz sirovog, aseptički dobivenog mlijeka. Ujedno je pokusima isključio Adametzovu teoriju o zrenju tvrdih sireva, koji je to pripisivao svojem *Bacillus nobilisu* (Tyrogen kultura). Kasnijim istraživanjima Švicaraca Burrija i Kürsteina, Thönija i Allemanna odbačena je i teorija Rodelle da zrenje tvrdih sireva uzrokuje anaerobi iz skupine *Bacillus putrificus*.

Po Orla-Jensenu i Weigmannu različit okus i miris sireva stvaraju specifični mikrobi. Kod tvrdih sireva su to određene vrste bakterija mliječno-kiselog vrenja na čiji razvoj utječe način izrade sira.

God. 1914. je Međunarodni mljekarski kongres u Bernu usvojio definitivno ispravnost Freudenreichove teorije o zrenju tvrdih sireva, čime je završen njegov rad, koji je po tom pitanju započeo 1888. Tako je uz ime E. v. Freudenreicha i po njemu pronađenog mikroba, kojeg je on nazvao prvi put *Bacillus casei epsilon*, vezano jedno od najvažnijih otkrića u mljekarskoj bakteriologiji.

Kako se *Tbm. helveticum* u našoj i stranoj literaturi spominje pod raznim sinonimima, već prema razvoju mljekarske bakteriologije, to ćemo radi lakšeg razumijevanja, ove navesti prema vremenskom redoslijedu označavanja. Ovaj mikroorganizam srećemo pod slijedećim nazivima: *Bacillus*  $\epsilon$  Freudenreich (1895.), *Bacillus casei*  $\epsilon$  Freudenreich i Thöni (1904., 1913. god.), *Bacterium casei*  $\epsilon$  (1906. god.), *Caseobacterium*  $\epsilon$  (1909. god.), *Thermobacterium helveticum* Orla-Jensen (1916., 1919. god.), *Lactobacillus helveticus* (Orla-Jensen) Bergey (1945. god.), *Bacillus lactis* (1947. god.) i *Lactobacterium* Orla-Jensen (1949., 1953. god.). Otkrio ga je E. Freudenreich 1895. god., a kasnije i pobliže karakterizirao u saradnji s Thönijem i Orla-Jensenom. God. 1919. je Orla-Jensen objavio svoja istraživanja da organizmi označeni kao *Bacillus* odnosno *Bacterium casei*  $\epsilon$  (epsilon) nisu iste prirode, nego da se mogu razdvojiti u dvije vrste, koje je on nazvao *Thermobacterium helveticum* i *Thermobacterium lactis*.

Pitanjem uloge termofilnih bakterija mliječno-kiselog vrenja u proizvodnji ementalca, a osobito *Str. thermophilusa*, bavili su se kasnije i američki istra-

živači. Burkey i Frazier su ustanovili god. 1930. da termofilni streptokoki stmuliraju stvaranje mliječne kiseline i potlačuju stvaranje plinova u siru pod prešom, što su potvrdili u daljnjim istraživanjima Frazier i dr. Nadalje Frazier i dr. su čistom kulturom *Str. thermophilus* spriječili stvaranje gorkog okusa, poboljšali kvalitetu ementalca u pogledu stvaranja oka, te kvalitetu tijesta i okusa. Po Frazieru kvaliteta ementalca također raste kad mlijeko zrije sa *Str. thermophilusom*.

Burkey i dr. ističu da je glavna funkcija ovog mikroorganizma da u siru pod prešom stvara kiselinu, što kroz prva tri do četiri sata nakon vađenja grude iz kotla olakšava oticanje sirutke iz unutrašnjosti sira. Time se otežavaju uslovi za rast plinotvornih klica i stvaranje sireva koji se nadimlju već pod prešom. Prema tome, kako preciziraju Stüber i Taxer, on je odgovoran za pravilan tok zrenja ementalca.

*Tbm. helveticum* je mikroorganizam koji po Winkleru najbolje djeluje protiv nadimanja mladog ementalca, koje uzrokuju crijevne bakterije iz skupine *Escherichia-Aerobacter*. Ispitivanjem antagonističkog djelovanja termofilnih bakterija mliječno-kiselog vrenja bavio se je Švicarac P. Ritter koji je ustanovio da termofilni štapići *Tbm. helveticum* i *Tbm. lactis* djeluju efikasnije od termostreptokoka (*Str. thermophilus*).

Istraživanje Švicarca W. Dornera o optimalnom pH u dvadesetčetiri sata starom ementalcu ukazuje, da će se sigurno dobiti loš sir, ako je pH sira izvan granice od 5.15 do 5.25. Zato je u ementalckom sirarstvu veoma važno i redovito određivanje kiselosti sira pod prešom. Za normalan tok razvoja kiselosti kroz to vrijeme, kao i za kasnije zrenje, potrebni su navedeni mikroorganizmi. Ove dodajemo u obliku njihovih čistih kultura. U našim prilikama najbolje ih je dodati u pasterizirano mlijeko za sirenje, jer su u takovom uklonjeni štetni mikroorganizmi ranog nadimanja. Kako su pasterizacijom uništene i druge korisne bakterije, to je dodavanje ovih bakterija u proizvodnji ementalca, grijera i t. d. bezuslovno potrebno, jednako kao i dodavanje čistih kultura posebnih bakterija za zrenja pasteriziranog vrhnja u proizvodnji kvalitetnog maslaca\*).

Spomenutim čistim kulturama termofilnih bakterija pridružuje se u novije vrijeme i čista kultura *Streptobacterium casei*. Kako u zrenju ementalca igra važnu ulogu i propionsko-kiselo vrenje, to se kod sirenja dodaju i bakterije ovoga vrenja: *Bacterium acidi propionici* Freudenreich i Orla-Jensen ili *Propionibacterium shermanii*.

Budući da se u članku upotrebljuje neke specijalne stručne i naučne izraze, sa kojima je, radi vladanja stručnim jezikom, neke naše mljekarske stručnjake-praktičare potrebno upoznati, to se navodi slijedeće tumačenje: acidifikacija — stvaranje kiseline; aminokiseline — kiseline, koje nastaju razgrađivanjem bjelančevina; anaerobno — bez pristupa zraka; aseptički — bez mogućnosti da se onečisti bakterijama; desikacija — sušenje; endoenzimi encimi, koje stanica izlučuje u svoju unutrašnjost za razliku od egzoencima, koje luči u svoju okolinu; fermenti ili encimi — organske tvari, koje svojom prisutnošću izazivlju vrenje, rastvaranje, gnjiljenje; fermentacija — vrenje; gel — hladetinasta (pihtijasta) masa; kazein — bjelančevina mlijeka, sirnina; kisava — skiseljena sirutka dobivena kod proizvodnje skute; koagulacija — zgrušavanje; laktoza — mliječni šećer, koji sadrži samo mlijeko;

\* Napomena: Sve čiste kulture bakterija koje su korisne u mljekarstvu uzgaja za potrebe našeg mljekarstva Zavod za laktologiju Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu.

mikroflora — biljke, koje su vidljive samo pod mikroskopom, naročito bakterije; parakazein — bjelančevina sira u koju se mijenja kazein djelovanjem sirišnog fermenta himozina; peptonizirajuće bakterije — vrsta bakterija, koje potpuno rastvaraju bjelančevine uz stvaranje neugodnog mirisa i okusa; pH (od 0—14) — reakcija (kiselo, neutralno ili lužnato stanje); putrefakcija — gnjiljenje, raspadanje; sinereza — stezanje.

Ing. Đuro Dokmanović, Zagreb

## POLJOPRIVREDNE ZADRUGE NOSIOCI OTKUPA MLIJEKA

Opskrba mlijekom kod svih novopodignutih velikih mljekara već nekoliko godina je najveći problem, naročito akutan za Zagrebačku mljekaru, koja se ubraja po svome kapacitetu među najveće objekte u zemlji.

Osjetno variranje u otkupu mlijeka posljednjih nekoliko godina najbolje ilustrira slijedeća tabela:

godina	otkupljeno mlijeka	prosječni dnevni otkup
1949.	19,437.000	53.252
1950.	12,811.000	35.100
1951.	13,253.000	36.310
1952.	15,823.000	43.352
1953.	19,469.000	53.341
1954.	15,752.000	43.156
1955.	12,014.000	32.916

Dnevni otkup mlijeka posljednjih nekoliko godina, kako to prikazuje gornja tabela, kretao se u prosjeku između 30—50.000 lit, a kapacitet mljekare iznosi 100.000 litara. Uzroka niskom otkupu mlijeka prijašnjih godina ima više, a najvažniji su: niska produkcija mlijeka po jednoj kravi, nejednolika proizvodnja preko godine, loša prehrana stoke naročito zimi, otkupne cijene mlijeka, organizacija otkupa mlijeka i prodaje i drugo.

U daljnjem izlaganju osvrnut ću se na problem organizacije otkupa mlijeka u Zagrebačkoj mljekari. Još u polovici prošle godine, prije donošenja Uredbe o predaji otkupa poljoprivrednih proizvoda zadrudnim organizacijama, Zagrebačka mljekara je dala inicijativu, da se sva sabirališta na terenu sa centralnim pogonom u Zagrebu predaju zadrugama. Taj prijedlog Zagrebačke mljekare od strane nadležnih organa vlasti i zadrudnih organizacija nije prihvaćen, već je usvojeno gledište da se cjelokupni otkup preda samo zadrugama, a na jednogodišnje upravljanje i 6 konzumnih pogona, koji se nalaze u okolici Zagreba. Konzumnim sabiralištima, koja su predana zadrugama, poduzeće priznaje uz dogovorenu otkupnu cijenu proizvođaču i cjelokupnu režiju oko obrade mlijeka. Zadruge, koje su preuzele pogone, ugovorom su vezane na količinu i kvalitetu mlijeka, koje isporučuju poduzeću.

Posljednjih 6 mjeseci sklopljen je ugovor o predaji otkupa mlijeka sa 85 poljoprivrednih zadruga. Ugovori između zadruga i poduzeća uglavnom sadržavaju: otkupne cijene mlijeka, zimske i ljetne, utvrđuju se sporazumno. Zim-