

# MLJEKARSTVO

LIST ZA UNAPREĐENJE MLJEKARSTVA

God. XIV

APRIL 1964.

Broj 4

Prof. dr Dimitrije Sabadoš, Zagreb  
Zavod za mljekarstvo Polj. fakulteta

## PRINCIPI PRIMJENE ČISTIH KULTURA U PROIZVODNJI TVRDIH SIREVA

Mikrobiološki procesi u tvrdim sirevima posljedica su aktivnosti uzročnika promjena sastojaka mlijeka, u prvom redu termofilnih bakterija mlječnokiselog vrenja i bakterija propionskog vrenja. Osim pomenutih korisnih mikroorganizama u tvrdim sirevima se može ispoljiti štetno djelovanje nesporotvornih i sporotvornih uzročnika nadimanja, te nesporotvornih i sporotvornih proteolita, kao i drugih mikroorganizama — uzročnika pogrešaka sireva. Budući da se u proizvodnji sireva želi dobiti samo kvalitetne proizvode, nastoji se u pojedinim fazama postanka sira usmjeriti mikrobiološke procese samo u pozitivnom smislu. U tom cilju se favorizira djelovanje korisne mikroflore već u mlijeku, a potiskuje, ili, ukoliko je to s obzirom na osobine štetnih mikroorganizama uopće moguće, potpuno sprečava razvoj i djelovanje štetnih mikroba. Osim fizikalnih i kemijskih zahvata, savremenom sirarstvu stoje danas na raspolaganju za upravljanje mikrobiološkim procesima u sirarstvu i tekovine mljekarske mikrobiologije. To je primjena čistih kultura, odnosno dodavanje takvih mikroorganizama u mlijeko za sirenje kakve zahtijeva dotična vrsta sira. Tek uvođenjem primjene mikroorganizama dodavanjem njihovih čistih kultura u punom smislu se ispoljuje L ö h n i s - o v a izreka da je sirarstvo primijenjena mikrobiologija.

Glavni mikroorganizmi sirarskih kultura uopće, pa i kultura za tvrde sireve su bakterije mlječnokiselog vrenja. Da bez ovih nema sireva, danas je već mnogima poznato iz vlastitog iskustva s neuspjehom proizvodnjom sireva od mlijeka u kojemu je bilo penicilina.

Kao što je poznato, laktocidogene čiste kulture za ementalac, glavnog predstavnika skupine tvrdih sireva, tj. sireva s visokom temperaturom sušenja sirnog zrna, sadržavaju:

1. termofilne streptokoke — **Streptococcus thermophilus**,
2. termofilne dugoštapičaste bakterije mlječnokiselog vrenja — **Thermobacterium helveticum** ili **Thermobacterium lactis**\*,
3. mezofilne bakterije — **Streptobacterium casei**.

\*) Danas ga, zaključujući po istraživanjima Swartlinga i dr. (12), treba izostaviti, jer stimulira razvoj maslačnih klostridija.

Osim ovih u proizvodnji ementalca se upotrebljavaju bakterije propion-skokiselog vrenja — **Propionibacterium Shermanii** i dr.

Dok je uloga i primjena ovih mikroorganizama u ementalnom sirarstvu poznata već relativno dugo, od najnovijeg vremena datiraju i mnogo obećavaju za poboljšanje kvalitete sira rezultati istraživanja uloge fekalnih streptokoka, odnosno pripadnika enterokoka — **Streptococcus faecalis**. Ova istraživanja se provode u Finskoj, Francuskoj, a naročito u Švicarskoj, gdje je proizvodnja ementalca dozvoljena samo od sirovog mlijeka. Za vrhunske uspjehe u proizvodnji ementalca neobično je važno zrenje mlijeka, ili još preciznije rečeno predzrenje sirovog mlijeka. Termofilne bakterije mlječnokiselog vrenja ne odgovaraju za ovo predzrenje, jer se optimalno razvijaju na temperaturama iznad 37°C. Zagrijavanje mlijeka prije sirenja, čime bi se omogućilo množenje i djelovanje termofilnih mlječnokiselinskih bakterija, ne može se preporučiti zbog istovremenog ali bržeg razvoja različitih plinotvornih štetnika kojih uvijek ima u sirovom mlijeku. Ako nastupe povoljni uslovi za njihov razvoj, one se brzo množe. Stoga se na predzrenje mlijeka smije utjecati samo kulturom mezofilnih bakterija, koje se na nižim temperaturama (20—25°C) razvijaju mnogo brže od plinotvornih, čija je optimalna temperatura razvoja iznad 30°C. Dodane kulture *Streptococcus faecalis* djeluju antagonistički na plinotvorne bakterije, te se ove ne mogu više razvijati za vrijeme sirenja i prešanja, pa stvaranje plina izostaje. Po J. A. Kurmann-u (3) upotrebom ovih kultura suzbije se pogreške u rupičavosti, osobito pojavu pogreške »1.000 rupa«, tj. stvaranje mnogobrojnih okruglih, jednolično raspodijeljenih 1—2 mm velikih rupica. Osim toga kulture ovih mikroorganizama korigiraju nedovoljno skiseljavanje mlijeka, poboljšavaju konzistenciju sirnog tijesta, a naročito okus sira. Ovo se tumači vjerojatnošću da, analogno betakokima u mekim sirevima, ovaj mikroorganizam ima sposobnost stvaranja diacetila i razgradnje bjelančevina. Međutim, ističe Kurmann, ni u njima ne treba tražiti univerzalno sredstvo protiv svih smetnja u proizvodnji sira.

Istraživanja P. Ritter-a su pokazala da neki sojevi *Sc. lactisa* imaju stimulatивно djelovanje na razvoj *Thbm. helveticuma*. S tog gledišta bi ovi došli u obzir kod predzrenja pasteriziranog mlijeka za ementalac i njemu slične sireve.

Ako se uz izvjesna odstupanja od klasične klasifikacije tvrdih sireva u ove ubroji i skupina tipičnih holandskih sireva, kao i neke tvrde varijante našeg trapista, povećao bi se broj vrsta čistih kultura za tvrde sireve još i čistim kulturama mezofilnih streptokoka mlječnokiselog vrenja koji ulaze u sastav maslarskih kultura.

Glavne, opće i specijalne karakteristike spomenutih kultura opisane su u časopisu »Mljekarstvo« (10). Što se tiče njihove primjene, ta nije jednaka kod svih navedenih kultura, dapače je za neke vrlo složena, osobito što se tiče uzgoja, supstrata i izbora vrste kulture sa svrhom da se prilagode osobinama mlijeka.

Kao kultivacioni supstrati za mlječnokiselinske mikroorganizme dolaze u obzir ove varijante sirutke i mlijeka:

1. **Dezalbuminirana** ili deproteinizirana **sirutka**, nazvana još i sekundarna sirutka: a) bistrena sirutka, b) bistra sirutka.

Obje su varijante sirutke pasterizirane, odnosno prokuhane, a mogu biti i sterilizirane.

**2. Primarna sirutka**, odnosno koja zaostaje nakon vađenja sirne grude iz kotla: a) masna sirutka, b) obrana sirutka.

Ove mogu biti nepasterizirane i pasterizirane.

**3. Mlijeko:** a) puno, b) obrano.

Mlijeko može biti visoko pasterizirano, prokuhano, frakcionirano sterilizirano i sterilizirano.

Sterilizacija kultivacionih supstrata dolazi u obzir za matične kulture, a ostale vrste zagrijavanja u svrhu čišćenja od mikroorganizama, odnosno u svrhu cijepjenja laboratorijskim čistim kulturama, upotrebljavaju se u proizvodnji tehničkih kultura.

Pojedinosti o uzgoju i karakteristikama ementalških kultura **Streptococcus thermophilus** i **Thermobacterium helveticum**, te maslarska kultura, opisane su u »Mljekarstvu« (6 i 9).

Sumiramo li vlastita iskustva i rezultate vlastitih istraživanja s obzirom na izbor kultivacionih supstrata za uzgoj kultura bakterija mlječnokiselog zrenja, dolazimo do zaključka da najviše odgovara punomasno-visoko pasterizirano mlijeko (8). Iako punomasno mlijeko zahtijeva u nekim slučajevima nešto veću pažnju kod prosuđivanja zrenja kultura, ono omogućuje lakše prilagođenje mikroorganizama na visoku masnoću mlijeka za sirenje i samog sira.

**Streptobacterium casei** je mikroorganizam čije kulture je u ementalško sirarstvo uveo prof. K. J. D e m e t e r. Da bi se u pasteriziranom mlijeku taj mikroorganizam što lakše razmnožio, on dodaje patentirane sastojke koje predstavljaju tvari rasta i mikroelementi, uglavnom p-aminobenzojeva kiselina (vitamin H) i mangan (1). Ovi se dodaju i u mlijeko za kulture. Kultura **Streptobacterium casei** se upotrebljava kao dodatna kultura uz kulture **Streptococcus thermophilus** i **Thermobacterium helveticum**. Ovaj mikroorganizam je važan za sve vrste sira (11), jer snažno razgrađuje bjelanjčevine, dakle, i on uzrokuje zrenje sira. U mlijeku može stvoriti i do 1,5% mlječne kiseline, što je dvostruko više od sposobnosti **Streptococcus lactisa**.

**Propionske** kulture se radi kompliciranog uzgoja i vrlo velike osjetljivosti na infekciju ne uzgajaju u sirarskim pogonima, nego se od posebnih laboratorija dobiju gotove za direktnu upotrebu.

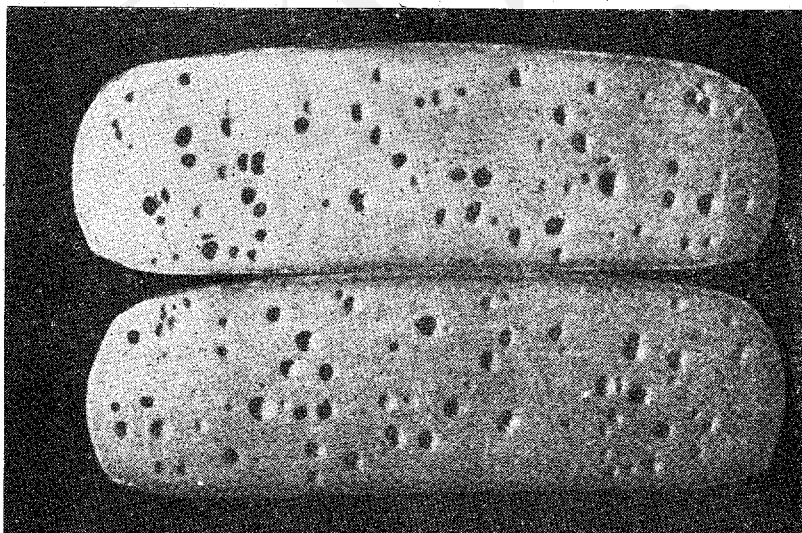
Pri uzgoju bilo matičnih, bilo tehničkih kultura, kao i kod njihove primjene, potrebna je solidna stručna bakteriološka izobrazba, preciznost i čistoća.

Kod primjene čistih kultura najčešće se pomišlja na doziranje kulture u mlijeko za sirenje. Općenito se dodaje 0,1 — 1% čiste kulture mlječnokiselinskih bakterija. Recept, odnosno tačna šablona, ne postoji za sve pogone, sve vrste sira, svaku godišnju dob i sve vrste, odnosno kvalitete mlijeka za sirenje. Toliki broj faktora utječe na izbor optimalne doze da se ta mora pronaći i stalno prilagođivati osebinaama mlijeka. Međutim, veoma je važno da se kod unošenja kulture u sirni kotao ovu dobro razbije i jednolično raspodijeli u mlijeku.

Kod uzgoja matičnih i tehničkih ementalških kultura doza cijepjenja iznosi 0,5—1%. O količini matičnih kultura kod cijepjenja čistih kultura kao faktora njihovog zrenja objavljeni su iscrpniji podaci u časopisu »Mljekarstvo« (8).

U mlijeko za sirenje dodaju se u najmanjoj količini propionske bakterije, tako da se doziranje ne može izraziti na dosadašnji uobičajeni način, tj. u procentima, nego u kapima. Često puta se na 1000 l mlijeka dodaje samo jedna kap ili čak i pol kapi. U takvim slučajevima treba osobito paziti na jednoličnost raspodjele propionskih bakterija u mlijeku za sirenje. Stoga se kap propionske kulture ulije u 1 litru čiste vode, ovu dobro promiješa i uz stalno miješanje u sirarskom kotlu ulijeva u njega. Ako se ima dodati pol kapi kulture, postupak razrjeđivanja je isti, samo se u mlijeko doda pol litre vode s propionskom kulturom, a druga polovina ovako razrijeđene kulture čuva se u hladnom, najbolje na oko 5° C. To važi i za originalnu kulturu, koju treba obnoviti svakih 10—14 dana.

Ne upuštajući se u opise vrsta kultura s obzirom na uzgojni supstrat, vrste i odnose mikroorganizama u njima, ipak će biti potrebno posebno se zadržati na primjeni jedne od njih. Radi se o najstarijoj kulturi, o kulturi koja



Sl. 1 — Prerez normalno zrelog bohinskog sira proizvedenog s kvalitetnim »prirodnim sirilom« — nosiocem korisnih mikroorganizama

(Foto: D. Sabadoš)

je postojala već u doba prije otkrića mikroorganizama, a ne može se potcijeniti ni danas. Ona je još uvijek aktualna u klasičnom ementaljskom sirarstvu, baziranom na sirenju sirovog mlijeka, tj. u Švicarskoj, Algaju, Tirolu itd.

I u našim planinskim krajevima, i uopće u krajevima gdje se siri manje količine mlijeka, odnosno gdje nema mogućnosti pasterizacije mlijeka niti mogućnosti za nabavu ili upotrebu odgovarajuće opreme, ova kultura je odgovarala, a još i danas može odgovarati. Riječ je o pripremi tzv. »prirodnog sirila« koje se još do prije par godina upotrebljavalo u bohinskim planinskim sirarnama. Ovo se je pripremalo po švicarskom načinu iz izabраниh stručno su-

šenih telećih sirišta prvorazredne kvalitete, tako da se je ove maceriralo u sirutki ili u kisavi (9) dobre kvalitete. Tim postupkom se je dobivenim sirišnim ekstraktom unosilo u mlijeko u kotlu mikrofloru potrebnu za zrenje bohinj-skog, odnosno ementalskog sira, a naročito termofilne mlječnokiselinske štapiće, *Thermobacterium helveticum*. I danas se ovi unose u mlijeko indirektno, preko sirutke dobivene kod proizvodnje skute. Po staroj praksi u ovoj sirutki se peru »škafovi« za zrenje mlijeka i sav sirarski pribor. Međutim, količina mikroorganizama koja dospjeva na taj način u mlijeko, i njime u sir, izgleda da nije dovoljna da se i nadalje dobivaju tako kvalitetni sirevi kao u vrijeme upotrebe sirila vlastite proizvodnje (sl. 1).

U istaknutim inozemnim stručnim krugovima vlada mišljenje stečeno i potvrđeno praktičnim iskustvom da se prirodnim sirilom dobiva finije, pruživije tijesto (4), nego kod ementalaca proizvedenih s tvorničkim sirilom. To bi moglo odgovarati prije iznesenoj konstataciji o sniženoj kvaliteti bohinj-skog sira.

Prema tome, u danim okolnostima, vlastita, ali ispravna priprema prirodnog sirila omogućuje unošenje potrebnih mikroorganizama u mlijeko. Zahvaljujući i tome, švicarski ementalac je i prije pojave tvorničkih sirila bio najkvalitetniji. Možemo zaključiti da upotreba prirodnog sirila u danim prilikama nije izgubila svoj rezon s razloga što ono zapravo predstavlja jednu vrstu kulture.

Možda se u prvi mah čini da se s obzirom na vrstu sirila govori o »starim«, napuštenim metodama sirenja. No, u vezi s time može se razmotriti uzroke i opravdanost toga napuštanja. Međutim, važnije je konstatirati da se te »stare« metode uistinu napuštaju, da negdje takve nisu nikad ni bile primijenjene, a da se u oba primjera nove metode ne uvode. U tim slučajevima je bolje raditi na »stari«, koji nipošto nije i zastarjeli način, a koji je proslavio švicarski ementalac, nego na prividno moderan način. A taj se u mnogim pogonima sastoji samo u sirenju tvorničkim sirilom, bez ikakva dodavanja korisnih mikroorganizama u mlijeko za sirenje. Danas sirovo mlijeko postaje sve lošije bakteriološke kvalitete, pasterezacija mlijeka za sirenje nije svugdje moguća, za ispravni uzgoj čistih kultura nisu ostvareni uslovi, na zrenje mlijeka se ne obraća pažnju, pa je mlijeko ili nezrelo ili daleko prezrelo, bolje reći prekiselo, a sirilo zna biti često puta i problematične kvalitete. Ako još nema ni potrebnu jačinu, zgrušavanje mlijeka traje predugo, štetni mikroorganizmi se na tem-

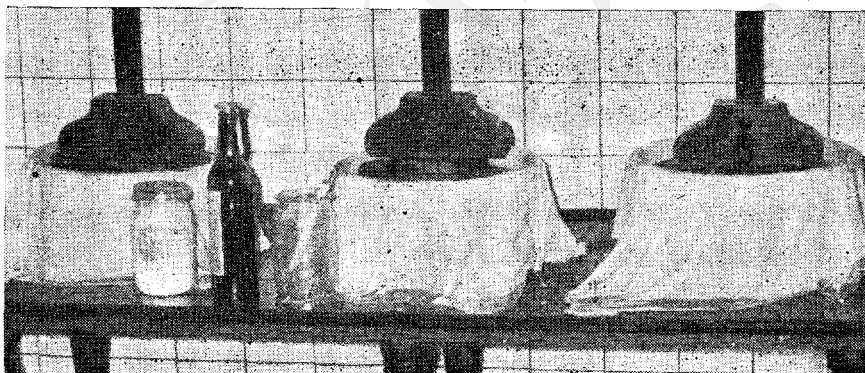


Sl. 2. — Nekvalitetno »prirodno sirilo«  
— naduto sirište pliva na površini

(Foto: D. Sabadoš)

peraturi sirenja množe veoma brzo, antagonističkih mikroorganizama nema, i — rezultat proizvodnje sireva je porazan.

Kao što se vidi, katkada nije riječ o novim problemima koje treba rješavati skupim, kompliciranim i dugotrajnim naučnoistraživačkim radovima. Ima na pretek i starih problema. Svjedoci za to su još uvijek vagoni i vagoni sireva ispod prosječne kvalitete. Jedno su impresije na izložbama i ocjenjivanjima kvalitete za koja se u poduzećima jedva pronađu naoko najbolji primjerci, a drugo su mlječni proizvodi na tržištu. Pa i među tim izabranim sirevima, elitom iz proizvodnje, na serioznim ocjenjivanjima se jedva nađe par primjeraka prve klase. Ostalo je većinom, komisijskim putem ustanovljeni »škart« ili vrlo blizu njega. Kakvi bi tek bili rezultati da je ocjenjivanje obavezno za sve sireve iz svih pogona, a uzimanje uzoraka da obavljaju neutralni, objektivni i nezavisni stručnjaci državne kontrole!



Sl. 3 — Bočica sa čistom kulturom za proizvodnju sira gouda u naprednom holandskom gospodarstvu

(Foto: D. Sabadoš)

Ako se složimo s mišljenjem stručnjaka koji su stvarali svjetsku mljekar-sku mikrobiologiju da je sirarstvo primijenjena mikrobiologija, moglo bi se očekivati da ćemo i njene osnovne tekovine prihvatiti i provoditi u što široj razmjeri, tj. u svim sadašnjim i budućim sirarnama u našoj zemlji. Mnoge od njih nisu, i neće moći biti još dugo vremena, industrijske po veličini, opremi i kvalifikacijama kadrova, ali bismo mogli biti veoma zadovoljni kada bi ove proizvodile male količine »domaćeg« sira, domaćeg u smislu drugih dobrih domaćih proizvoda. Da industrijski proizvedeni sirevi nisu najviše, vrhunske kvalitete, iznad kojih nema boljih, priznaju za svoje sireve, npr. holandski mljekar-ski stručnjaci iz proizvodnje, nauke, nastave, instruktorske i kontrolne službe. Najtraženiji i najskuplji sir u Holandiji je seljački gouda sir — »Boerenkaas«. Proizvodi se u seoskim gospodarstvima — ali s kulturama (sl. 3). Mnoge naše sirarne nisu ni malo odmakle od karakteristika holandskih sirarna u seljačkim gospodarstvima, a neke ih nisu ni izdaleka dostigle (sl. 4). Za takve postoje kod

nas posebni problemi, pa ih se uvršćuje u ova razmatranja s gledišta primjene kultura.

Nestručna priprema i upotreba kultura najčešće je spojena s opasnošću od plinotvornih mikroorganizama, koji se vrlo lako mogu razviti u sirišnom ekstraktu prirodnog sirila. Naime, sirišta mogu sadržavati *E. coli*, *Lactobacillus fermenti* (2), a u sirilu se mogu razviti i kvasci itd. što sve uzrokuje nadimanje već u sirilu (sl. 2). Svi ovi mikrobi mogu u sirevima izazvati rano nadimanje. Pogreške izazvane bakteriološki neispravnim kulturama, nisu isključene ni kod kultura koje su bile spomenute prije osvrta na prirodno sirilo. Stoga je sastavni dio primjene, odnosno proizvodnje kultura u tehničke svrhe, stalna, svakodnevna kontrola njihove kvalitete. To je organoleptičko prosuđivanje njihova izgleda, mirisa i okusa i mikroskopiranje.

Uspješna primjena kultura zasniva se u prvom redu na kvaliteti uzgojnog supstrata, tj. mlijeku. U principu se ne preporuča uzimati mlijeko od jednog dobavljača, nego iz više staja. Međutim, u našim prilikama i prema našim iskustvima bolje je od toga zahtjeva odstupiti i za uzgoj kultura postaviti zahtjev da se uzima samo pouzdano mlijeko, a to može biti često puta samo mlijeko od jedne krave, ali takvo u kojem se kulture **normalno razvijaju**. Naime, u mnogim

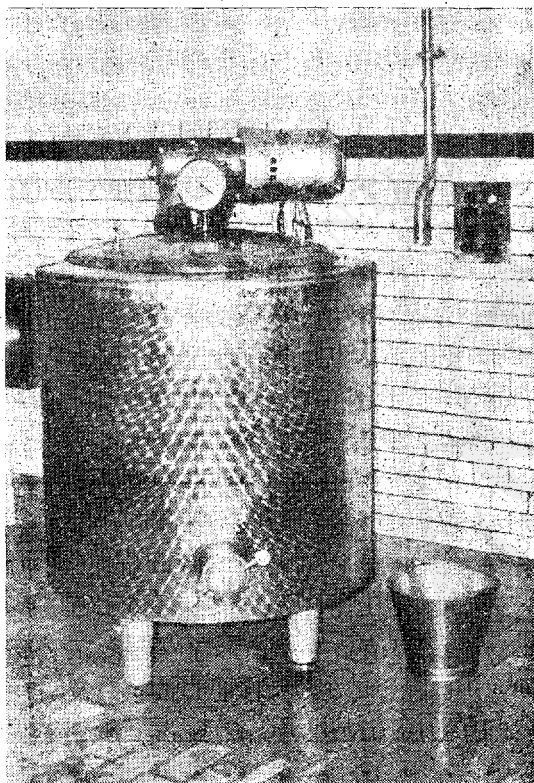
stajama »nema reda«, za krave se ne zna imaju li bolesno vime, da li u skupnom mlijeku ima i mlijeka s antibioticima, da li su mužači pouzdani i sl.

Ne manje je važno da se za pripremu čistih kultura uzima čisto, sterilno, u najmanju ruku dobro ispareno posuđe i pribor. Kod tehničkih kultura, odnosno kultura iz zrijača za kulture, u pravilu se skida gornji sloj. Najbolje je to učiniti žlicom od nezardiva čelika, koju se drži čisto, a neposredno prije upotrebe uroni u kipuću vodu ili izloži mlazu pare. Nakon toga se kultura vrlo dobro promiješa. Nikad se zrijač za kulture ne smije ostaviti nepokriven, jer u sirarni, gdje je on obično smješten, ima vrlo mnogo mogućnosti da se kultura inficira štetnim mikroorganizmima, pa i bakteriofagima. Zrelu kulturu treba sačuvati od prezrevanja povremenim hlađenjem, a zatim držati do upotrebe na niskoj temperaturi (4—6°C). Idealni zrijači za tehničke kulture su od nezardiva čelika, s uređajima za grijanje, automatsko održavanje temperature zrenja, miješanje i hlađenje (sl. 5):



Sl. 4. — Dio sirarne kod proizvođača goude, Holanđija.

(Foto: D. Sabadoš)



Sl. 5 — Savremeni zrijač za tehničke sirarske kulture i kabao od nezardiva čelika za prijenos kulture u kade za sirenje.  
Hillerød — Danska

(Foto: D. Sabadoš)

Ako se za sirenje upotrebljava mezofilne kulture, kao što je malsarska, potrebno je da imaju jaku sposobnost skiseljavanja.

U ementalском sirarstvu je naročito važno da kulture budu prilagođene mlijeku za sirenje. Ovaj izbor kultura, tj. da li će se upotrijebiti termostreptokokna ili helveticum-kultura, ili kultura u kojoj su podjednako zastupljena oba spomenuta mikroorganizma, ili kultura u kojoj prevladuje jedan od simbionata, zavisi o stupnju zrelosti mlijeka.

Ako igdje u sirarstvu važi izreka da je ono primijenjena bakteriologija, onda se to u prvom redu odnosi na proizvodnju ementalca. Sirar je tu umjetnik u svojoj struci koji pronalazi koje vrste bakterija treba dodati u mlijeko i u kojem odnosu. Šablonski postupak nigdje, pa ni ovdje ne osigurava očekivani uspjeh. Poznavanje principa omogućuje traženje i pronalaženje pravilnih praktičnih rješenja za realizaciju kvalitetne proizvodnje.

#### Literatura:

1. Demeter K. J.; D. Molkerei Ztg., 1954, br. 75.
2. Dorner W.; Allg. u. milchw. Mikrobiologie. Frauenfeld, 1951.
3. Kurmann A.; D. Molkerei Ztg., 1963, br. 48.
4. Riedel W. i dr.; Handbuch d. Käseerei, Hildesheim, 1952.
5. Ritter P.; Schweiz. Milchw. — Ztg., 1962, br. 9.
6. Sabadoš D.; Mljekarstvo, 1953, br. 2.
7. Sabadoš D.; Mljekarstvo, 1956, br. 9.
8. Sabadoš D.; Mljekarstvo, 1958, br. 3.
9. Sabadoš D.; Mljekarstvo, 1958, br. 5. i 6.
10. Sabadoš D.; Mljekarstvo, 1963, br. 5. i 6.
11. Stocker W.; Allg. Grundlagen d. Käseertechnik. Kempten (Allg.), 1957.
12. Swartling P., Lindgren B.; Milk Dairy Res., Alnarp, Rep. 62, 1960.