

## Literatura:

- Koenen, K. (1959) *Milchwissenschaft*, 14, 371  
Mohr, W. u. von Drachenfels, H. J. (1956) *Milchwissenschaft* 11, 126  
Mohr, W. u. Koenen, K. (1958) *Die Butter*, Verlag Th. Mann  
Rahn, O. Boysen (1928) *J. Bact.* 15, 30  
Stehle, G. (1961) *Milchwissenschaft* 16, 289  
Sode-Mogensen, M. (1957) *Milchwissenschaft* 12, 263  
Schulz, M. E., Voss, E., Kay, H. (1959) *Milchwissenschaft* 14, 375.

Dr D. Sabadoš B. Rajšić, Zagreb

Zavod za mljekarstvo  
Poljoprivredni fakultet

## ODREĐIVANJE SADRŽINE MASTI U MLIJEKU PO GERBEROVOJ METODI

(Nastavak)

### III Postupak

#### 1. Priprema mlijeka

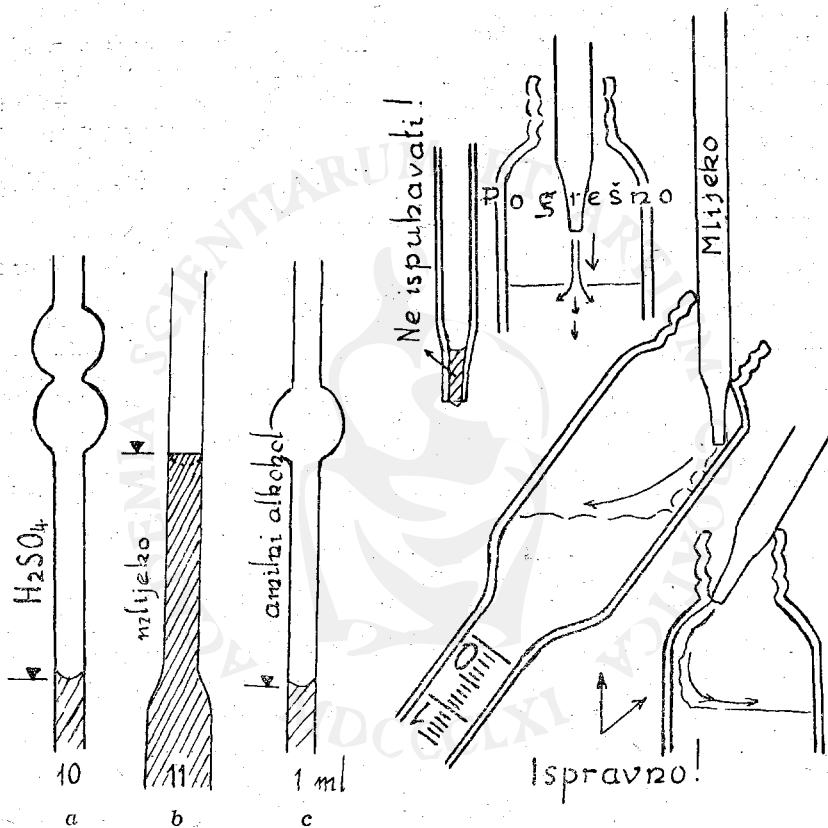
Uzorci mlijeka moraju biti temperirani na 20°C, ali u širokoj praksi je to teško postići, te može zadovoljiti i raspon od 18—22°C. Ako je mlijeko bilo konzervirano, tj. stajalo je duže vremena na običnoj ili niskoj temperaturi, treba ga prethodno zagrijati, najbolje na 38°C, maksimalno do 40°C\*, a zatim kruženjem sadržine bočice i okretanjem bočice (8—10 puta) tako promiješati da se mlječna mast sa stijena bočice i sa čepa potpuno otopi i jednolično razdijeli. Nakon toga se mlijeko odmah ohladi na oko 20°C (18—22°C). Budući da su današnje pipete za mlijeko (isto i za sumpornu kiselinu i amilni alkohol) izrađene, odnosno justirane za odmjeravanje na 20°C, treba se toj temperaturi što više približiti, jer će pipete kod odmjeravanja mlijeka sadržavati ispravnu količinu mlijeka samo kod te temperature. Kod miješanja mlijeka ne smije se stvoriti pjenu. Tek namuzeno ili centrifugirano mlijeko ne odgovara odmah za analizu, nego tek nakon par sati mirovanja.

O ispravnoj pripremi uzorka mlijeka za analizu zavisi tačnost dobivenih rezultata. Najčešće su slijedeće pogreške: loše promiješan uzorak, zrnca maslaca izlučena u uzorku (često kod zgrušanog i konzerviranog mlijeka), previše zraka u mlijeku, previše ili neprikladnog konzervansa, te prehladno ili pretoplo mlijeko, a ne oko 20°C.

#### 2. Punjenje butirometara

Butirometri, označeni brojem uzoraka mlijeka, pune se redoslijedom koji određuje specifična težina reagensija i mlijeka. Punjenje se počinje sumpornom kiselinom, a završi amilnim alkoholom, tako da su u ispravno napunjenom butirometru poredani slojevi: dolje 10 ml sumporne kiseline (1,820), u sredini 11 ml mlijeka (npr. 1,032), a na njemu 1 ml amilnog alkohola (0,815). Navedene količine odmjeruju se prije pomenutim posebnim pipetama za sumpornu kiselinu, mlijeko i amilni alkohol, ili specijalnim, za to konstruiranim, više ili manje automatiziranim priborom. Pri odmjeravanju sumporne kiseline, a kasnije i amilnog alkohola, ne smije se njima ovlažiti vrat butirometra, jer se time može prouzročiti iskliznuće čepova kod daljnjeg rada.

\* prema J. Lj. Davis-u; prema B. van der Burg-u mlijeko se zagrijava na 35—40°C.



Sl. 27 — Odmjeravanje sumporne kiseline, mlijeka i amilnog alkohola

Sl. 28. — Pipetiranje mlijeka u butirometar

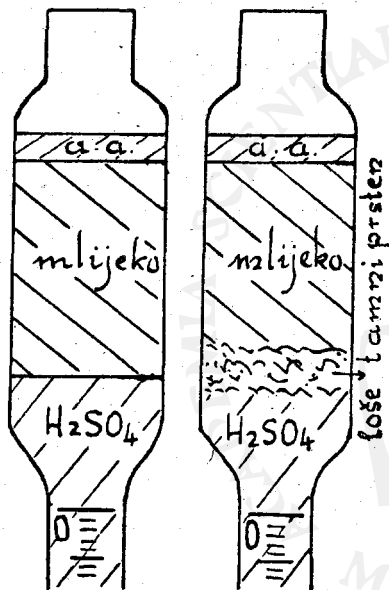
Crtež: D. Sabadoš)

Kod usisavanja sumporne kiseline ili amilnog alkohola treba u njih uroniti vrh pipete toliko duboko, da se kod spuštanja razine tih reagencija ne usiše zrak, uslijed čega mogu ove opasne i neugodne kemikalije prsnuti u usta.

Pipetu za mlijeko se puni tek nešto preko oznake za 11 ml, pazeći da se ne usiše mjehuriće zraka, koji bi smanjili količinu mlijeka uzetog u analizu i otežali odmjeravanje. Nakon vađenja pipete iz mlijeka, a prije odmjeravanja mlijeka iz pipete, preporuča se papirom za upijanje obrisati vrha pipete, odnosno osušiti dio pipete ovlažen mlijekom. Tada će se pipetu lakše staviti ili izvući kroz vrat butirometra, a da ga se pri tome kod slučajnog dodira ne ovlaži. Iz pipete s kružnim profilom odmjeruje se mlijeko na sječistu marke i najviše površine mlijeka — gornji meniskus (sl. 27 b), a kod plosnatih pipeta očitava se donji rub meniskusa, naime, kao što je označeno na pipetama\*. Mlijeko se u butirometar ispušta tako da mlaz mlijeka nipošto ne udara direktno u sumpornu kiselinu, nego najprije na stijenku tijela butirometra iznad sloja sumporne kiseline, ili na dno vrata butirometra odakle se oklizne na njenu površinu, a da se s njom ne pomiješa (sl. 28). Kod uvježbavanja se to najbolje izvodi tako da se u koso držani butirometar iz pipete

\* E. Munding: Vidi pipete za mlijeko od Gerber—Zürich.

oprezno ispušta u početku kap po kap mlijeka. Ovo se u dodiru sa sumpornom kiselinom zgruša i načini čvršći sloj, na koji se zatim može brže ispustiti ostalu količinu mlijeka. Kod brzog rada s većim brojem butirometara složenih u stalku prislanja se vrh pipete ispod vrata butirometra i ispušta mlijeko u



Sl. 29 — Ispravno i neispravno napunjeni butirometar  
(Crtež: D. Sabadoš)

početku polaganije, a zatim slobodnim padom uz stijenku butirometra. Pri tome se pipeta drži prema butirometru pod kutom od 45°. Ako se mlijeko slučajno naglo pipetira direktno u sumpornu kiselinu, ova će izazvati karbonizaciju mlječnog šećera i bjelančevina, od čega se na dodirnom sloju mlijeka i sumporne kiseline stvori tamni prsten, a iscentrifugirana mast potamni. To otežava očitavanje butirometra i može dati netačan rezultat. Mlijeko iz pipete mora istjecati vlastitom težinom. Ne smije se ubrzati ispuhavanjem, jer je vrijeme isticanja uvaženo kod justiranja. Kad je mlijeko iz pipete potpuno isteklo, što mora trajati najmanje pet do šest sekunda, pričekava se tri sekunde\*, a zatim se jednim kratkim dodiranjem uz okret vrha pipete na dnu vrata butirometra obriše mlijeko koje se kroz to vrijeme nacijedilo u vrh pipete, ali tako da se pri tome, niti kod proslijeđenog izvlačenja pipete, vrat butirometra ne ovlaži mlijekom. Nakon vađenja pipete ostaje u njenom vrhu još neznatna količina mlijeka (sl. 28). Ova je uzeta u obzir kod baždarenja butirometra, te se ne smije ispuhnuti u butirometar. U protivnom slučaju bi odmjeravanje mlijeka bilo neispravno. Prije pipetiranja slijedećeg mlijeka pipetu se njime napuni do značke, isprazni i tako ispere prethodno mlijeko.

Amilni alkohol se pipetira na sloj mlijeka, također bez ispuhavanja. Odmjeruje se na donjem meniskusu (sl. 27).

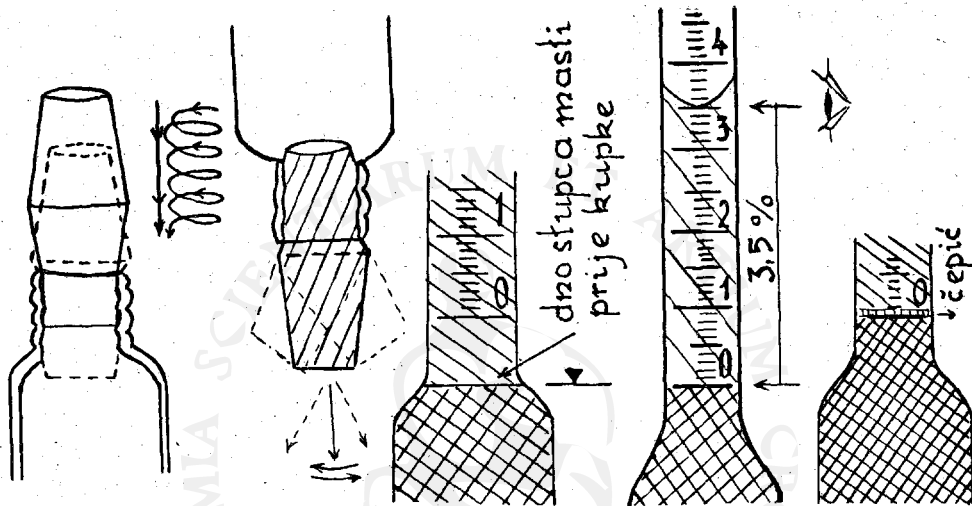
U ispravno napunjenom butirometru raspoznaju se tri oštro odijeljena sloja reagencija i mlijeka (sl. 29) koji su sačuvali svoju originalnu boju.

### 3. Zatvaranje butirometra

Završivši s punjenjem, tijelo butirometra se čvrsto obuhvati cijelom lijevom šakom, a desnim palcem i kažiprstom se u suho grlo i vrat butirometra stavlja odgovarajući suhi i glatki čep. Ako je to dvokonični čep, utisne ga se uvrtanjem do oko 1 mm ispod sredine (sl. 30).

»Gerbal« čep se smješta u vrat butirometra do metalnog prstena tako da se pritiskivanjem metalnog regulatora toliko izduži gumena kapica da može

\* prema B. van der Burg-u i S. Hartmans-u ovo važi za pipete od 10,77 ml, a prema E. Munding-u vrh pipete od 11 ml briše se odmah nakon što isteče mlijeko



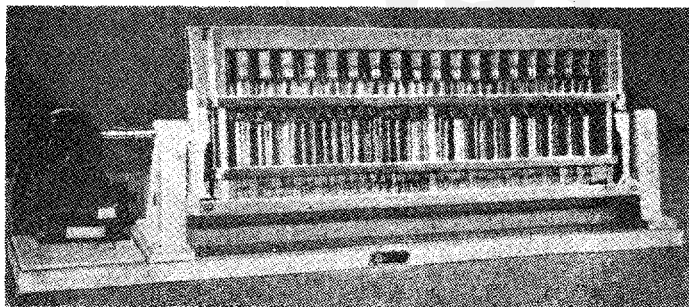
Sl. 30 — Čepljenje butirometra

Sl. 32 — Naravnavanje stupca masti u butirometru

Sl. 33 — Očitavanje sadržine masti

Sl. 35 — Čepić — smetnja kod očitavanja

(Crtež: D. Sabadoš)



Sl. 31 — Aparat za mućkanje butirometara

lako proći kroz otvor butirometra. Kad se izvuče, gumena kapica čvrsto zatvori vrat butirometra (sl. 2 u br. 9).

#### 4. Mućkanje butirometra

U napunjenom i zatvorenom butirometru još ostaje nešto praznog prostora, što omogućuje da se trešnjom butirometra sadržina promućka i izmiješa, te sumporna kiselina djeluje na mlijeko. Mućkati treba odmah nakon punjenja butirometra (ili serije butirometara) da mlijeko ne očvrсне ili da ne pougljeni uslijed predugog čekanja. Naglom, energičnom trešnjom razbije se u početku zgrušano mlijeko u sitnije pahuljice koje se brzo potpuno otope, pa se tad može okretanjem butirometra pretočiti sumporna kiselina iz kruškice i cjevčice skale u tijelo butirometra. Ne smije se okretati butirometar prije nego što je iščezla i posljednja bijela čestica zgrušanog mlijeka. U protivnom slu-

čaju gruševina može začepiti kapilaru, što izaziva kraći ili duži zastoj u radu, pa i ponavljanje analize. Ponavljajući okretanje butirometra, izmiješa se sadržina, pri čemu se svjetlosmeđa boja postepeno izmijeni u tamnosmeđu\*, što je znak svršetka reakcije i mućkanja. Ovo se može obaviti ručno s par butirometara umotanih u krpu, ili što je ispravnije, s butirometrima smještenim u stalak za mućkanje, koji je pokriven zaštitnim poklopcem. Mućkanje se može obaviti i aparatom na električni pogon (sl. 31).

Jedan, sâm, butirometar mućka se tako da palac i srednji prst pridržavaju vrat, a kažiprst pritišće na čep. Tada ne peče prste.

Po završenom mućkanju sadržina ispravno začepljenog butirometra ispunjava oko dvije trećine skale. Ako nije tako, treba to postići pomicanjem čepa. Budući da se miješanjem mlijeka i sumporne kiseline butirometar naglo i jako zagrijava, preko 90°C, može butirometar prsnuti, osobito ako je od lošeg stakla ili je oštećen. Zato je obavezno nošenje zaštitnih naočara.

Otvor butirometra se kod mućkanja drži okrenut od sebe, i ne prema drugim osobama, jer se uslijed zagrijavanja rasteže tekućina i zrak, te jaki pritisak može istjerati čep. Vrela sumporna kiselina može tada prouzročiti štete i ozljede.

U Holandiji i skandinavskim zemljama uobičajeno je da se odmah nakon završenog mućkanja i otapanja mlijeka u tijelu butirometra ovaj stavi na pet minuta u vodenu kupku od  $65 \pm 2^\circ\text{C}$ , kruškom prema gore, sa svrhom da se uslijed predugog djelovanja previsoke temperature na stvore čepići. Kasnije se dovrši mućkanje preljevanjem sumporne kiseline iz kapilara i kruškice u tijelo butirometra i obratno.

## 5. Centrifugiranje

Dok su butirometri još vrući, umeće ih se u tuljce centrifuge čepom prema obodu (naslovna sl. u br. 9). Ohlađene butirometre treba zagrijati na 65°C. Čvrsto zatvorena centrifuga se stavi u pokret — rukom ili ukopčanjem struje. Vrijeme centrifugiranja se računa od časa kad centrifuga postigne punu brzinu od  $1100 \pm 100$  okretaja u minuti. Ova brzina se razvija u centrifugi s promjerom »tanjira«  $51,5 \pm 2,5$  cm. Veća brzina daje neispravne rezultate. Nakon najmanje 5\*\* minuta iskopča se centrifuga, ispravno zaustavi, butirometre istim redoslijedom prenese i uroni u kupku tako duboko da stupac masti bude potpuno pokriven vodom. U suhoj kupci butirometar je opkoljen toplim zrakom. Nakon 5—10 minuta očitava se rezultate analize. U nekim našim mljekarama se često puta centrifugira ispod 3 minute, što nije dovoljno.

Butirometre se u centrifugu stavlja po redoslijedu punjenja, odnosno označavanja. Raspoređuje ih se ravnomjerno opterećujući površinu centrifuge. U protivnom slučaju se može centrifuga oštetiti, pa čak i onespособiti. Ako se određuje sadržina masti jednim butirometrom, mora se tačno nasuprot staviti drugi napunjen vodom, ili u tu svrhu pripremljeni butirometar s normalnom sadržinom.

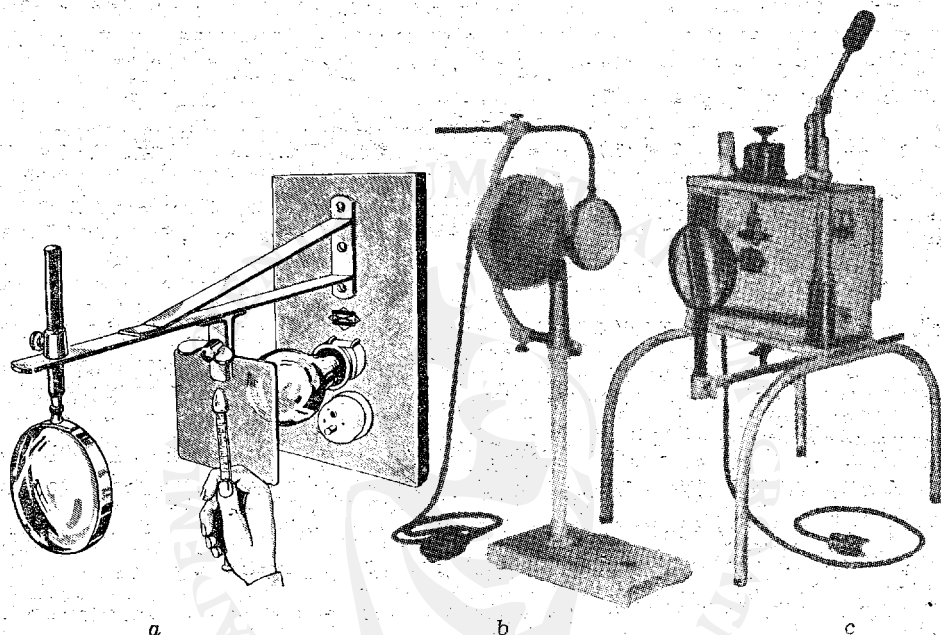
Homogenizirano mlijeko se centrifugira 3 puta po 5 minuta. Između drugog i trećeg centrifugiranja butirometre se mora zagrijati na 65°C.

## 6. Očitavanje butirometra

Budući da je skala butirometra načinjena za očitavanje na 65°C, a mjeri se *volumen masti koji odgovara težinskim procentima*, propisano je da se rezultat smije očitavati tek nakon sigurnog zagrijavanja sadržine butirometra na

\* mlijeko konzervirano formalinom daje sadržini butirometra ljubičastu boju

\*\* Holandija 3, Velika Britanija 4, Švicarska i Njemačka najmanje 5 minuta



Sl. 34 — Očitavanje sadržine masti a) zidni stalak s lupom; b) stojeći stalak s lupom c) »Perfecta«-uređaj za očitavanje butirometara zatvorenih »Gerbal«-čepovima,  $65^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$

$65 \pm 20^{\circ}\text{C}^{***}$ . Za to je prema švicarskoj metodici potrebno 5—10 minuta, a prema holandskoj oko 5 minuta. Odstupanje od  $65^{\circ}\text{C}$  tim više utječe na tačnost rezultata, čim je sadržina masti u mlijeku veća. Pogrešno je očitavati iz centrifuge, izuzev ako njena konstrukcija garantira ispravno temperiranje.

Prije stavljanja butirometra u vodenu kupku pripremi se za očitavanje u skali butirometra iscentrifugirani bistri stupac masti na taj način da ga se, ako je potrebno, spusti (sl. 32 a) ili digne toliko da se nakon završenog temperiranja ne mora više mnogo pomicati. Najbolje da se dno stupca masti u butirometrima iz negrijane centrifuge spusti za dužinu od oko 1% masti ispod znaka za 0% masti (sl. 32 b).

Za slučaj da se propusti prethodno naravnavanje stupca masti u kapilari izvrgavamo se pogreškama koje znatno mijenjaju rezultat. Npr.: 1) ako je prije očitavanja mast u kruškici butirometra, mora se stupac masti spustiti da ga se uvede u skalu, pri čemu se izvjesna količina masti zadrži na ispražnjenom dijelu cjevčice; 2) obratno, kad masti ima i u tijelu butirometra, treba je dići u skalu. Tada se jedan dio masti obično izgubi zadržavanjem kapljica na prijelazu tijela u kapilaru, ili kod pre naglog dizanja, mast štrcne previsoko u skalu, te se u hladnoj cjevčici ne može sva prema natrag ocijediti i spojiti s masom stupca masti. Međutim, daljnjim držanjem butirometra u vodenoj kupki mast se opet potpuno sabere u stupac.

Ako ima mjehurića na vrhu stupca masti, treba ih razbiti kucajući prstom po butirometru ili produžiti držanje u vodenoj kupki dok ne iščeznu.

Praktično je nakon tri minute držanja u vodenoj kupki (5 minuta u suhoj) provjeriti visinu stupca masti i naravnati ga na nulu skale, tako da se kod

\*\*\* B. van der Burg, S. Hartmans.

samog očitavanja, koje slijedi nakon propisanog vremena, brzim, neznatnim pomicanjem stupca omogućiti ispravno očitavanje. U tu svrhu se potpuno prozirni, žućkasto obojeni\* stupac masti smješta svojim ravnim dnom na cijeli broj skale, još bolje na nulu, zadrži u tom položaju tačno na urezanoj crti skale i ustanovi položaj najniže tačke u udubini meniskusa na vrhu stupca masti (sl. 33). Dužina stupca masti odgovara sadržini masti u mlijeku izraženoj u utezniim procentima. Očitava se *odozdo naviše*, najprije cijele procenete, pa desetinke, a završava se procjenjivanjem stotinki procenta sadržine masti u mlijeku; npr. 3,55%, 3,58%.

Vrlo su praktični posebni uređaji za očitavanje butirometra. Sastoje se od povećala i osvijetljene ploče od mutnog ili mlječnog stakla. Kod očitavanja se butirometar drži između njih (sl. 34 a i b). Složeniji uređaj služi samo za očitavanje butirometara s »Gerbal« i sličnim čepovima (sl. 34 c). Na povećanoj skali je omogućeno lako i precizno prosuđivanje stotinki postotka masti u mlijeku.

Kod očitavanja se butirometar drži protiv svjetla, *strogo okomito*, tako da prvo donji, pa zatim gornji meniskus stupca masti bude tačno u visini oka (sl. 33). *Očitava se što je moguće brže!* Preporuča se kontrola repeticijom očitavanja nakon držanja butirometara još 3 minute na 65°C. Očitava se suhi butirometar. Mokri je teško držati sigurno u ruci, a na mokroj skali se ne može brzo i tačno uočiti rezultat.

Stupac masti mora za vrijeme očitavanja biti nepomičan. Ako se ne očitava vrlo brzo, teško je čepom, koji se stalno mora pridržavati, zadržati stupac na istoj visini. Osim toga se hladi i steže sadržina tijela butirometra, a osobito mast u kapilari, pa se stupac masti spušta. Zato se u trenu nakon očitavanja ponovno provjeri da li je dno stupca masti još u istom položaju, tj. na cijelom podeoku skale. Stupac masti u butirometru se diže zavrtanjem čepa uz istovremeno utiskivanje u vrat butirometra (sl. 30), a spušta se pomičući čep lijevo i desno (sl. 32 a) uz postepeno izvlačenje. Tada nema opasnosti da čep naglo klizne iz grla i time prouzroči izlivanje smjese sumporne kiseline po rukama i odjeći.

Česte su poteškoće kod očitavanja da se uslijed upotrebe nečiste sumporne kiseline ili djelomične karbonizacije mlijeka, ili konzerviranja prevelikom količinom formalina, na dnu stupca masti pojave osamljene tamnosmeđe čestice ili tanji kontinuirani sloj tzv. »čepići«, koji otežavaju ili čak onemogućuju pouzdano očitavanje (sl. 35). Katkad ih se može odstraniti opetovanim mućkanjem, grijanjem i centrifugiranjem. Ako se ne uspije na ovaj način riješiti čepića, treba ponoviti analizu. Čepići mogu nastati i kao posljedica posebnih svojstava mlijeka, te ako se upotrebljava prejaka sumporna kiselina. Tada se preporuča sniziti joj specifičnu težinu; zimi na 1,810, a ljeti na 1,800 (kod 15°C).

Na sigurnost rezultata utječu negativno previsoke količine konzervansa tj. više od 1 kapi formalina ili više od 0,05 g kalijevog bikromata na 100 ml mlijeka.

Kada se radi s tačnim butirometrima, ne smiju se rezultati očitavanja dvaju butirometra, punjenih istim mlijekom, razlikovati za više od  $\pm 0,05\%$ , a razlike između ispitivanja u dva laboratorija ne smiju biti veće od 0,1% masti. Inače se ispitivanje mora ponoviti.

Tačnost očitavanja butirometara  $\pm 0,05\%$  znači da bi se ova razlika mogla tolerirati između rezultata koje su dobila dva analitičara istog uzorka mlijeka. Međutim, kod očitavanja jednog te istog butirometra, kod iste analize nekog

\* ako je amilni alkohol bio obojen, onda je mast bojadisana istom bojom, tj. crveno ili zeleno

mlijeka, a po istom analitičaru, ponovljena očitavanja moraju biti jednaka, ako se radi savjesno i pažljivo.

Pogreške uvjetovane razlikom u skali jednog butirometra ne smiju biti veće od 0,1%.

Najveću pažnju treba obratiti na ispravnost i tačnost pipeta i butirometara, te na temperaturu reagencija i mlijeka. Inače, po O. LAXI, rezultati mogu varirati i za više od  $\pm 0,1\%$  prema gravimetrijskim metodama.

(Nastavak slijedi)

**Dipl. ekon. Dušan Vitković, Beograd**

Poslovno Udruženje za mlekarstvo

## **PREDNOSTI I NEDOSTACI PAPIRNATE AMBALAŽE ZA KOMERCIJALNU DISTRIBUCIJU MLEKA I MLEČNIH NAPITAKA S EKONOMSKOG ASPEKTA**

Mlekarske privredne organizacije, a u prvom redu konzumne mlekare, bore se svakodnevno s mnogim ekonomskim i finansijskim teškoćama, koje potiču dobrim delom i zbog tehnološko-tehničke zastarelosti pojedinih tehnoloških linija. S druge strane, u sadanjim uslovima mlekare ne raspolazu potrebnim fondovima da bi mogle da vrše obimna investiciona ulaganja iz sopstvenih sredstava za razvijanje svoje materijalne baze, koja bi im omogućila povećanje produktivnosti rada uz odgovarajuće sniženje troškova proizvodnje.

U cilju saniranja takvog ekonomskog položaja mlekare traže i predlažu razna rešenja, među kojima je u najnovije vreme pakovanje tečnog mleka i mlečnih napitaka u papirnatu ambalažu. Neosporno, da je i to jedan od putova da se dođe do savremenijih i rentabilnijih rešenja, koja se u svetu već primenjuju, kako bi se poboljšala i kod nas komercijalna distribucija mleka i mlečnih napitaka. Posebno se ističe važnost komercijalne ambalaže za čitavu liniju tečnog mleka. Isključivu upotrebu klasične, staklene ambalaže danas su neke zemlje gotovo potpuno zamenile praktičnijom ambalažom, koja mnogo više odgovara potrebama tržišta i zahtevima potrošača.

Činjenica je da ambalažiranje konzumnog mleka i mlečnih napitaka u papirnatu ambalaži pokazuje stalan porast u mnogim zemljama s razvijenom mlekarskom industrijom, jer je očigledno da postoje izvesne tehnološke i ekonomske prednosti. Uopšte, nepovratna ambalaža je u stalnom porastu ne samo za distribuciju mleka i njegovih napitaka već i za sve ostale napitke prehrambene industrije. To je još jedan razlog više zašto i mlekarska industrija mora da traži savremenija rešenja za bolji plasman svojih proizvoda u konkurenciji s voćnim i ostalim napicima koji se takođe pakuju u papirnatu ambalažu.

U prvo vreme mislilo se da je važnost papirnatu (kartonske) ambalaže samo za prodaju u automatima (vending machines). Uskoro se, međutim, pokazalo da je znatan porast upotrebe nove ambalaže učinjen i kod prodaje napitaka u prodavnicama, pa čak i za njihovo raznošenje po kućama potrošača.