

Najnovija rješenja u pogledu primjene mljekovoda ne nalaze se više u planinama, nego u ravničarskim predjelima. Radi se o primjeni specijalnih plastičnih cijevi, s vrlo glatkom unutrašnjom površinom, različitog promjera, koje se polažu bez ikakve zaštite na 110—120 cm dubine. Takav mljekovod sproveden je od mljekare do pojedinih proizvođača na takav način, da sačinjava krug, čiji kraj je također u mljekari. U mljekari se nalazi vakuumski agregat, bezuljni kompresorski agregat, ciklon za prijem mlijeka i sprava za pranje. Kod proizvođača su osim potrebnih basena i posebni ventili, koje u mljekari otvaraju odnosno zatvaraju. Mlijeko se usisava u mljekovod s pomoću vakuuma, a potiskuje s pomoću posebnih kugli i komprimiranog zraka. Čišćenje s pomoću pomenutih kugli, vode, deterdenta i vode, pokazalo se kroz trogodišnju upotrebu kao zadovoljavajuće. Kod mljekovoda, čija dužina iznosi preko sedam kilometara broj mikroorganizama u mlijeku stalno je ispod 100 000. Prednosti tog sistema — u uvjetima gdje ga se može primijeniti — daleko su pred svima ostalima. Kod proizvođača otpada hlađenje, jer je hlađenje u transportu kroz zemlju, koja na toj dubini ima više-manje konstantnu temperaturu od oko 8° C. Prijevozi mlijeka otpadaju i ne može doći do teškoća uslijed lošeg vremena, puteva i sl. Količina mlijeka svakog proizvođača može se odijeljeno mjeriti i uzimati uzorak. Cijelim prijemom i čišćenjem rukovodi jedan čovjek sâm. Sabirnih krugova može biti više, pa je sada u gradnji jedan takav sistem s dužinama mljekovoda od 24 km u četiri kruga. Kod nas primijenit ćemo nešto modificirani, ali u biti isto takav sistem na PIK »Mladen Stojanović« u Bos. Gradišci, gdje smo predvidjeli sakupljanje mlijeka od 1600 krava raspoređenih u četiri centra, u jednu centralnu sabirnu mljekaru. U jednom drugom kombinatu gdje za sakupljanje mlijeka troše godišnje preko 100 miliona st. d, takav sistem, da se sakupi dnevno oko 50 000 litara mlijeka stajao bi prema gruboj kalkulaciji oko 60—70 miliona dinara.

Transport mlijeka s pomoću savremenih autocisterni i podzemnih mljekovoda gdje prilike to dopuštaju, možemo smatrati perspektivnim rješenjima, s kojima treba računati već danas.

**Dipl. inž. Stelkić Relja, Novi Sad**

Zavod za tehnologiju mleka

## **METODE ODREĐIVANJA KISELOSTI MLEKA**

Sveže, normalno mleko, ima slabo kiselu reakciju. Ta, primarna ili nativna kiselost, potiče od sastojaka mleka koji reaguju kiselo, a to su: kazein, na kojeg otpada 35—56% primarne kiselosti, kiseli fosfati na koje otpada 23—44% kiselosti, zatim citrati, ugljendioksid i laktoalbumini i globulini na koje otpada po oko 7% primarne kiselosti. (1)

Naknadno stvorena kiselost mleka, nastala usled rada mikroflora u mleku, naziva se sekundarnom ili dopunskom kiselošću. Ove dve kiselosti zajedno, primarna i sekundarna, odnosno nativna i dopunska, predstavljaju ukupnu kiselost mleka.

Kiselost mleka može se meriti ili određivanjem pH mleka ili titracijom s lužinom. Osnovna razlika između ove dve metode određivanja kiselosti je u tome, što prilikom merenja pH merimo aktivnu kiselost odnosno merimo

koncentraciju vodoničnih jona prisutnih u mleku, a nastalih usled disocijacije sastojaka mleka, dok prilikom određivanja titracione kiselosti mi merimo i latentnu kiselost koja potiče od momentalno nedisociраних kiselih sastojaka, a koji imaju veliki puferni kapacitet. Zbog toga, **mleko s povećanim suvim bezmasnim ostatkom može imati povećanu titracionu kiselost mada njegova aktivna kiselost ne mora biti povećana. Ovakvo mleko je u tehnološkom pogledu sasvim ispravno i ono će za preradu u neke proizvode biti i pogodnije zbog povećanog sadržaja suve materije (suvo mleko, sirevi i sl.)**. No, prilikom brzih ispitivanja na prijemnoj rampi mlekara, na ovu činjenicu se ne obraća pažnja, pa tako dolazimo u situaciju da poneki put vršimo u stvari negativnu selekciju mleka u odnosu na sadržaj suve materije u njemu.

Metode određivanja kiselosti mleka možemo podeliti na brze, rutinske i laboratorijske metode. Kod prvih nam je primarna brzina i jednostavnost postupka dok je tačnost u drugom planu, u većoj ili manjoj meri. Kod laboratorijskih metoda, primat ima tačnost merenja, a praktičnost same metode je sekundarna.

Koristeći ovu podelu, metode određivanja kiselosti mleka možemo ovako grupisati:

A) Laboratorijske metode —

1. određivanje kiselosti mleka titracijom
2. određivanje kiselosti mleka pH-metrom

B) Brze, rutinske metode —

1. određivanje kiselosti mleka indikatorskim papirima,
2. crvena proba,
3. alizarolna proba,
4. alkoholna proba.

## A) LABORATORIJSKE METODE

### 1. Određivanje kiselosti mleka titracijom

Postoji više metoda za određivanje kiselosti mleka titracijom, ali svima je zajedničko da koriste rastvor natrijum hidroksida (NaOH), uz dodatak alkoholnog rastvora fenolftaleina, kao indikatora, i da titraciju vrše do pojave bledocrvenkaste boje.

Sveže, normalno mleko, ima titracionu kiselost između 6,0—7,5° SH. Titraciona kiselost po metodi Soxhlet-Henkela, a po modifikaciji Morres-a, određuje se tako, da se 20 ml mleka titrira 0,1 n rastvorom NaOH, uz dodatak 1 ml 2%-nog alkoholnog rastvora fenolftaleina kao indikatora, do pojave bledocrvenkaste boje koja se neće izgubiti u roku od 2 minuta. Dvostruki broj utrošenih mililitara NaOH predstavlja kiselost u stepenima Soxhlet-Henkela (°SH)<sup>5</sup>.

**Međutim, striktno primenjena u praksi, ova metoda daje rezultate koji su većinom ispod 6,5°SH pa čak i ispod 6,0°SH, a što je iznenađujuće, s obzirom na kvalitet mleka u Vojvodini.** Zbog toga je preporučljivo usvojiti sledeću metodiku<sup>6</sup>: 20 ml mleka se titrira sa 0,1 n rastvorom NaOH uz dodatak 0,5 ml 2%-nog alkoholnog rastvora fenolftaleina (ili 1 ml 1%-nog rastvora fenolftaleina) do pojave boje koja odgovara boji 50 ml ispitivanog mleka kome je dodat 1 ml 5%-nog rastvora kobaltsulfata (CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O). Ovu mešavinu treba obnavljati svaka tri sata. Dvostruki broj mililitara 0,1 n rastvora NaOH utro-

šenih militara NaOH predstavlja kiselost u stepenima Soxhlet-Henkela Soxhlet-Henkel-a.

I metode Thörner-a i Dornic-a su u principu iste, samo su jedinice kiselosti odnosno stepeni u kojima se kiselost izražava nešto različiti.

1	°SH odgovara	2,25	°D odnosno	2,5	°T
6	„	13,50	„	15,0	„
7	„	15,75	„	17,5	„
8	„	18,0	„	20,0	„
9	„	20,25	„	22,5	„
10	„	22,5	„	25,0	„

Najčešće greške kod određivanja stepena kiselosti titracijom su sledeće:<sup>4</sup>

- usled penušavosti uzorka, uzima se manja količina uzorka i posledica je manji stepen kiselosti (kod pavlake, mlaćenice, mleka);
- usled nedovoljnog mešanja uzorka, ovaj može da sadrži manju količinu kazeina i stepen kiselosti će biti prenizak (pavlaka, mlaćenica);
- crvena boja na kraju titracije je suviše bleđa i dobijeni stepen kiselosti je suviše nizak;
- u uzorak je dodata nedovoljna količina indikatora, pa je dobijeni stepen kiselosti previsok;
- ako titraciju vršimo uz neodgovarajuću svetlost, posledica je previsoka kiselost;
- ako ne postoji standardna boja, kraj titracije nije uvek kod boje istog intenziteta i nastupaju razlike u rezultatima i pored savesnog rada.

## 2. Određivanje kiselosti mleka pH-metrom

pH kod svežeg, normalnog, mleka kreće se između 6,8 i 6,4. Samo merenje pH se izvodi po opštim pravilima rada s pH-metrom odnosno po uputstvu proizvođača instrumenta. Do sada se ovaj način određivanja kiselosti mleka koristio samo u laboratorijama, u naučne svrhe, ali pojavom pH-metra specijalne konstrukcije, određivanje kiselosti merenjem pH počelo je da se primenjuje i u svakodnevnoj kontroli kiselosti mleka u mlekarama, na prijemnoj rampi.

Detaljna uputstva za rad s ovim instrumentom kod prijema mleka data su u časopisu »Mljekarstvo« (brojevi 8 i 9 od god. 1965).

## B) BRZE METODE

### 1. Određivanje kiselosti mleka indikatorskim papirima

Postoji više vrsta ovih papira, ali zajedničko im je, da se skale boja razlikuju za po jednu jedinicu kiselosti. Za grubo određivanje kiselosti ovo je dovoljno. Rukovanje s njima je veoma lako, a sam postupak brz. Indikatorski papir se potopi u ispitivano mleko, izvadi i zatim se na priloženoj skali traži boja koja odgovara boji na delu papira s nanetim indikatorom. Pošto je pronađena odgovarajuća boja, na skali se pogleda kojoj vrednosti stepena kiselosti ta boja odgovara. Nedostatak metode je već navedena mala razlika u nijansama boje između dva uzastopna stepena kiselosti, pa su kod neizvežbanog oka moguće greške.

### 2. Crvena proba

Ovo je brza i jednostavna metoda za određivanje kiselosti mleka, odnosno, metoda koja nam daje podatke o tome da li mleko ima veću ili manju kiselost od one koju smo mi postavili kao granicu na prijemnoj rampi.

Kao osnova za pripremanje rastvora željene koncentracije, služi nam 0,625 n rastvor NaOH (25 g NaOH u litri rastvora). Zavisno od stepena kiselosti koji smo postavili kao graničnu vrednost uzimaju se određene količine toga osnovnoga rastvora i razblažuju s određenom količinom destilovane vode. Tako načinjeni rastvor mora na svakih 100 ml sadržavati i 4 ml 2%-nog rastvora fenolftaleina u alkoholu.

U tabeli 1 date su potrebne količine 0,625 n rastvora NaOH za pripremanje rastvora željene koncentracije, zavisno od stepena kiselosti koji smo uzeli kao graničnu vrednost.

Tabela 1

Količina osnovne lužine (u mililitrima) u rastvoru željene koncentracije <sup>4</sup>				
Granična kiselost	za 250 ml	za 500 ml	za 750 ml	za 1000 ml
	rastvora željene koncentracije			
6,0 °SH	5,2	10,4	15,6	20,8
6,5 "	5,7	11,4	17,1	22,8
7,0 "	6,2	12,4	18,6	24,8
7,5 "	6,7	13,4	20,1	26,8
8,0 "	7,2	14,4	21,6	28,8
8,5 "	7,7	15,4	23,1	30,8
9,0 "	8,2	16,4	24,6	32,8
9,5 "	8,7	17,4	26,1	34,8
10,0 "	9,2	18,4	27,6	36,8

Utrošak lužine kod crvene probe manji je nego kod titracije po Soxhlet-Henkel-u i to za oko 0,8°SH, pa je i količina potrebnog NaOH tako računata da se ta razlika eliminira. Ako nam kao polazna lužina služi n/4 NaOH onda uzimamo (°SH + 0,8) ml, n/4 NaOH uz dodatak 4 ml fenolftaleina na svakih 100 ml spravljenog rastvora. Na primer, ako smo kao graničnu vrednost uzeli 7,6°SH, onda uzimamo (7,6 + 0,8) ml = 8,4 ml n/4 NaOH, dodamo 4 ml 2%-nog alkoholnog rastvora fenolftaleina i dopunimo destilovanom vodom do 100 ml. Samo određivanje izvodi se na sledeći način: u čistu posudu, najbolje staklenu čašu, odpipetiramo 2 ml ispitivanog mleka i dodamo 2 ml pripremljene lužine željene koncentracije. Nakon mešanja posmatra se boja u posudi. Ako je rastvor u posudi bezbojan to znači da je kiselost mleka preko postavljene granice i obrnuto, ako egzistira i samo bleđa nijansa crvenkaste boje kiselost mleka je ispod postavljene granice.

### 3. Alizarolna proba

Ova jednostavna i brza proba nam omogućava da razlikujemo mleko koje ima povećanu titracionu kiselost usled bogatstva u bezmasnoj suvoj materiji, od mleka koje ima povećanu kiselost usled rada mikroflora odnosno, usled lošeg higijenskog kvaliteta mleka.

Od hemikalija nam je potreban zasićen rastvor alizarina u 68%-nom alkoholu a od pribora, pipete od 2 ili 5 ml i staklena čaša ili epruveta. Postupak je sledeći: u epruvetu se sipa 2 ili 5 ml mleka i ista količina alizarola. Sadržaj epruvete se promućka i posmatra se boja nastala u epruveti. Poređenjem sa etalomom na kome su date boje koje odgovaraju pojedinim stepenima kiselosti, saznajemo da li je mleko ispravno ili kiselo. Pored ovoga, posmatra se

i dejstvo alkohola na mleko jer kombinovani efekat kiseline iz mleka i alkohola dovodi do precipitacije proteina pa se u mleku javljaju pahuljice.

Tabela 2

Etalon za upoređenje boja kod alizarolne probe<sup>2</sup>

Boja probe	<sup>0</sup> SH uzorka	pH uzorka	izgled probe
crvenkasto-mrka.	6,5— 7,5	oko 6,5	bez pojave grušanja, sveže, normalno mleko
mrka	7,6— 8,5	„ 6,4	bez ili sa vrlo finim pahuljičastim grušom; početak kiseljenja
žućkasto-mrka	8,6—10,5	„ 6,3—6,1	gruš fino pahuljičast, do fino pahuljičast; slabo do poodmaklo kiseljenje
mrko-žuta	10,6—12,0	„ 5,9	ugrušci u vidu pahulja do krupnih pahulja; granica grušanja pri kuvanju
žuta	12,0 i više	5,7 i niže	gruš u vidu krupnih pahulja; pređena granica grušanja pri kuvanju

#### 4. Alkoholna proba

Izvesne orijentacione podatke o kiselosti mleka možemo dobiti i ovom metodom koja se zasniva na osobini mleka da se gruša uz dodatak iste količine 68%-nog alkohola, ukoliko je kiselost mleka preko 8,5<sup>0</sup>SH. Ova proba se obično kombinuje s primenom nekog od pH-indikatora, kao što je to urađeno u alizarolnoj probi. I ova je metoda jednostavna za izvođenje i sem 68%-nog alkohola nisu potrebne druge hemikalije. Izvodi se tako da se pomešaju jednake količine mleka i alkohola pa se posmatra pojava pahuljica koaguliranih proteina. Ukoliko je kiselost mleka ispod 8,5<sup>0</sup>SH, pahuljice se neće stvoriti. Ova metoda je naročito pogodna za određivanje stabilnosti mleka namenjenog za proizvodnju evaporiranog i sterilnog mleka. Dejstvo alkohola je takvo da on denaturira i dehidrira proteine i daje pozitivan rezultat i u kolostrumu i mastitisnom mleku a takođe i u mleku koje se slatko gruša usled dejstva renina koga stvara *B. mycoides* i njemu slični mikroorganizmi.

Pored ove »jednostruke alkoholne probe« imamo još nekoliko varijanta ove probe.

Tabela 3

Varijante alkoholne probe<sup>3</sup>

naziv probe	odnos mleko—alkohol		koncentracija alkohola	gruša se mleko preko ... <sup>0</sup> SH
jednostruka	1	1	68 % vol.	8,5 9,0
	1	2	70 „	7,75—8,0
dupla proba	1	2	68 „	sasvim sveže mleko se ne gruša
	1	1	44 „	11—12

#### Jedna od mogućnosti ubrzanja rada pri određivanju kiselosti mleka

Radi još većeg pojednostavljenja rada na brzom merenju kiselosti mleka konstruisani su razni tipovi aparata za brzo merenje kiselosti, u praksi nazvani »pištolji«.

Rukovanje s njima je veoma jednostavno i lako a dobijeni rezultati su u granicama potrebne tačnosti.

Pogodni su za korišćenje kod »crvene probe«, alkoholne i alizarolne probe. Kod nekih tipova tih aparata postoji mogućnost promene dela za uzimanje uzorka mleka, zavisno od probe kojom se koristimo, što ih čini još praktičnijim i ekonomičnijim.

Ovi pištolji naročito su pogodni za rad u sabirnim stanicama gde se prima mleko od većeg broja proizvođača kao i na prijemnim rampama po mlekarama, gde je brzina izvođenja probe od naročitog značaja.

#### Literatura :

1. Willey W.: Journal of Dairy Research, 1935, 6, 72, cit. prema O. Pejić i J. Đorđević: Mlekarski praktikum, 1963.
2. Kottterer R.: Untersuchung für das Molkereilaboratorium, Kempten/Allgäu, 1963.
3. Roeder G.: Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens, Hamburg und Berlin, 1954.
4. Schulz M. E.: Das Molkerei-Lexikon, 1952, Kempten-Allgäu
5. Dr Pejić O. i Đorđević J.: Mlekarski praktikum, Beograd, 1963.
6. Zavod za tehnologiju mleka. Novi Sad: Dopuna jedinstvene metodologije ispitivanja kvaliteta sirovog mleka, dopis članicama Koprodukta, juni 1966.

**Prof. dr Kruna Tomić-Karović, Zagreb**  
Mikrobiološki institut Stomatološkog fakulteta

## MLIJEKO U PRAHISTORIJI, ANTIČKIM KULTURAMA KAO I KOD STOČARSKIH PLEMENA AFRIKE

(Nastavak)

Narodi antike cijene mlijeko ne samo kao hranu, već i kao lijek. Hipokrat preporuča mlijeko kod uloga i tuberkuloze.



**Kasnije se krava daje u prisutnosti teleta i musti**