

HLAĐENJE I ODRŽAVANJE KVALITETA MLEKA PRI SAKUPLJANJU SVAKOG DRUGOG DANA*

Velimir JOVANOVIĆ, Mihailo OSTOJIĆ, Dragojlo OBRADOVIĆ,
Institut za mlekarstvo Jugoslavije Beograd

Uvod

Danas sa zadovoljstvom možemo konstatovati da je prihvatanje i hlađenje mleka na mestu proizvodnje zauzelo svoje čvrste pozicije i u našoj zemlji. Poznato je da kvalitet sirovog mleka zavisi kako od smanjenja primarne infekcije koja je rezultat preventivne proizvodne higijene, tako i od brzog hlađenja odmah po dobijanju, odnosno završetku muže, i čuvanja na niskoj temperaturi sve do isporuke mlekari. S obzirom na to možemo reći da je novonastala situacija masovne primene kompresorskog hlađenja mleka stvorila povoljne uslove da mlekarska industrija dobije kvalitetnu sirovinu. Osim toga, novi tehnološki postupak s mlekom na mestu proizvodnje smanjio je utrošak žive radne snage oko manipulacija s kantama pri utovaru, istovaru i pranju, jer je imperativno nametnuo primenu transportnih cisterni za sakupljanje i transport mleka do mlekare.

Međutim, novonastali uslovi stvorili su neke probleme koji zahtevaju svoje rešavanje. Jedan od njih je predmet naših ispitivanja. Nastojanje da se smanje troškovi pri sakupljanju mleka sa mesta proizvodnje, bilo od isturenih punktova ili pak onih na kojima se u pojedinim sezonama količina mleka rapidno smanjuje (do količina i ispod 50% od kapaciteta lociranih bazena za hlađenje mleka), naveli su nas na ideju da se u takvim slučajevima pristupi sakupljanju mleka svakog drugog dana. S tim u vezi postavili smo zadatak da našim ispitivanjima ustanovimo:

- brzinu hlađenja;
- održivost postignute temperature i
- kvalitet mleka,

pri uslovima prihvatanja, hlađenja i čuvanja mleka od četiri muže i njegovog sakupljanja, odnosno transportovanja, u mlekaru svakog drugog dana.

Materijal i metodika rada

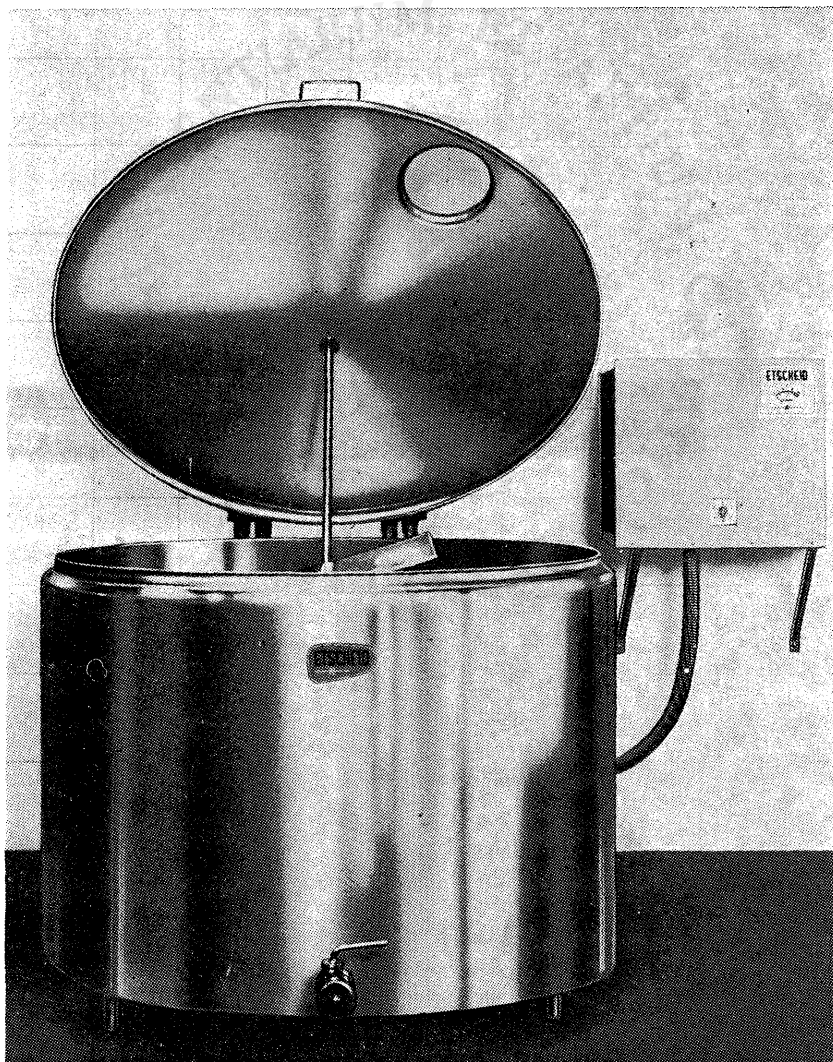
Predmetna ispitivanja su obavljena tokom septembra, oktobra i novembra 1971. godine u eksploatacionim uslovima na Poljoprivredno-školskom dobru Poljoprivrednog i Veterinarskog fakulteta Beogradskog univerziteta — Ekonomija Zemun Polje, kao i u laboratorijama Instituta za mlekarstvo Jugoslavije — Novi Beograd.

Prihvatanje, hlađenje i čuvanje mleka vršeno je u bazenu kapaciteta 800 l koji je proizvod firme Etscheid OHG — Neustadt — Wied iz Savezne Republike Nemačke (slika). Princip hlađenja je direktna ekspanzija preko spiralnog isparivača na dnu bazena, a rashladni medijum je freon-22. Oblik bazena je ovalan, a svi delovi koji dolaze u dodir s mlekom, pa čak i spoljni plašt, iz-

*Predavanje održano na X Seminaru za mljekarsku industriju od 10. i 11. veljače 1972. na Tehnološkom fakultetu, Zagreb.

rađeni su od nezardjiva čeličnog lima. Površina lima je glatka a spojevi obli, u blagim lukovima, što omogućava lako i efikasno čišćenje.

Vertikalni cilindrični bazen prekriven je pokretnim poklopcem, na kojem je ugrađen elektromotor s reduktorom i elisnom mešalicom sa 21 o/min. Mešalica je povezana s vremenskim prekidačem za periodično mešanje tokom



Bazen za hlađenje mleka (800 l) u kojem su vršena ispitivanja

lagerovanja. Preko elastičnog spoja bazen je povezan s kompresorskim agregatom koji je pričvršćen na otvor zida radi direktnog izbacivanja zagrejanog vazduha sa kondenzatora kompresora.

Kompresor je tip hermetik i preko termostata radi na automatskom uključanju, odnosno isključivanju iz rada, prema dirigovanoj temperaturi od 8°C,

odnosno 4°C. Komandna tabla je snabdevena i ugrađenim daljinskim termometrom s termoelektričnim elementom.

Tokom ispitivanja mleko je odmah po završetku ručne muže donošeno iz susedne štale u transportnim mlekarskim kantama od 30 l i sipano u bazen koji je lociran u prihvatnoj farmskoj mlekarići. Pošto je kapacitet bazena 800 l to je posle svake muže nalivano po 200 l mleka temperature cca 31°C. Temperatura mleka pre i u toku hlađenja i čuvanja konstatovana je putem živinog termometra sa podacima 1/10°C.

Uzimanje uzoraka mleka za laboratorijsko ispitivanje vršeno je po završetku faze hlađenja, odnosno kada je posle svake muže mleko u bazenu postiglo temperaturu od +4°C, kada se kompresor automatski isključivao iz rada. Uzimajući u obzir uticaj načina uzimanja i čuvanja uzoraka mleka na tačnost rezultata, strogo je vođeno računa da isti predstavljaju prosek cele količine mleka. Sterilni pribor, pedantnost pri uzimanju, konzerviranje u terenskom hladioniku i brzo slanje uzoraka u laboratoriju na analize, koje su počinjale oko 2^h posle njihovog uzimanja, omogućilo je dobijanje verodostojne slike bakteriološkog kvaliteta mleka u fazi uzimanja uzoraka.

Održavanje kvaliteta mleka je praćeno kroz prizmu promene:

- ukupnog broja bakterija (zasejavanje na hranljivi agar, inkubacija na +30°C, očitavanje posle dva dana) i
- broja psihrofilnih bakterija (zasejavanje na hranljivi agar, inkubacija na +4°C, očitavanje posle 21 dan).

Rezultati ispitivanja i diskusija

Vreme hlađenja, brzina i održivost postignute temperature mleka predstavljaju merne parametre temperaturnog režima koji je postignut tokom naših ispitivanja.

U tabeli 1 prikazani su podaci o hlađenju mleka večernje, odnosno prve muže.

Tabela 1

Prva faza hlađenja — 200 l mleka

	Vreme hlađenja u časovima	Temperatura mleka u ba- zenu u °C	Razlika u temperaturi mleka u °C između	
			ulaznog i mleka u bazenu	dva uzastopna čitavanja
Početak	0,00	31,0	0,0	—
Posle	0,15	25,0	6,0	6,0
Posle	0,30	19,0	12,0	6,0
Posle	0,45	14,0	17,0	5,0
Posle	1,00	9,0	22,0	6,0
Posle	1,15	4,5	26,5	4,5
Posle	1,19	4,0	27,0	0,5

Analizom podataka iz tabele 1 konstatujemo da je za hlađenje 200 l mleka ulazne temperature 31°C, potrebno 50 minuta da bi se temperatura snizila ispod 12°C (kritična temperatura za razvoj mikroorganizama), odnosno 1 čas i 19 minuta da se postigne temperatura od +4°C (sigurnosna zona od 1 do 4,4°C). Prosečna temperatura mleka u bazenu za ovaj interval hlađenja iznosila je 15,21°C. Upoređivanjem temperature ulaznog mleka (t. 31°C) s prosečnom temperaturom mleka u bazenu (t. 15,21°C) zaključujemo da je trenutno snižavanje temperature ulaznog mleka u proseku iznosilo 15,79°C. Iz razlike u

temperaturama mleka između dva uzastopna čitanja u vremenskom razmaku od 15 minuta, koja je u proseku iznosila 5,5°C, dolazimo do saznanja o brzini samog hlađenja.

Posle 13 časova od početka prve faze hlađenja, odnosno 11 časova i 41 minut od završetka hlađenja, u bazen sa 200 l ohlađenog mleka (t. 4°C) naliveno je 200 l mleka jutarnje, odnosno druge muže (t. 31°C). Postignuti rezultati druge faze hlađenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2

Druga faza hlađenja — 400 l mleka

	Vreme hlađenja u časovima	Temperatura mleka u ba- zenu u °C	Razlika u temperaturi mleka u °C između	
			ulaznog i mleka u bazenu	dva uzastopna čitanja
Početak	0,00	16,5	14,5	—
Posle	0,15	13,5	17,5	3,0
Posle	0,30	10,5	20,5	3,0
Posle	0,45	8,0	23,0	2,5
Posle	1,00	6,0	25,0	2,0
Posle	1,15	4,2	26,8	1,8
Posle	1,19	4,0	27	0,2

Iz podataka u tabeli 2 vidimo da je u akumuliranoj količini hladnoće (200 l mleka na 4°C), pri nalevanju iste količine mleka (t. 31°C) dobijena polazna temperatura zbirnog mleka od 16,5°C. Ovde je bilo potrebno nepunih 30 minuta da bi se temperatura snizila ispod 12°C, odnosno 1,19 časova do temperature 4°C. Prosečna temperatura mleka za vreme hlađenja u drugoj fazi iznosila je 8,96°C, a trenutno sniženje temperature ulaznog mleka u proseku je iznosilo 22,04°C. Kako se radi o većoj količini mleka (400 l), to je brzina hlađenja usporena, jer je uzastopna razlika između dva čitanja iznosila 2,46°C.

Nakon 9 časova i 30 minuta čuvanja (lagerovanja) 400 l mleka (t. 4°C), u bazen je naliveno novih 200 l mleka (t. 31°C) večernje, odnosno treće muže, i započeta treća faza hlađenja 600 l mleka a postignuti rezultati su prikazani u narednoj tabeli 3.

Tabela 3

Treća faza hlađenja — 600 l mleka

	Vreme hlađenja u časovima	Temperatura mleka u ba- zenu u °C	Razlika u temperaturi mleka u °C između	
			ulaznog i mleka u bazenu	dva uzastopna čitanja
Početak	0,00	12,5	18,5	—
Posle	0,15	11,0	20,0	1,5
Posle	0,30	9,5	21,5	1,5
Posle	0,45	8,0	23,0	1,5
Posle	1,00	6,5	24,5	1,5
Posle	1,15	5,0	26,0	1,5
Posle	1,30	4,0	27,0	1,0

Iz tabele 3 pre svega uočavamo da je još u trenutku nalevanja 200 l mleka treće muže (t. 31°C) u ohlađeno mleko iz prethodnih muža, postignuta temperatura zbirnog mleka 12,5°C, odnosno temperatura vrlo bliska kritičnoj temperaturi razvoja mikroorganizama i da je već kroz 1 čas i 30 minuta snižena temperatura na 4°C. Prosečna temperatura mleka u trećoj fazi hlađenja izno-

sila je 8,07°C, a trenutno sniženje temperature ulaznog mleka, odnosno temperaturna razlika ulaznog i mleka u bazenu u proseku je iznosila 22,93°C. Ovde je, zbog povećane količine mleka (600 l) brzina hlađenja iznosila u proseku 1,42°C.

Posle 11 časova i 30 minuta od završetka hlađenja treće faze, u 600 l hladnog mleka (t. 4°C), naliveno je poslednjih 200 l mleka (t. 31°C) jutarnje, odnosno četvrte muže, i započeta završna, četvrta, faza hlađenja 800 l mleka koja se odvijala prema podacima iznetim u narednoj tabeli 4.

Tabela 4

Četvrta faza hlađenja — 800 l mleka

	Vreme hlađenja u časovima	Temperatura mleka u bazenu u °C	Razlika u temperaturi mleka u °C između	
			ulaznog i mleka u bazenu	dva uzastopna čitanja
Početak	0,00	10,0	21,0	—
Posle	0,15	9,0	22,0	1,0
Posle	0,30	8,0	23,0	1,0
Posle	0,45	7,0	24,0	1,0
Posle	1,00	6,0	25,0	1,0
Posle	1,15	5,0	26,0	1,0
Posle	1,30	4,0	27,0	1,0

Kako se ovde radi o velikoj akumuliranoj količini hladnoće (600 l mleka iz prethodne tri muže temperature 4°C), to je po nalevanju 200 l (t. 31°C) četvrte muže zbirno mleko imalo temperaturu 10°C. Trenutno sniženje temperature je iznosilo 21°C, odnosno prosečno 24°C, pošto je prosečna temperatura mleka u bazenu za vreme četvrte faze hlađenja iznosila 7°C. S obzirom da je ovde reč o hlađenju 800 l mleka, to je i brzina hlađenja smanjena na 1°C za 15 minuta.

Rekapitulacija prosečnih temperatura po pojedinim fazama hlađenja data je u tabeli 5, a grafički prikaz hlađenja mleka 4 muže u grafikonu 1.

Tabela 5

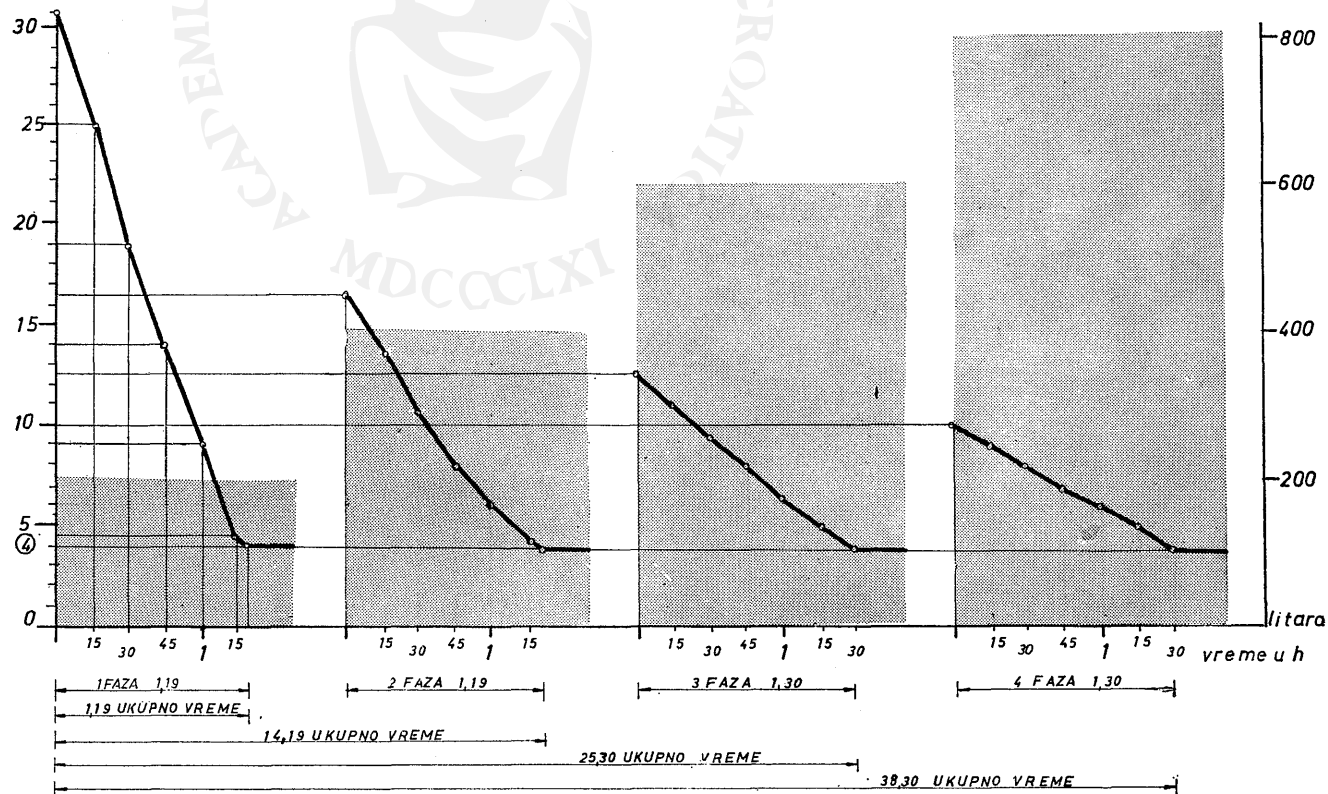
Prosečne temperature pojedinih faza hlađenja

Faze hlađenja	Količina mleka u l	Početna t. mleka u °C	Prosečne temperature mleka u °C		
			u bazenu	Razlike u temperaturi između ulaznog i mleka u bazenu	dva uzastopna čitanja
1.	200	31,0	15,21	15,79	5,50
2.	400	16,5	8,96	22,04	2,46
3.	600	12,5	8,07	22,93	1,42
4.	800	10,0	7,00	24,00	1,00

Pri oceni iznetih rezultata u prednjim tabelama i njihovom grafičkom prikazu, treba imati na umu i podatak da je hlađenje i čuvanje mleka između pojedinih faza hlađenja vršeno pri temperaturi prostorije koja se za vreme ispitnog perioda od tri meseca kretala od 16 do 24°C. Na održavanje postignute temperature mleka nije se znatno odrazilo kolebanje temperature vazduha u prostoriji. Naime, postignuta temperatura je tokom lagerovanja između dve faze hlađenja izmenjena svega za 0,1 do 0,3°C. Ovakva konstantnost temperature ukazuje na efikasnu izolaciju bazena za hlađenje koja je postignuta

grafikon 1. HLADENJE MLEKA 4 MUŽE U BAZENU OD 800l.

prosečna temperatura prostorije 20°C



izolacionim slojem od 35 mm poliuretana, koji se nalazi između bazena i spoljnog omotača.

Postignuti rezultati u svim fazama hlađenja ukazuju da je brzina hlađenja sasvim dovoljna, jer se za relativno kratko vreme snižavala temperatura ispod 12°C, tj. ispod kritične temperature za porast mikroorganizama, odnosno brzo postizala temperatura od 4°C, tj. do sigurnosne temperaturne zone za održavanje kvaliteta mleka (sprečavanje razvoja mikroorganizama).

Ovako intenzivno hlađenje postignuto u svim fazama našeg ispitivanja uklapa se u normative koji su propisani u nekim mlekarSKI razvijenijim zemljama (SAD, Francuska, Danska).

Kako su se odrazili na njegov kvalitet brzina hlađenja, postignut temperaturni stupanj i dužina čuvanja mleka četiri muže možemo ilustrovati podacima iznetim u tabeli 6.

Tabela 6

Stadijum hlađenja i lagerovanja			Prosečna t. mleka u fazi hlađenja u °C	Prosečni sadržaj bakterija u 1 ml	
Vreme uzimanja uzoraka	Vreme hlađenja	Ukupno vreme		ukupni broj	broj psihrofila
Na kraju 1. faze	1,19	1,19	15,21	76.833	18.500
Na kraju 2. faze	1,19	14,19	8,96	75.833	26.000
Na kraju 3. faze	1,30	25,30	8,07	134.833	33.166
Na kraju 4. faze	1,30	38,30	7,00	248.666	52.166

Analizom podataka iz tabele 6 pre svega uočavamo značajnu činjenicu da su faze hlađenja u svim stadijumima bile u okviru trajanja baktericidne faze. Ova činjenica nam govori da su na očuvanje kvaliteta mleka sinhronizovano delovali baktericidna faza i niski temperaturni režim, kao bitni ekološki faktor koji deluje na sprečavanje razvoja mikroorganizama u mleku. Parametri kvaliteta mleka su prosečna vrednost broja bakterija u 1 ml. mleka (ukupni broj i broj psihrofila).

Prosečni ukupni broj (76.833) i prosečni broj psihrofila (18.500), po završetku prve faze hlađenja, odnosno mleka prve muže, koji je relativno mali, govori nam da je u pitanju mali inicijalni broj mikroorganizama. Ta činjenica nam ukazuje da se radi o relativno povoljnim higijenskim uslovima u prethodnim operacijama (čista stoka, higijena muže i pribora), što je kontaminaciju mleka svelo do, možemo slobodno reći, zavidnih rezultata.

Uzorak mleka uzet po završetku druge faze hlađenja karakteriše prosečni ukupni broj od 75.833, odnosno broj psihrofila 26.000. Usporedimo li ove cifre s prethodnim (po završetku prve faze), uzimajući u obzir dozvoljenu tolerantnost od 30% u pogledu tačnosti tehnike prebrojavanja bakterija, dolazimo do zaključka da pri ostvarenoj brzini hlađenja i vremenu lagerovanja nije došlo ni do kakvog razmnožavanja. Šta više, grubim poređenjem, bez eliminisanja dozvoljene tolerancije, uočava se izvesno smanjenje ukupnog broja. Međutim, broj psihrofila, u poređenju sa prethodnom fazom, pokazuje laganu tendenciju porasta.

Rezultati posle treće faze već ispoljavaju tendenciju porasta, koja je, s obzirom na proteklo vreme od 25 časova i 30 minuta, veoma slaba.

Posle doleivanja mleka četvrte muže i završene četvrte faze hlađenja dobili smo ukupni broj 248.666, odnosno broj psihrofila 52.166, koji nam govore o

kvalitetu hlađenog mleka četiri muže, tj. posle 38 časova i 30 minuta od početka prve faze hlađenja. Kod ukupnog broja se zapaža izvesno povećanje u odnosu na početni broj, kao i uočena stagnacija u drugoj fazi. Međutim, kod broja psihofila možemo utvrditi konstantnu tendenciju porasta u svim fazama. Imajući u vidu poreklo i načine prodiranja psihofilnih mikroorganizama, kao i štetne posledice na proizvode dobijene od mleka koje je pretrpelo promene pod njihovim dejstvom, dolazimo do saznanja o neminovnosti preduzimanja mera za smanjenje inicijalnog broja.

Postignuti kvalitet mleka, cenjen kroz parametre ukupnog broja ili broja psihofila, spada u kategoriju mleka, odnosno takve sirovine kakvu bi samo mogle poželeti i mlekarski najrazvijenije zemlje. Ovi rezultati u poređenju s Pravilnikom o bakteriološkim uslovima, kojima moraju odgovarati životne namirnice u prometu, tj. njegovim članom 14. koji glasi: »Sirovo mleko ne sme sadržati više od 5,000.000 bakterija kontaminenata u 1 ml mleka«, ukazuju da je moguće pristupiti prihvatanju, hlađenju i čuvanju mleka četiri muže i sakupljanju svakog drugog dana pod uslovima da je zastupljena odgovarajuća proizvodna higijena.

Upoređivanjem dobijenih rezultata s rigoroznim američkim bakteriološkim normama za sirovo mleko, koje za A klasu dozvoljavaju maksimalni broj bakterija do 200.000/ml., odnosno za B klasu do 1,000.000/ml. pri prijemu u mlekaru, dolazimo do zaključka da i mi raspoložemo tehničkim sredstvima (savremeni bazeni za hlađenje mleka) za postizanje brzog hlađenja i održavanje neutralne temperature (sigurnosna zona), koja, u sinhronizovanom dejstvu s visokom proizvodnom higijenom, omogućavaju očuvanje kvaliteta mleka i pod uslovima sakupljanja svakog drugog dana.

S obzirom da se radi o relativno kratkom vremenu čuvanja na niskim temperaturama, nije došlo do značajnog porasta ni psihofilne mikroflore, to organoleptičkim ispitivanjima koja smo vršili posle svake faze hlađenja nismo mogli da konstatujemo nikakve promene u odnosu na karakterističan miris i ukus svežeg mleka.

Na ovako zavidan kvalitet mleka nesumnjivo je uticala i uspešno obavljena sanitizacija bazena. Kvalitetni materijal (nezardivi čelični lim), podesna konstrukcija (obli spojevi u blagim lukovima) i dobra obrada (polirane površine) bazena omogućili su primenu efikasne sanitizacije koja je doprinela smanjenju inicijalnog broja bakterija.

Z a k l j u č i

Brzina hlađenja u svim fazama, kao i održavanje postignute temperature u intervalima između pojedinih muža, pružaju takav temperaturni režim koji odgovara zahtevima usvojenih normativa u nekim mlekarski razvijenijim zemljama. Brzo snižavanje temperature hlađenog mleka ispod kritične temperature razvoja mikroorganizama i njeno brzo spuštanje i održavanje na neutralnoj temperaturi imalo je u svim fazama pozitivno dejstvo na sprečavanje razvoja mikroorganizama. Ostvareni temperaturni režim, pri zastupljenim higijenskim uslovima u procesu muže i efikasne sanitizacije bazena za hlađenje, uticali su na očuvanje takvog kvaliteta mleka kakav se predviđa i najrigoroznijim bakteriološkim normama za sirovo mleko.

Prednja saznanja nam omogućavaju da damo pozitivan odgovor na pitanja postavljena u početku naših ispitivanja, tj. da je moguće pristupiti pri-

hvatanju, hlađenju i čuvanju mleka četiri muže i sakupljanju svakog drugog dana bez bojazni da će se narušiti njegov kvalitet samo u takvim slučajevima kada imamo bazene s ovakvim tehničkim karakteristikama i tehnološkim svojstvima i kada su preduzete odgovarajuće higijenske mere u procesu muže i održavanja bazena.

U današnjim uslovima intenzivnog povećavanja broja uređaja za hlađenje mleka na mestu proizvodnje, kada se počinje s traženjem rešenja za smanjivanje transportnih troškova, moramo preduzeti najenergičnije mere za dosledno sprovođenje proizvodne higijene, kako bismo smanjili primarnu infekciju a posebno prodiranje psihrofila u hlađeno mleko u kojem imaju uslove za svoj razvoj i štetno dejstvo na smanjenje tehnoloških svojstava mleka kao sirovine.

S tim u vezi u našim daljim istraživanjima treba dati odgovor na pitanje koji bi temperaturni stupanj eventualno efikasnije delovao na sprečavanje razvoja psihrofilne mikroflore.

Suočeni smo s prvim lošim iskustvima u pogledu pravilnog korišćenja bazena za hlađenje mleka na mestu proizvodnje. Mlekarska industrija, i pored ogromnih finansijskih sredstava uložениh u nabavku skupocene opreme, još uvek ne dobija sirovinu odgovarajućeg kvaliteta. Ova činjenica nas upućuje na aktiviranje sirovinske kontrolno savetodavne službe pri mlekarama, pred kojom stoje ogromni zadaci da, između ostalog, doprinese pravilnom korišćenju skupocene opreme, koja samo u sklopu s ostalim merama može doprineti da mlekarska industrija dobije kvalitetnu sirovinu.

Literatura

1. Olaf Aule i Torsten Storgards (1962): Die Kühlung der Rohmilch in kleinen Bauernhöfen mit Tankwagen-Milchsammlung (Abholung jeden zweiten Tag) in Hinsicht auf die bakteriologisch-hygienische Qualität der Milch (XVI internationaler milchwirtschaftskongress, Kobenhavn).
2. H. Cersovsky und S. Neubert (1966): Die Anwendung moderner Milchkühlverfahren in der Landwirtschaft unter Beachtung hygienischer, kältetechnischer, technologischer und ökonomischer Gesichtspunkte (XVII Internationaler Milchwirtschaftskongress, München).
3. Darko Škrinjar (1966.): Utjecaj higijene proizvodnje i hlađenja mlijeka na bakterijsku floru («Mljekarstvo» br. 6 i 7, Zagreb).
4. V. Jovanović (1968.): Efekti primarne obrade mleka («Mljekarstvo» br 4, Zagreb).
5. V. Jovanović (1969.): Problem snabdevanja mlekarske industrije kvalitetnom sirovinom (s osobitim osvrtom na hlađenje mleka na mestu proizvodnje) («Mljekarstvo br. 1, Zagreb).
6. L. Vantilborgh (1970.): Etude Technique Comparative de Refroidisseurs de Lait (Merelbeke/Gent.)

Vijesti

IZVJEŠTAJ MEĐUNARODNOG MLJEKARSKOG SAVEZA

Seminar Međunarodnog mljekarskog saveza o pakovanju u Čehoslovačkoj svibanj/lipanj 1972.

M. Tezly, direktor Istraživačkog zavoda u Pragu i predsjednik nacionalnog čehoslovačkog komiteta Međunarodnog mljekarskog saveza nedavno je obavijestio generalni sekretarijat u Brüsselu, da je Savezno ministarstvo poljopriv-