

mleka kao jednom novom kvalitativnom pokazatelju mleka. Izvesna ispitivanja koja su izveli Schmidt i Koops (7) pokazala su da toplotna stabilnost može da bude pod uticajem kombinacije nekih genetskih forma proteina.

Ispitivanja su pokazala da je elektroforetska pokretljivost različita kod istih frakcija proteina mleka od raznih vrsta. Ta osobina je praktično primenjena za identifikaciju vrste mleka kao što je mleko žene, krave, ovce i koze. Već 1% dodatog kravljeg mleka kozijem, ili 2% istog dodatog ovčijem može se sa sigurnošću da utvrdi, Aschaffenburg (8), Assenat (9). Takođe, čak i u zreлом siru može se utvrditi vrsta mleka od kojeg je isti izrađen.

Literatura

1. International action to avert the impending protein crisis OUN, New York 1968, No. E. 68. XIII. 2
2. Thompson, M. P., Tarssuk, N. P., Jenness, R., Lillevik, H. A., Ashworth, U. S., & Rose, D.: Nomenclature of the proteins of cow's milk — second revision. *J. Dairy Sci.* **48** 159 1965.
3. Thompson, M. P. & Pepper, L.: *J. Dairy Sci.* **47** (3) 293 1964.
4. Gordon, W. G. Basch, J. J. & Thompson, M. P.: *J. Dairy Sci.* **48** 1010 1965.
5. Peterson, R. F., Nauman, L. W. & Hamilton, D. F.: *J. Dairy Sci.* **49** (6) 601 1966.
6. Kalan, E. B., Greenberg, R., Walter, M. & Gordon, W.: *Biochem. Biophys. Research Communications* **16** 199 1964.
7. Schmidt, D. G. & Koops, J.: *Neth. Milk Dairy J.* **19** 63 1965 i XVII Intern. Dairy Congress E. 3 109 1966.
8. Aschaffenburg, R. & Dance, J.: *J. Dairy Res.* **35** 383 1968.
9. Assenat, L.: *Le lait* No. 467. 468 1967.

Dipl. inž. Marija Crnobori,
dipl. inž. Jelisava Gluvaković i
dipl. inž. Nevenka Pesić, Županja
»Pionir«, tvornica mlječnog praška

KEMIJSKO-FIZIČKA I BAKTERIOLOŠKA SVOJSTVA* MLIJEKA U PRAHU KAO POKAZATELJI NJEGOVE KVALITETE

Kvaliteta mlijeka u prahu određena je njezinim kemijskim, fizičkim i bakteriološkim svojstvima. U našoj zemlji, mlijeko u prahu koje se stavlja u promet mora ispunjavati u pogledu kvalitete uvjete koje propisuje Pravilnik o kvaliteti i Pravilnik o bakteriološkim uvjetima živežnih namirnica u prometu. Pored ovoga, zahtevi na kvalitetu mlijeka u prahu su veoma različiti i zavise o tome u koju svrhu je ono namijenjeno. Tako, mlijeko u prahu namijenjeno rekonstituciji mora imati gotovo idealnu topljivost, ono namijenjeno za preradu sladoleda pored topljivosti mora imati i dobru sposobnost bubrenja, za izradu jogurta mora imati dobru sposobnost koagulacije itd. Svi ovi zahtevi rezultat su kemijsko-fizičkih i bakterioloških svojstava mlijeka u prahu.

Imajući na umu navedene zahtjeve tržišta, naš laboratorij pratio je pored redovne kontrole procesa proizvodnje i neke kemijsko-fizičke i bakteriološke pokazatelje, koji također utiču na kvalitetu proizvoda. Kemijska ispitivanja

* Referat sa VII Seminara za mljekarsku industriju, 13–14. 2. 1969, Tehnološki fakultet, Zagreb.

odnosila su se na određivanje sadržine slobodne masti u mlijeku u prahu, kao i na njenu pojavu u toku tehnološkog procesa, kako bi na temelju dobivenih rezultata mogli uticati na njeno smanjenje u gotovu proizvodnju. Praćenje fizičkih osobina imalo je za cilj da u prvom redu ustanovimo kakova fizička svojstva posjeduje naše mlijeko u prahu kako bi nam ti podaci poslužili pri podešavanju režima prerade mlijeka u prah i postizavanju dobrih fizičkih svojstava mlijeka u prahu. Bakteriološkim ispitivanjima želili smo odrediti bakteriološku ispravnost proizvedenog mlijeka u prahu, pronaći eventualne izvore kontaminacije radi njihovog otklanjanja. U daljnjem izlaganju iznijet ćemo rezultate ovih ispitivanja.

Slobodna mast

Slobodna mast predstavlja onaj dio mlječne masti koji nema zaštitne membrane i koji je zbog toga veoma podložan brzim promjenama, koje mijenjaju organoleptička svojstva, odnosno smanjuju trajnost proizvoda. Nas je interesiralo kolika je sadržina slobodne masti mlijeka u prahu, odnosno koliko ima slobodne masti u sirovom mlijeku, a koliko se stvara u toku proizvodnog procesa uslijed mehaničkog i termičkog djelovanja. U tu svrhu ispitivana je sadržina slobodne masti u sirovom mlijeku, evaporiranom mlijeku i mlijeku u prahu. Rezultati tih ispitivanja izneseni su u prosjeku po mjesecima u tabeli 1.

Tabela 1

Sadržina slobodne masti u sirovom mlijeku, evaporiranom mlijeku i mlijeku u prahu

Mjesec	Sirovo mlijeko			Evaporirano mlijeko			Mlijeko u prahu		
	% masti	% slob. masti	% slob. masti od ukup. masti	% masti	% slob. masti	% slob. masti od ukup. masti	% masti	% slob. masti	% slob. masti ukup. masti
I	3,96	0,165	3,95	10,0	0,060	0,600	26,2	5,48	22,5
II	3,80	0,139	3,65	9,9	0,055	0,555	25,1	4,39	18,1
III	3,78	0,121	3,18	10,18	0,071	0,691	24,45	3,65	14,4
IV	3,78	0,117	3,13	9,6	0,050	0,520	25,21	3,45	13,84

Podaci iz tabele pokazuju da je količina slobodne masti u sirovom mlijeku bila znatna. Međutim, u toku prerade mlijeka dolazi istovremeno do smanjenja, ali i do stvaranja novih količina slobodne masti. Mehanički utjecaji prerade djeluju paralelno u smislu homogenizacije i ujedno na daljnje kidanje zaštitne opne mlječne masti i na njeno oslobađanje. Ovo je vidljivo također i iz naših rezultata dobivenih ispitivanjem evaporiranog mlijeka i mlijeka u prahu. U evaporiranom mlijeku došlo je do smanjenja sadržine slobodne masti, dok je opet u mlijeku u prahu ta sadržina porasla. Iz navedenih podataka u tab. 1 vidi se, da je utjecaj tehnološkog procesa pogodovao stvaranju slobodne masti, i to u onom dijelu od evaporiranog mlijeka do mlijeka u prahu. Stoga je bilo potrebno u tom dijelu prerade sagledati koji su to faktori koji utiču na stvaranje slobodne

masti, kako bi se oni mogli otkloniti. Prema navodima F a v s t o v e (1) stvaranje slobodne masti u toku procesa proizvodnje može se smanjiti:

- povećanjem koncentracije evaporiranog mlijeka
- skraćanjem vremena držanja evaporiranog mlijeka u tenku prije sušenja
- miješanjem evaporiranog mlijeka u tenku prije sušenja, čime se sprečava stvaranje masne opne na površini
- brzim hlađenjem mlijeka u prahu na temperaturu do 25°C odmah nakon izlaska iz komore za sušenje
- uvođenjem u tehnološki proces proizvodnje mlijeka u prahu homogenizaciju evaporiranog mlijeka prije sušenja.

Imajući u vidu ove navode, posebnu smo pažnju u tehnološkom procesu obratili na ove faktore, a također izvršili i ispitivanje sadržine slobodne masti kod mlijeka u prahu proizvedenog iz homogeniziranog i nehomogeniziranog evaporiranog mlijeka. Rezultati ovih ispitivanja pokazali su da se je sadržina slobodne masti u mlijeku u prahu svela na oko 12% od ukupne masti, ako je mlijeko u prahu proizvedeno od nehomogeniziranog evaporiranog mlijeka. Međutim, sadržina slobodne masti u mlijeku u prahu proizvedenom od homogeniziranog evaporiranog mlijeka iznosila je svega 1,78% od ukupne masti.

Smanjenje sadržine slobodne masti u mlijeku u prahu od oko 22% od ukupne masti na oko 12% od ukupne masti odrazila se na poboljšanje kvalitete proizvoda. Organoleptička ocjena pokazala je da u rekonstituiranom mlijeku nema prisutnog stranog priokusa i mirisa. I pored toga potrebno je ovaj problem i dalje tretirati, i to u odnosu na upotrebljenu sirovinu u proizvodnji, njen tretman u primarnoj obradi, transportu i konačno odabiranju za proizvodnju mlijeka u prahu.

Fizička svojstva mlijeka u prahu i njegovih čestica mogu kao i kemijski sastav dati proizvodu različita svojstva. Poznato je da se mlijeko u prahu proizvedeno sistemom raspršivanja sastoji iz ovalnih čestica, koje u sebi sadrže jednu količinu zraka. Unutarnji zrak u čestici utiče na težinu čestice i praha, a osim toga djeluje i na promjene mlječne masti, čime se smanjuje trajnost mlijeka u prahu. Da bi ustanovili kakova fizička svojstva posjeduje mlijeko u prahu proizvedeno u našoj tvornici, vršili smo ispitivanje nekih pokazatelja, da bi zatim mogli u procesu proizvodnje donijeti određene zaključke.

Nasipna težina

Pod nasipnom težinom mlijeka u prahu podrazumijeva se težina jedinice materije (g/ml, kg/l, t/m³) uključujući i prazninu među česticama. Nasipna težina suhih proizvoda zavisi o specifičnoj težini materije iz koje su izrađeni, a također i o veličini, obliku i strukturi (poroznosti) čestice, te o vlažnosti proizvoda. Kod određivanja spec. tež. mlijeka u prahu sadržina vlage mora se svesti na postojanu količinu. B e c k e t t i d r. (2) navode da se nasipna težina komercijalnog mlijeka u prahu proizvedenog raspršivanjem kreće od 48 do 68 g 100 ml. Prva naša ispitivanja mlijeka u prahu pokazala su da nasipna težina iznosi oko 50 g/100 ml. Da bi povećali nasipnu težinu, tj. dobili mlijeko u prahu s kompaktnijim česticama, vršili smo uporedna ispitivanja koncentracije evaporiranog mlijeka i nasipne težine mlijeka u prahu. Naime, poznato je da je količina zraka u čestici tijesno povezana sa stepenom koncentracije evaporiranog mlijeka prije sušenja. Što je stepen koncentracije evaporiranog mlijeka veći, to će sadržina zraka u česticama praha biti manja, a time će i težina čestica i praha biti veća. Rezultate tih ispitivanja iznosimo u tabeli 2.

Tabela 2

Nasipna težina mlijeka u prahu u zavisnosti o suhoj tvari evaporiranog mlijeka

Broj ispitanih uzoraka	Evaporirano mlijeko	Mlijeko u prahu
	% suhe tvari	nasipna tež. u g/100 ml
3	43,53	50,33
14	46,28	51,78
8	48,85	51,81
10	50,13	52,00

Iz dobivenih podataka vidi se da je najveću nasipnu težinu imalo mlijeko u prahu proizvedeno iz evaporiranog mlijeka sa oko 50% suhe tvari. Daljnja naša ispitivanja nasipne težine pokazuje da se ona kreće oko 53%. Ovaj nam podatak pokazuje da se mlijeko u prahu s ovakovim fizičkim svojstvima sastoji iz kompaktnijih čestica, koje u sebi imaju količinu unutaršnjeg zraka, a što je opet garancija i za veću trajnost kao i bolju kvalitetu mlijeka u prahu. Povećanjem nasipne težine mlijeka u prahu proizvedenog u našoj tvornici uklopamo se u srednje vrijednosti navedene u literaturi za nasipnu težinu mlijeka u prahu proizvedenog sistemom raspršivanja.

U daljnjem radu bilo nam je interesantno pratiti i slijedeće fizičke osobine mlijeka u prahu: spec. težinu suhe tvari mlijeka u prahu, relativnu čvrstoću i poroznost mlijeka u prahu.

Specifična težina suhe tvari

Spec. težina suhe tvari ima uticaj na topljivost mlijeka u prahu, odnosno na mogućnost tonjenja čestica mlijeka u prahu prilikom rekonstitucije. Ona se izračunava na ovaj način: 100 grama mlijeka u prahu sa 25,6% masti sadrži prosječno:

25,6% masti (čija je spec. težina	0,93 g/ml)	pa ima volumen	27,52 ml
28,7% bjelančevine (čija je spec. tež.	1,45 g/ml)	pa ima volumen	19,79 ml
38,5% laktoze (čija je spec. težina	1,53 g/ml)	pa ima volumen	25,16 ml
5,2 mineral. tvari (čija je spec. tež.	2,8 g/ml)	pa ima volumen	1,85 ml
2,0% vlage (čija je spec. težina	1,0 g/ml)	pa ima volumen	2,00 ml

100 g mlijeka u prahu ima volumen 76,32 ml

Spec. težina navedenog mlijeka u prahu iznosi (100 : 76,32) 1,31 g/ml.

V e r h o o g (3) navodi da čestice mlijeka u prahu kada se miješaju s vodom plivaju, ako je njihova specifična težina ispod 1,21 g/ml. Ova gustoća odgovara kod punomasnog mlijeka u prahu sadržini zraka od 7%, pa je dakle ta sadržina zraka u čestici kritična vrijednost za tonjenje (sinkability). Prema ovome, specifična težina mlijeka u prahu može poslužiti i kao indirektna metoda za određivanje zraka u čestici mlijeka u prahu.

Ako nasipnu težinu stavimo u omjer sa specifičnom težinom suhe tvari mlijeka u prahu, dobijemo jedan odnos koji predstavlja relativnu čvrstoću mlijeka u prahu, s pomoću koje se dalje može odrediti i poroznost mlijeka u prahu.

Relativna čvrstoća za naše mlijeko u prahu iznosi 40,7 (ako je nasipna težina 53 g/100 ml, a spec. težina 1,3) (53 : 1,3).

Poroznost

Poroznost mlijeka u prahu predstavlja onaj dio volumena koji je zauzet porama među česticama i u njima samima. Poroznost se određuje na taj način, da se od 100 odbije relativna čvrstoća mlijeka u prahu.

Rezultati naših ispitivanja o spec. težini, relativnoj čvrstoći, poroznosti i nasipnoj težini mlijeka u prahu izneseni su u tabeli 3.

Tabela 3

Odnos spec. težine, relativne čvrstoće, poroznosti i nasipne težine mlijeka u prahu

Spec. težina mlijeka u prahu	Relativna čvrstoća	Poroznost	Nasipna težina mlijeka u prahu u g/100 ml
1,350	38,5	61,5	52
1,350	38,5	61,5	52
1,352	42,4	57,8	57
1,350	34,8	65,2	47
1,350	37,1	62,9	50
1,353	36,2	63,8	49
1,352	38,5	61,5	52
1,345	36,3	63,7	49
1,342	36,4	63,6	49
1,342	37,2	62,8	50
1,340	36,6	63,4	49
1,349	39,5	60,5	53
1,345	37,1	62,9	50
1,342	39,2	60,8	53
1,342	39,2	60,8	53
1,345	38,9	61,1	52
1,341	40,2	59,2	54
1,344	37,1	62,9	50
1,342	40,0	59,6	54
1,360	39,7	60,3	54
1,360	39,0	61,0	53
1,360	38,6	61,4	52
1,365	38,2	61,8	52
1,365	39,0	61,0	53
1,360	40,4	59,6	55
1,365	37,5	62,5	51

Iz navedenih podataka se vidi da je u našim uzorcima najmanja poroznost bila kod mlijeka u prahu sa spec. težinom 1,352, relativno čvrstoćom 42,2 i nasipnom težinom 57, a iznosila je 57,8. Najveća poroznost bila je kod uzoraka sa spec. težinom 1,350, relativnom čvrstoćom 34,8 i nasipnom težinom 47, a iznosila je 65,2. Na temelju odnosa pojedinih podataka može se konstatirati da mlijeko u prahu s najvećom nasipnom težinom, spec. težinom i relativnom čvrstoćom ima najmanju poroznost i obrnuto.

Osim toga, na temelju dobivenih rezultata o fizičkim svojstvima mlijeka u prahu može se vidjeti da je nasipna težina takav pokazatelj, na temelju kojega se može govoriti o kvaliteti mlijeka u prahu. Što je veća nasipna težina, količina zraka u česticama praha bit će manja, pa će i kvaliteta mlijeka u prahu u pogledu topljivosti biti veća (čestice sa mnogo zraka prilikom rekonstitucije plivaju na vodi), kao i u pogledu trajnosti (nutarnji zrak djeluje na oksidaciju mliječne masti).

Bakteriološka ispitivanja sprovedena su radi toga, da bi se moglo zaključiti da li je u primjeni određenog tehnološkog procesa proizvodnje došlo do odstupanja, kako u pogledu održavanja čistoće postrojenja, tako i u pogledu održavanja određenog režima prerade. Mlijeko u prahu proizvedeno uz odgovarajući toplinski tretman sadrži mali broj mikroorganizama, ali je zato i njegova flora specifična i uglavnom se sastoji od termorezistentnih mikroorganizama.

Naša bakteriološka ispitivanja obuhvatila su 554 uzorka mlijeka u prahu, a rezultati nalaza bili su slijedeći:

- ukupan broj bakterija kontaminenata u 1 g mlijeka u prahu kretao se:

do 20 000	70,94%
od 20 000—50 000	11,38%
od 50 000—100 000	7,22%
preko 100 000	10,46%
- broj termorezistentnih bakterija u 1 g mlijeka u prahu:

do 5000	93,02%
od 5000—10 000	5,85%
preko 10 000	1,16%
- nalaz *E. coli* u 0,1 g bio je pozitivan kod 2,88% ispitanih uzoraka
- nalaz *Staphylococcus pyogenes var. aureus* u 0,01 g bio je pozitivan kod 0,82% ispitanih uzoraka
- nalaz *Streptococcus faecalis* u 0,001 g bio je pozitivan kod 1,02% ispitanih uzoraka
- nalaz sulfitoreducirajućih klostridija u 0,1 g bio je pozitivan kod 4,5% uzoraka
- nalaz *Proteus* vrsta u 0,001 g bio je pozitivan kod 2,9% uzoraka.

Na temelju iznesenih rezultata vidljivo je da se je u pogledu ukupnog broja bakterija kontaminenata u 1 g 89,54% ispitanih mlijeka u prahu uklapalo u postojeće propise o bakteriološkoj ispravnosti živežnih namirnica u prometu. Uzimajući u obzir uslove proizvodnje u našoj zemlji, možemo konstatirati da je ovaj procenat dobar, no da o ovom problemu moramo konstantno i nadalje voditi računa.

Prema literaturnim navodima smatra se da je mlijeko sa do 10 000 termorezistentnih bakterija u 1 ml dobre kvalitete i da se ovu granicu ne bi smjelo prijeći. Iz dobivenih rezultata vidi se da je 98,87% našeg ispitanih mlijeka u prahu imalo do 10 000 termorezistentnih bakterija u 1 g što je zadovoljavajuće. Ipak, u mlijeku u prahu, uslijed koncentracije, broj bakterija povećava se za oko 10 puta, pa stoga u sirovom mlijeku broj termorezistentnih bakterija ne bi smio prijeći 5000. U tom slučaju će u 1 g praha on iznositi oko 50 000. Pozitivni nalazi *E. coli*, *Str. faecalis-a*, sulfitoreducirajućih klostridija i *Proteus vrsta*, bili su, može se reći, samo pojedinačni. Zapaženo je da, uvijek onda, kada se tretirala cijela proizvodna linija s tačno određenim načinom pranja i sterilizacije, dobiveno mlijeko u prahu u bakteriološkom pogledu nije odstupalo od

propisanih zahtjeva kvalitete. Iz ovoga se može izvući konstatacija, da su pojave odstupanja gotovog proizvoda uglavnom rezultat odstupanja od određene pripreme cijelog pogona za preradu, kao i nepridržavanja potrebnog temperaturnog tretmana.

Z a k l j u č a k

Rezultati izvršenih analiza u Mljek. industriji »Pionir« Županja pokazuju da su kemijsko-fizička i bakteriološka ispitivanja uticala na poboljšanje kvalitete mlijeka u prahu. Ono se je odrazilo kroz smanjenje sadržine slobodne masti u gotovom proizvodu sa oko 22% na oko 12% od ukupne masti. Rezultati su također pokazali da se nasipna težina mlijeka u prahu povećala sa oko 50 na 52—53 g/100 ml, a paralelno s tim povećala se je i specifična težina, te relativna čvrstoća mlijeka u prahu, odnosno smanjio se je porozitet mlijeka u prahu.

Ova ispitivanja odrazila su se i na organoleptička svojstva mlijeka u prahu. Organoleptička ocjena rekonstituiranog mlijeka pokazala je da kod takvog mlijeka u prahu nema prisutnog stranog priokusa ni mirisa, koji uvjetuje opadanje kvalitete i skraćuje trajnost proizvoda.

Bakteriološka ispitivanja doprinijela su da se proizvede oko 90% bakteriološki ispravnog mlijeka u prahu, a pored toga ona su ukazala na to kako da se u tehnološkom procesu postupi da se taj procenat još više poveća.

Na temelju iznesenog može se reći da je u pogledu kvalitete mlijeka u prahu postignut znatan napredak, a što je ujedno i uvjet da se zadovolje sve veći zahtjevi potrošača na kvalitetu, o kojima smo naprijed govorili.

L i t e r a t u r a

1. Favstova V. Vlijanije razmera častic i svobodnova žira suhovo celjnovno moločka na skorost i polnotu jevo rastvorenija. Moločnaja promyšlennostj 7/1959.
2. Beckett D. C., Emmons D. B., Elliott J. A. — The determination of bulk density, particle density and particle size distribution in skim milk powder. XVI International Dairy Congress. Vol. B. København, 1962.
3. Verhoog J. H. A rapid method for the determination of the distribution of entrapped air in milk powder. The Netherlands Milk and Dairy Journal.

Dipl. inž. France Kervina, doc., Ljubljana
Institut za mlekarstvo, Biotehniška fakulteta

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ASPEKTI* PROIZVODNJE MLJEKA NA FARMAMA

Mlječna farma je organizirana jedinica za proizvodnju mlijeka koju čine brojni elementi. Svaki od njih mora sâm za sebe i u vezi s drugima da predstavlja optimalno rješenje ako želimo da postignemo maksimalan efekt. Tehnološko-tehničko uređenje mlječne farme mora ostvariti takvo rješenje, a prije svega mora osigurati:

* Referat održan na Simpoziju »Mlijeko od krave do potrošača«, Opatija, 27. 2.—1. 3. 1969.