

SADRŽAJ LAKTOZE KAO INDIKATOR DODATE VODE U MLEKU*

Mr Slavica GOLC-TEGER, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živinorejo, Institut za mlekarstvo, Ljubljana

Sažetak

Utvrđena je statistička veza između % laktoze i % vode u mlijeku. Promijenjeni sastav mlijeka, zapažen kod rutinskog određivanja kompleksnog sastava mlijeka pomoću aparata Milko-Scan, prije svega mala količina laktoze — manja od 4,00%, omogućuje brzo otkrivanje dodate vode u mlijeku, koje svakako moramo potvrditi propisanim analitičkim postupcima.

Uvod

Kravlje mlijeko sadrži oko 87,5% vode i približno 12,5% suhe materije. Većina zahvata, kojima se mijenja sastav mlijeka, može se smatrati patvorenjem mlijeka.

Jedan od takvih zahvata je i dodavanje vode. Voda se može dodati u mlijeko namjerno, ili ona može dospjeti u mlijeko u toku tehnoloških postupaka proizvodnje, obrade i prerade mlijeka, iz objektivnih ili subjektivnih razloga, pa i nehotice, prouzrokovano konstrukcijom opreme ili radnom rutinom. Veoma često voda se zadržava u opremi nakon završenog čišćenja i dezinfekcije, što se odražava na promijenjeni sastav mlijeka.

U većini zemalja dodavanje vode je nezakonito. Dodata voda smanjuje količinu i kvalitetu mlijeka, povećava troškove transporta, troškove energije u preradi mlijeka, smanjuje randman u preradi mlijeka u mlječne proizvode, a isto tako može biti i uzrok bakteriološkog zagađivanja.

Upravo zbog toga, u mljekarskoj industriji postoji veliki interes za utvrđivanje dodate vode u mlijeko. Najpreciznija metoda otkrivanja i određivanja dodate vode je mjerenje točke ledišta mlijeka.

Međutim, metode kojima se utvrđuje dodata voda u mlijeku (određivanje točke ledišta, određivanje refrakcijskog broja, određivanje sadržaja suhe materije, određivanje gustoće mlijeka), ili oduzimaju mnogo vremena, ili nisu dovoljno precizne. Prilikom rutinskog određivanja kompleksnog sastava mlijeka pomoću suvremenih spektrofotometričkih metoda zapažena je određena veza između sadržaja laktoze i dodate vode.

Količina laktoze isto tako je u direktnoj vezi s točkom ledišta mlijeka i ona od svih sastojaka mlijeka u najvećoj mjeri utječe na ledište mlijeka.

Ispitivanjima koja smo izveli u laboratoriju Instituta za mlekarstvo, željeli smo potvrditi vezu između sadržaja laktoze i vode u mlijeku.

Pregled literature

Točka ledišta mlijeka zavisi o broju rastvorenih molekula, odnosno jona u mlijeku i to je praktično konstantna vrijednost. Točka ledišta spada među

* Referat održan na XXIII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1985.

ona svojstva mlijeka koja su veoma osjetljiva već na sasvim male količine dodate vode. Mast kao sastojak mlijeka nije rastvoriva u vodenoj fazi, te zbog toga ne utječe na točku ledišta mlijeka. Utjecaj koloidalnih bjelančevina također je minimalan (1).

Najveći utjecaj na točku ledišta mlijeka ima laktoza — otprilike 55⁰/. Utjecaj klorida je 20⁰/, dok preostalih 25⁰/o vrijednosti točke ledišta zavisi o drugim rastvorljivim sastojcima mlijeka, kao što su kalcij, kalij, mangan, laktati, fosfati, citrati itd. (2).

Koncentracija rastvorivih sastojaka u mlijeku je relativno konstantna (ukoliko, na primjer, poraste količina laktoze, količina klorida se smanjuje i obrnuto).

Mlječna žlijezda regulira izomernost mlijeka u odnosu na krv, bez obzira na biosintezu laktoze. Ukoliko je biosinteza ometana, osmotski deficit se kompenzira povećanjem sadržaja klorida u mlijeku.

Mlijeko je u osmotskoj ravnoteži s krvlju, i to ne samo u toku stvaranja već i u vrijeme zadržavanja mlijeka u vimenu (2).

Kiseljenje mlijeka ima za posljedicu razgradnju laktoze. Broj rastvorenih molekula se na taj način povećava, što utječe na promjenu točke ledišta mlijeka. Zato je potrebno da se prilikom određivanja dodate vode u mlijeku na osnovu točke ledišta uzima u obzir i pH vrijednost mlijeka (1).

Broj molekula mjerene supstance isto tako služi kao osnova u analiziranju sastojaka mlijeka pomoću infracrvenih zraka. Pojedini radikali u mlijeku apsorbiraju infracrvene zrake na određenoj dužini (3).

Prilikom određivanja kompleksnih sastojaka mlijeka zapažena je veza između količine laktoze i drugih sastojaka mlijeka. Između sadržaja laktoze i masti postoji mala negativna korelacija. U izvjesnim slučajevima, kod mlijeka s visokim sadržajem masti sadržaj laktoze je nešto manji. Između sadržaja laktoze i mineralnih materija postoji negativna korelacija. Ukoliko se sadržaj laktoze smanji, sadržaj soli se povećava. Značajna veza postoji između laktoze i klorida (4).

Mogućnost utvrđivanja dodate vode analizom količine laktoze, uz kompleksno određivanje sastojaka mlijeka infracrvenom spektrofotometrijom, navodi Bla u (5). Granična vrijednost za ocjenjivanje sumnje da dodatu vodu, koju on navodi na osnovu rezultata analiza 200 uzoraka, je količina laktoze manja od 4,3⁰/, točnije 4,0—3,9⁰/. Kod sadržaja laktoze od 4,0⁰/o utvrđena je dodata voda kod 94,4⁰/o analiziranih uzoraka, a kod sadržaja laktoze 3,6⁰/o u svim testiranim uzorcima. Određivanjem sadržaja laktoze i daljnjim analiziranjem sumnjivih uzoraka mlijeka primjenom preciznijih metoda, dodata voda u mlijeku se može otkriti u 99⁰/o slučajeva.

Materijal i metodika rada

U uzorke svježeg, punomasnog mlijeka (30 uzoraka), koji su uzeti na prijemnoj stanici mljekare, dodato je 5, 10, 15, 20 i 30⁰/o vode. Uzorci su dobro promiješani, određen je kemijski sastav pomoću Milko-Scan-a 104 (infracrvena spektrofotometrija), pripremljen je serum za određivanje broja refrakcije (Norveška metoda) i određena je gustoća mlijeka (laktodenzimetar po Q u é v e n n e-u).

Veza između sadržaja laktoze i dodate vode u mlijeku utvrđivana je na osnovu analiza kontrolnih uzoraka bez dodate vode i uzoraka u koje je dodata voda.

Statističkom analizom određena je aritmetička sredina, standardna devijacija i interval pouzdanosti uz vjerojatnost 0,95. Izračunat je i koeficijent korelacije i determinacije.

Rezultati i diskusija

Rezultati analiza, sadržani u tablici 1, pokazuju promijenjeni fizikalno-kemijski sastav mlijeka kod različitih % dodate vode. (Podaci obuhvaćaju i rezultate diplomskog rada /6/.)

Tablica 1. Prosječna fizikalno-kemijska svojstva uzoraka mlijeka kod različitih procenata dodate vode

Table 1. The average physical — chemical traits of milk samples with different percentages of extraneous water

Dodata voda u % Extraneous water in %	Svojstva: \bar{x} — Traits: \bar{x}					
	Mast % Fat	Bjelančevine % Proteins	Laktoza % Lactose	Voda % Water	Gustoća kg/dm ³ Density	Fefr. broj. Ref. no.
0	4,36	3,13	4,77	87,7	1,030	39,95
5	4,12	2,99	4,56	87,8	1,029	38,88
10	3,94	2,84	4,33	88,4	1,028	37,77
15	3,70	2,67	4,07	89,1	1,026	36,41
20	3,42	2,56	3,89	89,6	1,025	35,57
30	3,10	2,25	3,41	90,9	1,022	33,43

\bar{x} = prosječna vrijednost
 \bar{x} = mean value

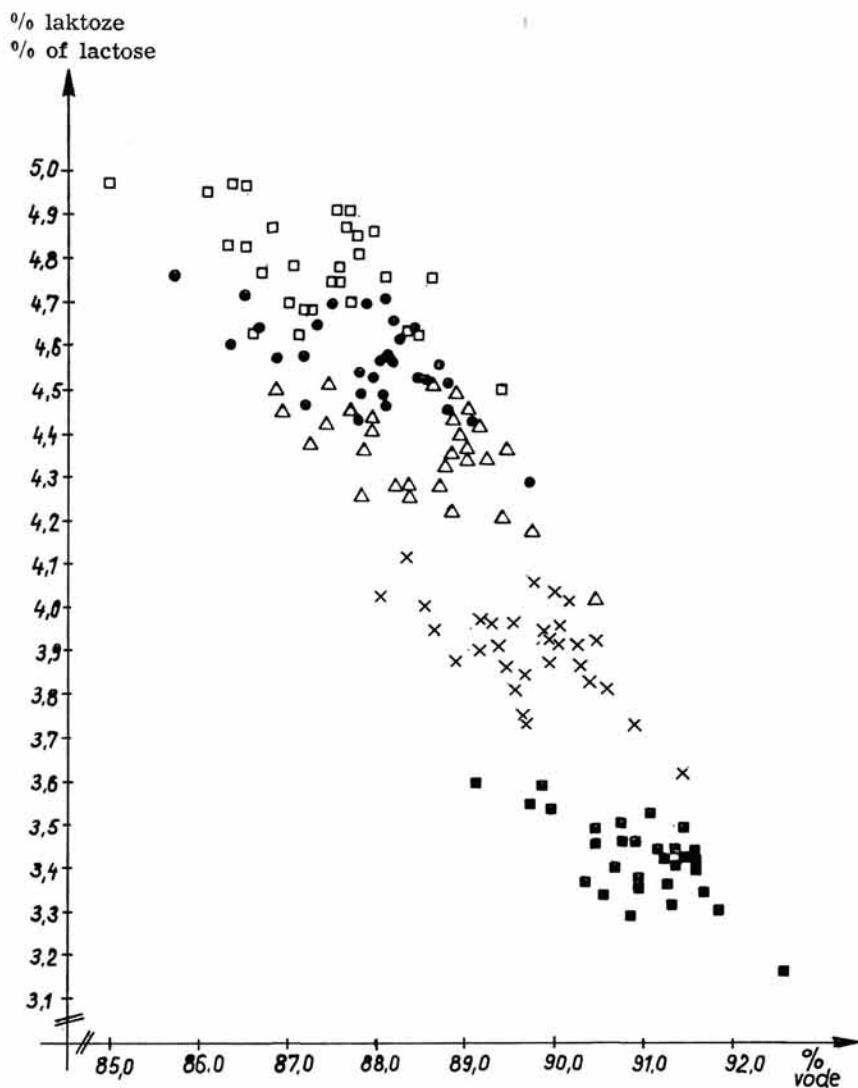
Vežu između količine laktoze i količine vode za kontrolni uzorak vode i kod uzoraka s različitim % dodate vode prikazuje slika 1.

U osnovi postoji statistička veza između % laktoze i % vode u mlijeku, ali se rezultati nepatvorenih uzoraka i uzoraka s različitim procentom dodate vode djelomično pokrivaju. To znači da se samo na osnovu podataka o procentu laktoze ne mogu pouzdano utvrđivati male količine dodate vode.

Tablica 2 sadrži izračunate vrijednosti za koeficijent korelacije i determinacije za linearnu vežu između sadržaja laktoze i vode u mlijeku.

Izračunati koeficijent korelacije (r) potvrđuje neposrednu vežu ($r > 0,7$) tek kod 15% dodate vode i više, kada je prosječan sadržaj laktoze u mlijeku bio 4,07% (15% dodate vode). Kod 20% dodate vode određena, prosječna količina laktoze u mlijeku je iznosila 3,89%, a kod 30% dodate vode određen je sadržaj laktoze od 3,41%.

Izračunati koeficijent determinacije (r^2) potvrđuje da vrijednosti za $r < 0,7$ ne mogu biti odraz neposredne veze, budući da ni polovina ukupne varijabilnosti ($r < 0,5$) nije objašnjena.



Legenda:

Kontrolni uzorak □
 5% dodate vode ●
 10% dodate vode △
 20% dodate vode ×
 30% dodate vode ■

Underline:

control sample □
 5% of extraneous water ●
 10% of extraneous water △
 20% of extraneous water ×
 30% of extraneous water ■

Slika 1. Veza između količine laktose i količine vode za kontrolni uzorak mlijeka i kod uzoraka s različitim % dodate vode

Picture 1. Connection between the lactose content and the water content for the control milk sample and samples with different percentages of extraneous water

Tablica 2. Izračunati koefecijenti korelacije (r), koeficijenti determinacije (r²) za linearnu vezu između sadržaja laktoze i vode u kontrolnom uzorku i u uzorcima s 5, 10, 15, 20 i 30% dodate vode

Table 2. Calculated coefficients of correlation (r), coefficients of determination (r²) for linear connection between the contents of lactose and of water in the control sample and in samples with 5, 10, 15, 20 and 30% extraneous water

Dodata voda u % Extraneous water in %	p 0,01	p 0,05	r	r ²
0	0,463	0,361	— 0,57	0,34
5	0,463	0,361	— 0,65	0,43
10	0,463	0,361	— 0,60	0,36
15	0,463	0,361	— 0,71	0,50
20	0,463	0,361	— 0,71	0,50
30	0,463	0,361	— 0,72	0,52

p 0,01; 0,05 = stepen značajnosti
p 0,01; 0,05 = degree of significance

Iz rezultata u tablici 2 se vidi da je izračunata vrijednost »r« veća od tabellarne vrijednosti kod stepena značajnosti p=0,01 i p=0,05. Prilikom testiranja H₀Q=0, može se, uz određeni rizik, odbaciti H₀ i prihvatiti hipoteza da u populaciji stvarno postoji određena veza između sadržaja laktoze i sadržaja vode u mlijeku. Može se utvrditi da se sadržaj laktoze smanjuje ukoliko se u mlijeko dodaje voda.

Određene su i granice intervala pouzdanosti, u kojima se može, uz vjerojatnost 0,95, očekivati vrijednost za procenat laktoze kod različitih procenata dodate vode. Izračunate intervale pouzdanosti pokazuje tablica 3.

Tablica 3. Izračunati intervali pouzdanosti za količinu laktoze u kontrolnom uzorku mlijeka i u uzorcima s 5, 10, 15, 20 i 30% dodate vode

Table 3. Calculated confidence intervals for the lactose content in the control milk sample and in samples with 5, 10, 15, 20 and 30% of extraneous water

Dodata voda u % Extraneous water in %	Interval pouzdanosti Confidence interval		
0	4,451	x ₁	5,015
5	4,352	x ₁	4,782
10	4,115	x ₁	4,556
15	3,870	x ₁	4,282
20	3,674	x ₁	4,111
30	3,231	x ₁	3,599

x₁ = pojedinačna vrijednost varijable
x₁ = individual value of variable

Izračunati intervali pouzdanosti za vrijednost laktoze kod različitih procenata dodate vode u mlijeku pokazuju da se područja intervala pouzdanosti međusobno pokrivaju. Prema tome, sadržaj laktoze u mlijeku može biti indikator dodate vode u mlijeku tek ukoliko dodata količina vode iznosi najmanje 10%.

Zaključak

Rezultati potvrđuju linearnu vezu između sadržaja laktoze i vode u mlijeku. Promijenjeni sastav mlijeka, utvrđen Milko-Scanom, prije svega mala količina laktoze — manja od 4,00%, omogućuje brzo otkrivanje dodate vode u mlijeku, što svakako moramo potvrditi i propisanim analitičkim postupcima.

Abstract

A statistical connection between the percentage of lactose and the percentage of water in milk has been established. The changed composition of milk observed in routine definition of the complex milk composition by the Milko-Scan apparatus, first of all its small content of lactose — smaller than 4,00% — enables quick detecting of extraneous water in milk which must necessarily be certified by prescribed analytical procedures.

Literatura

1. JÜRGENS, R. (1983): Erfahrungen mit der Gefrierpunkt- bestimmung der Anlieferungsmilch. **Deutsche Milchwirtschaft**, 50, s. 1732 — 1734.
2. HARDINGS, F. (1984): Measurement of extraneous water by the freezing point test. *Int. Dairy Fed. Bulletin*, Dec. 154, s. 4.
3. Milko-Scan 104 (1979): Application guide, Hillerød / Denmark, 2 GB, PIN 209882, 41 s.
4. WEBB, B., A. JOHNSON, J. ALFORD (1974): Fundamentals of Dairy Chemistry. Connecticut, The AVI Publishing Company, (Sec. Edit), 229.s.
5. BLAU, G. (1984): Der Laktosegehalt als Indikator für Fremdwasser in der Rohmilch. **Deutsche Milchwirtschaft**, 5, 164—165.
6. ROJNIK-POŽAR, J. (1982): Korelacija med količino laktoze in potvorbo mleka z vodo. Diplomsko delo, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za živilsko tehnologijo, 39 s.