

MLJEKARSTVO

LIST ZA UNAPREĐENJE MLJEKARSTVA JUGOSLAVIJE

GOD. IX.

ZAGREB, SRPANJ 1959.

BROJ 7

Ing. Đorđe Zonji, Beograd
Gradsko mlekarstvo

DEJSTVO TOPLOTE NA MLEKO S POVEĆANIM KISELINSKIM STEPENOM

I. deo

U mlekarama se vrlo često stabilnost mleka ispituje probom kuvanja i ishod ove probe služi obično, kao krajnje merilo, za ocenu stabilnosti prema zagrevanju. O praktičnoj vrednosti ove probe mnogo je diskutovano zbog toga, što je ona tolerantna i propušta u obradu mleka sa znatno povećanim kiselinskim stepenom. Po pravilu takva mleka pri određivanju kiselinskog stepena titracijom ili alkoholnom probom u normalnim uslovima rada bivaju odbačena iz toplotne obrade. I pored ove činjenice, u našim mlekarama jedna tehnički modifikovana varijanta probe kuvanja dobija sve širu primenu. Ova modifikovana metoda sastoji se u tome, što se oko jedan do tri ccm. mleka izliva na urejanu metalnu ploču zatvorenog elektrorešoa, pa se zbog visoke temperature i male količine mleka, ono za vanredno kratko vreme dovodi do ključanja. Na osnovu prisustva ili odsustva grudvica koagulisanog mleka prosuđuje se stabilnost odnosno upotrebljivost mleka za toplotnu obradu. Brzina sa kojom se ova proba izvodi omogućava ispitivanje preko 8—10 hiljada litara mleka u kantama na sat, što odgovara zahtevima kod prijema mleka preko transportera. To je vrlo dobra strana ove metode, no ostaje otvoreno pitanje tolerancije prema povećanom kiselinskom stepenu mleka, tj. situacije kao kod klasičnog načina izvođenja ove probe.

Radi ilustracije navešćemo podatke iz literature (I.) o kiselinskom stepenu na kojem se mleko koaguliše pri kuvanju:

a) mešano mleko

kiselinski stepen Soxlet-Henkel

Autor

Henkel	10—11
Fleischmann	11,5—12
König	11—13
Morres	11—12
Hoene	10,3—13,2

b) pojedinačno mleko

Henkel	9-15,4
Teichert	9-15
Hoene	9,4-14,6

Prema našim ispitivanjima u jednoj velikoj konzumnoj mlekari koagulacija mešanog mleka počinjala je pri 10,6 stepeni. Kao što se vidi, naročito kod mešanog mleka, donja granica kiselinskog stepena je iznad dozvoljenog maksimuma za kiselinski stepen, na pr. pasteriziranog mleka prema našem pravilniku o kvalitetu životnih namirnica. U istoj konzumnoj mlekari koja primenjuje opisani način ispitivanja mleka za pasterizaciju već tri godine, moglo se primetiti neznatno potiskivanje prosečnog kiselinskog stepena naviše kod izlaznog, pasteriziranog mleka u odnosu na period pre primene ove metode. Jer dok je donja granica kiselinskog stepena izlaznog mleka iznosila pre primene opisane metode 6,5°SH, u narednih 3 godina dostigla je 6,7°SH. Prednje važi za godišnji prosek, no tokom toplih dana potiskivanje je bilo nešto izrazitije. Samo se po sebi razume da je tu bio od primarnog značenja međusobni količinski odnos mleka sa normalnim i mleka sa povećanim kiselinskim stepenom pre obrade, no verovatno se ne može osporiti ni uticaj metode ispitivanja.

Dobro je poznato da se mnogi uzorci mleka prilikom izvođenja probe kuvanja koagulišu i pre stizanja do temperature ključanja. Ponekad je ovo sniženje temperature osetno, jer važi pravilo da je stabilnost kazeinskog kompleksa prema toploti, pa dakle, i mleka utoliko manja, ukoliko je kiselinski stepen viši. U jednom radu G. Röder-a i A. Hoene-a (1) imamo sledeće podatke za pomenuto pravilo:

Tabela 1.

	Temperatura koagulacije			
	50°C	65°C	80°C	Ključanje
a) pojedinačno mleko				
SH	14,3-27,9	13,2-23,1	11,2-16,9	9,4-14,6
prosek SH	21,9	18,5	14,1	11,5
b) mešano mleko				
SH	22,0-25,9	16,4-21,4	11,7-14,8	10,4-11
	22,8-24,0	17,0-21,9	13,1-15,8	11,4-13,2
	21,3-24,5	17,5-20,6	12,4-14,7	10,3-12,4
prosek	23,8	19,2	12,6	11,0
	22,8	18,9	14,3	12,1
	22,6	18,7	13,9	11,4

U tabeli su navedeni kako proseci, tako i granice kolebanja kiselinskog stepena. Ova širina kolebanja sama po sebi ukazuje na komplikovanost celog ovog fizičko-hemiskog procesa, i interesantno je razmotriti, prvenstveno iz teoretskih razloga, zakonitost koja povezuje temperaturu koagulacije sa kiselinskim stepenom mleka.

Mi smo pokušali ovu povezanost uspostaviti putem jednog faktora proporcionalnosti do kojeg smo došli upoređenjem dve temperature i dva kiselinska stepena. Za obračun je uzeta temperatura koagulacije od 130°C (za neodređeno vreme zagrevanja) i normalni kiselinski stepen kao i jedan povećani kiselinski stepen sa odgovarajućom temperaturom koagulisavanja. Količnik diferencija treba da da traženi faktor:

$$k = \frac{\ln t_1 - \ln t_2}{b - a}$$

(ln = znak za prirodni logaritam, k = označava faktor proporcionalnosti).

t_1 označava temperaturu koagulacije od 130°C

t_2 označava neku zavisnu temperaturu koagulacije.

a, normalni kiselinski stepen mleka,

b, povećani kiselinski stepen mleka.

Ako uzmemo da je $t_1 = 130^\circ\text{C}$, a normalni kiselinski stepen mleka 7 SH, dobijamo:

$$\ln t_2 = 4,86840 - (\text{SH}-7) \times 0064 \quad (2)$$

i to uz uvrstanje u jednačinu 1. vrednosti $t_2 = 50^\circ\text{C}$, $b = 21,9^\circ\text{SH}$.

Ova jednačina daje za kiselinski stepen od 7 SH temperaturu koagulisavanja od 130°C, a pri nižim kiselinskim stepenima proporcionalno povišene temperature. Tako na pr. za 6,5 SH daje 134,4°C, koja je još realna vrednost, pošto termička koagulacija svežeg mleka prema E. Lingu (2) dostiže 137°C za određeno vreme zagrevanja. Ovde verovatno prestaje važnost jednačine. Što se tiče povećanih kiselinskih stepena, jednačina daje vrednosti navedene u tabeli 2.

Tabela 2.

Kiselinski stepen, prosek	Temperatura koagulisavanja C° prema literaturi proračunata nađena
21,9	50
23,8	„
22,8	„
22,6	„
18,5	65
19,2	„
18,9	„
18,7	„

Kiselinski stepen,
prosek

Temperatura koagulisanja C° pre-
ma literaturi proračunata nađena

14,1	80	82,6
12,6	„	90,9
14,3	„	81,5
13,9	„	83,6
11,5	ključanje	97,5
11,0	„	100,7
12,1	„	93,8
11,4	„	98,4

Kao što se vidi iz tabele 2, postoji aproksimacija približnost, a ne i potpuno poklapanje proračunatih temperatura sa nađenim, s jedne strane zbog karaktera jednačine, a sa druge strane zbog nekih neobuhvaćenih hemijskih ili fizičko-hemijskih faktora mleka. No, radi jasnoće, potrebno je izvršiti modifikaciju jednačine 2. i istu rešiti po kiselinskom stepenu, te dobijamo

$$b = 7 + \frac{4,86840 - 1n t^2}{0064}$$

iz koje sada dobijemo kiselinski stepen za određenu temperaturu koagulisanja i jasnije uočavamo vrednost odstupanja proračunatih od nađenih vrednosti. Pomoću jednačine 2 i 3 možemo sada alternativno proračunavati bilo kiselinski stepen, bilo temperaturu koagulisanja pod datim uslovima.

Rezultate proračuna po jednačini 3. daje tabela 3.

Tabela 3.

Temperatura koagulacije t°C	proračunati kiselinski stepen SH
50	21,9
65	17,8
80	14,6
ključanje	11,0

Ovi rezultati iz tabele 3. pokazuju, da se kreću proračunate vrednosti za kiselinski stepen u poređenju sa vrednostima iz tabele 1) počev od 50°C tako što se približavaju donjoj, a zatim gornjoj granici nađenih vrednosti.

Cela postavljena matematička relacija u jednačinama obuhvata samo dva faktora: kiselinski stepen i temperaturu, međutim, očito je, s obzirom da u procesu koagulacije mleka učestvuje kazeinkompleks mleka da se i o ovom faktoru mora voditi računa pošto jednačine 2 i 3 povećuju temperaturu i kiselinski stepen u idealnom slučaju, t. j. pod pretpostavkom kvantitativne konstantnosti kazeinkompleksa.

Prednje izvodimo iz činjenice što kiselinski stepen mleka sadrži u sebi i udeo kiselinskog stepena koji potiče od kiselih grupa kazeina odnosno kazeinkompleksa, pa otuda, pod pretpostavkom, da za svaku temperaturu koagulacije odgovara određeni stepen dekalcfiranosti kazeina, što je opet sigurno u potpuno određenom odnosu sa kiselosti mleka, proizlazi da varijabilnost sadržaja kazeinkompleksa mora uticati na temperaturu koagulacije.

Ovo verovatno delimično objašnjava kretanje proračunatih vrednosti u odnosu na nađene vrednosti temperature odnosno kiselinskog stepena.

Zaključak

U ovom radu pokušali smo uspostaviti vezu između kiselinskog stepena mleka i temperature koagulisanja. Rezultati ukazuju da jednostavna logaritamska relacija temperatura-kiselinski stepen u formi kako je postavljena ne interpretira u potpunosti nađene, analitičke vrednosti. Izvesni razlozi ukazuju da bi se moralo voditi računa i o količini kazeina u mleku.

Nadalje, posmatranja učinjena kod praktične primene probe kuvanja u većem opsegu, ukazuju da kod kontrole svežine mleka ne bi se trebalo oslanjati samo na ovu probu, jer ista može u izvesnoj meri dovesti do pogrešne ili nepotpune orijentacije u pogledu stvarnog stanja kiselinskog stepena ulaznog mleka u jednoj mlekari, s obzirom na tolerantnost probe kuvanja prema povećanom kiselinskom stepenu mleka.

LITERATURA

1. G. Roeder & A. Hoene: Über Veränderungen der Hitzeempfindlichkeit der Milch beim Altern derselben, (Objavljeno u III, svesci XIII, Međunarodnog mlekarskog kongresa, Haag).
2. E. Ling: Hemija mleka i mlečnih proizvoda.
3. W. Kuhn: Physikalische Chemie, 1942.
4. H. Ulich: Kratak udžbenik fizikalne hemije (prevod Podhorsky).