

PRIOLOG PROUČAVANJU TOPLJIVOSTI MLIJEKA U PRAHU

II. UTJECAJ NEKIH FAKTORA U PROCESU PROIZVODNJE, UVJETA USKLADIŠTENJA I NAČINA REKONSTITUIRANJA NA TOPLJIVOST MLIJEKA U PRAHU

Komplicirani kemijski sastav i fizička struktura mlijeka u prahu uvjetuju razne poteškoće prilikom njegovog rekonstituiranja. U toku procesa rekonstituiranja potrebno je da se pojedine komponente mlijeka u prahu redispersiraju tako da dobiveno mlijeko bude najbližnije originalnom mlijeku. Disperznost prilikom rekonstituiranja uvjetovana je kemijskim sastavom i fizičkom strukturom mlijeka u prahu, načinom proizvodnje i uvjetima uskladištenja, a također i primijenjenim tehnološkim procesom rekonstituiranja.

O kemijskom sastavu i fizičkoj strukturi čestice mlijeka u prahu govorili smo ranije (1), u ovom izlaganju osvrnut ćemo se na utjecaj nekih faktora u procesu proizvodnje, uskladištenja i rekonstituiranja, na topljivost mlijeka u prahu.

Utjecaj procesa proizvodnje

1. Način sušenja

Postoje dva osnovna sistema sušenja mlijeka i to sistem valjaka i sistem raspršivanja.

Kod sušenja sistemom valjaka tanki sloj mlijeka dolazi u direktni dodir sa zagrijanom površinom (valjcima) temperature oko 150°C u toku nekoliko sekunda. Djelovanjem visoke temperature denaturira se bjelancevina mlijeka, što u znatnoj mjeri smanjuje topljivost mlijeka u prahu, odnosno povećava stvaranje taloga prilikom rekonstituiranja. Prema nekim podacima (2) topljivost tako proizvedenog mlijeka u prahu kreće se maksimalno do 85%. Radi toga se mlijeko u prahu proizvedeno sistemom valjaka ne upotrebljava za rekonstituiranje. Da bi topljivost mlijeka u prahu bila optimalna, potrebno je voditi računa da mlijeko, koje dolazi na valjke, ne dostigne temperaturu preko 71°C, a gotov proizvod se mora odmah odstraniti s valjaka, i ohladiti.

Kod sušenja sistemom raspršivanja, topli zrak temperature 120—160°C dolazi u dodir sa sitno raspršenim česticama mlijeka, koje se momentano osuše u prah. Isparivanje vode koje pri tome nastaje, smanjuje temperaturu čestice mlijeka u njenoj najkritičnijoj fazi za denaturaciju bjelancevina, na 50—70°C. Topljivost ovako proizvedenog mlijeka u prahu kreće se od 98—99%, pa je zato ono veoma pogodno za rekonstituiranje.

U posljednje vrijeme sve se više pronalaze nove operacije u procesu sušenja raspršivanjem, radi poboljšanja topljivosti mlijeka u prahu. Ovdje ćemo napomenuti samo tzv. »instantiziranje«, gdje se čestice praha navlažuju radi sljepljivanja i stvaranja aglomerata spužvaste strukture, a zatim ponovno suše. Tako proizvedeno instantizirano mlijeko u prahu brzo se i potpuno otapa u vodi bez mehaničke pomoći.

2. Stepen koncentracije mlijeka prije sušenja

Topljivost mlijeka u prahu koje je proizvedeno bez prethodnog evaporiranja je loša. S povećanjem stepena koncentracije do određenog stepena povećava se i topljivost mlijeka u prahu. Niža koncentracija evaporiranog mlijeka umanjuje promjer čestice praha; one u dodiru s vodom stvaraju sluznati omotač koji sprečava daljnji prodor vode u česticu, čime se smanjuje topljivost mlijeka u prahu.

Za mlijeko u prahu koje se proizvodi raspršivanjem optimalna koncentracija iznosi 48—50% suhe tvari evaporiranog mlijeka, a kod sušenja sistemom valjaka veoma je važno da sadržina suhe tvari evaporiranog mlijeka ne pređe 30%, jer će u tom slučaju doći do većeg gubitka topljivosti.

3. Homogenizacija

Homogenizacija mlijeka utječe na stanje mliječne masti, odnosno na veličinu njenih kapljica. Pri ugušćivanju mlijeka u vakuum — aparatima kapljice masti se znatno povećavaju, a duže stajanje evaporiranog mlijeka prije sušenja uvjetuje stvaranje masne opne na površini. U procesu sušenja ne dolazi do dovoljnog emulgiranja mliječne masti, pa se ona nakuplja u čestici praha i smanjuje njenu topljivost. Ovo je tim više izraženo ako se mliječna mast nalazi u oslobođenom stanju, jer se slobodna mast raspoređuje po samoj površini čestice i priječi ulazak vode u česticu, te tako smanjuje topljivost mlijeka u prahu.

Ova pojava može se spriječiti homogenizacijom evaporiranog mlijeka, na taj način usitnjuju se kapljice mliječne masti a s tim u vezi i odstranjuje mogućnost njenog izdvajanja na površinu. Također, nakon homogenizacije, oko masne kuglice ponovno se stvara zaštitna bjelančevinasta opna, te je sadržina slobodne masti svedena na minimum. Topljivost mlijeka u prahu proizvedenog od homogeniziranog evaporiranog mlijeka veoma je dobra.

4. Hlađenje mlijeka u prahu

Mlijeko u prahu mora se ohladiti na temperaturu uskladištenja odmah nakon izlaska iz komore, kako bi se spriječilo djelomično oslobađanje masti, a time ujedno i smanjenje topljivosti mlijeka u prahu.

5. Djelovanje visokih temperatura

Visoke temperature uvjetuju djelomičnu denaturaciju bjelančevine mlijeka. Temperatura ima značajniji utjecaj u početnom dijelu sušenja, a s povećanjem koncentracije mlijeka utjecaj visoke temperature ispoljava se u manjem stepenu. Kod proizvodnje mlijeka u prahu raspršivanjem, u uvjetima maksimalne temperature i relativne vlage zraka, temperatura kapljice mlijeka iznosi od 50—70°C. Što je ova temperatura u procesu sušenja niža, to će i topljivost proizvedenog mlijeka u prahu biti veća. Ako u ovom dijelu dođe do usporavanja procesa, temperatura čestice raste, pa se to odražava i na topljivost gotovog proizvoda.

Utjecaj uvjeta uskladištenja

Uvjete uskladištenja predstavljaju: temperatura, relativna vlaga zraka i ambalaža u kojoj se proizvod pakuje.

1. Temperatura uskladištenja

Visoka temperatura uskladištenja utječe na stvaranje slobodne masti, koja smanjuje topljivost mlijeka u prahu. Litman i Ashworth (3) navode da temperatura uskladištenja mlijeka u prahu od 7,2°C održava dobro kvašenje čak kroz dvije godine, a također nema stvaranja slobodne masti. Oni smatraju da je relativna netopljivost mlijeka u prahu kod viših tempe-

ratura vjerojatno rezultat stvaranja kompleksa slobodne masti-proteina i možda Ca. Favstova (4) smatra da temperatura uskladištenja treba da bude jednolična, bez kolebanja. Prema našim ispitivanjima (5) temperatura uskladištenja mlijeka u prahu pakovanog u nehermetičku ambalažu ne smije prijeći 16°C.

2. Relativna vlaga zraka

Vlaga utječe na smanjenje topljivosti mlijeka u prahu što se pripisuje reakciji između lizinske strane lanca proteina i aldehidne grupe laktoze. Lee i White po Kingu (6) su dokazali da topljivost obranog mlijeka u prahu sa 3—5% vlage, dobivenog raspršivanjem, ostaje gotovo nepromijenjena čak poslije 2 godine kod 37°C. Međutim, kod sadržine vlage od 7,6% i 20°C dolazi do male promjene topljivosti, ali zato obrano mlijeko u prahu uskladišteno kod 28,5 i 37°C s istom vlagom postaje veoma brzo netopljivo. Favstova (4) navodi da relativna vlaga zraka u skladištu za čuvanje mlijeka u prahu ne treba prijeći 75%. Naši rezultati (5) za mlijeko u prahu pakovano u polietilenu pokazuju da bi relativna vlaga zraka trebala iznositi 50%.

3. Ambalaža

Najpovoljnija ambalaža za uskladištenje mlijeka u prahu jesu limenke, koje ne propuštaju ni vlagu, ni zrak. Iz limenka je također moguće ukloniti zrak i zamijeniti ga inertnim plinom, što predstavlja u stvari najbolju metodu za očuvanje trajnosti mlijeka u prahu. U našoj zemlji se mlijeko u prahu pakuje u polietilen, koji je zaštićen kartonskom kutijom ili trostrukom natron vrećom. Ovako pakovano mlijeko u prahu mora biti uskladišteno pod optimalnim uvjetima temperature (16°C) i relativne vlage zraka (50%).

Utjecaj rekonstituiranja mlijeka u prahu

Tehnološki proces rekonstituiranja ima značajni utjecaj na topljivost mlijeka u prahu, a osnovno je pritom da se čestice praha potpuno dispergiraju. U procesu rekonstituiranja važni su: način miješanja, temperatura i sastav vode i temperatura mlijeka u prahu.

1. Miješanje

Miješanje ima za cilj da prilikom rekonstituiranja ne dozvoli lokalnu koncentraciju suhe tvari. Ako ispitujemo topljivost mlijeka u prahu razne proizvodnje, potrebno je, radi uporedbe, primijeniti ujednačeni način miješanja (ručno ili mehaničko, te određeni broj okretaja). U upotrebi su tri načina miješanja: mehaničko, ručno i samodisperzija. Vrijeme trajanja miješanja nema toliko izraženi utjecaj na topljivost mlijeka u prahu, kao što ima sama brzina miješanja. Američki standard (7) propisuje broj okretaja za različite centrifuge prema diametru glave centrifuge, za određivanje indeksa topljivosti mlijeka u prahu. U našoj zemlji ne postoji jedinstvena propisana metoda za određivanje topljivosti mlijeka u prahu. O ovom problemu govorit ćemo u slijedećem izlaganju.

2. Temperatura i sastav vode

Prema navodima Favstove (8) u procesu rekonstituiranja mlijeka u prahu ima temperatura vode prvostepeni značaj. Svojim pokusima isti autor je ustanovio da je optimalna temperatura vode za topljenje 45°C. Ova je činjenica vezana s konstatacijom da se bolje topi mlijeko u prahu čija se mast nalazi u tekućem stanju, tj. mliječna mast pri temperaturi ispod tačke smržavanja tvori čvrste masne kuglice koje se teško dispergiraju. Također, ni

temperatura iznad 65°C nije podesna za rekonstituiranje, jer ona utječe na stvaranje omotača oko čestice praha, koji otežava prodor vode u česticu.

Osim navedenog, neophodno je da voda koja se upotrebljava za rekonstituiranje bude bakteriološki ispravna, bez stranih mirisa i okusa. Ne smije sadržavati veće količine Fe i Mn, a tvrdoća također ne smije biti prevelika, jer se u tom slučaju prilikom rekonstituiranja javlja prerana koagulacija proteina. S opadanjem tvrdoće vode raste topljivost mlijeka u prahu. Prema navodima Kinga (6) optimalna topljivost postignuta je kod temperature vode 40—43°C i tvrdoće vode 0,16 mg-equiv./l.

3. Homogenizacija rekonstituiranog mlijeka

Homogenizacijom rekonstituiranog mlijeka povećava se topljivost mlijeka u prahu. Uobičajena je homogenizacija rekonstituiranog mlijeka kod 24°C pod pritiskom od 70 do 140 atm.

Iz naprijed iznesenog može se uočiti da problem topljivosti započinje sa samim procesom proizvodnje mlijeka u prahu, da se nastavlja u toku čuvanja proizvoda, kao i u uvjetima rekonstituiranja, pa se zato, ako se tretira pitanje topljivosti mlijeka u prahu, moraju uzeti u obzir svi ovi faktori zajedno.

LITERATURA

1. Crnobori M. — Prilog proučavanju topljivosti mlijeka u prahu. I. Sastav i struktura čestice mlijeka u prahu kao faktori njegove topljivosti. Mlekarstvo 1/1968.
2. Abdusalam M. i dr. — Milk hygiene. Genève 1963.
3. Litman I. I., Ashworth U. S. — Insoluble scum-like materials on reconstituted whole milk powders. J. D. Sci., IV 1957.
4. Favstova V. — Sadržanije svobodnovo žyra v suhих moločnyh produktah v zavysimosti ot ih vlažnosti i temperatury hranjenja. Mol. promyšljennostj 2/1960.
5. Crnobori M. — Promjene punomasnog mlijeka u prahu tokom lagerovanja pod različitim uslovima. Prehrambena Industrija Jugoslavije, 4/1963.
6. King N. — Dispersibility and reconstitutability of dried milk. D. Sci. Abstr. 3/1966.
7. American Dry Milk Institute — Standards for grades of dry milks Bulletin 916, Chicago, Illinois 1965.
8. Favstova V. — Režim vostanovljenija suhove celjnovno moloka. Mol. prom. 2/1962.

Dr Đorđe Zonji, Novi Beograd

Poslovno udruženje mlekarске industrije »Mlekosim«

MLEČNI NAPICI I FERMENTIRANI PROIZVODI*

(Sadašnje stanje i trend razvoja u Jugoslaviji)

Današnja savremena mlekarска industrija kao deo prehrambene industrije ne može se zamisliti bez proizvodnje mlečnih i fermentiranih mlečnih napitaka.

Evolucija tehnologije i prodor ove dve grupe proizvoda u mlekare i ideo ovih proizvoda u ishrani ljudi se, međutim, bitno razlikuju.

* Referat održan 28. II o.g. u Opatiji na simpozijumu »Mleko od krave do potrošača«.