

jogurta najvišu ocjenu 19 bodova dobila je Mariborska mljekara i time ocjenu extra ,dok je kod drugih uzoraka bilo puno pogrešaka. Glavne su bile preniska ili previsoka kiselost, strani okus, sirasta, prerahla konzistencija i gorčenje.

Od tri voćna jogurta Celjska mljekara dobila je za jogurt s malinom 19 bodova i extra kvalitetu. Jogurt s borovnicama odnosno kruškom Ljubljanske mljekare dobio je po 17 bodova. Kod jogurta s borovnicama okus nije bio harmoničan, a kod kruške bio je preintenzivan. Ipak, valja pozdraviti nastojanje, da se na tržištu pojavljuju novi proizvodi, koji će sigurno naći potrošače.

Bilo je i pet uzoraka mlijeka i jedan kakao. Kvaliteta je bila vrlo dobra, pa su Ljubljanske mljekare dobile tri ocjene extra sa po 20 bodova za pasterizirano i sterilizirano mlijeko i 18 bodova za kakao, sve u tetra pak ambalaži. Za pasterizirano mlijeko dobila je Škofja Loka ocjenu extra s 20 bodova, a pasterizirano mlijeko iz Ilirske Bistrice 17,5 i Celja 19 bodova, oboje pakirano u prepaku. Kod mlijeka dolazi sve jače do izražaja raznovrsna ambalaža, što je svakako napredak.

Ako napravimo rekapitulaciju svih ocjena, dobivamo slijedeći pregled:

od ukupno ocijenjena 64 uzorka dobilo je:

ocjenu extra	25 uzoraka	ili 39	%
„ I	22	„	„ 34,5%
„ II	9	„	„ 14 %
„ III	3	„	„ 4,7%
„ škart	5	„	„ 7,8%

S kvalitetom proizvodnje, prije svega sireva i maslaca, pa i jogurta ne možemo biti zadovoljni. Ocjenjivanja kao redoviti oblik rada, spojena sa savjetovanjem, doprinose uočavanju pogrešaka, no to ne može biti sve. U pogonima treba otpočeti sistematskim ispitivanjima, kako bi se uz saradnju stručnjaka svestrano utvrdila kvaliteta sirovine i tome prilagodio tehnološki proces. U pogonima, gdje na takav način radimo i saradujemo, rezultati nisu izostali!

Dipl. inž. Marija Crnabori, Županja

»Pionir« tvornica mlječnog praška

PRILOG PROUČAVANJU TOPLJIVOSTI MLIJEKA U PRAHU

I. SASTAV I STRUKTURA ČESTICE MLIJEKA U PRAHU

KAO FAKTORI NJEGOVE TOPLJIVOSTI

Mlijeko u prahu ima komplicirani kemijski sastav i fizičku građu svojih čestica, pa zato i njegovo otapanje u vodi predstavlja također komplicirani proces. Prilikom otapanja mlijeka u prahu u vodi dolazi do stvaranja prave otopine, koloidne otopine i emulzije. Pravu otopinu čine: mlječni šećer i topljive soli (kloridi K, Na, fosfati, Ca, Mg), koloidnu otopinu čine: kazein i netopljive soli (fosfati Ca i Mg), dok emulziju čini mlječna mast. Prema tome, topljivost mlijeka u prahu bit će potpuna, ako se prilikom rekonstituiranja laktoza i topljive soli potpuno otope, ako kazein ponovo dobije svoje prvobitno raspo-

dijeljeno stanje, i ako se mlječna mast emulgira u sitnim kuglicama, koje su zaštićene apsorpcionim slojem.

U pogledu topljivosti mlijeka u prahu se često kod nas ne upotrebljava adekvatna terminologija, što svakako čini poteškoće u kontroli ovog svojstva mlijeka u prahu. U literaturi (1) susrećemo slijedeće definicije ovog pojma:

— **rastvorljivost-topljivost (solubility)** je sposobnost mlijeka u prahu da u vodi stvori pravu otopinu, koloidnu otopinu i emulziju, te da tako nastala otopina po svojim fizičkim osobinama bude što više slična prirodnom mlijeku. Ovaj izraz nije sasvim ispravan, jer se strogo uzevši otapaju samo pravi topljivi sastavni dijelovi mlijeka. Topljivost izražava u procentima količinu praha koja je prilikom rekonstituiranja prešla u otopinu, dok »indeks topljivosti« predstavlja količinu taloga izraženu u mililitrima, koja se dobiva nakon centrifugiranja rekonstituiranog mlijeka (2).

— **Disperznost (dispersibility)** je sposobnost mlijeka u prahu da se u vodi brzo i potpuno raspadne (dispergira) miješanjem. Dobra disperznost mlijeka u prahu sastoji se u tome da prilikom sipanja praha u vodu ne dođe do stvaranja grudica na površini, već da se čestice praha brzo i potpuno dispergiraju. Na stijenki posude ne smiju ostati čestice proteina, a na površini kuglice masti ili pjena.

— **Kvašenje (wettability)** je sposobnost mlijeka u prahu da brzo prima vodu, odnosno sposobnost kontakta čestice praha s vodom. Kvašenje predstavlja prvi stepen topljivosti.

— **Tonjenje (sinkability)** je sposobnost mlijeka u prahu da u određeno vrijeme određena količina praha potone na dno. Rezultat se izražava kao procenat tonjenja.

Da bi mogli bolje razmotriti i pratiti problem topljivosti mlijeka u prahu, neophodno je poznavati kemijski sastav i fizičku građu njegovih sastavnih dijelova, tj., čestice praha. Ovdje ćemo iznijeti samo glavne komponente koje sačinjavaju česticu mlijeka u prahu.

Mlječna mast nalazi se u čestici praha u obliku kuglice koja je zaštićena apsorpcionim slojem. Ovaj sloj je sastavljen od fosfolipoida i bjelančevina. Predpostavlja se da se u svježem mlijeku nalazi mnogo više tvari koje stvaraju membranu na kapljici masti, nego što je to potrebno za nehomogenizirane masne kuglice. Homogenizacija kida apsorpcionu membranu masnih kuglica, koje nakon homogenizacije ponovo dobivaju svoj zaštitni sloj. Zbog toga je mast u čestici mlijeka u prahu dobivenoj od homogeniziranog mlijeka sitnije i ravnomjernije raspoređena od nehomogeniziranog mlijeka, a ujedno i bolje zaštićena, te time postojanija (3).

Mast bez zaštitne membrane zove se slobodna mast. Ona se s rastvaračima masti daje hladnim putem izdvojiti iz praha. Na slici slobodna mast se vidi kao »razlivena« i obično se nalazi na površini čestice praha. Ako opkoli česticu praha, sprečava ulazak vode u nju, čime se smanjuje topljivost praha. Zbog toga je mlijeko u prahu s mnogo slobodne masti većinom teško topljivo. Smatra se da u mlijeku u prahu sadržina slobodne masti do 2% nema znatnijeg uticaja na kvalitetu, odnosno 8% od ukupne količine masti mlijeka u prahu. Slobodna mast uzrokuje slijepljivanje čestica mlijeka u prahu na zidove posude, što je veoma negativna pojava prilikom rekonstituiranja. Pored toga smatra se da slobodna mast ulazi u kompleks i s proteinima, koji je u vodi netopljiv, a pri trešnji prouzrokuje pjenu. Prema *Litman*-u i *Ashworth*-u (4) iz ovog kompleksa se mast prilikom ekstrakcije rastvaračima ne oslobađa.

Pored navedenog i količina masti u mlijeku u prahu utiče na kvašenje praha i disperznost. Uticaj masti na kvašenje svježeg mlijeka u prahu je mali, a također i pri uskladištenju mlijeka u prahu kod 1,7 do 7,2° C ostaje visoka vrijednost kvašenja (1). Međutim, skladištenje na 30° C utiče znatno na smanjenje kvašenja kod srednjih i velikih količina masti u mlijeku u prahu.

Na kvašenje i disperznost mlijeka u prahu utiče i sastav mlječne masti. Tako, mlječna mast s nižom tačkom topljenja ima niže kvašenje i disperznost i obrnuto. *Baker i dr.* pa *King* (5) proizveli su mlijeko u prahu s raznim frakcijama mlječne masti i raznim tačkama topljenja, i to od 19 do 21° C, od 22 do 24° C i 28 do 30° C. Mlijeko u prahu koje sadrži frakciju masti s tačkom topljenja od 19 do 21° C imalo je približno isto kvašenje i disperznost kao i instant obrano mlijeko u prahu. S povišenjem tačke topljenja frakcije masti, snižava se kvašenje i disperznost mlijeka u prahu, pa je to razlog da je kvašenje mlijeka u prahu proizvedenog u ljetnim mjesecima bolje od onoga proizvedenog u zimskim mjesecima.

Proteini mlijeka su veoma osjetljivi na visoku temperaturu, pogotovo serumski proteini. Oni se mogu denaturirati i pri pažljivom sušenju raspršivanjem. Ako je poznato da albumin koagulira već kod 60° C, onda treba režim sušenja mlijeka u prahu podesiti tako, da temperatura čestice mlijeka ne prijeđe ovu granicu. Ukoliko do toga dođe, to će se svakako odraziti na topljivost mlijeka u prahu.

Na disperznost mlijeka u prahu utiče fizičko stanje kazeina. *King* (5) navodi da kazeinske micelle stvaraju preko svojih vodikovih veza agregate, što je veoma izraženo kod mlijeka u prahu s valjaka. Ako se agregacija nastavlja i u toku rekonstitucije mlijeka u prahu dolazi do nepotpune disperzije i stvaranja grudica koje se zadržavaju na stijenama posude. Sušenje raspršivanjem ne dovodi do smanjenja veličine kazeinske micelle, jer se njihova veličina u mlijeku u prahu poklapa s veličinom u svježem mlijeku.

Laktoza u mlijeku u prahu dobivenom raspršivanjem nalazi se u amorfnom obliku. U takvom stanju laktoza lako prima vodu i pretvara se u svoj kristalni oblik. Upravo ova osobina amorfne laktoze čini da je mlijeko u prahu veoma higroskopno. Ovo se dešava kada relativna vlažnost zraka iznosi preko 50%, ili ako sadržina vlage mlijeka u prahu iznosi preko 5%. Pritom, stvoreni kristali mehanički kidaju apsorpcioni sloj masnih kuglica i tako oslobađaju mast.

Abdussalam i dr. navode (6) da smanjenje topljivosti mlijeka u prahu nastaje kao posljedica reakcije između lizinske strane proteinskog lanca i aldehidnih grupa laktoze. Do ove reakcije može doći kod svih vrsta mlijeka u prahu, a prate je i druge promjene kvalitete koje se očituju u ustajalom priokusu, neprijatnom mirisu na lijepak i u pojavi zatvorenije žute boje. Naročito su ove promjene izražene pri čuvanju mlijeka u prahu na visokim temperaturama i uz visoku sadržinu vlage. Kritička sadržina vlage je za mlijeko u prahu dobivena raspršivanjem od 5%, a za prah s valjaka od 4%. Laktozno-proteinski kompleks se u daljnjem stadiju razlaže i pritom nastaju produkti neprijatnog okusa i mirisa. Reakcija je vezana s apsorpcijom kisika i postepenim razvojem CO₂, mada detaljnija suština i karakter produkata razlaganja nisu dovoljno proučeni. Kisik obično pretežno reagira s mlječnom mašću pri čemu

se javlja lojast priokus, dok se kod obranog mlijeka u prahu javlja karakteristični priokus ustajalosti i lijepka, ali se obje ove mane mogu javiti i istovremeno.

Potrebno je naglasiti da se ove promjene javljaju i kod mlijeka u prahu pakovanog u inernom plinu, ali su te pojave daleko manje izražene. U izvjesnom stepenu može se razviti tamnija nijansa i lagani priokus na karamel, ali neprijatan — ustajao priokus se ne javlja. Prema tome ni pakovanje mlijeka u prahu u inernom plinu ne daje potpuno rješenje u tom pogledu.

Voda ima veoma veliki uticaj na topljivost, koja je obrnuto proporcionalna sa sadržinom vode mlijeka u prahu. Ova pojava je vjerojatno rezultat uticaja procesa sušenja, kojom prilikom se razaraju zaštitni koloidi, nakon čega slijedi reakcija kazeina s vodom. Čestice kazeina gube svoju napetost, povećavaju specifičnu težinu uslijed međusobnog sljepljivanja i stvaranja grudica i na taj način denaturiraju.

Smatra se da je maksimalno kvašenje mlijeka u prahu pri sadržini vode od 3,5%. Nešto je manje kvašenje pri sadržini vode ispod 2%, a preko 4% dolazi do znatnog opadanja topljivosti (5).

Da bi se utvrdila struktura čestice mlijeka u prahu provedena su od strane mnogih autora detaljna mikroskopska ispitivanja. Na temelju njih (7, 8, 9) može se postaviti slijedeća struktura čestice mlijeka u prahu:

mlijeko u prahu dobiveno sistemom raspršivanja sastoji se iz zaobljenih čestica u kojima ima znatna količina zraka. Zrak se u čestici nalazi u obliku jednog ili više mjehurića, i obično čini 15 do 20% obima čestice. Pored ovih, tu se nalaze i čestice bez zraka, i to od 10 do 70%, što zavisi o tipu raspršivanja, sadržini suhe materije evaporiranog mlijeka prije sušenja itd. Mlijeko u prahu proizvedeno po sistemu valjaka sastoji se iz čestica nepravilnog oblika, koje u sebi sadrže veoma male količine zraka. Kod ove vrsti mlijeka u prahu, zbog kontakta mlijeka s toplom površinom valjaka kao i mehaničkog uticaja noža za skidanje, narušena je struktura masnih kuglica i mast se nalazi u većoj mjeri u slobodnom stanju. Nastala slobodna mast raspoređuje se jednim većim dijelom na površini čestice praha, te prilikom otapanja prijeći prolaz vode u česticu i na taj način smanjuje topljivost. Upravo radi ovoga je topljivost mlijeka u prahu proizvedenog sistemom valjaka manja od onog proizvedenog raspršivanjem.

U čestici mlijeka u prahu jednomjerno je raspoređena laktoza, a u njoj se nalaze dispergirane kuglice masti, čestice bjelančevina i ostale komponente mlijeka.

Čestica mlijeka u prahu ima na svojoj površini opnu, koja omotava samu česticu. Ova se opna nalazi i kod obranog mlijeka u prahu, što je znak da se ona ne sastoji od masnih kuglica. Müller (7) smatra da se ovdje radi o jednom lipoproteinskom kompleksu. Ova opna pojačana je micelama kazeina i veoma je otporna na pritisak, iako ne prileži uvijek za samu površinu čestice, već se nalazi podalje od površine. Ovakva opna nije primijećena na česticama mlijeka u prahu proizvedenom od homogeniziranog mlijeka. Može se pretpostaviti da ova opna otežava prilikom otapanja ulazak vode u česticu.

Osim kemijskog sastava i strukturne građe čestica mlijeka u prahu, topljivost mlijeka u prahu ovisna je i o nizu drugih faktora, od kojih ćemo u narednim izlaganjima spomenuti samo one najbitnije.