

sadašnjim cenama folije za 300 miliona starih dinara godišnje kod svih mle-kara Jugoslavije.

Pored ispitivanja utroška folije za pasterizovano mleko u toku je i ispi-tivanje utroška čašica za jogurt, sireve i pavlaku kao i ispitivanje tvrdih PVC folija na mašinama koje iz rolne formiraju posude. Ovi rezultati će takođe biti nekom prilikom prezentirani mlekarima.

Manje više svi trendovi kretanja ukazuju na sve veće učešće ambalaže u prometu i plasmanu proizvoda. Budućnost pakovanja prehrambenih proizvo-da je prema Crnčeviću (5) i mnogim autorima u plastičnim materija-lima. Budućnost pakovanja proizvoda u mlekarstvu je u kombinovanim mate-rijalima kao što je to slučaj sa Tetra-pack ambalažom, ambalažom za Block-pack, Pure-pack i dr. u kojim se pakuju razne vrste tekućeg mleka, zatim Aluseal, Micropak, Ultrawax itd. za pakovanje tvrdih i mekih sireva. Već je u upotrebi vrlo laka kanta za transport mleka od »makrolon-a«, koja je od metalne kante lakša za 6—10 puta, a zatim naročito u Francuskoj boce za mleko od polietilena visoke specifične težine koje su veoma lake i mogu slu-žiti za višestruku upotrebu. Istina ove boce za naše prilike su još skupe, jer naš prosečan radnik treba četiri puta više od američkog, a dva puta više od zapadno-evropskog radnika da radi da bi kupio litru pasterizovanog mleka. Gotovo isti je odnos i za kupovinu drugih mlečnih proizvoda.

Prema izloženom, smatra se da kod uvođenja novih vidova pakovanja mlečnih proizvoda treba biti oprezan i detaljno analizirati uslove uvođenja novih pakovanja.

#### Literatura

1. N. Vučetin (1969): Ambalaža i pakovanje u god. 1969, »Savropak« br. 6.
2. M. Đorđević (1970): »Mleko i mlečni proizvodi u ishrani ljudi.« Savetovanje o pakovanju mleka, V. Banja.
3. D. Marsenić (1970): »Pakovanje mleka i mlečnih proizvoda«. Savetovanje o pakovanju mleka, V. Banja.
4. M. Đorđević i sar. (1970): »Izučavanje uticaja proizvodnih činilaca na troš-kove proizvodnje sirovog mleka i važnijih mlečnih proizvoda u cilju smanjenja cene koštanja«, Beograd, januar 1970.
5. V. Crnčević: »Pakovanje proizvoda prehrambene industrije u modernu am-balažu«, Beograd.

## O NEKIM ASPEKTIMA TEHNOLOGIJE MLJEČNOG PRAŠKA SISTEMOM RASPRŠIVANJA

Josip ŽIVKOVIĆ

Mljekarska industrija »PIONIR«, Županja

Mlječni prašak predstavlja u stvari konzervirano mlijeko sa svim njego-vim, u velikom dijelu sačuvanim, biološkim i prehrambenim svojstvima. Proizvodnja mlječnog praška je proces daljnijeg oplemenjivanja i finalizacije sirovog mlijeka u proizvod koji po bakteriološkim i fizikalno-kemijskim svoj-stvima zadovoljava propisane norme. Govoreći općenito mlijeko predstavlja zbog svoga izuzetnog biokemijskog sastava, a time biološkog i fiziološkog značenja za sada nenadoknadivu prehrambenu namirnicu u prehrani današnjeg čovječanstva.

Možemo reći, da je čovjeku u određenom smislu bila od davnih vremena poznata prehrambena vrijednost mlijeka. Pri tom je imao u početku manji, a kasnije veći uvid u njegovu izvanrednu osjetljivost prema prirodnim uvjetima ambijenta. Stoga je tražio načine i metode, mada na početku vrlo primitivne, kako da sačuva ovu nadasve dragocjenu životnu namirnicu. Dakle, kroz zahtjeve života i njegove potrebe, čovjek se nadalje sukobljavao s problemima kako sačuvati mlijeko za duži vremenski period i ono vrijeme kada ga svježega nema. Tako je postupno i napredovala i tehnološka nauka na području konzerviranja mlijeka pa jedan od novijih načina njegovoga — ne samo konzerviranja, nego i oplemenjivanja, u smislu stvaranja proizvoda visoke prehrambene vrijednosti, je proces sušenja. Mi bismo u pokušaju obrade naprijed naznačene teme uzeli u razmatranje samo neke od velikog broja činilaca koji imaju određeni uzajamni utjecaj na dobivanje gotovog proizvoda potrebne kvalitete.

U razradi zacrtane problematike dotaći ćemo se nekih tehničko-tehnoloških aspekata proizvodnje mlječnog praška sistemom raspršivanja. (Mljekarska industrija »Pionir« posjeduje takav sistem). Sušenje je jedan od elementarnih tehnoloških procesa koje je čovjek upotrebljavao u početku vrlo jednostavno, kao način konzerviranja i očuvanja od propadanja svojih prehrambenih proizvoda. No kada je riječ o mlijeku, sam proces sušenja mlijeka je novijeg datuma.

Mlječni prašak dobiven sistemom raspršivanja predstavlja vrlo kvalitetan proizvod s obzirom na njegova fizikalno-kemijska, bakteriološka i biološko-prehrambena svojstva. Nešto lošija svojstva ima mlječni prašak dobiven u tehnološkom postupku sušenja na valjcima.

Sâm tehnološki proces sušenja mogao bi se podijeliti u tri zasebne, ali međusobno zavisne operacije:

1. predgrijavanje sirovog mlijeka;
2. kondenziranje mlijeka u vakuum-evaporatorima;
3. sušenje raspršenog koncentriranog mlijeka.

S obzirom na to, da su pojedini sastavni dijelovi mlijeka termolabilni, a sâm proces sušenja se zasniva na relativno visokim temperaturnim amplitudama, to se očekuje da će mlijeko, koje se podvrgava samome procesu sušenja, doživjeti stanovite kemijsko-fizikalne promjene. Već u tehnološkom procesu pasterizacije može doći do promjena boje, okusa pa i mirisa, zatim do raspada nekih bitnih spojeva kao što su pojedini vitamini, encimi, tzv. faktori rasta. Taj utjecaj toplinskog djelovanja kontinuelno se nastavlja u daljnjim fazama procesa sušenja mlijeka. Sve ovo opet može da negativno utječe na promjenu kvalitete gotovog proizvoda.

Zbog toga se tehnološki proces sušenja prilagođava zahtjevima takvog termolabilnog kompleksa, te se mlijeko što kraće vrijeme izlaže utjecaju visoke temperature.

Uređaj za sušenje mlijeka raspršivanjem, koji je izrađen u kooperaciji »Jedinstvo«—»Paasch«—»Silkeborg«, daje proizvod koji u potpunosti zadovoljava bakteriološke uvjete. Sistemom raspršivanja u finu maglu sitnih čestica povećava se površina mlijeka i do 2000 puta.

U teorijskoj osnovi proces sušenja mlijeka raspršivanjem dijeli se u dvije faze koje su međusobno povezane i to:

- raspršivanje,
- sušenje.

Vremenski posmatrajući ove dvije etape su razdijeljene vrlo kratkim vremenskim razmakom od samo nekoliko desetinki sekunde.

Raspršivanje obuhvaća razdjeljivanje kompaktne mase koncentriranog mlijeka u čestice vrlo malenog promjera.

Na primjer 1 litra mlijeka koja ima površinu  $0,06 \text{ m}^2$  kada je raspršena ima ovu površinu za pojedine promjere čestica:

$$R = 200 \mu \text{ broj kapljica } 2,4 \times 10^8 \text{ površina } 30 \text{ m}^2$$

$$R = 20 \mu \text{ broj kapljica } 2,4 \times 10^{11} \text{ površina } 300 \text{ m}^2$$

$$R = 2 \mu \text{ broj kapljica } 2,4 \times 10^{14} \text{ površina } 3000 \text{ m}^2$$

Nakon raspršivanja slijedi sušenje koje teče to brže, što su kapljice mlijeka sitnije. Suši se toplim zrakom koji ima ulaznu temperaturu  $155^\circ\text{C}$ . U kontaktu s vrućim zrakom i sitne čestice mlijeka u vrlo kratkom vremenskom razmaku od nekoliko desetinki sekunde dolazi do isparavanja vode iz mlijeka. Voda koja napušta česticu mlijeka ima kapitalno značajnu funkciju u smanjenju temperature čestice mlijeka u najkritičnijem momentu  $55\text{--}70^\circ\text{C}$  na kojem bi došlo do denaturacije pojedinih bjelančevina. Raspršivanje može biti prouzrokovano dvjema fizikalnim funkcijama:

- silom površine,
- silom mase.

Ovim silama suprostavljaju se samo napetost površine, jer se sila kohezije u tekućini može zanemariti. Sila površine nastupa kada na jednu kap tekućine na raznim mjestima površine djeluje različiti pritisak ili kada se kap tekućine kreće u odnosu na okolni zrak tako brzo, da dolazi do njezina raspadanja. U ovom slučaju radi se o brzinskom raspršivanju. Sila mase se ispoljava kada iz jedne kapi nastoje biti otrgnute pojedine čestice uslijed djelovanja centrifugalne sile. Ovaj način zove se centrifugalnim raspršivanjem.

### Centrifugalno raspršivanje

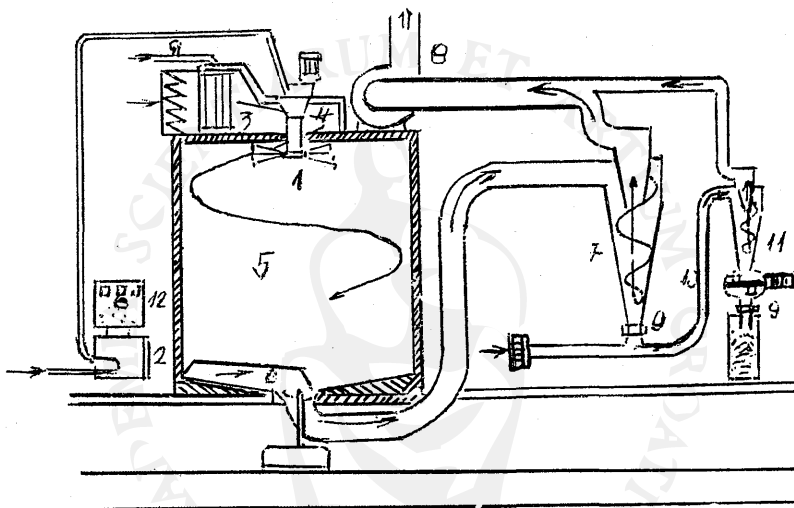
Da bi se dobio mlječni prašak konstantne kvalitete sve faze rada su automatizirane. Kao prvo potrebno je da proizvod ima uvijek istu određenu vlagu. prvenstveno zbog toga, da u uskladištenju i čuvanju gotov proizvod ne gubi na kvaliteti. Ovo se postiže s pomoću automatske regulacije koja regulira:

- vlagu gotovog proizvoda putem regulacije temperature izlaznog zraka;
- temperaturu u tornju;
- pritisak tekućine prije raspršivača.

Temperatura u tornju za sušenje održava se konstantno s pomoću regulacionog sistema, koji se sastoji od dva termoregulatora za proporcionalnu regulaciju i jednog membranskog regulacionog ventila.

Termoregulator, koji registrira temperaturu izlaznog zraka, pneumatski uspostavlja odgovarajući indeks na drugom termoregulatoru, koji služi za regulaciju temperature ulaznog zraka. Ovaj je povezan s membranskim ventilom koji regulira količinu dovedene topline, odnosno sredstva kojim se grije (para).

## HEMA POSTROJENJA ZA SUŠENJE RASPRŠIVANJEM



1. Centrifugalni raspršivač
2. Napojna pumpa
3. Parni grijač zraka
4. Razvodnik zraka
5. Komora za sušenje
6. Pneumatski sakupljač praška
7. Ciklonski separator
8. Ispušni ventilator
9. Rotirajući izlazni ventili
10. Pneumatski uređaj za hlađenje i transport
11. Ciklonski separator s posudom za zadržavanje
12. Komandna ploča s instrumentima

Koncentrirano mlijeko, koje se dovodi u raspršivač, održava se pod konstantnim pritiskom s pomoću jednog regulacionog ventila. Da bi se proces sušenja odvijao pravilno, potrebno je da regulacija bude vrlo osjetljiva i pouzdana na promjenljive uvjete rada. Prema tome sušenje raspršivanjem je do danas jedini tehnološki proces kod kojeg se u kontinuiranom toku direktno iz mlijeka dobiva novi proizvod — mlječni prašak koji se odlikuje:

- visokom kvalitetom;
- vrlo malenom težinom u odnosu na početnu masu mlijeka;
- postojanošću, odnosno produženom trajnošću;
- sposobnošću da nakon rekonstrukcije ima gotovo ista svojstva kao početno mlijeko.

Kako je već napomenuto, toplinski tretman mlijeka u procesu sušenja dovodi do izvjesnih promjena u mlijeku čije su vrijednosti i veličine u međuzavisnosti o svim činiocima koji su uključeni u proces sušenja. Na prvo mjesto

bi mogli staviti visinu temperatura i vrijeme direktnog kontakta mlijeka s njom što opet zavisi o tehničko-tehnološkim osobitostima samog postrojenja, i nadalje o vođenju istoga od osobe koja ga usmjerava. Temperaturne vrijednosti od početka do završetka tehnološkog procesa jesu:

I Termička obrada — pasterizacija 85°C

II Toplinski tretman u tankoslojnom isparivaču s padajućim filmom na trostruki efekat s termokompresijom.

1. Prvi predgrijač — mlijeko se zagrijava na cca 40°C;
  2. drugi predgrijač — mlijeko je izloženo temperaturi 85—110°C u evaporatoru, u koji ulazi zagrijano mlijeko iz drugog predgrijača, ono je izloženo temperaturi 80—85°C i pripadajućem vakuumu;
  3. separator br. 1 (prvi efekat) 70—83°C vakuum 530 mm Hg
  4. separator br. 2 (drugi efekat) 50—78°C vakuum 710 mm Hg
  5. separator br. 3 (treći efekat) 46            vakuum 700 mm Hg
- Temperatura izlaznog mlijeka ispred grijača br. 2 70—80°C  
Temperatura kondenzne vode 35—38°C  
Temperatura bunarske vode za hlađenje u kondeznom loncu 10—20°C
6. temperaturne amplitude u tornju za sušenje
    - a) temperatura ulaznog zraka 150—155°C
    - b) temperatura izlaznog zraka 80—86°C
    - c) temperatura gotovog proizvoda 35—38°C

Kako je iz prednjega pregleda vidljivo toplinski tretman mlijeka je raznolik u stupnjevima kao i njegov toplinski utjecaj na mlijeko.

Osnovni nedostatak toplinskog učinka na mlijeko je u stanovitom umanjuvanju vrijednosti njegovog biološko-prehrambenog potencijala i to: uslijed uništavanja nekih vitamina, koagulacije pojedinih bjelančevina te djelovanja visokih temperatura dolazi do promjena laktoze i proteina te do stvaranja smeđeg pigmenta melanoidina. Gubitak C vitamina je vrlo velik i može biti i do 45%. B<sub>1</sub> vitamin može se smanjiti i do 20%, dok se vitamini A, D i E mnogo manje mijenjaju. Temperatura od 60—80°C uništava sve encime u mlijeku.

Toplina dovodi nadalje do postepene koagulacije kazeina, koja se povećava s porastom temperature i vremenom njenoga trajanja. No, do koagulacije kazeina ne dolazi samo zbog direktnog kontakta s visokom temperaturom, već zavisi i o drugim činiocima kao što su soli i pH vrijednost. Do razgradnje laktoze dolazi kod temperature iznad 90°C što povlači za sobom i povećanje kiselosti mlijeka, kao i promjenu ravnoteže soli u mlijeku. Jedan dio kalcija i fosfora prelazi u netopivi oblik.

Treba se osvrnuti na prednosti toplinskoga tretmana mlijeka od početka do završetka procesa sušenja.

Pozitivan toplinski učinak u procesu sušenja mlijeka je dvovrstan:

1. umanjuje postotak vode u mlijeku i povećava suhu tvar;
2. dopunjuje djelovanje prethodne termičke obrade u odnosu na mikroorganizme, kojih treba da bude veći dio uništen, kao i svi patogeni mikroorganizmi. Pri tom imamo dakle zahtjev i potrebu za toplinskim tretmanom u procesu sušenja, a na drugoj strani postoji stalna opasnost zbog termolabilnog kompleksa mlijeka kao medija izloženog ovom utjecaju temperatura.

Radi toga i proizilazi ogromno značenje optimalizacije svih činioca u procesu sušenja sa svrhom dobivanja mlječnog praška velike biološko-prehrambene vrijednosti. Kod toga je neophodna izolacija onih faktora čije ekstremno velike vrijednosti mogu imati negativni odraz na kvalitetu proizvoda. Toplinsko djelovanje treba imati takav tok i nivo da izazove što je moguće manje negativne utjecaje na prirodni fizikalno-kemijski kompleks mlijeka. No, više temperaturne vrijednosti, naročito u fazi predgrijavanja na 70—110°C, mogu imati i izvjesno pozitivno djelovanje zato što utječu na poboljšavanje održivosti mlječnog praška zbog sprečavanja oksidacije razarajući mikroorganizme i encime oksidacije. Uništavanjem fermenta lipaze, reducira se jedan od faktora koji bi mogao razgrađivati masti u mlijeku. Nadalje, na većim temperaturama predgrijavanja dolazi do stvaranja sulfhidrilnih spojeva koji opet djeluju kao antioksidansi. Izrazitije stvaranje ovih spojeva je na temperaturi 87—93°C. Sulfhidrilne grupe nastaju razdvajanjem lanca proteina, odnosno aminokiselina koje sadrže sumpore. Ove grupe vrlo lako stupaju u reakciju s kisikom, što ima utjecaj na smanjenje oksidacije masti u mlječnom prašku.

### Zaključak

Iz svega naprijed rečenoga nameće se zaključak da je toplinski utjecaj na mlijeko u procesu dobivanja mlječnog praška raznovrstan. On mora zadovoljiti raznolike zahtjeve: zdravstvene, fizikalno-kemijske, organoleptičke i ekonomske, pa ga je potrebno okvalificirati kao kompleksan i delikatan. Uz to još nužnost i potreba analitičkog praćenja i kontrole kemijsko-fizikalnih i bakterioloških osobitosti gotovog proizvoda u zavisnosti o različitim utjecajima svih faktora, pa i temperaturnog djelovanja u postrojenju za proizvodnju mlječnog praška. Nadalje se pokazuje i veliko značenje tehničko-tehnoloških karakteristika samog postrojenja, njegovog ispravnog rada, i posebno stručnog usmjeravanja i kontrole.

Trajanje i temperature pasterizacije, predgrijavanja, koncentracije i sušenja mlijeka ograničuju tri osnovna faktora:

1. optimalna kombinacija temperaturnog djelovanja i vremena kao osnovni preduvjet da se stvarno dobije mlječni prašak s biološko-prehrambenim karakteristikama što sličnijim prirodnome ispravno termički obrađenom mlijeku. Ova optimalna kombinacija je opet u međuzavisnosti o osobinama samog mlijeka (stupnja kiselosti, sadržine pojedinih njegovih sastavnih dijelova i bakteriološke kvalitete). Naime, ne samo da loše mlijeko kao sirovina daje loši proizvod, nego ono ako se suši, izaziva znatne oscilacije od potrebnih zahtjeva u odnosu na postizanje optimalnosti ovih dviju kombinacija u radu. Sigurno je, da toplinski efekat na mlijeko ne popravlja ono mlijeko, koje je proizvedeno u vrlo lošim higijenskim uvjetima, ali može sačuvati njegovu postojeću vrijednost od daljnje degradacije;

2. ove dvije veličine, gledano s tehnološko-ekonomskog stanovišta, moraju biti ograničene i međusobno usklađene (1), a također i na toplinsku ekonomiku i kapacitet postrojenja, itd.;

3. visinu temperature kao i dužinu djelovanja topline na sâmo mlijeko, koje se prerađuje u mlječni prašak, ograničava i sâma njegova priroda.