

## O DESTABILIZACIJI HLAĐENOG VRHNJA\*

Darko ŠKRINJAR, dipl. inž., RO »Dukat« OOUR »Mljekara«, Zagreb

### Uvod

Prilikom obrade, prerade i proizvodnje raznih mlječnih proizvoda vrlo često se primjenjuju tehničko-tehnološki postupci koji dovode do nepoželjnih posljedica, kao što je na pr. »učvršćivanje« masti u kuglicama mlječne masti. To uzrokuje kasnije lošu kakvoću gotovog proizvoda, te dovodi do umanjavanja ekonomičnosti i rentabilnosti poslovanja.

Veličina i vrsta »učvršćivanja« masti ima znatan utjecaj na proizvode, odnosno njihova svojstva. Na pr. kod slatkog vrhnja za proizvodnju tučenog vrhnja (šlag), sposobnost tučenja je različita (volumen, izdvajanje seruma, slijeganje itd.), a kod proizvodnje maslaca djeluje na fizikalnu strukturu, izdašnost i rok trajanja. Sve to ovisi o odnosu tekućine i čvrstoće masti u kuglicama mlječne masti u vrhnju. Proizvodnja maslaca određena je i uvjetovana naprijed navedenim odnosima u strukturi.

I kod mnogih drugih tehnoloških procesa u mljekarskoj privredi kao i industriji može nastupiti odjeljivanje mlječne masti u obliku zrnaca, odnosno destabilizacija vrhnja.

### Provedba istraživanja

U »Mljekari«, Zagreb provedena su ispitivanja osobina i tehnologije obrade vrhnja da bi se ustanovili uzroci pogonskih smetnji i loše kakvoće proizvoda.

Ulazno sirovo vrhnje, kao i sirovo vrhnje dobiveno tipizacijom mlijeka, hladi se na +4 °C i skladišti u tanku za sirovo vrhnje. U tanku se nalazi propeler-mješalica sa 1450 o/min. Po sakupljanju određenih količina sirovog vrhnja isto se pasterizira pasterom tvrtke PAASCH na temperaturi do 95 °C u 30 sek., s protutlakom u pasteru od 1,2—1,5 bara, hladi na +4 do 6 °C i skladišti u neizoliranom tanku, koji ima propeler-mješalicu. Vrijeme skladištenja pasteriziranog vrhnja je različito, (2—72 sata), a ovisno je od plana proizvodnje maslaca, kiselog vrhnja, odnosno ostalih proizvoda.

Tijekom skladištenja sirovog kao i pasteriziranog vrhnja ustanovljena je destabilizacija hlađenog vrhnja. Nastupa djelomična kristalizacija mlječne masti, stvara se pjena, nastaju zrnca maslaca, a temperatura se povisuje od 4 °C na 10 °C do 14 °C. Porast temperature nastaje bez obzira na količinu vrhnja u tankovima, a kod prepumpavanja destabilizacija se povećava. Povećanje temperature može dovesti do povećanja kiselosti vrhnja, pa da se to spriječi nužno ga je katkad ponovno pasterizirati. Bakteriološka kakvoća sirovog vrhnja ovisna je o kakvoći sirovog mlijeka, a ova često ne udovoljava propisima Pravilnika o kakvoći mlijeka.

Buchheim, Lagoni i Peters izvršili su opsežna istraživanja, ove za mljekarsku privredu značajne problematike. Nedostaci i posljedice bile su iste kao u nas. U cilju pronalaženja uzroka ovih promjena nepoželjnih u strukturi vrhnja, navedeni autori istraživali su različita fizikalna svojstva vrhnja tijekom preradbeno tehnološkog procesa. Pomoću toplinskih i elektron-

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



**Elektronsko mikroskopska slika kuglice mlječne masti povećane 67.000 puta (Buchheim)**

sko mikroskopskih pretraga početka kristalizacije masti u kuglicama mlječne masti vrhnja mogu se prepoznati i dokazati međuzavisnosti kao i putevi za sprečavanje nepoželjnih pojava početka stvaranja maslaca.

Tijekom istraživanja uzimani su uzorci na raznim mjestima iz cijele tehnološke linije, kojom vrhnje prolazi (sirovo mlijeko, separator, sirovo vrhnje, toplinski postupak, hlađenje i skladištenje).

Istraživano je: temperatura, sadržaj masti, stupanj kiselosti. Osim toga paralelno je istraživano skladištenje vrhnja u jednoj posebnoj posudi. Analiza uzoraka odnosno postupka kristalizacije u kuglicama mlječne masti vršena je elektronskim mikroskopom. Elektronsko mikroskopski snimci pojedinih kuglica mlječne masti omogućuju jasno raspoznavanje njihove fizikalne strukture. Oni pokazuju vrlo jasno uočive strukturne razlike između masti koja je tekuća i masti koja je destabilizirana, odnosno kristalizirana. Tekuća mast ispoljava se kao homogena, dok kristalizirana mast ima jasno i vrlo uočive paralelne monomolekularne kristalne slojeve. Diferencijacija prijelaza iz jedne

u drugu fazu je jasno vidljiva, te se sa sigurnošću mogu razlikovati tekuće mlječne masti, od kuglica masti gdje je kristalizacioni proces počeo, a naročito ako je već završen.

### Rezultati i diskusija

Jedan od uzroka je visina i vrijeme pasterizacije, kao i hlađenje vrhnja poslije pasterizacije. Prema Weightu i Reuteru ispravna pasterizacija vrhnja vrši se na 108 °C do 120 °C kod protutlaka od 1,5 do 3,35 bara, vrijeme ne smije biti kraće od 40 sekunda, te hlađenje na +2 °C. Prozračivanje vrhnja se ne preporuča, jer ne daje nikakve značajne rezultate, niti dovodi do poboljšanja proizvoda. Prema Weightu prozračivanje vrhnja nije poželjno zbog ulaska kisika, koji može oksidativno djelovati na prisutne strane sastojke u vrhnju. U mljekarama pokrajine Rheinland-Pfalz, SR Njemačke sve neka-dašnje odzračivače su odstranili iz tehnološke linije pasterizacije tijekom sedamdesetih godina.

Unatoč toga — ili baš zbog toga — kakvoća maslaca te pokrajine nalazi se na vrhuncu kakvoće maslaca u SR Njemačkoj, uz vrijeme skladištenja maslaca 3—5 mjeseci.

Mehanička oštećenja kuglica mlječne masti nastupaju uslijed upotrebe nepodobnih crpki i mješalica, a ista dovode do destabilizacije vrhnja. Prema Kammerlehneru i Kessleru kao mjera za mehaničko oštećenje mlječne masti označava se tzv. »slobodna mast« i količina nastalog maslaca iz mlječne masti.

»Slobodna mast« se povećava uslijed upotrebe tipova i kapaciteta crpki kao i mješalica kod obrade i prerade vrhnja. Izbor i primjena tipa, vrste, modela i kapaciteta crpke i mješalice od naročitog je značaja. Isto tako temperatura vrhnja prilikom prepumpavanja, skladištenja, odnosno miješanja tijekom skladištenja kao i vrijeme — duljina — skladištenja sve do početka prerade ima znatan utjecaj na stvaranje »slobodne masti« — destabilizaciju vrhnja.

#### Stvaranje »slobodne masti« kod crpki za vrhnje ovisno o temperaturi vrhnja prema Kessleru

Temp. vrhnja °C	Ekscentr. pužasta crpka		Prstenasta crpka	
	Slobodna mast	Mast bez vode	Slobodna mast	Mast bez vode
2	50	48	50	2
8	33	56	17	4
14	67	58	33	12
20	183	82	83	22
50	117	0	67	0

Prema istraživanju Kammerlehnera i Kesslera vidljivo je, da uporabom plaštne mješalice s malim brojem okretaja u minuti za vrijeme miješanja vrhnja od 24 sata dolazi do neznatnog oštećenja mlječne masti. Istodobno povećanjem kiselosti vrhnja, povećava se i postotak »slobodne masti« u vrhnju.

**Stvaranje »slobodne masti« u vrhnju (oštećenje masti) kod miješanja vrhnja s raznim tipovima mješalica prema Kessleru**

Vrsta mješalice	% masti vrhnja	Temperatura °C	Miješanje		Slobodna mast %
			Br. okr/min	vrijeme	
			minuta		
Anker	36	10	65	20	8
Propeler	36	10	360	20	33
Kolutast	36	10	1420	3	250
Plastna	36	10	10	1440	17

Međutim, različite izlazne temperature vrhnja poslije hlađenja u pasteurizatoru dovode do različitih povišenja temperatura u tankovima.

Kod kristalizacije mlječne masti dolazi do oslobađanja energije — kristalizacione topline, odnosno povišenja temperature ohlađenog skladištenog vrhnja, dolazi do samozagrijavanja vrhnja i povišenja temperature skladištenog vrhnja često već nakon jednog sata skladištenja, a ovisno od destabilizacije vrhnja. Pasterizirano vrhnje poslije hlađenja sadrži još dio »pothlađene« masti u kuglicama mlječne masti. Kristalizacija ove masti slijedi kasnije, to znači tijekom skladištenja vrhnja u tankovima, a to ima za posljedicu povišenje temperature skladištenog pasteriziranog vrhnja (ovisno o temper. hlađenja). U koliko se ova oslobođena energija ne odvodi (hlađenje tanka), onda su pogonske smetnje sigurne i neizbježne, već kod prvog mehaničkog opterećenja vrhnja (miješanje, prepumpavanje).

### Zaključak

Znatne pogonske smetnje kao stvaranje pjene i zrnaca maslaca u vrhnju tijekom skladištenja sirovog kao i pasteriziranog vrhnja, kod miješanja i prepumpavanja zahtijevale su pronalaženje uzroka tih nepoželjnih poremećaja, koji znatno umanjuju djelatnost proizvodnje i umanjuju izdašnost. Veliki doprinos razjašnjenju i pronalaženju uzroka dalo je toplinsko i elektronsko mikroskopsko istraživanje kuglica mlječne masti vrhnja, te praćenje stvaranja nepoželjnih fizikalnih struktura tijekom proizvodnje.

Obzirom na vrlo lošu bakteriološku kakvoću sirovog mlijeka, odnosno sirovog vrhnja potrebno je isto što prije pravilno pasterizirati i ohladiti. Tijekom manipulacije potrebno je koristiti pogodne tipove crpki i mješalica, koje što manje oštećuju kuglice mlječne masti.

Nedovoljno hlađenje pasteriziranog vrhnja kao i upotreba nepodobnih crpki i mješalica dovodi do destabilizacije hlađenog vrhnja i kristalizacije mlječne masti, pri čemu se oslobađa kristalizaciona topline koja dovodi do povišenja temperature skladištenog vrhnja, kao i povišenja kiselosti, bez obzira na vrijeme skladištenja. Ako se ova oslobođena energija ne odvodi (hlađenjem skladištenog sirovog i pasteriziranog vrhnja), pogonske smetnje nastaju neminovno, već tijekom samog skladištenja vrhnja, te nakon prvog prepumpavanja. Stvara se pjena, odnosno zrnca maslaca što kasnije dovodi do

problematične obrade i prerade u razne proizvode kako obzirom na kakvoću tako obzirom na ekonomičnost. Sve ove okolnosti zahtijevaju posebnu pažnju kod planiranja i koncipiranja tehnoloških linija (prijem vrhnja, toplinska obrada, hlađenje, skladištenje, miješanje, crpke) za vrhnje, koje se nakon primitka odnosno upotrebe još duže vrijeme skladišti.

Uređaji za hlađenje moraju imati takav kapacitet da mogu ohladiti vrhnje na određenu razinu, da bi se izbjegle neželjene posljedice pri daljnjoj preradi vrhnja.

#### Literatura

- BUCHHEIM (1970): Die molekulare Ordnung in doppelbrechenden Fettkügelchen. **Milchwissenschaft 4**
- BUCHHEIM, LAGONI, PETERS: Über Destabilisierungerscheinungen in der Fettkristallisation. **KMF 4 (1974.)**
- REUTER, BIEWENDT, KIESNER, KLOBES: Richtlinie des Erhitzungsausschusses. **KMF 1 (1985)**
- SCHMIDT, BUCHHEIM (1970): Elektronenmikroskopische Untersuchung der Feinstruktur von Caseinmicellen in Kuhmilch. **Milchwissenschaft 10**
- ŠKRINJAR D.: Problematika industrijske kontinuirane proizvodnje maslaca. Zagreb, lipanj 1981. — skripta
- WIECHEN, HEINE (1970): Eine Isotopenmethode zur Aufrahmungsmessung der Feinstruktur von Caseinmicellen in Kuhmilch. **Milchwissenschaft 10.**