

Voda za pranje

Vodu za pranje dijelimo na vodu za pranje strojeva i pogona. Za vodu za pranje pogona nema nekih naročitih kvalitetnih zahtjeva, no, pošto se radi o proizvodnji namirnice, voda mora biti bistra, bez mirisa, bez eventualnih onečišćenja, kemijskih i bakterioloških. Za pranje aparata i strojeva postavlja se uvjet određene kemijske i bakteriološke kvalitete. Kemijski voda mora biti što mekša, da se ne stvore inkrustacije od izlučenog karbonata na sapnicama (pranje vrućom vodom) i kotlu za zagrijavanje vode, (ako nije spojeno pranje s kotlovnicom) i da ne dođe do začepljenja ventila, itd. Najbolje je ako kotlovnica daje određenu količinu tople vode za pranje strojnog uređaja.

* Referat održan na V Seminaru za mljekarsku industriju pri Prehrambeno-tehnološkom institutu u Zagrebu.

Mr. J. Vasić, Novi Beograd
Institut za mlekarstvo Jugoslavije

O MOGUĆNOSTIMA UTICAJA NA REOLOŠKE OSOBINE MASLACA*

O REOLOŠKIM OSOBINAMA MASLACA

Sve masne materije koje se koriste za ljudsku ishranu mogu da se podele u dve grupe, na ulja i masti. Iako jasna granica između tih grupa nije definisana, može se reći da su ulja tečna, a masti čvrste na sobnoj temperaturi. Međutim, dok se ulja mogu svrstati u grupu fluida s velikim viskozitetom, masti se ponašaju sasvim drukčije od elastičnih čvrstih tela, pa su stoga i kvalifikovane kao plastične masti (7 i 8).

Potreba za izučavanjem osobina plastičnih materija stvorila je čitavu jednu novu granu nauke — reologiju. **Reologija je, ustvari, deo mehanike koja se bavi proučavanjem hidrodinamičnih i fizičko-mehaničkih osobina plastičnih materija, dakle onih koji čine prelaznu grupu između viskoznih fluida i elastičnih čvrstih tela.**

Da bi se neka materija mogla svrstati u grupe plastičnih materija mora ispunjavati određene uslove (2):

1. mora biti sastavljena od dve faze — čvrste i tečne;
2. čvrsta faza mora biti fino dispergovana a čestice dovoljno male, tako da je izjednačena sila gravitacije u odnosu na sile međusobnog privlačenja čestica, tj. da nema pojava taloženja. Čestice čvrste faze moraju biti tako prostorno raspoređene da sprečavaju svaku pojavu strujanja u tečnoj fazi;
3. mora postojati jedan određeni odnos količina čvrste prema tečnoj fazi. Suviše mali sadržaj čvrste faze neće znatno uticati na hidrodinamičke osobine tečne faze, dok suviše veliki sadržaj čvrste faze omogućuje formiranje jedne čvrste prostorne strukture, tako da materija u tom slučaju ima osobine elastičnog čvrstog tela.

* Referat održan na V Seminaru za mljekarsku industriju pri Prehrambeno-tehnološkim institutu u Zagrebu.

Plastične masti, a među njima i maslac, vrlo dobro se uklapaju unutar ovih uslova, svakako u izvesnim temperaturnim granicama koje su specijalno za mlečnu mast veoma široke: od -40°C do $+40^{\circ}\text{C}$, tako da se za maslac nedvosmisleno može reći da je plastična materija.

Egzaktno definisanje pojedinih reoloških osobina plastičnih masti skupčano je s velikim teškoćama koje proističu otuda što ne postoje ni metode niti fizičke jedinice mera za njihovo apsolutno određivanje. Vrlo često su u upotrebi razni termini koji uglavnom opisno objašnjavaju reološke osobine. Na primer, izraz konzistencija ili plasticitet često se upotrebljava kao zbirni pojam za više pojedinih reoloških osobina. Ovo je jedan od glavnih razloga da se teško mogu uspoređivati ispitivanja i rezultati raznih autora, a također s obzirom na veoma veliku raznovrsnost aparata i uređaja za ispitivanje od kojih su mnogi unikati. Izvesne reološke osobine se ipak mogu definisati dovoljno precizno i tako izbegnu eventualni nesporazumi.

TVRDOĆA — Definiše se kao otpor prema prodiranju stranog tela koje se utiskuje u površinu uzorka. Tvrdoća se meri metodom penetracije, a izražava se u različitim jedinicama: jedinicama duljine, dubina penetracije pri konstantnoj sili, sila pri konstantnoj brzini prodiranja ili jedinicama pritiska — pritisak koji penetraciono telo izaziva na površini uzorka u stanju ravnoteže.

VISKOZITET — Slično kao i kod viskoznih fluida definiše se kao unutrašnje trenje između susednih slojeva materije koja teče. Međutim, ovde se mora voditi računa o tome da viskozitet plastičnih materija nije konstantna veličina već zavisi od brzine deformacije. Grafikon napona i brzine deformacije nije prava već kriva linija. Kod plastičnih masti viskozitet opada brzinom deformacije. Zbog svega toga uveden je poseban termin — kvaziviskozitet koji naglašava promenljivost viskoziteta s brzinom deformacije. Viskozitet se meri kvaziviskozimetrima ili ekstruzionim presama, a izražava se ili u apsolutnim jedinicama (poaz, centipoaz) ili raznim relativnim jedinicama (vremenom prodiranja kugle, vremenom ekstrudiranja, silom ili pritiskom ekstrudiranja itd.).

GRANICA TEČENJA — Definiše se kao napon pri kome nastaju trajno plastične deformacije. Može se dobiti indirektno, iz krive kvaziviskoziteta ili pak ekstrudiranjem ili direktno, merenjem pritiska pri kome počinju trajne deformacije, a izražava se jedinicama napona (sila na jedinicu površine).

Ove tri osobine spadaju u red onih malobrojnih reoloških osobina koje imaju egzaktno definicije bazirane na teoretskim postavkama. Za njih takođe postoje i određene jedinice za merenje i izražavanje.

Mnogo je veći broj onih reoloških osobina koje nisu ovako jasno definisane i koje zahtevaju znatno složenija teoretska objašnjenja. Za te reološke osobine ne postoje opšte prihvaćene metode ispitivanja, a ni egzaktno jedinice za njihovo numeričko izražavanje. One su uglavnom date opisno i teško je moguće ikakvo poređenje rezultata ispitivanja. Kasnije će biti navedene neke od takvih reoloških osobina.

KRTOST — Opisuje se kao kombinacija tvrdoće i velikog sadržaja čvrste faze uz istovremeno relativno slabo izražene sile privlačenja koje deluju između čestica. Pod dejstvom spoljnog napona uzorak se raspada bez nekog primetnog deformisanja.

RAZMAZIVOST — Izražava zbir karakteristika koje su merodavne za sposobnost razmazivanja- nanošenja u tankom sloju na neku ravnu površinu. To je ustvari kombinacija kvaziviskoziteta, granice tečenja, krtosti i adhezione sile.

TIKSOTROPIJA — Opisuje se kao osobina nekih plastičnih materija da se mogu pod izvesnim uslovima izotermno reverzibilno transformisati. Ovu osobinu nemaju sve plastične materije već samo neke. Neophodni uslovi da bi neka plastična materija bila tiksotropna jesu dovoljno visoka koncentracija čvrste faze koje omogućuje stvaranje prostorne trodimenzionalne strukture kao i nepravilan, nesimetričan oblik čestica čvrste faze.

Pri deformaciji takve, tiksotropne materije, opada kvaziviskozitet s vremenom iako se brzina deformacije održava konstantnom. Po prestanku dejstva spoljašnjih napona koji izazivaju deformacije, posle izvesnog vremenskog perioda nastaje ponovo formiranje prvobitne strukture pri čemu kvaziviskozitet takođe dobija svoju prvobitnu vrednost. Ovo ponovno uspostavljanje strukture nastaje pod dejstvom unutrašnjih napona indukovanih za vreme prethodne deformacije. Plastične masti, a među njima i maslac, uglavnom pokazuju ovu osobinu (3) iako se prvobitna struktura gotovo nikada ne uspostavlja, s obzirom na to da nastaju neke trajne deformacije (na primer razaranje izvesnog dela kristala).

FAKTORI KOJI UTIČU NA REOLOŠKE OSOBINE MASLACA

Veliki broj faktora utiče na reološke osobine maslaca. Važniji faktori su: hemijski sastav mlečne masti, struktura glicerida, brzina kristalizacije, odnos čvrste i tečne faze, veličina i broj kristala, jačina kristalne mreže, viskozitet tečne faze.

Na faktore kao što su hemijski sastav i struktura glicerida ne može se uticati u procesu proizvodnje dok se na ostale može.

Brzina kristalizacije utiče na taj način što se kod brzog hlađenja povećava tvrdoća i obrnuto. Razne varijante brzine hlađenja daju odgovarajući stepen tvrdoće maslaca.

Odnos čvrste i tečne faze ima najveći uticaj na reološke osobine maslaca. Za masti koje služe za ljudsku ishranu potrebno je da su plastične u što širem rasponu temperatura, što znači sklop glicerida s različitim tačkama topljenja, s malim količinama visokotopivih glicerida, tako da pri promenama temperature uvek samo jedan mali deo prelazi iz jednog agregatnog stanja u drugo.

Veličina i broj kristala na jedinicu težine takođe utiču na reološke osobine mlečne masti (6 i 10). Pri istom sadržaju čvrste faze, sitniji kristali daju veću tvrdoću masti. Ovo zbog toga što sitniji kristali imaju veću mehaničku čvrstoću, a takođe, jer sitni kristali formiraju čvršću trodimenzionalnu strukturu zbog većeg broja međusobnih dodirnih tačaka.

Jačina kristalne mreže je u zavisnosti od uzajamnog privlačenja kristala i njihove tendencije da formiraju agregate.

Viskozitet tečne faze — Visok viskozitet tečne faze povećava napon na granici tečenja, a takođe i kvaziviskozitet i u manjem stepenu i tvrdoću maslaca.

UTICAJ TERMIČKOG TRETMANA NA REOLOŠKE OSOBINE MASLACA

Termički tretman, kao sastavni deo tehnološkog procesa proizvodnje maslaca, više nego ostali faktori omogućuju uticanje na reološke osobine maslaca. Podesnim termičkim tretmanom može se uticati kako na sadržaj čvrste faze tako isto i na vrstu, oblik i veličinu kristala mlečne masti što sa svoje strane ima odlučan uticaj na reološke osobine.

Činjenica je međutim, da za sada nedostaju sistematski rezultati ispitivanja uticaja termičkog tretmana na reološke osobine maslaca, što je svakako posledica još nedovoljno ispitanog mehanizma kristalizacije i osobina kristala mlečne masti, a takođe i nedostatak jednoznačnih karakteristika koje karakterišu reološke osobine.

Čini se da se najveći uticaj termičkog tretmana manifestuje za vreme hlađenja posle pasterezacije i za vreme zrenja pavlake, s obzirom da se tada formiraju jezgra kristalizacije kao i da dolazi do delimičnog rasta kristala. Hlađenje u daljim fazama proizvodnje uglavnom dovodi do završetka već zapečete kristalizacije, mada se mora i tome obratiti pažnju, pošto pogrešan termički tretman može izmeniti već formiranu strukturu.

Sve napred rečeno važi i za proizvodnju maslaca kontinuiranim postupcima, ali s napomenom, da s obzirom na strogo određene uslove i na kratko vreme zadržavanja u kristalizacionom termički tretman može uglavnom primeniti pre samog bućkanja.

Termički tretman sastoji se iz podešavanja brzine i temperature hlađenja, vremena držanja kao i temperature i trajanja temperiranja.

Kao što je poznato, brzo (naglo) hlađenje do niskih temperatura ima za posledicu stvaranje velikog broja sitnih kristala mešanog tipa (1). Sadržaj čvrste faze je veći nego kod laganog hlađenja. Veliki broj sitnih kristala se formira kod naglog hlađenja uglavnom usled naglog povećavanja viskoziteta tečne faze s opadanjem temperature, usled čega pojedine čestice ne mogu da se slobodno kreću ka nekom već postojećem jezgru kristalizacije da bi se na njega deponovale, već ostaju blokirane i sa česticama koje se nalaze u neposrednoj blizini formiraju novi kristal malih dimenzija. Posledica stvaranja ovakve vrste kristala je povećana tvrdoća maslaca (4) potencirana još i stvaranjem trodimenzionalne kristalne mreže koja čini neku vrstu skeleta. U ekstremnim slučajevima brzog hlađenja maslac postaje krt (5) i često pokazuje grubu zrnastu strukturu na prelomu koja potiče od kristalnih agregata-fragmenata prostorne kristalne mreže.

Suprotan efekat ima lagano hlađenje pri kome se formira manji broj krupnih kristala slojevitog tipa. Sadržaj čvrste faze je manji nego kod brzog hlađenja. Kristali se sastoje iz jezgra i koncentričnih slojeva pri čemu je jezgro sastavljeno od čestica s najvišom tačkom topljenja, a idući prema periferiji kristala, opada tačka topljenja čestica pojedinih slojeva. Ako se kristalizacija prekine i ispita struktura glicerida čvrste i tečne faze, može se konstatovati da su gotovo svi gliceridi s tačkom topljenja iznad temperature na kojoj je prekinuta kristalizacija, u čvrstom stanju. Zbog relativno velikih dimenzija kristala, postoji manji broj tačaka dodira pojedinih kristala u jedinici zapremine pa je stoga i prostorno kristalna mreža mehanički znatno slabija od one koje formiraju sitni kristali. Isto tako i mehanička čvrstoća samih kristala je manja, što sve zajedno ima za posledicu manju tvrdoću maslaca.

Između ova dva krajnja slučaja, naglog i laganog hlađenja, postoji čitav niz mogućnosti za podešavanje sadržaja čvrste faze, tipa, broja i veličine kristala. Pri tome ne treba gubiti iz vida da i temperiranje pruža dalju mogućnost uticaja na kristalizaciju mlečne masti tj. na reološke osobine maslaca.

Sva napred navedena razmatranja o uticaju termičkog tretmana na kristalizaciju mlečne masti potvrđena su eksperimentalnim ispitivanjima od kojih su data dva karakteristična primera.

Dilatometrijskom metodom vršena su merenja sadržaja čvrste faze mlečne masti u temperaturnom intervalu od -40°C do $+40^{\circ}\text{C}$. Mlečna mast je bila dobijena iz maslaca topljenjem, dekantiranjem, pranjem, filtriranjem i sušenjem pod vakuumom.

Uzorci serije I bili su podvrgnuti brzom hlađenju od 40°C na $0,0^{\circ}\text{C}$, zatim su na toj temperaturi držani 12 časova pre merenja. Uzorci serije II posle brzog hlađenja od 40°C na $0,0^{\circ}\text{C}$, držani su na toj temperaturi 12 časova, zatim su temperirani na 25°C u trajanju od 2 časa.

Sadržaj čvrste faze izračunat je iz dilatometrijskih čitanja uzimajući u obzir korekcije stakla i indikatorske tečnosti i to za svakih 5°C počev od -40°C . Takođe su izračunate i brzine topljenja za isti interval temperatura. Brzina topljenja je definisana kao smanjenje procentualnog sadržaja čvrste faze pri promeni temperature za 1°C . Rezultati eksperimenata su dati u tabeli 1.

Tabela 1.

Sadržaj čvrste faze i brzine topljenja mlečne masti za dva razna termička tretmana

Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Sadržaj čvrste faze %		Brzina topljenja $\%/\text{^{\circ}\text{C}}$	
	Uzorak I	Uzorak II	Uzorak I	Uzorak II
-40	99,8	99,7	1,4	1,1
-35	98,4	98,6	2,4	3,4
-30	96,0	95,2	4,1	4,4
-25	91,9	90,8	5,3	5,3
-20	86,6	85,5	6,0	6,1
-16	80,6	79,4	4,8	7,0
-10	75,8	72,4	3,9	7,5
-5	71,9	64,9	3,5	7,9
0	68,4	57,0	4,4	8,1
5	64,0	48,9	9,0	8,8
10	55,0	40,1	15,1	10,0
15	39,9	30,1	19,7	11,1
20	20,2	19,0	7,6	7,8
25	12,6	11,2	6,0	5,4
30	6,6	5,8	5,4	4,3
35	1,2	1,5	5,2	1,5
40	0	0		

Ako se posmatra neki temperaturni interval, na primer, od $0,0^{\circ}\text{C}$ do 20°C , koji uglavnom odgovara uslovima pod kojima se maslac tretira u širokoj potrošnji, onda se može konstatovati sledeće:

Kod uzoraka serije I smanjuje se sadržaj čvrste faze od 68,4⁰/₀ na 20,2⁰/₀, tj. za 48,2⁰/₀, a kod uzoraka serije II od 57,0⁰/₀ na 19,0⁰/₀ tj. za 38,0⁰/₀. Prosečna brzina topljenja iznosi 2,41⁰/₀/⁰ C za I, a 1,9⁰/₀/⁰ C za II seriju. Takođe je karakterističan podatak o maksimalnoj brzini topljenja koja za seriju I iznosi 3,94⁰/₀/⁰ C i nastaje pri temperaturi od oko 17⁰ C dok je kod II serije 2,22⁰/₀/⁰ C pri temperaturi takođe oko 17⁰ C.

Velika brzina topljenja kod serije I je, pored normalnog topljenja, posledica dezintegracije kristala mešanog tipa, koji su bili formirani brzim hlađenjem i oslobađanja izvesne količine tečne faze koja je bila imobilisana unutar kristala. S druge strane, kod serije II mala brzina topljenja ukazuje na normalno topljenje koje nastaje, kad temperatura dostigne tačku topljenja pojedinih frakcija, a s obzirom na široki spektar glicerida s raznim tačkama topljenja dobija se veća ravnomernost.

Mala brzina topljenja i manja promena sadržaja čvrste faze kod temperirane mlečne masti očito ukazuje da će i promena reoloških osobina biti manje izražena i da će maslac koji sadrži mlečnu mast kristaliziranu temperiranjem, imati postojanije reološke osobine pri promenama temperature.

ZAKLJUČAK

Može se sa sigurnošću reći da postoje široke mogućnosti uticaja na reološke osobine maslaca, tj. proizvodnje maslaca s onim osobinama koje najviše odgovaraju potrošaču.

Iz prikazanih rezultata se vidi definitivnan uticaj termičkog tretmana na sadržaj čvrste faze mlečne masti i na osobine topljenja iste. Neosporno je da treba uložiti još dosta napora za dalje izučavanje reoloških osobina uključujući tu i egzaktno definisanje tipa maslaca s onim osobinama koje se na tržištu traže, kao i tehnološkog procesa proizvodnje koji će dati takav maslac.

LITERATURA :

1. Bailey, A. E. *Melting and Solidification of Fats*. Interscience Publishers, Inc., New York (1950)
2. Bailey, A. E. *Industrial Oil and Fat Products*. Interscience Publishes, Inc., New York (1951)
3. deMan, J. M. and Wood, F. W. *Thixotropy and Setting of Butter*. Dairy Ind. 23 : 265 (1958)
4. deMan, J. M. and Wood, F. W. *Influence of Temperature Treatment and Season on the Dilatometric Behaviour of Butterfat*. J. Dairy Res. 26 : 17 (1959)
5. deMan, J. M. *Influencing the Consistency of Butter*. Dairy Ind. 26 : 37 (1961)
6. Herb, Š. F., Andsley, M. C. and Riemenschneider, R. W. *Some Observations on the Microscopy of Lard and Rearranged Lard*. J. Amer. Oil Chem. Soc. 33 : 189 (1956)
7. Kirschenbauer, H. G. *Fats and Oils*. 2nd ed. Reinhold Publishing Corporation, New York (1960)
8. Meyer, L. *Food Chemistry* Reinhold Publishing Corporation, New York (1960)
9. Mulder, H. and Klomp, R. *The Melting and Solidification of Milk Fat*. Neth. Milk Dairy J. 10 : 123 (1956)
10. Skoda, W. and Van den Tempel, M. *Crystallization of Emulsified Triglycerides*. J. Colloid Sci. 18 : 568 (1963)
11. Vasić, J. and deMan, J. M. *Effect of Temperature History on the Solid Fat Content of Milk Fat*, J. Dairy Sci. 48 : 1277 (1965)