



MILK-ED

MODERN AND INNOVATIVE ONLINE-BASED
KNOW-HOW ON EUROPEAN DAIRY PROCESSING

HOMOGENIZACIJA

*In love with
milk industry!*



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.
This document reflects the view only of the author and the Commission cannot be held
responsible for any use which may be made of the information contained therein.

HOMOGENIZACIJA

Homogenizacija je standardni industrijski proces, koji ima za cilj smanjiti i ujednačiti promjer masnih kuglica / globula, u mlijeku i vrhnju, primjenom visokog tlaka. Cilj homogenizacije je povećanje stabilnosti emulzije mliječne masti, odnosno spriječavanje izdvajanja masti na površinu mlijeka tijekom stajanja.

Homogenizacijom se razbijaju masne globule, čiji promjer u kravljem mlijeku varira od 1-5 μ m (0,1 – 22 μ m), a najčešće se kreće od 3-4 μ m (vidi modul Milk fat). Jedna od najznačajnijih razlika kozijeg od kravljeg mlijeka je u strukturi i sastavu mliječne masti. Prosječna veličina masnih globula u kozijem mlijeku je 2 μ m, zato se često kaže da je kozije mlijeko prirodno homogenizirano.

Pri uobičajenom postupku homogenizacije nastaju masne globule presjeka manjeg od 2 μ m, a broj globula se može povećati do 100 puta, a ukupna površina globula 6 do 10 puta. Zahvaljujući homogenizaciji smanjeno je izdvajanje mliječne masti / vrhnja na površini mlijeka.

Proces homogenizacije se koristi u proizvodnji konzumnog mlijeka (pasteriziranog i steriliziranog), gdje uz suzbijanje izdvajanja mliječne masti na površinu, homogenizirano mlijeko dobiva puniji i bogatiji ukus, a takođe i povećanu viskoznost. U proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda homogenizacijom se uz povećanja stabilnosti mliječne masti, postiže i teže izdvajanje mliječnog seruma zbog veće hidrofилности homogeniziranih masnih kapljica.

Homogenizacija se ne preporuča kod mlijeka namijenjenog za proizvodnju sireva, posebno polutvrdih i tvrdih, jer dovodi do poremećaja tehnoloških svojstava mlijeka. Takođe, vrhnje za proizvodnju maslaca se ne homogenizira.

Proces homogenizacije

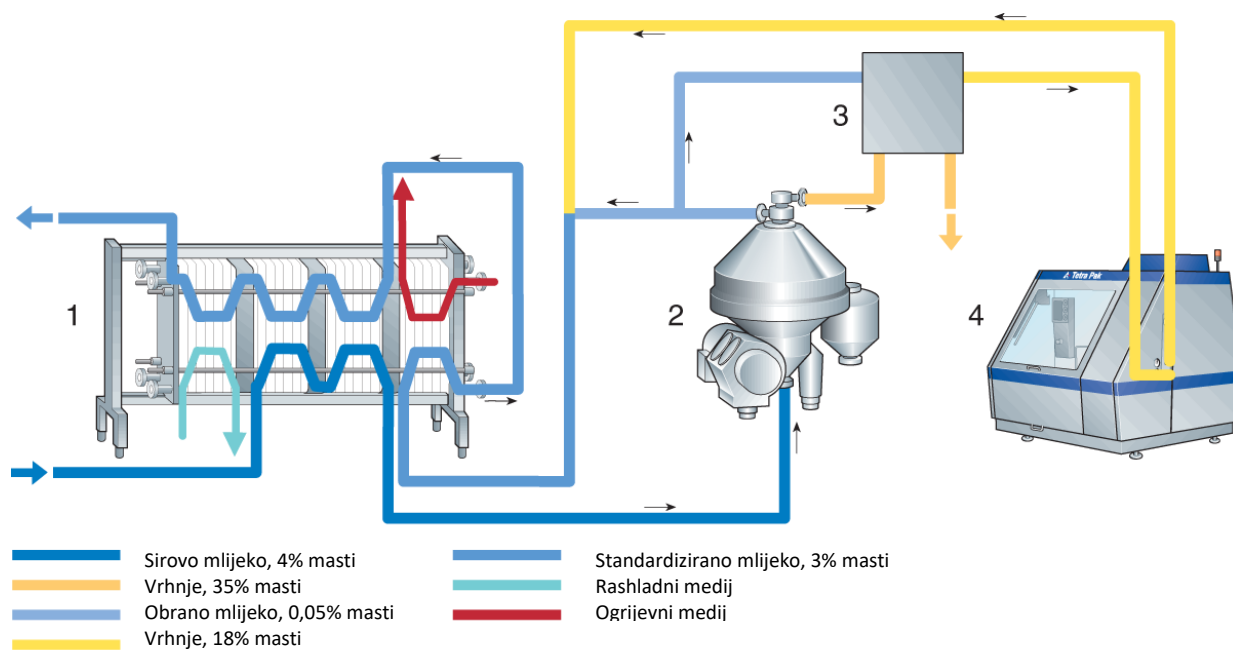
Homogenizacija mlijeka najčešće se provodi na temperaturi od 50 °C - 60°C i tlaku od 150 – 200 bara (15-20 MPa). Homogenizator mora biti postavljen tako da u njega dolazi zagrijano mlijeko, odnosno da se mliječna mast nalazi u tekućem stanju. Najčešće se postavlja u liniji pasterizacije mlijeka tj. mlijeko nakon predgrijavanja i separacije/standardizacije ide na homogenizaciju, a zatim se vraća u paster - izmjenjivač topline na zagrijavanje do temperature pasterizacije. Uz homogenizaciju ukupne količine mlijeka, može se vršiti i djelomična homogenizacija, kada se homogenizira samo vrhnje ili dio vrhnja nakon izlaska iz separatora, a zatim se homogenizirano vrhnje miješa s obranim mlijekom i pasterizira (slika 1.)



MILK-ED

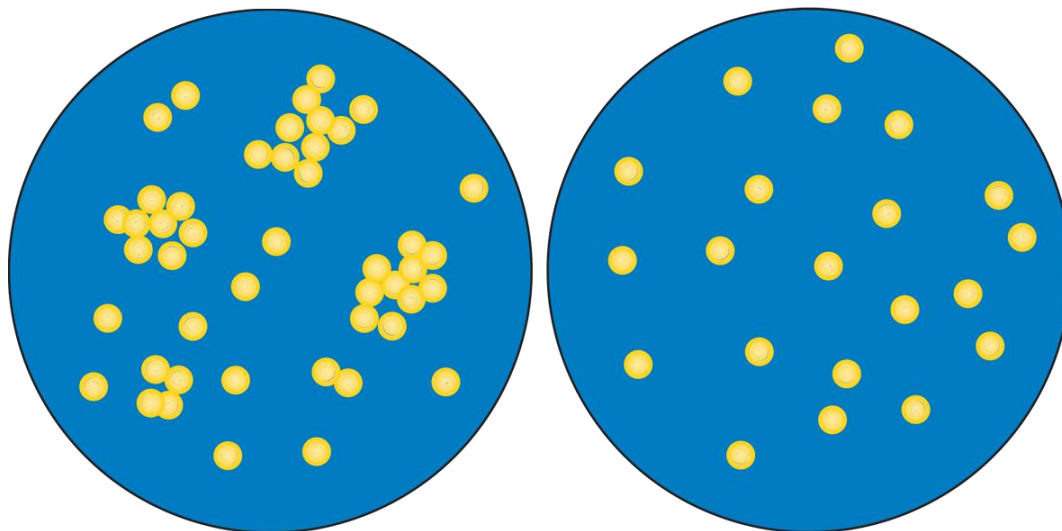
MODERN AND INNOVATIVE ONLINE-BASED
KNOW-HOW ON EUROPEAN DAIRY PROCESSING

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



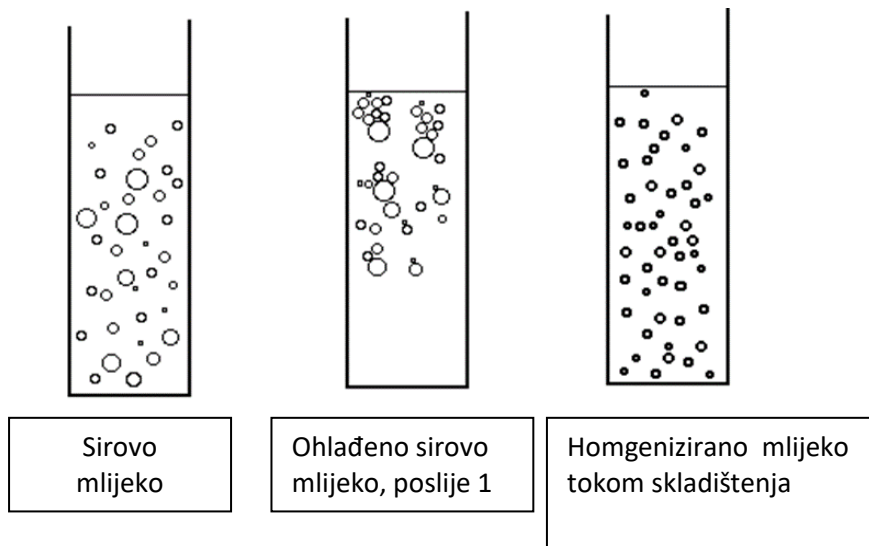
Slika 1. Proizvodni tok kod djelomične homogenizacije (Dairy Processing Handbook ©Tetra Pak)

Homogenizacija može biti jednostepena ili dvostepena. Kod dvostepene homogenizacije tlak je veći u prvom stupnju i iznosi 15-25 MPa, a u drugom stupnju je niži, 5 – 10 MPa. Drugi stupanj sprečava ponovno spajanje masnih kapljica/globula i osigurava kontrolirani i stalni tlak poslije prvog stupnja homogenizacije i time se postiže maksimalna efikasnost.



Slika 2. Usitnjavanje masnih globula u prvoj i drugoj fazi homogenizacije
(Dairy Processing Handbook ©Tetra Pak)

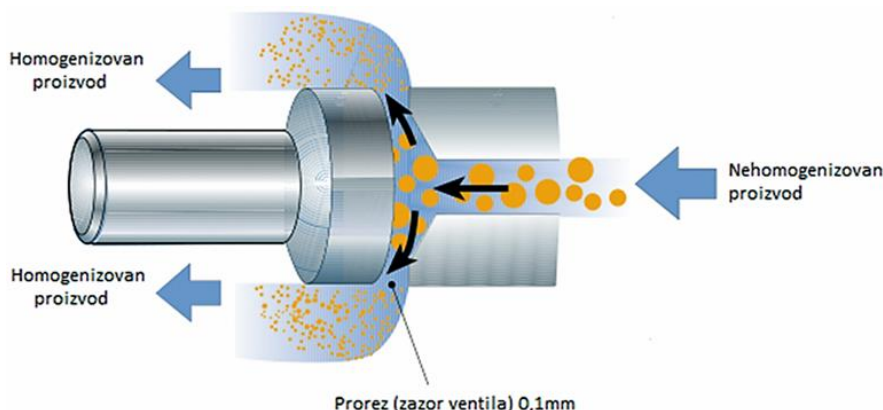
Na slici je prikazan izgled masnih kapljica u sirovom mlijeku, ohlađenom sirovom mlijeku i homogeniziranom mlijeku tijekom perioda skladištenja.



Slika 3. Izgled masnih kapljica u sirovom, ohlađenom i homogeniziranom mlijeku

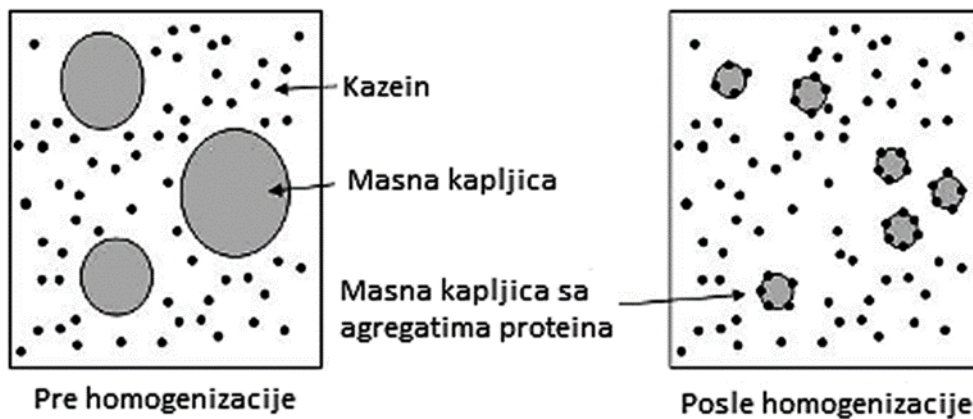
Homogenizator

Prvi homogenizator patentirao je 1899. godine August Gaulin u Francuskoj. Prvo se počelo homogenizovati konzumno pasterizirano mlijeko, da bi se spriječilo izdvajanje sloja mliječne masti – vrhnja na površini mlijeka tijekom stajanja. Konstrukcija svakog homogenizatora sastoji se od nekoliko klipnih crpki visokog tlaka i sistema ventila homogenizatora. Glavni dio u homogenizatoru je homogenizacijska glava s ventilima, koji mogu biti različite konstrukcije. Nehomogenizirano mlijeko prolazi kroz male otvore ventila i tada dolazi do usitnjavanja masnih globula/kapljica (slika 4.).



Slika 4. Ventil za homogenizaciju (Dairy Processing Handbook ©Tetra Pak)

Pri ulazu u zazor ventila energija pritiska se pretvara u energiju brzine. Poslije hiljaditog dijela sekunde na izlazu iz ventila dolazi ponovo do velike promjene brzine u tlaku što prouzrokuje turbulenciju. Uslijed ovog intenzivnog mehančkog tretmana, prvo na ulazu u uski zazor ventila dolazi do deformacije i razvlačenja masne globule, a pri izlazu do konačnog cijepanja na sitnije kuglice. Nakon cijepanja odnosno usitnjavanja masnih globula dolazi do regeneracije membrane masne globule adsorpcijom proteina iz mlijeka (slika 5). Manje globule masti sadrže više proteina, posebno kazeina pa je homogenizirano mlijeko bjelje. Mliječna mast se i poslije homogenizacije nalazi u formi masnih globula, a ne kao slobodna mast.



Slika 5. Izgled masnih kapljica prije i poslije homogenizacije i raspored kazeinskih micela

Homogenizacijom se ne postiže apsolutna stabilnost i ne sprječava kretanje masnih globula prema površini (samo je znatno sporije). Zato se ovo mlijeko ne naziva homogenim već homogeniziranim.

Rezultati homogenizacije

Osnovni rezultat homogenizacije je dobivanje stabilne emulzije, što znači da se veličina masne globule ne mijenja značajno sa vremenom i sa znatno smanjenom tendencijom kretanja. Ostale prednosti su:

- Manje masne kapljice, koje ne dovode do izdvajanja sloja vrhnja tijekom stajanja mlijeka.
- Bjelja boja i puniji ukus, čak i u proizvodima sa smanjenim sadržajem mliječne masti
- Smanjena osjetljivost na oksidaciju masti
- Bolja stabilnost fermentiranih mliječnih proizvoda

Uz prednosti proces homogenizacije može izazvati i određene nedostatke mlijeka, a to su:

- Homogenizirano mlijeko ne može se efikasno separirati
- Povećana osjetljivost na svjetlost
- Povećana sklonost ka lipolizi, zbog veće ukupne površine globula mliječne masti
- Smanjena termička stabilnost
- Smanjena sposobnost koagulacije kazeina, nakon procesa homogenizacije dio kazeina se utroši za regeneraciju membrana masnih kapljica
- Homogenizirano mlijeko nije pogodno za proizvodnju polutvrdih i tvrdih sireva, zbog grušaka koji je suviše mekan i teško se izdvaja surutka.

Literatura

1. Tratnik, Ljubica, Božanić, Rajka (2012): Mlijeko i mliječni proizvodi. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.
2. Cvejanović, Svetomirka, Carić, Marijana, Milanović, Spasenija, Radovanović, R. (2002): Prehrambena tehnologija, za IV razred srednje škole. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
3. Bylund, G. (2003): Dairy processing handbook, Tetra Pak, Processing Systems AB, Lund, Sweden.
4. Stojanović, L., Katić, Vera (1998): Higijena mleka. Naučna knjiga Komerc, Beograd.
5. Petričić, A. (1984): Konzumno i fermentirano mlijeko. Udruženje mljekarskih radnika SRH, Zagreb.
6. Cano-Ruiz, M. E., Richter, R. L. (1997): Effect of homogenization pressure on the milk fat globule membrane proteins. *Journal of Dairy Science*, 80, 2732–2739.
7. Robinson, R. K. (1994): *Modern Dairy Technology, Volume 1. Advances in Milk Processing*. Elsevier Applied Science, London and New York.
8. Robinson, R. K. (1994): *Modern Dairy Technology, Volume 2. Advances in Milk Processing*. Elsevier Applied Science, London and New York.
9. Lee, S. J., Sherbon, J. W. (2002): Chemical changes in bovine milk fat globule membrane caused by heat treatment and homogenization of whole milk. *Journal of Dairy Research*, 69, 555-567.