



**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 postopek, katerega cilj je z visokim pritiskom zmanjšati in izenačiti premer maščobnih kroglic v mleku in smetani. Cilj homogenizacije je povečati stabilnost emulzije mlečne maščobe, tj. preprečiti ločevanje maščobe na površini mleka med mirovanjem.

Homogenizacija razbije maščobne kroglice, katerih premer v kravjem mleku je od 1-5  $\mu\text{m}$  (0,1 - 22  $\mu\text{m}$ ), običajno pa od 3 - 4  $\mu\text{m}$  (glej modul mlečne maščobe). Ena najpomembnejših razlik med kozjim in kravjim mlekom je v strukturi in sestavi mlečne maščobe. Povprečna velikost maščobnih kroglic v kozjem mleku je 2  $\mu\text{m}$ , zato pogosto pravijo, da je kozje mleko naravno homogenizirano.

Pri običajnem postopku homogenizacije nastanejo maščobne kroglice s premerom manj kot 2  $\mu\text{m}$ , število kroglic se lahko poveča do 100-krat, skupna površina kroglic pa 6 - 10-krat. Zaradi homogenizacije se zmanjša ločevanje mlečne maščobe/smetane na površini mleka.

Postopek homogenizacije se uporablja pri proizvodnji konzumnega mleka (pasteriziranega in steriliziranega), kjer homogenizirano mleko poleg preprečevanja ločevanja mlečne maščobe na površini dobi polnejši in bolj bogat okus ter večjo viskoznost. Pri proizvodnji fermentiranih mlečnih izdelkov se s homogenizacijo poleg povečanja stabilnosti mlečne maščobe doseže tudi težje ločevanje mlečnega seruma zaradi večje hidratacije homogeniziranih maščobnih kroglic.

Homogenizacija ni priporočljiva za mleko, ki je namenjeno proizvodnji sira, zlasti poltrdega in trdega sira, saj vodi v kršitev tehnoloških lastnosti mleka. Prav tako se ne homogenizira smetana, ki je namenjena proizvodnji masla.

### Postopek homogenizacije

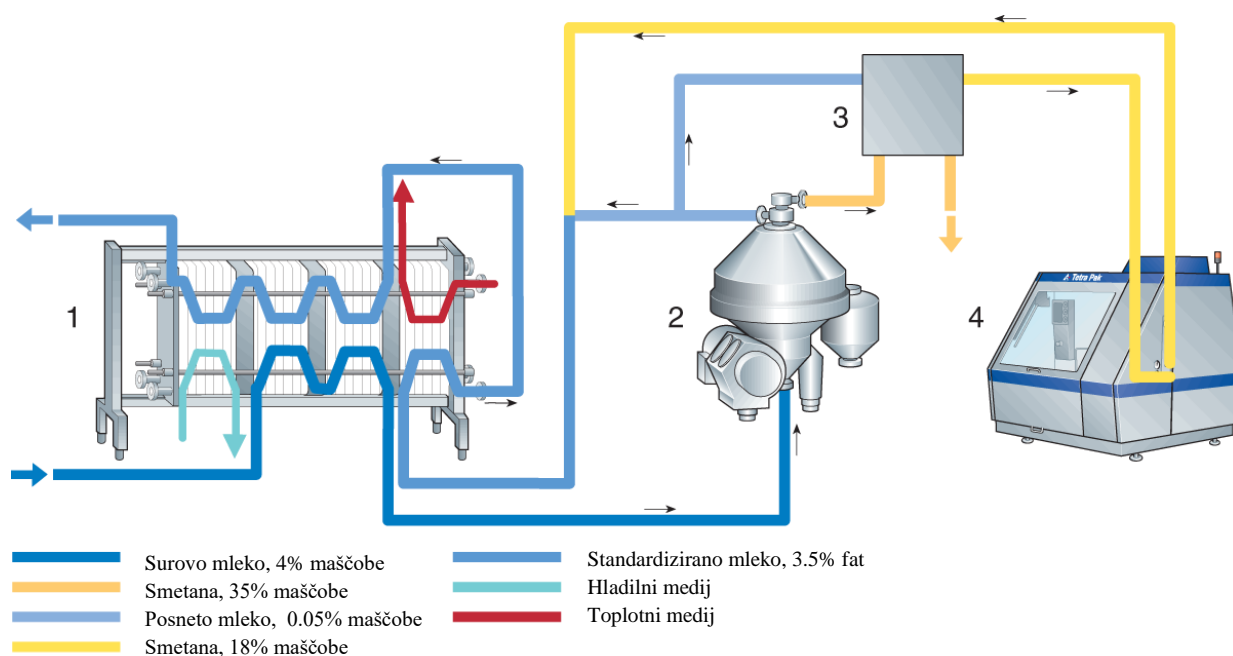
Homogenizacija mleka se običajno izvaja pri temperaturi 50 - 60 °C in tlaku 150 - 200 barov (15 - 20 MPa). Homogenizator mora biti nameščen tako, da vanj pride segreto mleko, tj. da je mlečna maščoba v tekočem stanju. Najpogosteje je nameščen v liniji pasterizacije mleka, kar pomeni, da gre mleko po predgretju in ločevanju/standardizaciji v homogenizacijo, nato pa se vrne v pasterizator za segrevanje na temperaturo pasterizacije. Poleg homogenizacije celotne količine mleka se lahko izvede tudi delna homogenizacija, ko se po izhodu iz separatorja homogenizira samo smetana ali del smetane, nato pa se homogenizirana smetana zmeša s posnetim mlekom in pasterizira (slika 1).



MILK-ED

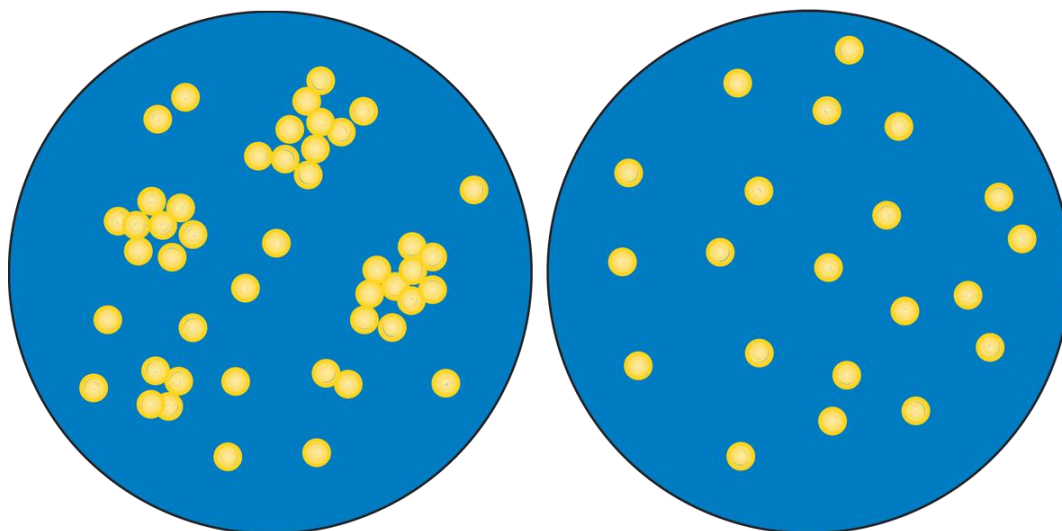
MODERN AND INNOVATIVE ONLINE-BASED  
KNOW-HOW ON EUROPEAN DAIRY PROCESSING

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



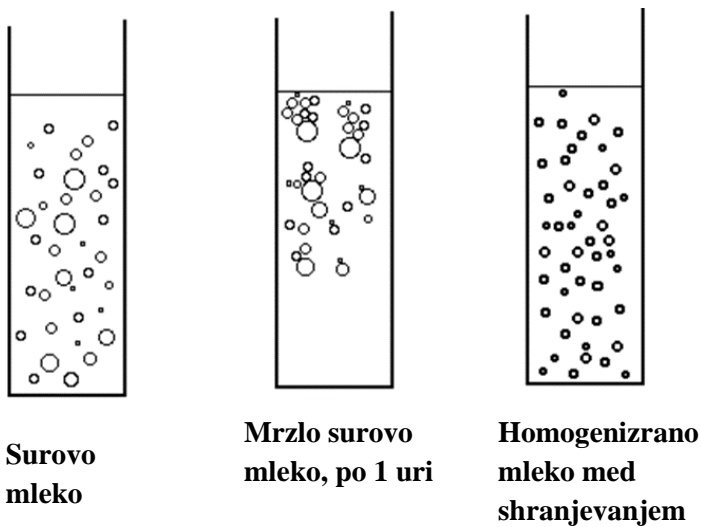
Slika 1. Pretok izdelka pri homogenizaciji z delnim tokom (Priročnik za predelavo mleka ©Tetra Pak)

Homogenizacija je lahko enostopenjska ali dvostopenjska. Pri dvostopenjski homogenizaciji je tlak v prvi stopnji višji in znaša 15 - 25 MPa, v drugi stopnji pa je nižji, 5 - 10 MPa. Druga stopnja preprečuje ponovno združitev maščobnih kroglic in zagotavlja nadzorovan in konstanten tlak po prvi stopnji homogenizacije, s čimer se doseže največja učinkovitost.



*Slika 2. Maščobne kroglice v prvi in drugi fazi homogenizacije (Priročnik za predelavo mleka ©Tetra Pak)*

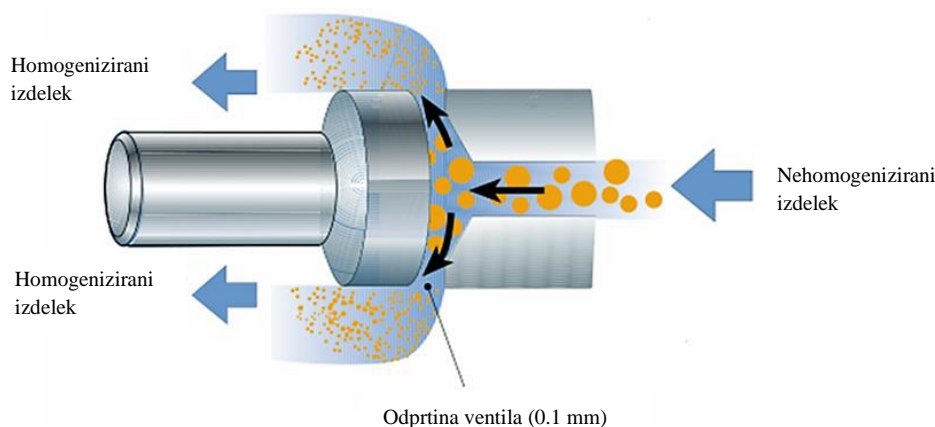
Slika prikazuje pojav maščobnih kroglic v surovem mleku, hladnem surovem mleku in homogeniziranem mleku med shranjevanjem.



*Slika 3. Maščobne kroglice v surovem, hladnem in homogeniziranem mleku*

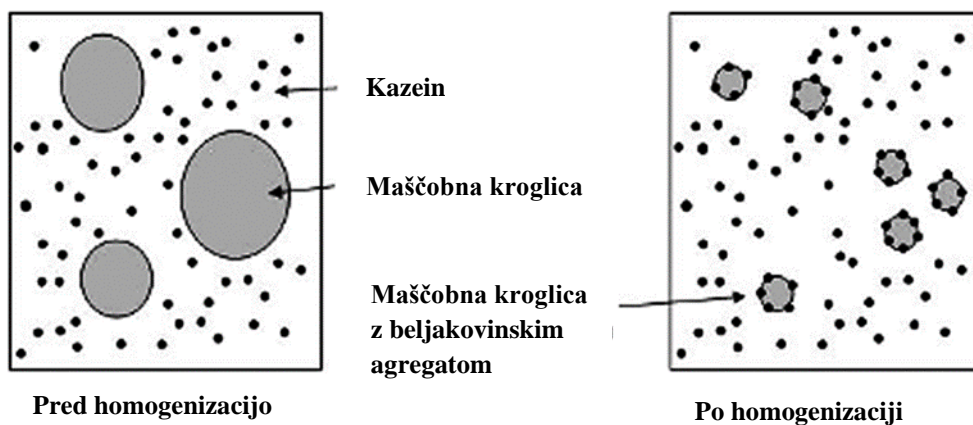
## Homogenizator

Prvi homogenizator je leta 1899 patentiral August Gaulin v Franciji. Najprej so homogenizirali pasterizirano mleko za potrošnike, da bi preprečili ločevanje plasti mlečne maščobe - smetane na površini mleka med stanjem. Konstrukcija vsakega homogenizatorja je sestavljena iz več visokotlačnih batnih črpalk in sistema homogenizacijskih ventilov. Glavni del v homogenizatorju je homogenizacijska glava z ventili, ki so lahko različnih konstrukcij. Nehomogenizirano mleko gre skozi majhne odprtine ventilov, nato pa se maščobne kroglice zmanjšajo (slika 4).



Slika 4. Homogenizacijski ventil (Priročnik za predelavo mleka ©Tetra Pak)

Ob vstopu v vrzel ventila se tlačna energija pretvori v hitrostno energijo. Po tisočinki sekunde na izhodu iz ventila ponovno pride do velike spremembe hitrosti tlaka, kar povzroči turbulenco. Zaradi te intenzivne mehanske obdelave pride najprej na vstopu v ozko vrzel ventila do deformacije in raztezanja maščobne kroglice, na izstopu pa do končne cepitve na manjše kroglice. Po cepitvi ali drobljenju maščobnih globul se membrana maščobne globule regenerira z adsorpcijo beljakovin iz mleka (slika 5). Manjše maščobne kroglice vsebujejo več beljakovin, zlasti kazeina, zato je homogenizirano mleko bolj belo. Tudi po homogenizaciji je mlečna maščoba v obliki maščobnih kroglic in ne v obliki proste maščobe.



*Slika 5. Maščobne kroglice pred homogenizacijo in po njej ter porazdelitev kazeinskih micel*

Homogenizacija ne doseže popolne stabilnosti in ne prepreči gibanja maščobnih globul proti površini (le precej ga upočasni). Zato se to mleko ne imenuje homogeno, temveč homogenizirano.

## Homogenization Results

Glavni rezultat homogenizacije je pridobitev stabilne emulzije, kar pomeni, da se velikost maščobne kroglice s časom bistveno ne spreminja in se bistveno manj premika.

Druge prednosti so:

- manjše maščobne kroglice, ki tvorijo manj kremnih črt
- bolj bela in privlačna barva, tudi pri izdelkih z zmanjšano vsebnostjo mlečne maščobe
- manjša občutljivost na oksidacijo maščob
- boljša stabilnost mlečnih izdelkov, pripravljenih z dodatkom starterske kulture

Poleg prednosti lahko postopek homogenizacije povzroči tudi nekatere slabosti mleka, kot so:

- Homogeniziranega mleka ni mogoče učinkovito ločiti
- povečana občutljivost na svetlobo
- večja nagnjenost k lipolizi zaradi večje skupne površine kroglic mlečne maščobe
- manjša toplotna stabilnost
- manjša sposobnost koagulacije kazeina, saj se po postopku homogenizacije del kazeina uporabi za regeneracijo membran maščobnih kroglic
- Homogenizirano mleko je lahko manj primerno za proizvodnjo poltrdih ali trdih sirov, ker je koagulum premehak in ga je težko odcediti

## 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.