



КАТЕДРА ЗА ХИГИЈЕНУ И ТЕХНОЛОГИЈУ НАМИРНИЦА АНИМАЛНОГ ПОРЕКЛА
ФАКУЛТЕТ ВЕТЕРИНАРСКЕ МЕДИЦИНЕ

24.3.2022. год.

ТЕРМИЧКА ОБРАДА МЛЕКА- ПАСТЕРИЗАЦИЈА

Проф. Др Радослава Савић Радовановић

- КОНЗУМНО МЛЕКО
- Млеко коме ништа није додато, нити одузето



➤ СИРОВО

➤ ПАСТЕРИЗОВАНО

➤ СТЕРИЛИЗОВАНО

➤ АРОМАТИЗОВАНО

➤ СПЕЦИЈАЛНЕ ВРСТЕ МЛЕКА (са додацима витамина, минерала)



- Према Правилнику о ветеринарско-санитарним условима, одн. општим и посебним условима за хигијену хане животињског порекла, као и условима хигијене хране животињског порекла (Сл. гласник РС 25/11 и измена 27/14, као и Директиви (ЕС) 853/2004:

СИРОВО МЛЕКО-млеко добијено секрецијом млечне жлезде узгајаних животиња, које није загревано на T вишој од **40°C**, односно подвргнуто неком другом третману који има исти ефекат

- Термичким третманом се сматра свако намерно загријавање млека на температуру **изнад 50°C** током времена које је довољно да доведе до редукције броја једне или више врста микроорганизама.
-
- Водећи се овом дефиницијом концепт термичких третмана подразумева практично бесконачан број комбинација примењених температура и дужине трајања третмана (IDF, 2018).

- Термички обрађено млеко је млеко које је после муже пречишћено, расхлађено и до термичке обраде чувано на температури испод 6°C.
- При термичкој обради, изложено је температури и времену потребним да се униште патогени микроорганизми, а да при томе не настану промене сензорних особина и не наруши састав млека.

Главне категорије топлотних третмана у млекарској индустрији

Процес	Температура (°C)	Време
Термизација	63 - 65	15 s
LTLT пастеризација млека	63	30 min
HTST пастеризација млека	72 – 75	15 -20 s
HTST пастеризација млека и павлаке	> 80	1-5 s
Ултра пастеризација (Extended Shelf Life-ESL)	125 -138	2 – 4 s
УНТ (стерилизација у протоку)	135 - 140	Пар секунди
Стерилизација у амбалажи	115 – 120	20 -30 min

Термизација

□ Циљ термизације:

- уништавање непожељних микроорганизама,
- редукција сапрофитских микроорганизама и,
- да не дође до коагулације беланчевина млечног серума

□ Изводи се при **63-65 °C** у трајању од **15 секунди**.

Пастеризација млека

□ *Mycobacterium tuberculosis* се уништава при 59°C за 20 минута.

□ Циљ пастеризације млека је:

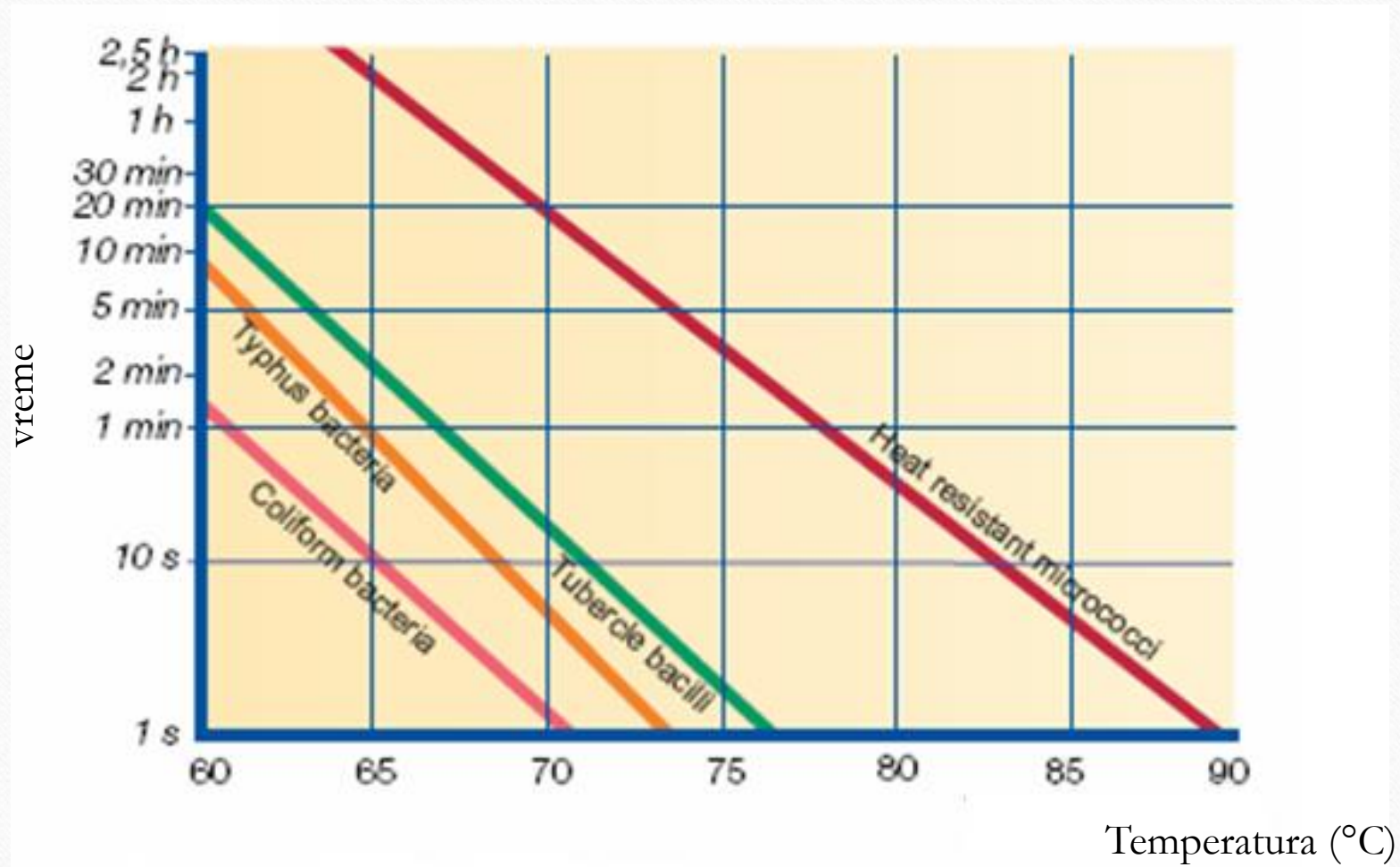
➤ Да се униште патогени микроорганизми и редукује број сапрофитских микроорганизама.

➤ Да се не наруши нутритивна вредност и органолептичке особине млека.

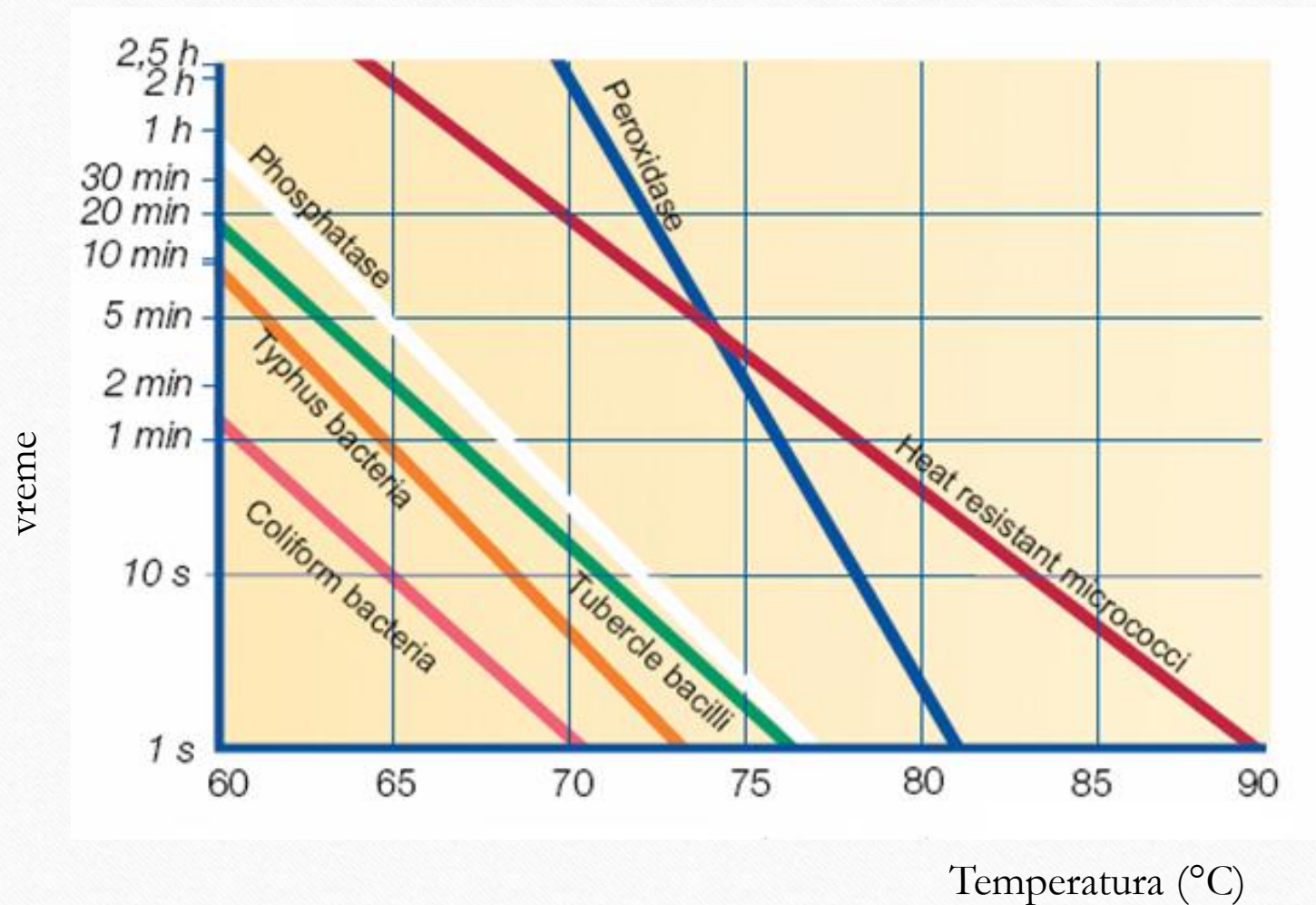
Пастеризација млека

- Избор млека
- Хомогенизација млека
- Стандардизација млека
- Пастеризација млека

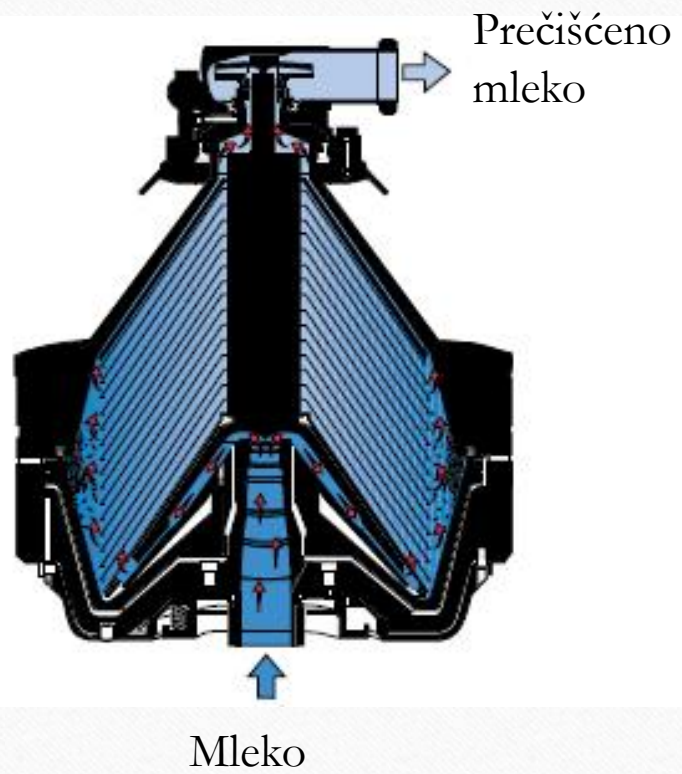
Летални ефекат температуре на бактерије



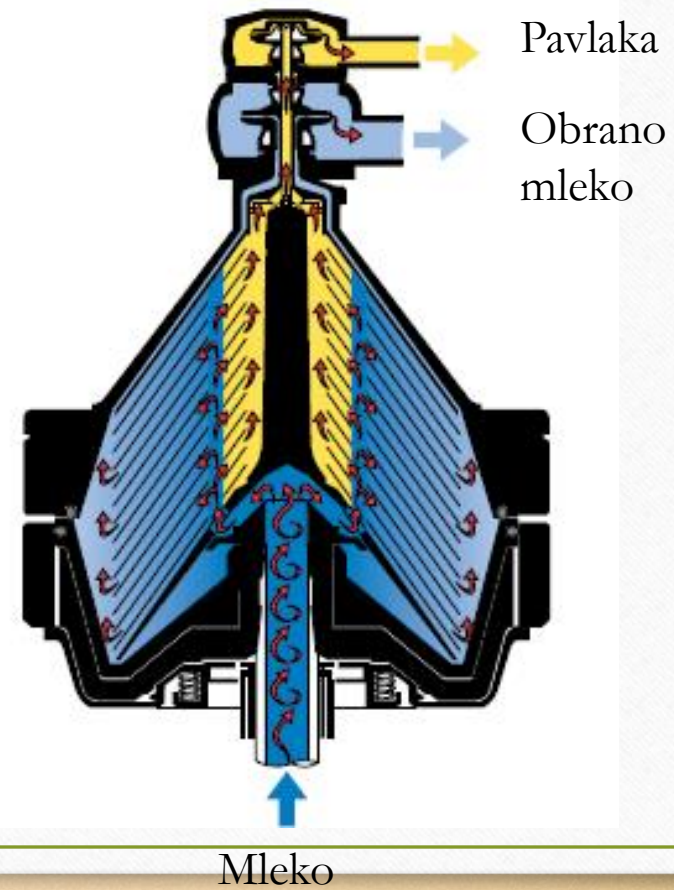
Летални ефекат температуре на бактерије и инаktivација ензима



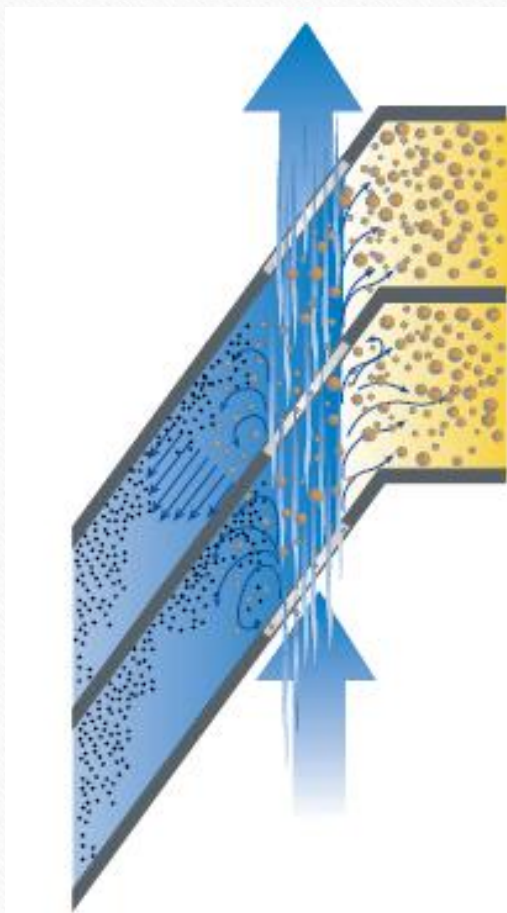
Klarifikator



Centrifugalni separator

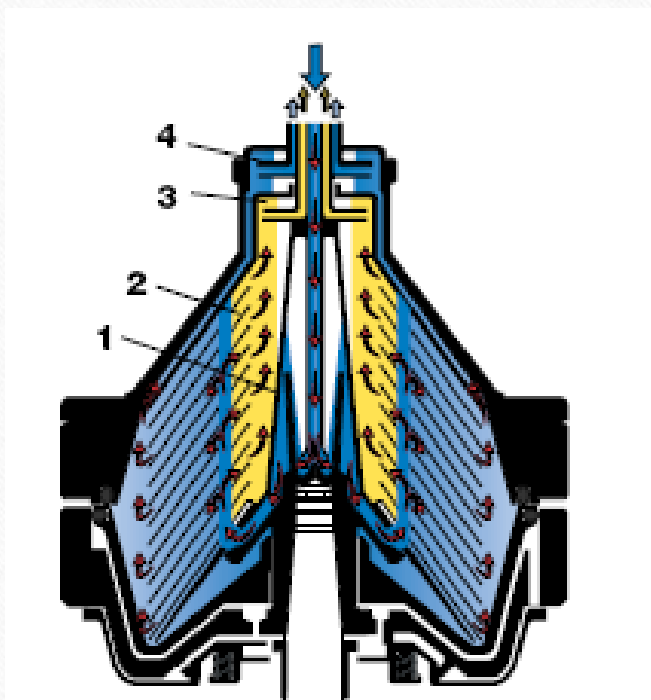


Izgled preseka dela konusnog diska koji pokazuje ulaz mleka kroz distribucione otvore i separaciju kapljica masti od obranog Mleka.

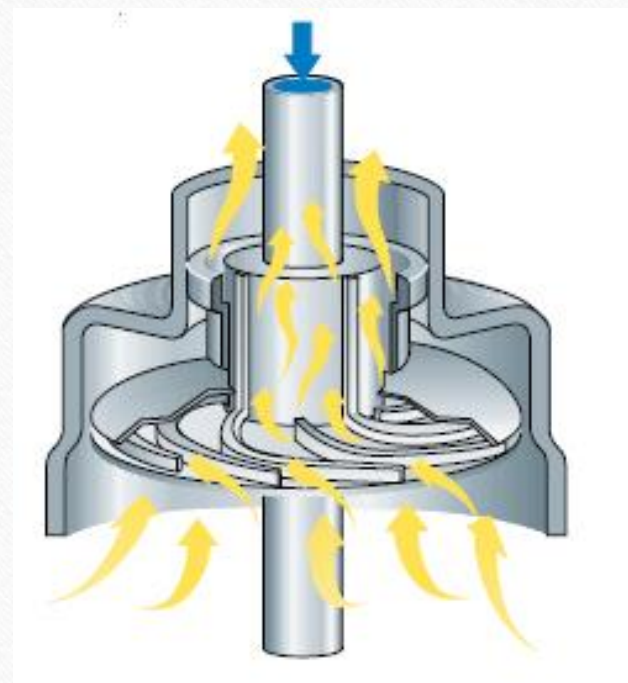


Konusni disk sa distribucionim otvorima i zaptivačima

Poluotvoreni samočistivi separator

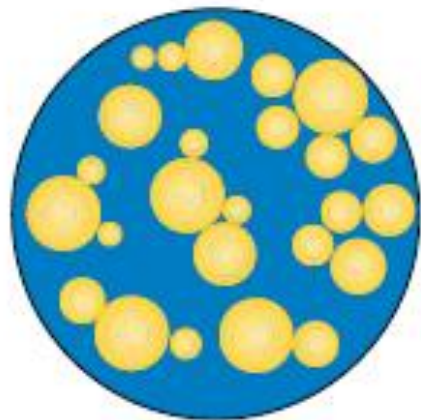


Izlaz diska za odvajanje na vrhu poluotvorenog separatora

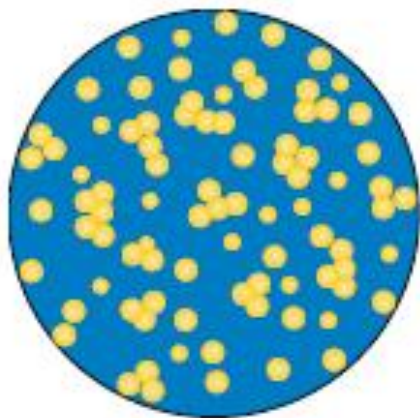


Хомогенизација

Хомогенизацијом се масне капљице уситњавају на много мањ.

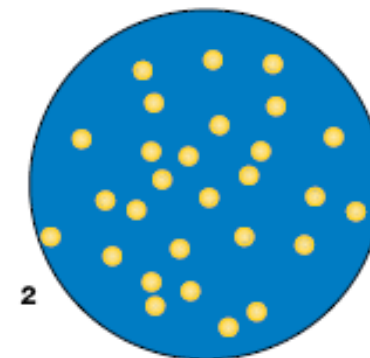
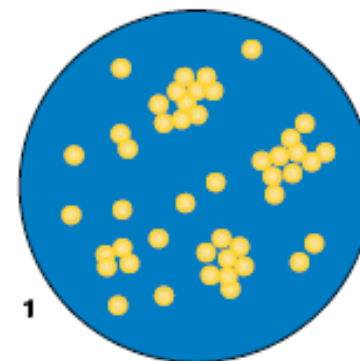


Нехомогенизоване
масне капљице

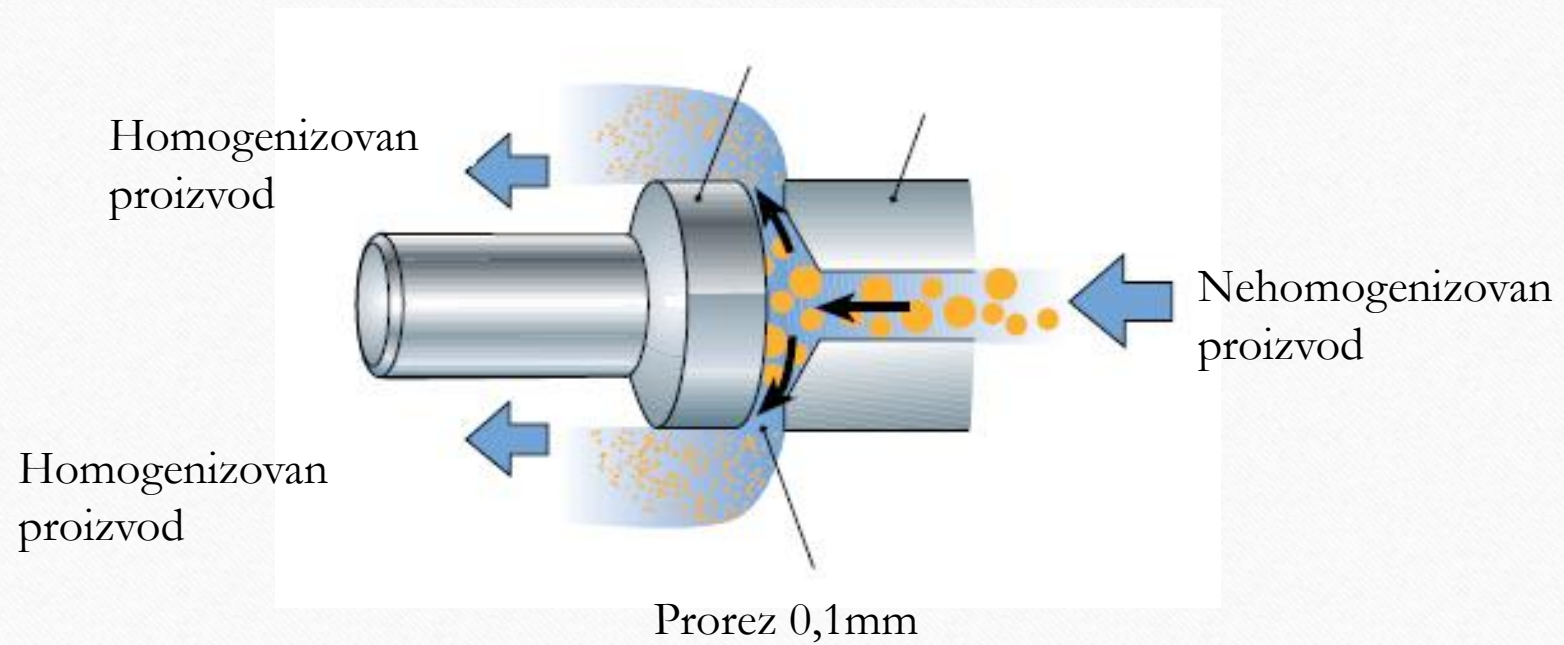


Хомогенизоване масне капљице

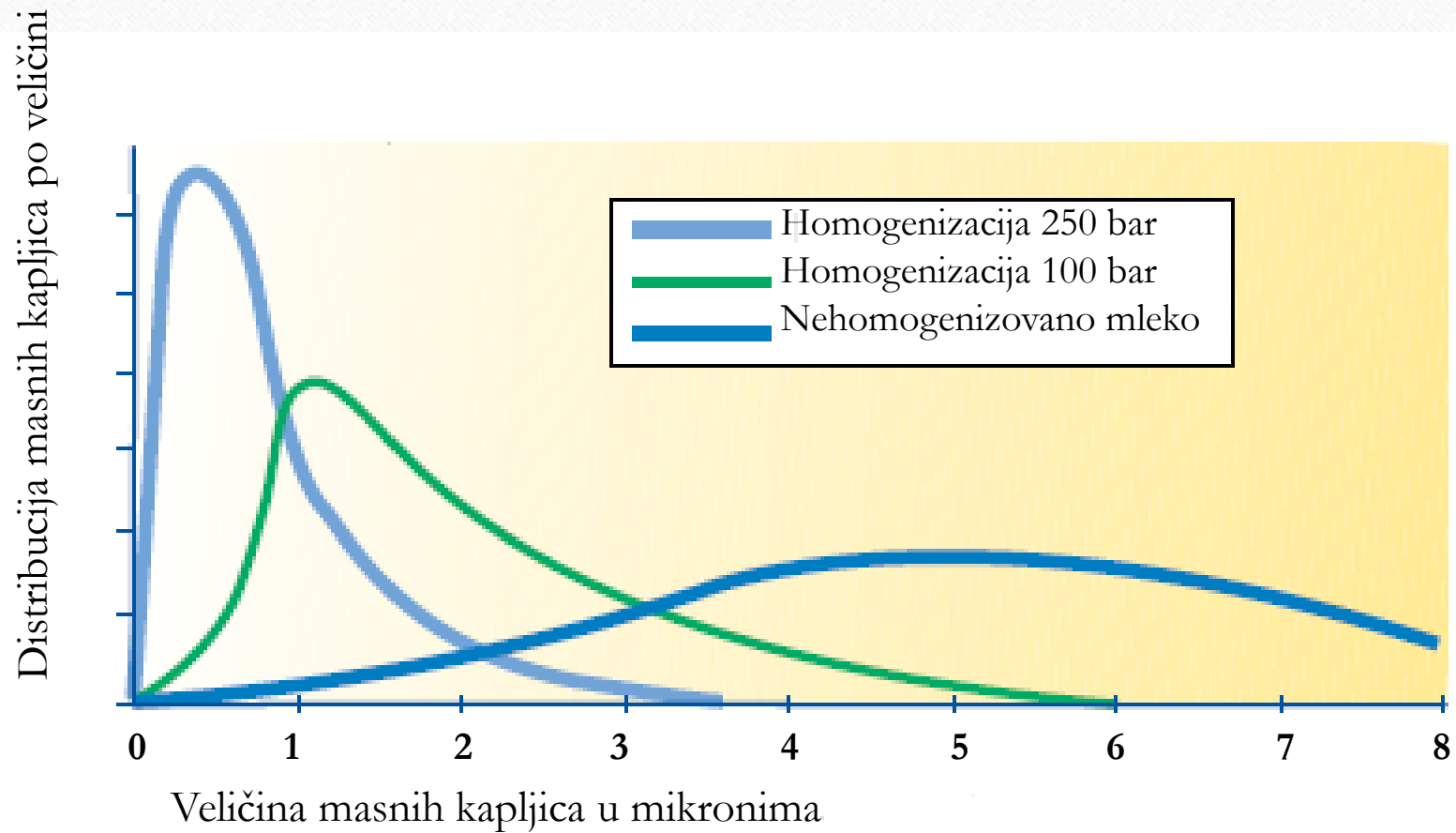
Уситњавање масних капљица у првом (1) и другом степену хомогенизације (2)



Homogenizacija



Криве дистрибуције масних капљица по величини



Трајна пастеризација

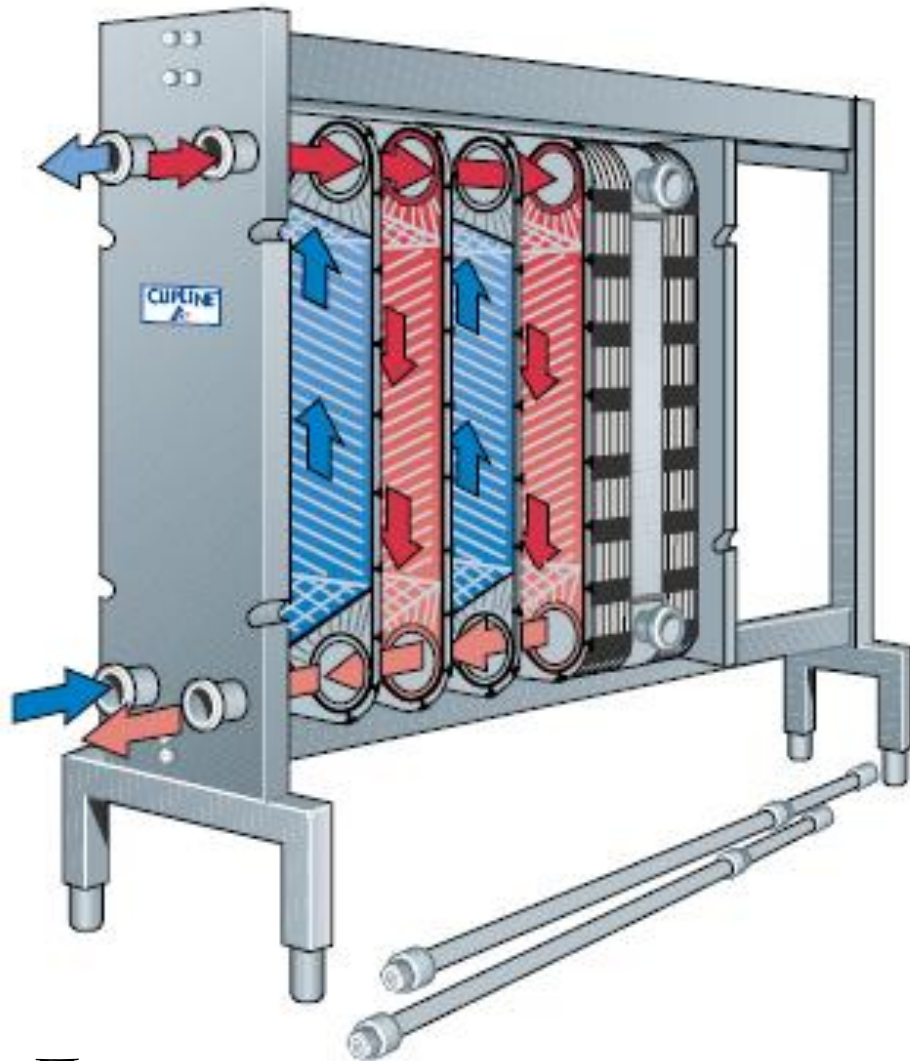
LTLT пастеризација млека

63°C- 30 минута

- Млеко се загрева у суду са дуплим зидовима.
- Загревање тече:

 - дисконтинуирано када се употребљава један дупликатор,
 - континуирано постављањем више дупликатора у низу и укључивањем проточних грејача.





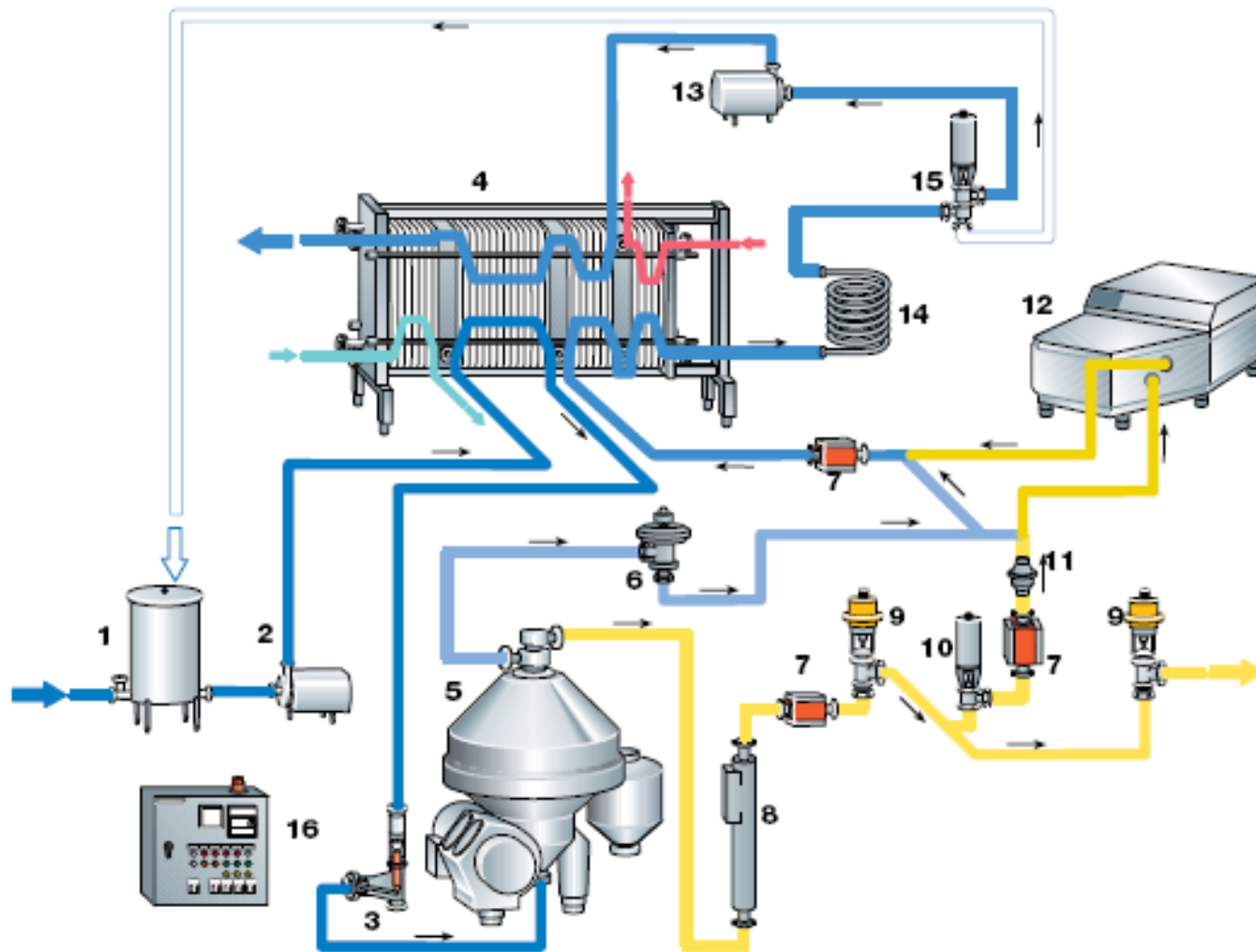
Краткотрајна пастеризација

72 – 75°C секунди

За извођење краткотрајне пастеризације користе се проточни пастеризатори, који су настали компоновањем више секција плочастих или цевастих измењивача топлоте

-Принципи тока и преноса топлоте у плочастим измењивачима

Linija proizvodnje pasterizovanog mleka



- Mleko
 - Pavlaka
 - Obrano mleko
 - Standard. Mleko
 - Grejni medijum
 - Medijum za hlađenje
 - Povratni tok
1. Balansni kotlić
 2. Pumpa
 3. Regulator protoka
 4. Pločasti izmenjivač toplote
 5. Separator
 6. Ventil konstantnog pritiska
 7. Transmitter protoka
 8. Transmitter gustine
 9. Regulacioni ventil
 10. Ventil za prekid rada
 11. Kontrolni ventil
 12. Homogenizator
 13. Buster pumpa
 14. Cev za zadržavanje
 15. Ventil za skretanje toka
 16. Kontrola procesa

- Постигнута температура одржава се у секцији за одржавање топлоте (14) која може бити плочаста или цеваста.
- Из ове секције млеко одлази на контролу температуре пастеризације (16), што се чини индикационим термометром и бележи помоћу термографа.
- Ако је температура постигнута, отвара се термоелектрични вентил за скретање тока (15) и млеко наставља даље кроз пастеризацију, а ако температура није постигнута млеко се враћа у балансни котлић, што је праћено светлосним и звучним сигнаlima.
- Пастеризовано млеко се враћа у секцију за регенерацију (4) да би загрејало хладно млеко, потом прелази у секцију за расхлађивање текућом водом и на крају у секцију за расхлађивање леденом водом.
- Одавде одлази до термоелемената за проверу температуре расхлађености, а потом у танк за пастеризовано млеко.
- Пастеризовано млеко је термички обрађено млеко, расхлађено до испод 5 °C и стандардизовано на одређени проценат млечне масти и одређени проценат суве материје без масти

Пастеризација се **проверава** одређивањем ензима.

Најчешће се одређује присуство **алкалне фосфатазе**, у узорцима млека узетим непосредно после пастеризације, јер при стајању млека може доћи до реактивирања фосфатазе везане за омотач масне капљице.

У млеку пастеризованом ниском и краткотрајном пастеризацијом, доказује се присуство **пероксидазе**, што је знак да термички режим није био изнад предвиђеног за те режиме пастеризације.

Узимају се узорци и за бактериолошку анализу ради одређивања броја Enterobacteriaceae, што је предвиђено у оквиру Критеријума хигијене у процесу производње (Правилник о општим и посебним условима хигијене хране у било којој фази производње, прераде и промета, Сл. гласник РС, број 72/10, 62/18).



Контрола пастеризације



Млеко са продуженим роком употребе (*engl. Extended Shelf-Life, ESL*)

□ Млеко са продуженим роком употребе(eng. Extended Shelf–Life, ESL) или ултра-пастеризовано млеко се добија термичком обрадом при температурама и времену деловања изнад оних који се користе за краткотрајну пастеризацију при високим температурама (HTST), а испод оних који се користе при ултра-високим температурама (UHT) стерилизације.

➤Требало би да, при температурама хладног ланца, имају продужени рок употребе **дужи од 30 дана.**

➤Да би се то постигло, термичка обрада мора да буде веома интензивна

➤ у производњи ESL млека постављена 2 циља:

✓ **први** је да се униште све вегетативне бактерије и споре психротрофних бактерија (усмерен на инактивацију спора психротрофних бактерија, посебно *Bacillus cereus*, јер споре ове врсте бактерије терморезистентне).

○ Поједини сојеви *Bacillus cereus* су патогени, а одређени сојеви могу да се размножавају при температурама $\leq 7^{\circ}\text{C}$ и доведу до квара млека

✓ **други** да су промене на компонентама млека минималне и не доведу до развоја укуса куваног млека (усмерен на степен денатурације β -лактоглобулина, пошто је обим денатурације повезан са настајањем испарљивих сумпорних једињења, која дају укус куваног млека)

За производњу ESL млека користе се два основна технолошка поступка:

- (1) термичка обрада применом топлотног режима који је изнад захтева који се примењују при краткотрајној пастеризацији при високим температурама, а испод режима стерилизације млека; и
 - (2) процес микрофилтрације или процес бактофугирања, обично у комбинацији са коначним термичким третманом пастеризације, како би се задовољили захтеви из прописа.
- При одређивању најбоље комбинације температуре и времена при производњи ESL млека, а да би се осигурао дужи рок употребе, потребно је да се изабере комбинација температуре и времена при којој се уништавају споре психротрофних бактерија.
 - Споре психротрофних бактерија су углавном осетљивије на дејство топлоте од спора мезофилних и термофилних бактерија.
 - **За ESL млеко, препоручено је да се број спора психротрофних бактерија редукује за 6 log.**
 - ✓ Велики број спора бактерија у сировом млеку може се очекивати ако се краве гаје у веома сувим прашњавим, влажним и блатњавим условима, а посебно ако се за њихову исхрану користи силажа.

Микробиота пастеризованог млека

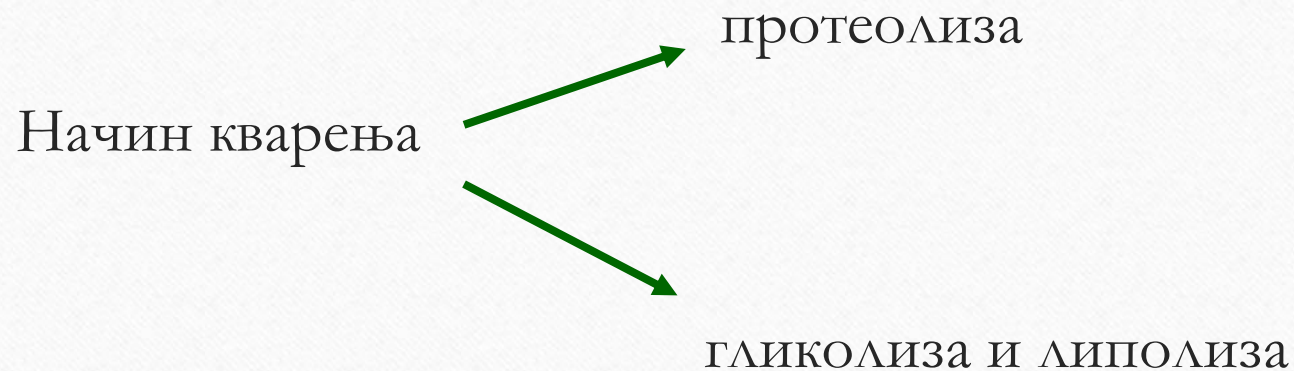
- ❑ Непатогени микроорганизми преживе → 0,01-0,5%
- ❑ Грам – микроорганизми (реконтаминација)
- ❑ Пастеризацију преживљавају терморезистентни микроорганизми:
 - ❑ Спорогени (*Clostridium*, спорогене анаеробне бактерије из рода *Bacillus*)
 - ❑ Неспорогени (*Micrococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* и *Corynebacterium*)

Микробиота пастеризованог млека

- Преживљавање зависи од:
 - Почетног броја микроорганизама
 - Пречишћавања млека
 - Температуре мацеризације

- Накнадна контаминација млека:
 - Психрофилни и
 - Колиформни микроорганизми

Одрживост пастеризованог млека



(У почетку доминирају *Enterobacter*, *Cronobacter*, и *Citrobacter*, али грам-негативне психотрофне бактерије из рода *Pseudomonas*, али и родова *Alcaligenes*, *Klebsiella*, *Acinetobacter* и *Flavobacterium*, доводе до квара пастеризованог млека

Микробиота ESL млека

- Рок трајања ESL млека зависи од тога да ли је млеко пуњено у амбалажу под асептичним или под веома добрим хигијенским условима
- спорогене терморезистентне бактерије, спорогене и неспорогене бактерије које у млеко доспевају по завршеном процесу производње- ESL млеко, које није паковано под септичним условима
- Психротрофне бактерије (*Pseudomonas*, *Bacillus cereus*, *Bacillus circulans*)
- Бактерије из рода *Paenibacillus* пореклом из силажа и концентрована храна за животиње
(размножавају се у широком распону температура од 5 до 55°C, стварају споре)

