

# **TEHNOLOGIJA MLIJEKA I MLIJEČNIH PROIZVODA**

**Prehrambeni tehničar**

**Fermentirani mliječni proizvodi**



MR 2018./19.

Naziv nastavnog predmeta: **TEHNOLOGIJA MLJEKA I MLJEČNIH PROIZVODA**

Razred: **treći ili četvrti**

- (3. ili 4.)** U trećem ili četvrtom razredu polaznik će steći sljedeće ishode učenja:
1. poznavati vrste i kemijski sastav mlijeka
  2. ocijeniti tehnološku kvalitetu mlijeka
  3. čuvati mlijeko do prerade
  4. poznavati faze pripreme mlijeka za proizvodnju
  5. koristiti strojeve i uređaje u pripremi mlijeka za preradu
  6. poznavati liniju proizvodnje mliječnih proizvoda
  7. poznavati strojeve i uređaje u proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda
  8. koristiti proizvodne procese specifične za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda
  9. prepoznati greške u proizvodnji mliječnih proizvoda
  10. izabrati ambalažu za mlijeko i mliječne proizvode
  11. pravilno pakirati mlijeko i mliječne proizvode
  12. pravilno skladištiti mlijeko i mliječne proizvode
  13. transportirati mlijeko i mliječne proizvode
  14. zbrinjavati otpad i nusproizvode nastale pri proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda

## Razrada

### Nastavne cjeline

Proizvodnja i otkup mlijeka

Primarna obrada mlijeka

Fermentirani mliječni proizvodi

### Razrada – Nastavne teme

Značaj proizvodnje mlijeka

Vrste mlijeka

Kemijski sastav mlijeka

Prijem mlijeka

Sanitacija u mljekari

Postupci mehaničke obrade mlijeka (separacija, klarifikacija, baktofugacija, homogenizacija, deaeracija)

Načini toplinske obrade mlijeka (pasterizacija, sterilizacija)

Proizvodnja pasteriziranog i steriliziranog mlijeka (linija za proizvodnju, pakiranje, ambalaža, trajnost)

Osnove membranske obrade mlijeka

Podjela prehrambena i zdravstvena vrijednost fermentiranih mliječnih napitaka

Mikrobne kulture u proizvodnji fermentiranih mliječnih napitaka

Tehnologija proizvodnje fermentiranih mliječnih napitaka

(obrada mlijeka, inokulacija, inkubacija, hlađenje, pakiranje, čuvanje proizvoda)

## Strojevi i uređaji na liniji za proizvodnju

Sirarstvo	<p>Podjela i vrste sira</p> <p>Grušanje i sirenje mlijeka</p> <p>Mikrobne kulture u proizvodnji sireva</p> <p>Tehnologija proizvodnje sira (obrada mlijeka, sirenje, obrada gruša, oblikovanje, prešanje i soljenje sira, zrenje sira, pakiranje, skladištenje)</p> <p>Strojevi i uređaji u proizvodnji</p> <p>Sirutka i prerada sirutke</p>
Proizvodnja maslaca	<p>Sirovine za proizvodnju maslaca</p> <p>Proizvodnja maslaca (pasterizacija vrhnja, zrenje vrhnja, bućkanje, gnječenje maslaca, pakiranje maslaca)</p> <p>Strojevi i uređaji u proizvodnji maslaca</p>
Proizvodnja sladoleda i mliječnih deserta	<p>Sastav sladoledne smjese</p> <p>Osnove proizvodnje sladoleda</p>
Proizvodnja koncentriranog mlijeka i mlijeka u prahu	<p>Vrste koncentriranog mlijeka i mlijeka u prahu</p> <p>Osnove proizvodnje koncentriranog mlijeka i mlijeka u prahu</p>
-----	
Prijem i primarna obrada mlijeka (tehnološke vježbe)	<p>Prijem mlijeka</p> <p>Higijena i sanitacija u mljekari</p> <p>Separacija, klarifikacija, baktofugacija, homogenizacija, deaeracija mlijeka</p> <p>Strojevi i uređaji na liniji proizvodnje</p> <p>Proizvodnja pasteriziranog i steriliziranog mlijeka (linija za proizvodnju i pakiranje)</p>
Proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda (tehnološke vježbe)	<p>Proizvodnja jogurta, acidofila, kefira, vrhnja, probiotičkih napitaka</p> <p>Strojevi i uređaji na liniji za proizvodnju i pakiranje</p>
Proizvodnja sira (tehnološke vježbe)	<p>Proizvodnje sira (obrada mlijeka, sirenje, obrada gruša, oblikovanje, prešanje i soljenje sira, zrenje sira, pakiranje, skladištenje)</p> <p>Strojevi i uređaji u proizvodnji sira</p> <p>Prerada sirutke</p>

Proizvodnja sladoleda i mliječnih deserta	Proizvodnja sladoleda Proizvodnja mliječnih deserta Strojevi i uređaji u proizvodnji
Proizvodnja koncentriranog mlijeka i mlijeka u prahu (tehnološke vježbe)	Proizvodnja koncentriranog mlijeka i mlijeka u prahu Strojevi i uređaji u proizvodnji
Napomene:	Nastavni se proces izvodi 50% vremena na vježbama radi zadovoljenja kriterija izvedbe navedenog ishoda, a 50% služi za povezivanje usvojenih sadržaja s teorijskim spoznajama i praktičnom primjenom.
<b>Ostalo</b>	
Metode i oblici rada:	<b>Metode:</b> verbalne metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), vizualne (metoda pokazivanja i poduke i tekstualno – ilustrativna metoda) i prakseološke (laboratorijske metode i produkcijska metoda). <b>Oblici:</b> frontalni, skupni rad, rad u parovima i individualni rad. Napomena: izbor metoda i oblika rada za svaki nastavni sat određuje nastavnik, sukladno nastavnim sadržajima, osobitosti polaznika, materijalnim i drugim uvjetima.
Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja polaznika:	Elementi: usvojenost programskih sadržaja, primjena znanja, samostalni rad, vježbe. Oblici: usmena provjera, pismena provjera (rješavanje zadataka), praktičan rad (seminarski rad, domaće zadaće, referati i dnevnik rada), suradničko učenje, istraživačko učenje, samostalno učenje, učenje putem projekta, e-učenje.
<b>Literatura</b>	
Literatura za polaznike:	Prema Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta.

## FERMENTIRANI MLIJEČNI PROIZVODI

*„Mlijeko bez živih organizama bilo bi savršeno , ali bi fermentirano mlijeko bilo siromašno“*



### 1. UVOD

Fermentirani mliječni proizvodi poznati su ljudima već nekoliko tisuća godina. Fermentacija (vrenje) se općenito može opisati kao proces koji dovodi do biokemijskih promjena organskih sastojaka djelovanjem enzima mikroorganizama (oksidacijsko-redukcijske reakcije), najčešće bez kisika (katkad i u njegovoj prisutnosti), uz oslobađanje energije. Proces mliječno-kiselog vrenja laktoze mlijeka u mliječnu kiselinu djelovanjem enzima bakterija mliječne kiseline (BMK), vrlo je složen i odvija se postupnom razgradnjom laktoze, pri čemu nastaju brojni međuproizvodi i energija.

### **Iz Pravilnika o mlijeku i mliječnim proizvodima 46/2007.god.:**

#### *3. Fermentirana mlijeka*

##### Članak 13.

Fermentirana mlijeka proizvode se fermentacijom mlijeka (kravljeg, ovčjeg, kozjeg i bivoljeg mlijeka ili njihove mješavine) primjenom starter kultura.

Mikroorganizmi starter kulture u proizvodu moraju biti aktivni do isteka roka valjanosti ili roka upotrebe proizvoda.

Broj i vrsta mikroorganizama starter kulture ovisi o specifičnosti određenog proizvoda.

Ukoliko su fermentirana mlijeka toplinski obrađena nakon fermentacije, zahtjev iz stavka 2. ovoga članka se ne primjenjuje.

##### Članak 14.

Fermentirana mlijeka iz članka 13. stavka 1. ovoga Pravilnika moraju sadržavati manje od 10% mliječne masti u suhoj tvari.

Senzorna svojstva fermentiranih mlijeka moraju biti u skladu s osnovnom sirovinom i drugim označenim svojstvima.

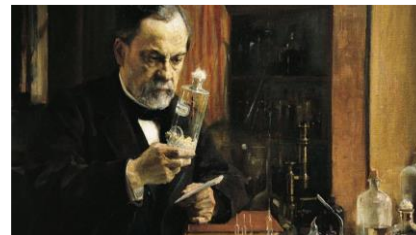
### Članak 15.

Fermentirana mlijeka proizvode se i stavljaju na tržište kao:

1. jogurt,
2. acidofilno mlijeko,
3. kiselo mlijeko,
4. kefir,
5. ostala fermentirana mlijeka

### Povijest fermentacije

- ✓ francuski kemičar Louis Pasteur (1822.-1895.) je dokazao:
  - da **vrenje** nastaje djelovanjem **MO**
  - da je za pojedini tip vrenja odgovorna **određena vrsta**
- ✓ Pasteur otkriva:
  - bakterije mliječno-kiselog vrenja (1858.)
  - uzročnike alkoholnog vrenja – kvasce (1860.-1864.)
  - bakterije maslačnog vrenja (1861.)
- ✓ ustanovio je (1860.-1864.) da se **djelovanjem topline MO** mogu uništiti i da se tako nekontrolirano vrenje može spriječiti (**pasterizacija**)
- ✓ razvoj mikrobiologije, biokemije i tehnologije → provođenje vrenja mlijeka pomoću odabranih MO



## 2. MLIJEČNO-KISELA FERMENTACIJA

BMK pomoću enzima  *$\beta$ -galaktozidaze* (laktaze) laktozu cijepaju u glukozu i galaktozu.

Glukoza se dalje razgrađuje putem glikolize gdje se preko međuprodukata prevodi u piruvat.

Redukcijom piruvata uz aktivnost laktat-dehidrogenaze nastaje **mliječna kiselina** (laktat).

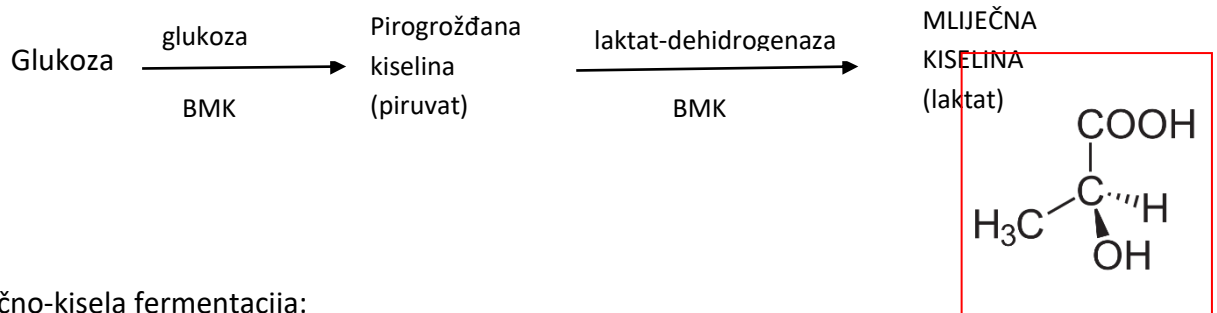
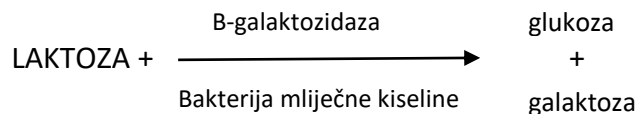
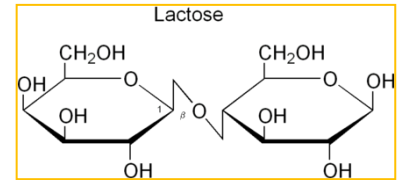
Ovaj put fermentacije laktoze u mliječnu kiselinu naziva se **homofermentativni put** laktoze u mliječnu kiselinu, a provode ga homofermentativne bakterije mliječne kiseline.

Ove bakterije proizvode uglavnom mliječnu kiselinu (barem 90%) i vrlo malu količinu ostalih međuprodukata : diacetila, acetoina (acetilmetil karbinol), acetaldehida, etanola, te octene,

maslačne, propionske i mravlje kiseline i druge tvari koje utječu na svojstvenu aromu proizvoda.

### HOMOFERMENTATIVNI PUT

(*Streptococcus, Lactococcus, Pediococcus, neki rodovi Lactobacillus*)



Mliječno-kisela fermentacija:

Glukoza → Piruvat → mliječna kiselina (CH<sub>3</sub>CHOHCOOH)+2ATP

(kiselo mlijeko, kiseli kupus; ovo vrenje obavljaju mliječne bakterije)

C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>

Mliječna kiselina, 2-hidroksipropionska kiselina, CH<sub>3</sub>CHCOOH.

Spada u grupu hidroksikarbonskih kiselina

### HETEROFERMENTATIVNI PUT

(*Leuconostoc, heterofermentativni Lactobacillusi*)

laktoza → galaktoza + glukoza

glukoza → mliječna kiselina + etanol + CO<sub>2</sub>

**Heterofermentativne bakterije** mliječne kiseline glukozu razgrađuju koristeći pentoza-fosfatni put prije puta glikolize. Zbog toga proizvode manje količine mliječne

kiseline (barem 50%), a znatnije udjele ostalih proizvoda: hlapive kiseline (octena), nehlapive, karbonilne spojeve, etanol i CO<sub>2</sub>, određujući više aromu proizvoda.

Fermentacijom nastala **mliječna kiselina** utječe na svježi kiseli okus fermentiranih mlijeka te uvjetuje kiselu reakciju sredine i sprječava rast acidofobnih mikroorganizama.

Međutim, nastala **mliječna kiselina** uzrokuje fizikalno-kemijske promjene koje dovode do **koagulacije kazeina** te oblikovanja koaguluma fermentiranog mlijeka pri pH-izoelektrične točke kazeina (pH oko 4,6)

### 3. PODJELA I GLAVNE VRSTE FERMENTIRANIH MLIJEČNIH NAPITAKA

#### ✓ **prema vrsti sirovine**

- različita količina suhe tvari i/ili mliječne masti
- fermentirano mlijeko(kravlje, kozje, ovčje, kobilje i dr.),
- fermentirana stepka(sporodni produkt u proizvodnji maslaca)



#### ✓ **prema vrsti fermentacije** (i primijenjenoj mikrobnjoj kulturi)

- mliječno-kisela fermentacija (bakterije mliječne kiseline)
- mliječno-kisela/ alkoholna fermentacija (bakterije mliječne kiseline i kvasci)
- mliječno- kisela fermentacija / naknadno zrenje plijesni



#### ✓ **prema konzistenciji**

- vrlo tekući, pitki, tekući viskozni, ugušćeni, kruti, zamrznuti, u prahu

#### ✓ **prema dodacima**

- obični, aromatizirani, voćni, pjenušavi, vitaminizirani, desertni



#### 4. MIKROBNE KULTURE U PROIZVODNJI FMP

Kako bismo osigurali određene biokemijske procese i tvorbu željenih produkata (karakterističnih za svaki proizvod) potrebno je:

- ✓ poznavanje sastava i svojstava **mikrobnih kultura**
- ✓ njihov pravilan odabir (prije su potrebni u provedbi kontroliranog vrenja) u sastav kulture izabrati sojeve rezistentne na **bakteriofage**
- ✓ bitno kontrolirati prisutnost antibiotika u mlijeku životinja koje su liječene **antibiotikom**
- ✓ Mlijeko za

GLAVNI TIPOVI FMP	
FMN	VRSTE MO
<b>Mezofilne bakterije (20-30 °C)</b>	
KISELO MLJEKO KISELO VRHNJE FERMENTIRANA STEPKA	* <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> <i>Lac. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> ** <i>Lac. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> biovar. <i>diacetylactis</i> *** <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>cremoris</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>dextranicum</i>
<b>Termofilne bakterije (37-45 °C)</b>	
JOGURT	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>
<b>Terapijske bakterije (37-40 °C)</b>	
ACIDOFIL BIFIDO AB KULTURA ACIDOFILNI JOGURT BIFIDO JOGURT BIOGURT	1. <i>Lactobacillus acidophilus</i> 2. <i>Bifidobacterium bifidum</i> 1. + 2. 1. + jogurtna kultura 2. + jogurtna kultura 1. + <i>Str. thermophilus</i>
<b>BMK + kvasci</b>	
KEFIR KUMIS	Kefirna zrnca 1. + <i>Lb. bulgaricus</i> + <i>Kluyveromyces marxianus</i>
<b>BMK + plijesni</b>	
VIIILI	<i>Geotrichum candidum</i> + * + ** + ***

proizvodnju fermentiranih mliječnih proizvoda ili mlijeko za pripravu i aktiviranje mikrobne kulture, te sama mikrobna kultura ne smije sadržavati neke **inhibitorne** tvari.

## OBLICI MLJEKARSKIH KULTURA

### tekuće

precjepljivanje od matične kulture  
(u novije vrijeme se uglavnom više ne koriste)

### duboko smrznute, koncentrirane

i  
smrznute, osušene, koncentrirane u obliku **praha**  
nacjepljivanje duplikatora za kulturu

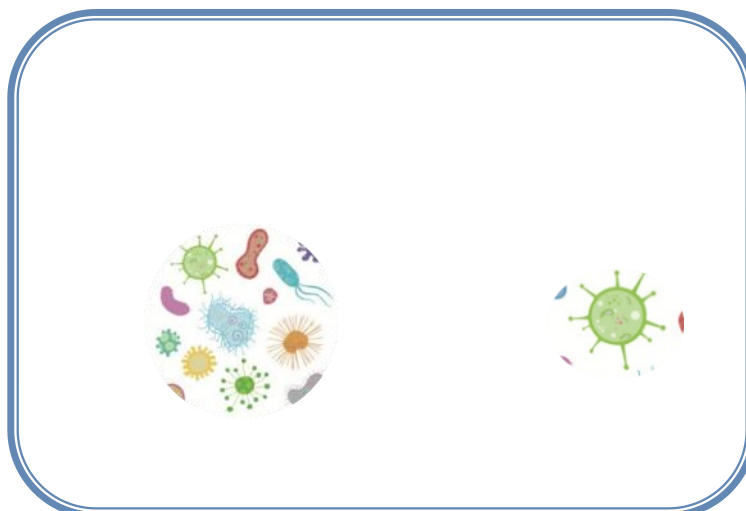
duboko smrznute, superkoncentrirane kulture  
u lako topljivom obliku  
izravna inokulacija.



## MIKROBNE KULTURE za proizvodnju FM:

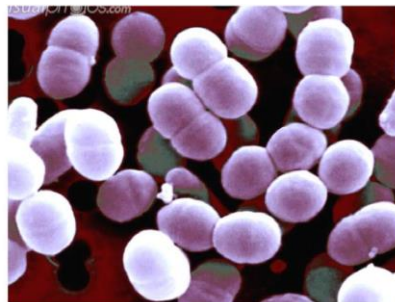
- 🦠 mezofilne (20 – 30 °C)
- 🦠 termofilne (37 – 45 °C)
- 🦠 probiotičke (37 – 40 °C)
- 🦠 BMK + kvasci (20 – 30 °C).

✓ U proizvodnji FM mogu se koristiti pojedinačne(monokulture) i  
mješovite kulture



## MEZOFILNE KULTURE BMK

Mezofilna kultura bakterija mliječne sastavljena je od homofermentativnih vrsta bakterija *Lactococcus* (noviji naziv za mliječne bakterije *Streptococcus*, osim bakterije *Streptococcus thermophilus* koja je zadržala svoje ime od heterofermentativnih bakterija *Leuconostoc*).

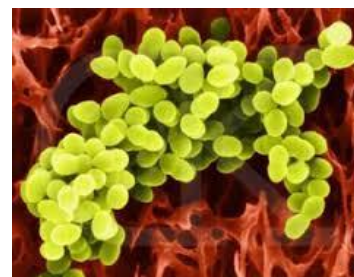


kiseline  
vrste  
(naziv),

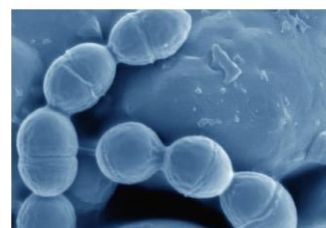
Općenito, mezofilne bakterije mliječne kiseline rastu pri temperaturi od 10 do 40°C, a optimalna temperatura je od **20 do 30 °C** (ovisno o vrsti).

Spomenuta kultura bakterija sudjeluje u sljedećim procesima:

- koagulacija proteina – promjena konzistencije
- vrenje laktoze – nastanak kiselina
- vrenje limunske kiseline - nastanak tvari arome: diacetila, aldehida i CO<sub>2</sub>
- proizvodnja sluzavih tvari.



Znači mezofilne bakterije BMK utječu na **konzistenciju** fermentiranih proizvoda, te na **okus**, **miris** i svojstvenu **aromu**, koja nastaju pri kraju procesa vrenja laktoze i limunske kiseline





Mezofilne homofermentativne vrsta bakterija:

*Lactococcus* (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*,  
*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*,  
*Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*)



Mezofilne heterofermentativne bakterije: - *Leuconostoc*

## TERMOFILNE KULTURE BMK

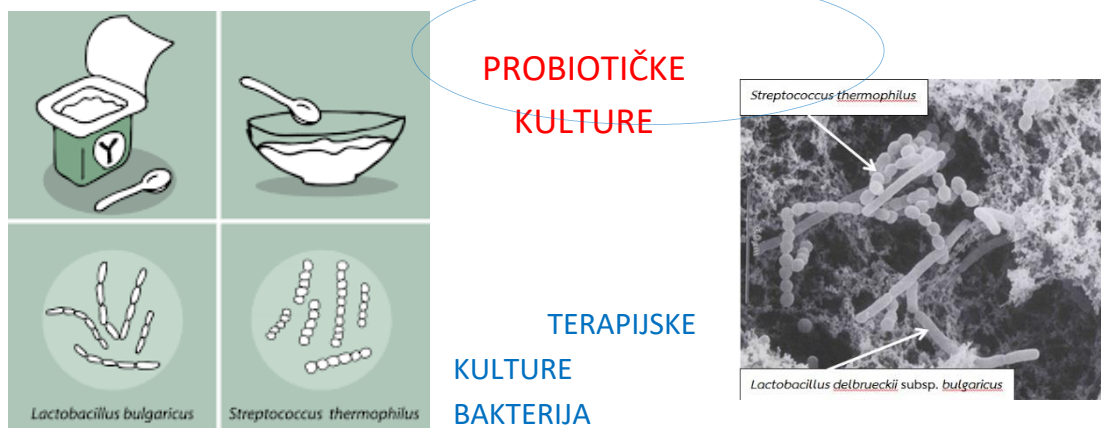
Termofilne kulture bakterija mliječne kiseline se optimalno razmnožavaju pri višim temperaturama (**od 37 do 45 °C**) i znatno brže proizvode kiselinu nego mezofilne bakterije.

Tipična **aroma** fermentiranih mliječnih napitaka nastala djelovanjem termofilne kulture bakterija mliječne kiseline, tj. vrenjem mliječnog šećera potječe uglavnom od mješavine mliječne kiseline i karbonilnih spojeva.

Termofilne kulture bakterija mliječne kiseline sastavljene su od sojeva homofermentativnih vrsta bakterija *Lactobacillus* i *Streptococcus*.

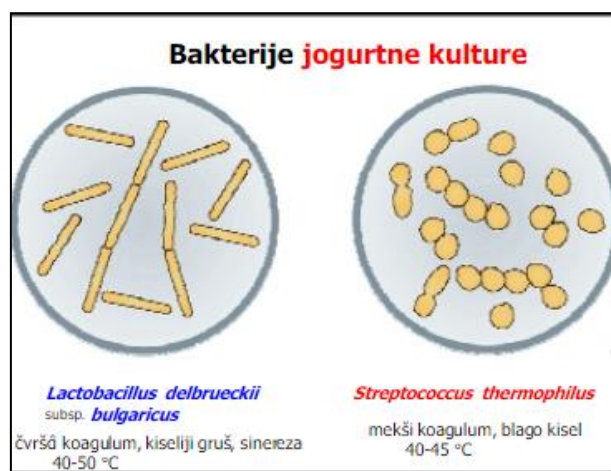
Upotrebljavaju se kao monokulture ili najčešće kao mješovite kulture uglavnom u proizvodnji jogurta i sličnih tipova fermentiranih mliječnih napitaka, a sastavljene su od bakterija „jogurtne kulture“ :

- ✓ *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.



## MLIJEČNE KISELINE

Neke bakterije su dio mikrobne probavnog sustava sudjeluju u njihovom Iz rodova: *Bifidobacterium*,



mliječne kiseline populacije ljudi ili životinja, te metabolizmu. *Lactobacillus*, *Streptococcus* i

*Propionibacterium*, samo se određene vrste bakterije mliječne kiseline koje su izolirane iz probavnog sustava ljudi koriste za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka.



Posebno mjesto pripada fermentiranim mliječnim napitcima proizvedenim s odabranim sojevima bakterija *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium bifidum*.

### Probiotici i njihovo djelovanje

Probiotik je po definiciji živi mikrobnii dodatak hrani koji pozitivno utječe na domaćina kroz poboljšanje probavne mikroflore.

Probiotici se danas često dodaju mliječnim proizvodima, posebice fermentiranim mliječnim proizvodima, mlijeku i siru. Bakterijske kulture koje se najčešće koriste u takvim proizvodima su one iz rodova *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*.

Znanstveno je dokazano da se konzumacijom proizvoda s probioticima može djelovati preventivno na nastanak dijareje, ublažiti tegobe dijareje, ali i uspješno terapijski tretirati oboljela djeca. Najveći broj istraživanja i studija u vezi zdravstvenog djelovanja probiotika rađen je upravo na akutnim dijarejama (proljevim) izazvanim rotavirusom. Ispitivanja su još 1990. započeli dr. Isolauri i suradnici, dokazavši da se obogaćivanjem standardne terapije bakterijom *Lactobacillus rhamnosus* GG smanjilo vrijeme trajanja ovog neugodnog, često kod djece i fatalnog oboljenja.

Veliki broj znanstvenih istraživanja pokazao je da se konzumiranjem probiotika smanjuje učestalost putničkih proljeva. Budući da probiotici potiskuju rast i aktivnost patogenih bakterija u debelom crijevu, smanjuje se i razina nepoželjnih probavnih nusproizvoda i spojeva koji mogu uzrokovati rak debelog crijeva.

Probiotici pomažu u uspostavljanju ravnoteže (između tzv. „dobrih“ i „loših“ bakterija) u našim crijevima, jer mikroflora može postati poremećena uslijed bolesti, stresa, starenja, uzimanja antibiotika ili drugih lijekova, izlaganja toksinima, prekomjerno konzumaciji alkohola, i sl.

Dosadašnja znanstvena istraživanja upućuju da probiotici ne mogu zamijeniti uništenu prirodnu tjelesnu floru, međutim kao privremene kolonije mogu pomoći organizmu obavljajući iste funkcije kao prirodna flora, dajući prirodnoj flori dovoljno vremena da se oporavi. Probiotičke vrste se potom ubrzano zamjenjuju prirodno nastalom crijevnom florom.

### Vrste probiotika

Najčešće korišteni probiotici su različite vrste roda *Bifidobacterium* (normalni stanovnici

debelog crijeva, izolirano 30 vrsta) i *Lactobacillus* (normalni stanovnici crijeva i vagine, izolirano 56 vrsta) poput:

- ✓ *Bifidobacterium bifidum*
- ✓ *Bifidobacterium breve*
- ✓ *Bifidobacterium infantis*
- ✓ *Bifidobacterium longum*
- ✓ *Lactobacillus acidophilus*
- ✓ *Lactobacillus casei*
- ✓ *Lactobacillus plantarum*
- ✓ *Lactobacillus reuteri*
- ✓ *Lactobacillus rhamnosus*
- ✓ *Lactobacillus GG*.

Ostale vrste: *Lactococcus*, *Saccharomyces* (probiotički kvasac), *Enterococcus*.

Jogurt-bakterije, ali bez probiotičkog učinka:

*Lactobacillus bulgaricus*

*Streptococcus thermophilus*.

- ✓ Ipak, najistraženiji probiotik je *Lactobacillus rhamnosus GG*, kojeg su bostonski mikrobiolozi Goldin i Gorbach izolirali 1985. godine iz ljudskog probavnog trakta i nazvali ga prema svojim inicijalima (LGG).



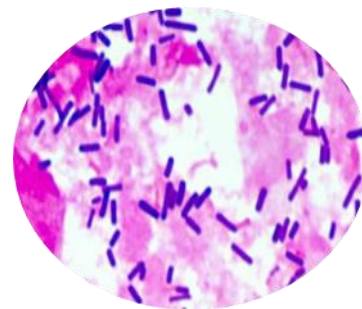
## Laktobacili

Vrsta *Lactobacillus acidophilus* smatra se jednom od najznačajnijih probiotičkih bakterija roda *Lactobacillus*.

*Lactobacillus acidophilus*:

- ✓ izolirana iz probavnog trakta

- ✓ striktno homofermentativna
- ✓ mikroaerofilna (niska koncentracija kisika)
- ✓ tvori dugačke lance
- ✓ bolje iskorištava saharozu u odnosu na laktozu
- ✓ dobro podnosi kiselu sredinu
- ✓ dobro raste kod pH > 4
- ✓ proizvodi mliječnu kiselinu, vitamine, folnu kiselinu te antibiotike.



*Lactobacillus acidophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* se koriste u proizvodnji acidofilnog mlijeka, inokuliraju se u sterilno mlijeko, a fermentacija se odvija kod 37 °C i traje sve dok se mlijeko ne zgruša.

Iako su probiotička svojstva bakterija *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium* spp. dobro poznata zbog prilično sporog rasta tih bakterijskih kultura u mlijeku ove bakterije nisu poželjne u mljekarskoj industriji, osobito zbog nedostatka okusa nastalog proizvoda. Da bi to izbjegli, u praksi se vrlo često te probiotičke bakterije kombiniraju s tipičnim mljekarskim bakterijama, najčešće s bakterijama jogurtne kulture, kako bi se skratilo vrijeme fermentacije i poboljšao okus proizvoda. Najčešće se koristi mješovita kultura s bakterijom *Streptococcus thermophilus*.

**KULTURE**

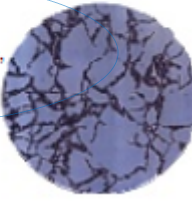
kulture, bakterija

***Lactobacillus rhamnosus***      **LGG**

- 1985. izoliran iz probavnog trakta (Sherwood Gorbach i Barry Goldin)
- anaerob do mikroaerofil
- **ne fermentira laktozu**
- **preživljava** put kroz probavni trakt (pH 3-7, a može pH 1 jedan sat) i naseljava se u crijevima
  - proizvodi **antimikrobne** tvari širokog spektra
  - obogaćuje probavnu mikrofloru
  - ublažava **gastrointestinalne poremećaje**, virusne i bakterijske **infekcije** te posljedice antibiotske terapije
  - jača **obrambeni sustav** organizma
  - pojačava **apsorpciju Ca** u organizmu
  - pomaže kod **alergija**
  - smanjuje učestalost pojave **raka debelog crijeva**.

**BMK i KVASACA**

Mješovite  
sastavljene od  
mliječne kiseline i



kvasaca, u mlijeku dovode do **mliječno-kiselog i alkoholnog vrenja** pri čemu osim mliječne kiseline i nastaje nešto etanola i CO<sub>2</sub> koji uzrokuju pjenušavi napitak.

Takve kulture se uglavnom koriste za proizvodnju **kefira i kumisa**.

#### KEFIR :

- mliječno-kiseli alkoholni napitak
- podrijetlom iz Kavkaza
- izvorno se proizvodio od **ovčjeg** mlijeka, a kasnije i od kravljeg i kozjeg mlijeka

#### KUMIS:

- fermentirani napitak, sličan kefiru, podrijetlom iz Azije
- izvorno se proizvodio od **kobiljeg** mlijeka, a kasnije i od kravljeg mlijeka koje se usklađuje sa sastavom kobiljeg mlijeka za koje se drži da ima terapijska svojstva



#### Kefirna zrnca:

- mješavina bakterija mliječne kiseline i mliječnih kvasaca
- u nekim zrnima se pojavljuju i bakterije octene kiseline

(*Acetobacter aceti*) i plijesni (*Geotrichum candidum*) koji žive u simbiozi

Osnovna mikroflora kefirnih zrnaca uključuje:

- bakterije mliječne kiseline:
- *Lactococcus* (*L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*),
- *Lactobacillus* (*L. kefir*, *L. kefiranofaciens*, *L. acidophilus*, *L. casei*),
- *Leuconostoc* (*L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*);
- kvasci: *Candida kefir*, *Sacharomyces* spp., *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus*, *Torulospora delbrueckii*

Kefirna zrnca – Muhamedova zrnca ili „Božji dar“

- Nepoznato podrijetlo



#### Kumis:

u pripravi kulture za proizvodnju kumisa se koristi mješavina:

- termofilnih bakterija mliječne kiseline: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*;

- kvasaca: *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* ili *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis*

Viili (Finska)  
osim BMK i **plijesni** *Geotrichum candidum*  
rastu na površini, poput bijelog baršuna tzv. šešira  
nakon inkubacije mlijeka (pri 20 °C) i oko 0,9% MK



## 5. OSNOVE

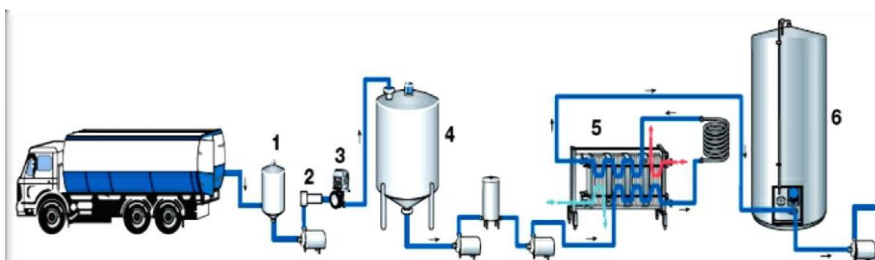
### PROIZVODNJE FERMENTIRANIH MLIJEKA

Glavne faze tehnološkog procesa proizvodnje fermentiranih mlijeka su **uglavnom iste** bez obzira na vrstu FM.

Razlike u proizvodnji se uglavnom odnose na: količinu s.t. (ili m.m.), vrstu mlijeka, tip korištene mikrobne kulture.

Odabir i obrada sirovine su najvažnije faze tehnološkog procesa!

Važno je proizvesti FM standardne kakvoće s optimalnim karakterističnim senzorskim svojstvima, te provoditi kontroliranu fermentaciju pri optimalnim uvjetima.



1. deaerator; 2. filter; 3. mjerac protoka; 4. međutank; 5. termizacija i hlađenje mlijeka, ili samo hlađenje; 6. silos za mlijeko

## FAZE PROIZVODNJE FERMENTIRANIH MLIJEKA

1. Odabir i obrada mlijeka
2. Standardizacija mlijeka
3. Homogenizacija mlijeka
4. Toplinska obrada mlijeka
5. Inokulacija mlijeka (naciepljivanje)
6. Inkubacija mlijeka (vrenje)
  - Oblikovanje koaguluma (koagulacija)
7. Hlađenje i pakiranje proizvoda
8. Čuvanje proizvoda (skladištenje)
9. Produljenje trajnosti proizvoda

### 1. Odabir i obrada mlijeka

Mlijeko za proizvodnju FM:

- mora biti najveće bakteriološke kakvoće
- mora imati nizak sadržaj bakterija i drugih tvari koje mogu ometati razvoj starter kultura
- ne smije sadržavati antibiotike, bakteriofage, rezidue kemijskih sredstava ili pesticida
- prema važećim propisima mlijeko za FMP
- treba sadržavati najmanje **8,5%** suhe tvari bez masti
- kiselost mlijeka ne smije biti viša od **6,8 °SH** ili niža od **pH 6,5**



### 2. Standardizacija mlijeka

STANDARDIZACIJA udjela mliječne masti

- FM – može sadržavati 0,1-10% m.m. i to najčešće 0,5-3,5%

Pravilnik: za proizvodnju FM:

- mlijeko s 3% ili više mliječne masti,
- mlijeko s najmanje 0,5%, a najviše 2,9% mliječne masti (djelomično obrano) i
- mlijeko s najviše 0,5% mliječne masti (obrano)
- moderni trendovi u prehrani uvjetuju sve veću proizvodnju "Light" proizvoda s niskim udjelima m.m.

STANDARDIZACIJA udjela mliječne masti tj. prilagođavanje količine m.m. postiže se

- OBIRANJEM mlijeka (separatori)
- MIJEŠANJEM obranog i punomasnog mlijeka
- MIJEŠANJEM obranog mlijeka s vrhnjem

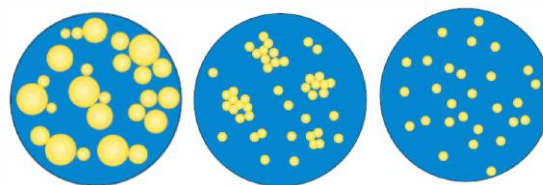
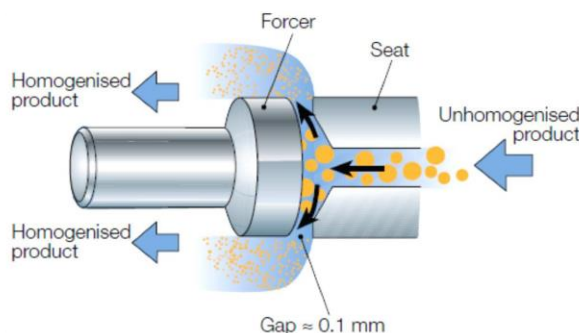
Osim standardizacije udjela mliječne masti, u mlijeku je potrebno standardizirati i udio s.t. (bez masti).

- poželjno je da udio s.t. **bez masti** bude najmanje **8,5%**
- količina ukupne s.t. treba biti puno veća (ovisno o udjelu mm)
- povećane **količine s.t.** (posebice udjela kazeina i proteina sirutke) uvjetuju postizanje čvršćeg koaguluma i smanjenja sklonost otpuštanja sirutke

### 3. Homogenizacija mlijeka

HOMOGENIZACIJA MLIJEKA = postupak usitnjavanja i izjednačavanja veličine globula mliječne masti pod utjecajem visokog tlaka na taj način stvara se **STABILNIJA EMULZIJA** masti u mlijeku

Sl. globule mliječne masti prije i nakon homogenizacije



homogenizator radi na principu vrlo nagle promjene tlaka i brzine, što dovodi do razdvajanja globula u sitnije (koje su više izjednačenog promjera)

HOMOGENIZACIJA MLIJEKA je neophodna u procesu proizvodnje jogurta i ostalih fermentiranih mliječnih proizvoda jer osim **JEDNOLIČNE RASPODJELE MASNIH KAPLJICA** postiže se:

- povećanje viskoznosti i poboljšanje konzistencije fermentiranog proizvoda
- poboljšanje teksture gruš uz smanjeno izdvajanje sirutke na površini gruš
- puniji okus proizvoda, jednoličnija i bjelija boja
- poboljšanje probavljivosti proizvoda (sitnije globule masti, nježniji gruš)

#### 4. Toplinska obrada mlijeka

Osnovni cilj toplinske obrade mlijeka je uništenje patogenih MO i inaktivacije njihovih enzima.

- ✓ pozitivni fizikalno-kemijski učinci TOP mlijeka
  - denaturacija proteina sirutke i interakcija s  $\kappa$ -kazeinom što uzrokuje veću sposobnost vezivanja vode
  - oslobađanje SH-skupina (iz  $\beta$ -laktoglobulina) što utječe na karakterističan okus proizvoda i antioksidativna svojstva
  - preraspodjela Ca, Mg i P između koloidnih i topljivih oblika (kraće trajanje procesa koagulacije)
  - smanjenje količine otopljenog dušika, kisika i CO<sub>2</sub> u mlijeku
  - stvaranje povoljnijih mikroaerofilnih uvjeta za rast starter kulture
- ✓ negativni učinak visoke toplinske obrade:
  - uništenje vitamina u mlijeku (posebno topljivih u vodi)

### TOPLINSKA OBRADBA MLIJEKA

cilj :

**90-95 °C/ 5-10'**

uništenje patogenih MO  
i što većeg broja saprofitnih MO i njihovih enzima,  
te poboljšanje viskoznosti i teksture proizvoda.

Preporuka: **pasterizacija** mlijeka pri 90-95°C/ 5-10'

proizvodnja FM uz bakterije probavnog sustava (sporije),  
poželjna **sterilizacija** (uništenje svih MO - domaćini)

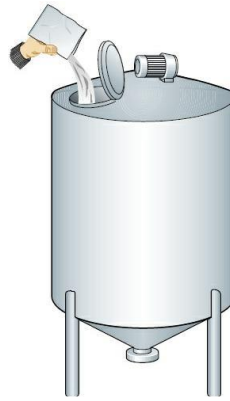
nakon homogenizacije i toplinske obrade  
➔ **hlađenje** na T u za inkubaciju mikrobne kulture,  
pri kojoj se provodi inokulacija - naciepljivanje mlijeka.

#### 5. Inokulacija mlijeka (naciepljivanje)

INOKULACIJA MLIJEKA je naciepljivanje mlijeka starter kulturom koja može biti:

- mono ili
- mješovita starter kultura
- temperatura inokulacije mora biti za optimalna temperatura za rast startera
- ✓ vrste startera:
  - DVS (liofilizirana – u prahu),
  - smrznuta ("vlažno smrznuta"),
  - tehnička kultura
  - proizvođači kultura navode potrebni udio inokuluma za određeni volumen mlijeka

tank za pripremu starter kulture

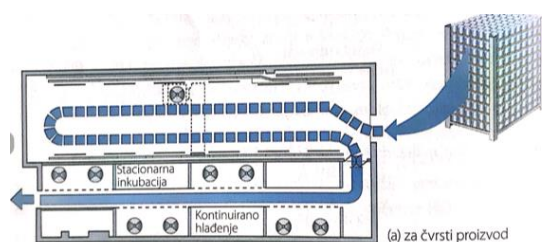


Shematski prikaz tehnološkog procesa proizvodnje fermentiranog mlijeka (jogurta)

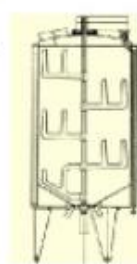
## 6. Inkubacija mlijeka (vrenje)

Kada se proizvodi **čvrsti proizvod**, inkubacija (vrenje) se provodi nakon punjenja naciepljenog mlijeka u ambalažu i inkubacija se odvija u **komori** za inkubaciju pri optimalnoj temperaturi.

Za proizvodnju **tekućeg** jogurta, inkubacija se provodi u **spremniku za vrenje**, te se nakon vrenja pomoću pumpi prebacuje u ambalažu. Primjenom homogenizacije nakon vrenja mlijeka nastaju vrlo tekući, tj. **pitki proizvodi**.



(a) za čvrsti proizvod



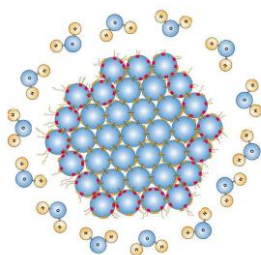
Za tekući proizvod

- ✓ **Trajanje inkubacije** ovisi o temperaturi te količini i aktivnosti dodane kulture.
- ✓ **Inkubacija jogurta: 2 do 4 sata pri temperaturi 41 - 45°C** (osim kod DVS kultura koje imaju dulju lag fazu je od 4 do 6 sati).
- ✓ Inkubacija mlijeka provodi se do **oblikovanja koaguluma**, koji nastaje pri **pH 4,6** može trajati i dulje ovisno o željenoj kiselosti proizvoda
- ✓ Trajanje koagulacije treba kontrolirati, tj. odabrati pravi trenutak kad će se prekinuti vrenje (**hlađenjem**) i zaustaviti povećanje kiselosti jer može doći do *sinereze* (odvajanja sirutke)

### - Oblikovanje koaguluma (koagulacija)

Tijekom vrenja mlijeka nastala mliječna kiselina potiče fizikalno-kemijske promjene na micelama kazeina

- **kazein** = koloidno dispergirani u tekućoj fazi mlijeka u obliku složenih globula – micela
- **micela kazeina** = nakupina određenog broja manjih globularnih jedinica – submicela međusobno povezanih koloidnim **Ca-fosfatom**

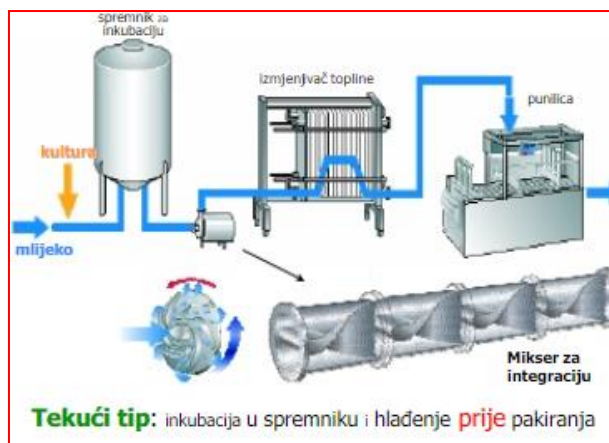


**Postupno** zakiseljavanje mlijeka (vrenje) važno je za oblikovanje pravilne mreže gela, jer bi brzo i nemirno zakiseljavanje dovelo do **taloženja** gela.

## 7. Hlađenje i pakiranje proizvoda

HLAĐENJE I PAKIRANJE su završne su operacije proizvodnje FM

- hlađenje: **prekid metaboličke aktivnosti** starter kulture i njihovih enzima (pH 4,6; čvrst koagulum)
- hlađenje - odvija se u raznim fazama tijekom procesa proizvodnje (ovisno o tipu proizvoda)
- ✓ za hlađenje proizvoda:
  - **komore ili tuneli** s hladnim zrakom ili
  - **izmjenjivači topline**
  - **freezer** – zamrzivač (kod proizvodnje zamrznutog FM)
- ✓ hlađenje se može provoditi:
  - šaržno (**tankovi** s dvostrukom stjenkom) ili
  - kontinuirano protokom jogurta kroz izmjenjivače topline (**pločasti ili cijevni**)



### HLAĐENJE I PAKIRANJE

- pakiranje u plastične čašice (zatvaranje Al-poklopcima)
- plastične boce ili u kartonsku ambalažu,
- hermetički u aseptičnim uvjetima (najčešće UV zračenje)
- **NATPISI NA AMBALAŽI** → čitljivi s podacima
  - vrsta mlijeka, udjel mliječne masti, šećera, voća i dr.
  - obično i korištena kultura



## 8. Čuvanje proizvoda (skladištenje)

Čuvanje proizvoda od proizvodnje do potrošnje i od dva do tri tjedna.  
Za čuvanje FMP treba osigurati niske temperature od **+4 do +8°C**.

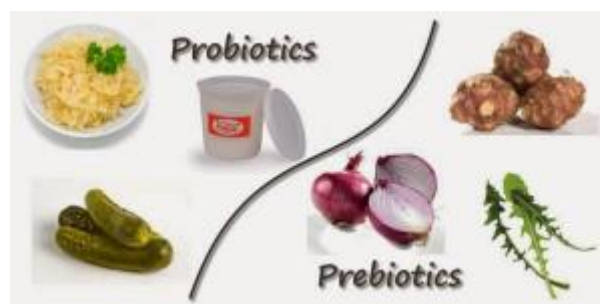
Maksimalna trajnost je oko 21 dan, tj. sve dok se **senzorska svojstva** (okus, miris, konzistencija, boja i opći izgled) ne promijene.

Tijekom razdoblja čuvanja može doći do naglog **zakiseljavanja** proizvoda

## 9. Produljenje trajnosti proizvoda

Ako se želi proizvesti jogurt dulje trajnosti, nakon vrenja može se provesti:

- **PASTERIZACIJA**
  - 72 do 75°C /nekoliko sekundi
  - u ambalaži pri 75°C/ 5-10 min. (češće)
  - Ili sterilizacija na 100°C/ 2-3 sek.
  - Trajnost se može produžiti najviše 3 mjeseca
- **ZAMRZAVANJE**
  - Kao zamrzavanje sladoleda
  - Uglavnom kao zamrznutu jogurt (obični ili voćni)
  - Gubi se karakteristika jogurta a dobiva karakteristika sladoleda
- **SUŠENJE**
  - Raspršivanje ili liofilizacija dovodi do proizvodnje jogurta u prahu (trajnost 1-2 godine)
  - Može se rekonstituirati (otopiti u prokuhanoj i ohlađenoj vodi) pri 30-50°C
  - Gube se nutritivna svojstva



## NEŠTO O PREBIOTICIMA

Korištenje **prebiotika** u proizvodnji FM je nešto novijeg datuma nego **probiotika**

**prebiotici** = „neprobavljivi sastojci hrane koji korisno djeluju na domaćina selektivnom stimulacijom rasta i/ili aktivnosti jedne ili određenog broja bakterijskih vrsta u debelom crijevu, i tako poboljšavaju zdravlje ljudi“

Neophodni su za povećanje broja BMK, i specifično **bifidobakterija** u probavnom sustavu povoljno djeluju kod karcinoma debelog crijeva, karcinoma dojke, te u tretmanu dijabetesa

- Nazivaju se „hranom debelog crijeva“

### Najpoznatiji prebiotici

Rafinoza : trisaharid iz biljaka (šećerna repa)

Sojini oligosaharidi : proizvedeni iz ploda soje

**Fruktooligosaharidi : inulin** (najbolje istražen)

Galaktooligosaharidi: stimuliraju razmnožavanje bifidobakterija

Galaktozil laktaza : trisaharid pronađen u majčinom mlijeku

Palatinoza : korištena u raznim prehrambenim proizvodima

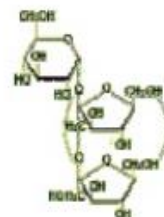
**Polioli:** laktuloza, laktitol, ksilitol, sorbitol i manitol

- supstrat BMK u debelom crijevu
- mogu izazvati diareu u velikim količinama

**INULIN** - dijetalno vlakno, tj. neprobavljivi šećer  
dobiven ekstrakcijom iz korjena cikorije



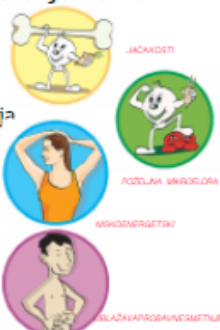
polifruktozan  
od jedinica fruktofuranoze  
povezanih 2↔1 vezom



INULIN pospešuje rast probiotičkih MO

### Nutritivno-zdravstveno djelovanje inulina :

- poboljšava apsorpciju Ca i Mg
- kao aktivator probiotičkih bakterija
- ima nisku energetsku vrijednost
- utječe na opće zdravlje
- stimulira metabolizam
- povećava aktivnost probave
- snižava kolesterol i trigliceride u krvi.



### Svojstva inulina

- blag, **neutralan okus**, bez ikakvog pakusa
- može služiti kao **zamjena masti**: kada se miješa s vodom tvori gel te daje kremastu teksturu izvrsnih okusnih karakteristika
- **stabilizira pjenjenje i emulgiranje** te djeluje sinergistički s većinom želirajućih agenasa
- profil **slatkoće** je vrlo blizak šećeru i nema priokusa
- u kombinaciji s jakim zaslađivačima, **ublažava** njihov **priokus** i pomaže izražajnosti glavnog (voćnog) okusa.

### ZNAČAJ FERMENTIRANIH MLIJEKA U LJUDSKOJ PREHRANI

Fermentacijom mlijeka smanjuje se količina **laktoze** na oko **20–30 %**,

- poveća količina mliječne kiseline koje ima vrlo malo u svježem mlijeku
- ✓ nastala **mliječna kiselina**:
  - potiče peristaltiku crijeva,
  - potiče sekreciju sluzi i korisnih enzima,
  - udvostručuje resorpciju Ca, P i ostalih hranjivih tvari
  - produljuje trajnost proizvoda,
  - snižava pH vrijednost probavnog sustava i
  - sprječava rast nepoželjne mikroflore



**Proteini** mlijeka se djelomično razgrađuju (oko 1 %) do aminokiselina i tako postaju lakše **probavljivi**

- biološka vrijednost i probavljivost aminokiselina u fermentiranom proizvodu od kozjeg mlijeka je puno veća nego u onom od kravljeg ili ovčjeg mlijeka
- fermentirani proizvod od kozjeg mlijeka se koristi pri liječenju raznih alergija i stresnih stanja, te se preporučuje osobama mlađe i starije dobi
  - ovčje fermentirano mlijeko ima najveći udio proteina sirutke

**Mliječna mast** i **mineralne tvari** mlijeka tijekom proizvodnje fermentiranih mliječnih napitaka ostaju gotovo nepromijenjeni

- povećava se samo količina topljivih soli i neznatno količina slobodnih masnih kiselina
- djelovanjem BMK u mlijeku se povećava količina nekih **vitamina** (kolin, folna kiselina, vitamini B kompleksa)



Zaključci:

#### FERMENTIRANA MLIJEKA

- zbog smanjene količine laktoze fermentirani mliječni napici su važni u prehrani ljudi koji je teško probavljaju (nedostatak  $\beta$ -galaktozidaze)
- fermentirani mliječni napici s probiotičkim bakterijama proizvode  $\beta$ -galaktozidazu ili utječu na povećanu aktivnost enzima
- napici od mlijeka s hidroliziranom laktozom ili od UF-mlijeka primjenom DF se također proizvode za osobe koje ne podnose laktozu

Fermentirano mlijeko je:

- lakše probavljivo,
- održava ravnotežu crijeвне mikroflore,
- inhibira rast štetne mikroflore i
- ima ljekovita svojstva



Literatura: Tratnik Lj., Božanić R.: Mlijeko i mliječni proizvodi; Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012.









