

PROIZVODNJA KISELIH MLEČNIH NAPITAKA

Kiseli mlečni napici su najverovatnije jedni od prvih mlečnih proizvoda koje je čovek dobio za vreme svog istorijskog evoluiranja.

Ovi proizvodi su od pamtiveka poznati na Balkanu, u Turskoj, zemljama bivšeg Sovjetskog Saveza, azijskim i afričkim zemljama. Oni se proizvode pod različitim imenima: kiselo mleko, (kisloe moloko, samokis), jogurt, macun, leben, kefir, kumis.

Pažnju naroda u Evropi i Americi pobudili su radovi Mečnikova o uzrocima starenja. Mečnikov je proučavao uzroke starenja ljudi i tom prilikom je saznao da stočari na Balkanu najčešće prožive dug vek, i da se tamo često sreću stogodišnjaci. Dug vek ovih ljudi on je doveo u vezu sa njihovom ishranom, utvrdivši da se oni najčešće hrane kiselim mlečnim proizvodima. Bakterije mlečne kiseline iz kiselog mleka i jogurta, kao i već stvorena mlečna kiselina u ovim proizvodima, sprečavaju razviće i biohemijsku delatnost truležnih bakterija u organima za varenje. Po njegovom mišljenju toksini stvoreni delatnošću truležnih bakterija su glavni uzročnici starenja. Prelaskom toksina u krv, otrovne materije dospevaju do svih ćelija i postepeno ih truju. Organizam se u početku bori, stvara nove ćelije, ali tokom vremena usporava se nadoknađivanje izumrlih ćelija, organizam stari i na kraju umire.

Ova ispitivanja iskoristili su lekari i počeli su sa uspehom da neka crevna oboljenja kod ljudi leče kiselim mlekom i jogurtom. Tako je početkom dvadesetog veka, proizvodnja jogurta i kiselog mleka počela da se širi po svim zemljama Evrope.

Kasnije je utvrđeno da je *Lactobacillus bulgaricum*, odvojio bugarski naučnik Grigorov, jedan od saradnika Mečnikova, iz bugarskog kiselog mleka (1903. g.), odakle bakteriji i dolazi ime.

Kiselo – mlečni proizvodi se dele na:

- Kisela mleka:

- Kiselo mleko;
- Jogurt;
- Voćni jogurt;
- Acidofilno mleko;
- Jogurt sa probiotskom kulturom.

- Kiselo-alkoholna mleka:

- Kefir;
- Kumis.

Kiseli mlečni proizvodi izrađuju se od raznih vrsta mleka (kravlje, ovčije, kozje, bivolje, kobilje), zatim od punomasnog, delimično obranog i obranog mleka, surutke i najzad od mlaćenice koja zaostaje kao sporedni proizvod posle bućkanja pavlake i dobijanja maslaca.

Predstavnici kiselih mlečnih proizvoda u našoj zemlji

U našoj zemlji, predstavnici kiselih mlečnih proizvoda su kiselo mleko i jogurt.

U pogledu bakterija koje učestvuju u ukiseljavanju mleka i samog hemijskog procesa transformacija pojedinih sastojaka mleka, nema nikakve razlike između ova dva proizvoda.

Razlike postoje jedino u pogledu vrste mleka (ovčije, kravlje mleko) i gustine mleka koje se ukiseljava (zgrušavanjem ovčijeg mleka dobija se čvrst porcelanski gruš bez većeg izdvajanja seruma, a kod zgrušavanja kravljeg mleka gruš je manje čvrst i serum je prisutniji).

Razlika između jogurta i kiselog mleka postoji u onom delu tehnološkog postupka kada se jogurt posle ukiseljavanja i hlađenja homogenizira i prevodi u tečno stanje. Fermentacija kiselog mleka se odvija u pojedinačnoj ambalaži.

Zbog toga se kiselo mleko u ishrani uzima kašikom, a jogurt se pije iz čaše.

Tehnološke operacije u proizvodnji kiselomlečnih proizvoda su sledeće:

- Prijem mleka;
- Ispitivanje, homogenizacija i standardizacija mleka;
- Pročišćavanje mleka;
- Pasterizacija mleka;
- Hlađenje mleka na 42 - 44°C;
- Dodavanje starter kulture u količini 0,5 – 1%;
- Ambalažarinje u odgovarajuću ambalažu (važi samo za kiselo mleko);
- Fermentacija;
- Hlađenje;
- Mešanje jogurta (važi samo za jogurt);
- Ambalažiranje jogurta (važi samo za jogurt);
- Skladištenje jogurta i kiselog mleka,
- Distribucija do potrošača uz adekvatan transport.

Opis tehnološkog procesa proizvodnje jogurta i kiselog mleka

Prilikom preuzimanja mleka na prijemu u svakoj mlekari obavljaju se sledeći postupci:

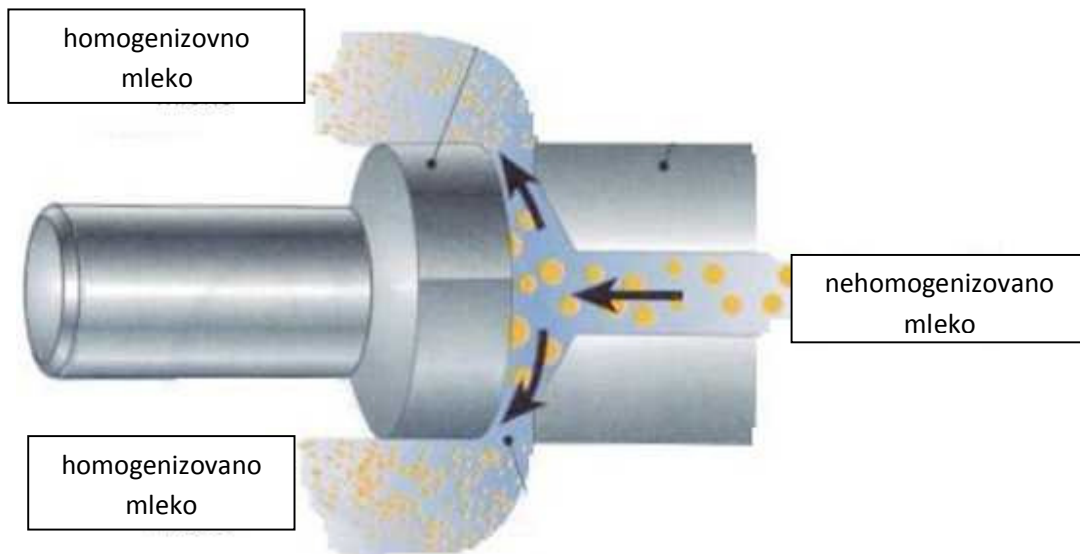
- Vršiti se organoleptička kontrola mleka;
- Meri se kiselost mleka; na osnovu stepena kiselosti mleko se usmerava na konzumne proizvode ili dalju preradu u mlečne prerađevine;
- Određuje se % mlečne masti zbirnog mleka i uzimaju uzorci mleka za ostale parametre (antibiotike, UBB, sastav mleka);

- Mleko se meri i vrši se evidentiranje primljene zapremine mleka u prijemnoj knjizi;

Sirovo sveže mleko dobrog kvaliteta, najpre se prečišćava. Ukoliko mleko koje se doprema u mlekari potiče od individualnih poljoprivrednih proizvođača često sadrži određene mehaničke primese. Zbog toga se mleko podvrgava čišćenju od ovih primesa ceđenjem ili centrifugiranjem.

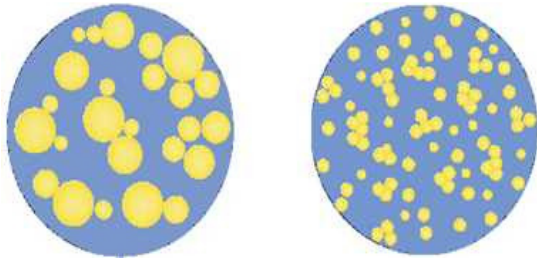
Posle prečišćavanja mleka se vrši ispitivanje mleka izdvojenog za pasterizaciju na važnije tehnološke parametre.

Homogenizacija mleka nalazi široku primenu pri pasterizaciji i sterilizaciji mleka (obavezna), kao i pri proizvodnji kiselomlečnih proizvoda (jogurt sa gušćom i masnijom konzistencijom).



Slika 40. Homogenizator

Homogenizacija se izvodi u homogenizatorima. Mleko se pre homogenizacije zagreje na 60 – 70 °C. Masne loptice u mleku se usitnjavaju do veličine 1 µm čime se sprečava izdvajanje mlečne masti iz mleka.



Slika 41. Masne globule pre i posle homogenizacije

Pri homogenizaciji, usitnjavaju se i čestice kazeina.

Standardizacija mleka se vrši na pojedine parametre: vrši se podešavanje % suve materije, kiselosti i % mlečne masti.

Mleko se pasteurizuje zagrevanjem na 80-90 °C. Pasterizacijom se uništavaju vegetativne forme mikroorganizama u mleku, a ukiseljavanje mleka se vrši čistom kulturom bakterija, koja se u mleko dodaje posle pasteurizacije.

Posle pasteurizacije, mleko se homogenizira, brzo ohladi na 45-48 °C i odmah doda čista kultura mase za jogurt u količini od 1,5 do 2%. Ako se mleko posle zasejavanja bakterijama mlečne kiseline drži u komorama sa regulisanom visokom temperaturom, onda se mleko posle pasteurizacije može ohladiti na 42-45 °C.

Čiste kulture mikroorganizama u proizvodnji kiselih mlečnih proizvoda

U svakodnevnoj praksi za čiste kulture mikroorganizama često se upotrebljava naziv "maja", koja u svom značenju ima isti smisao kao i engleski naziv "starter". Ona se dodaje da pokrene, podstakne određeni biohemijski proces, najčešće fermentaciju. Različite su mase za različite kisele mlečne napitke (jogurt, kefir, kumis). Svaka od ovih masa može sadržati jedan soj određene grupe mikroorganizama ili više sojeva jedne iste vrste, zatim mešavine dva soja različitih vrsta ili više sojeva različitih vrsta.

Imajući u vidu praktičnu primenu čistih kultura mikroorganizama, razlikuju se: laboratorijska čista kultura, matična kultura i proizvodna čista kultura.

Laboratorijska čista kultura - kultura mikroorganizama u specijalnom pakovanju u tečnim ili čvrstim podlogama, tj. u osušenom stanju, koja se iz naučnih zavoda ili specijalističkih laboratorija dostavlja mlekarima. Pre otvaranja ambalažu u kojoj je smeštena kultura obavezno dezinfikovati.

Matična kultura – priprema se od sveže laboratorijske kulture. Njome se radni mikroorganizmi duže vremena održavaju u životu i aktivnom stanju. Za ovu svrhu se u mlekarima sprema sterilna hranljiva podloga od 0,5-1 L sterilnog obranog ili punomasnog mleka, zasejava se laboratorijskom kulturom, stavlja u termostat na

temperaturi optimalnoj za tu grupu mikroorganizama i u termostatu drži onoliko vremena koliko je dovoljno da se mikroorganizmi maksimalno razmnože.

Proizvodna čista kultura – se dodaje mleku koje se prerađuje. Ona se proizvodi u takvoj količini da predstavlja 1-2% od količine mleka čija se prerađivanja vrši. Za taj cilj, pasterizovano ohlađeno mleko se zasejava mikroorganizmima iz matične kulture. Pri pažljivom rukovanju i presejavanju svakog ili svakog drugog dana, matična kultura se može održati aktivnom 15-30 dana.

Starter kultura za kiselo mleko i jogurt

Kao starter kultura koristi se mešavina dve vrste bakterija u odnosu 1:1 i to: *Lactobacillus bulgaricum* i *Streptococcus thermophilus*.

Lactobacillus bulgaricum – štapičasta, Gram pozitivna, asporogena bakterija, sa optimalnom temperaturom za razvoj od 40-45 °C. Ova bakterija izaziva energičnije stvaranje mlečne kiseline i stvaranje poznate arome kiselog mleka i jogurta.

Streptococcus thermophilus – optimalno se razvija na 37 °C, a može i na 45 °C; zbog termičke otpornosti preživljava pasterizaciju mleka. Ova bakterija doprinosi stvaranju ujednačene, homogene, guste konzistencije kiselog mleka i jogurta i sprečava izdvajanje seruma – surutke u kiselom mleku i razređivanje jogurta.

Dobra maja za kisele mlečne proizvode zgruša mleko za najviše 2 do 2,5 časova na temperaturi od 42-45 °C. Produženje vremena ukiseljavanja mleka na 4-6 časova je najbolji znak da sa kulturom nešto nije u redu.

Anaerobno vrenje po tipu mlečne fermentacije

Fermentacija mleka traje 2-2,5 časova na temperaturi od 42-45 °C. Čim se obrazuje gruša, treba postepeno snižavati temperaturu mleka i zaustaviti proces daljeg ukiseljavanja.

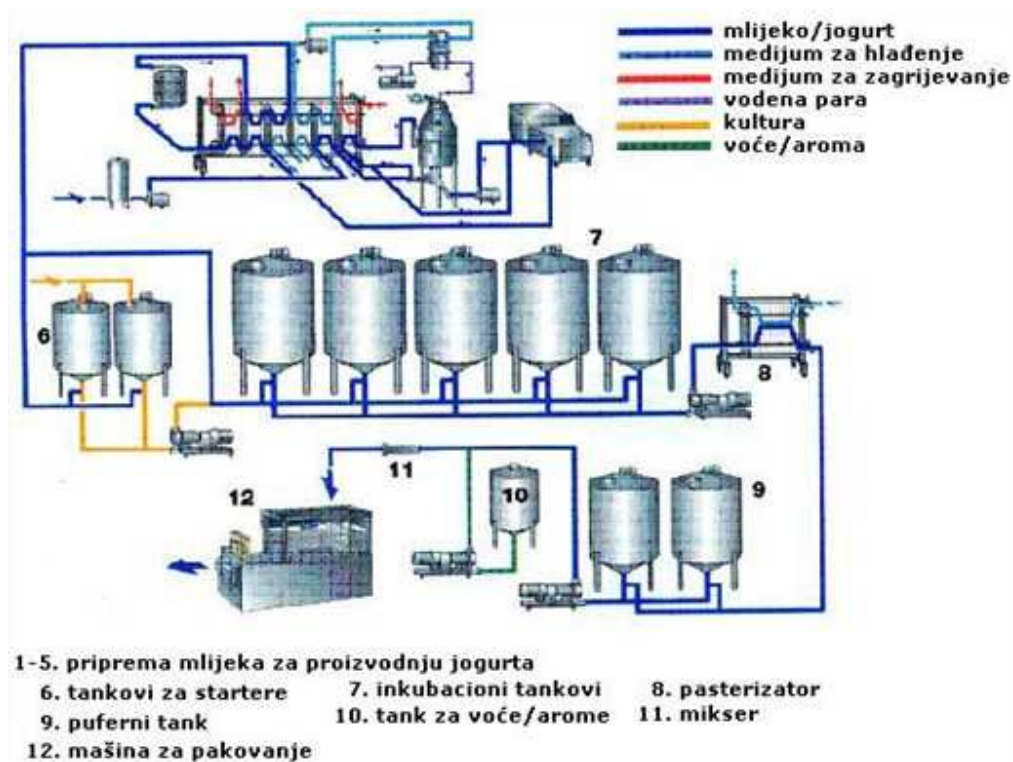
Hemizam procesa transformacije je sledeći: kod mlečno-kisele fermentacije pod uticajem mlečno-kiselih bakterija, mlečni šećer se pretvara u mlečnu kiselinu. Mlečna kiselina u mleku stupa u reakciju sa kalcijumom iz kalcijum kazeinata i stvara kalcijum laktat, molekuli kazeina se grupišu u micelle i mleko iz tečne faze prelazi u polučvrsto pihtijasto stanje – gruša. Pri proizvodnji kiselih mlečnih napitaka se koristi osobina kazeina da se iz mleka taloži pri pH od 4,6. Fosfati prelaze u rastvorljivo stanje.

Razlika u tehnološkom postupku proizvodnje jogurta i kiselog mleka

Kod kiselog mleka, posle zakiseljavanja mleka majom, mleko se mašinski pakuje - puni u staklene ili plastične čaše (0,2, 0,25 i 0,5 l), a zatim odlazi u komoru za fermentaciju 2-2,5 časova na 42-45 °C. Posle fermentacije mleko se hladi do ispod 10 °C i čuva na 4-5 °C do distribucije.

Kod jogurta posle inokulacije mleka starter kulturom, nastupa fermentacija mase u duplikatoru. Posle fermentacije, nastupa operacija hlađenja bez mešanja na 30 °C. Nakon toga nastupa lagano 15-no mešanje jogurta. Jogurt se razbija pomoću mešalice. Kada se temperatura mase snizi na oko 15 °C, mešanje se ubrzava, traje oko 60 minuta, kada se pristupa izlivanju jogurta u odgovarajuću ambalažu. Na kraju temperatura ohlađenog jogurta iznosi 4-6 °C, a pH jogurta treba da je između 4 i 5.

Šema za proizvodnju jogurta data je na Slici 42.



Slika 42. Šema za proizvodnju jogurta (Tamime, Robinson, 2000)

Kvalitet jogurta i kiselog mleka u najvećoj mjeri zavisi ne samo od tehničkih uslova proizvodnje već i od dalje manipulacije sa njim. Mnogo je važno održavanje niske temperature od mlekara do prodaje u nekom od trgovinskih lanaca. Pri adekvatnim uslovima transporta ovaj proizvod se može očuvati više dana bez promena.



Slika 43. Linija za pakovanje jogurta

Mane kiselog mleka i jogurta

Slaba kiselost – kao posledica neaktivne starter kulture, niske temperature i kratkog vremena fermentacije.

Povećana kiselost – kao posledica produženog ukiseljavanja mleka na povišenoj temperaturi i nedovoljnog ili sporog hlađenja posle fermentacije.

Gorak ukus – kao posledica rada proteolitičkih mikroorganizama.

Vodenasta konzistencija – kao posledica niske kiselosti i visoke temperature kiseljenja, razbijanja gruša u toplom stanju i niskog sadržaja belančevina.

Voćni jogurt

Proizvodnja i konzumacija ovog proizvoda poslednjih godina je sve popularnija.

Mleko za proizvodnju voćnog jogurta priprema se na isti način kao za jogurt, sa tim što masnoća mleka treba da bude veća zbog depresije koju vrši voćni koncentrat.

Za proizvodnju jogurta se koristi sveže ili prerađeno voće. Obično se dodaje voće koncentrovano šećerom u količini do 15%. Voćni koncentrat pomešan sa šećerom, treba da ima koncentraciju 60-70% suve materije. Koncentrat se pasteurizuje da bi se uništili nepoželjni mikroorganizmi.

U proizvodnji voćnog jogurta mleku se obavezno dodaje mleko u prahu do 1%, sredstva za vezivanje i zgušnjavanje i stabilizatori do 0,2% (želatin, pektin).

Acidofilno mleko-reformni jogurt

Ovaj proizvod je veoma sličan jogurtu. Za ukiseljavanje se koristi čista kultura *Lactobacillus acidophilum*, koja je stanovnik creva dece, naročito za vreme ishrane mlekom, kao glavnim sastojkom hrane. Mleko se pasteurizuje na uobičajen način, zatim se hladi na oko 37-42 °C i zaseje sa oko 2% čiste kulture. Ukiseljavanje i zgrušavanje mleka traje 4-6 časova zbog slabije sposobnosti ukiseljavanja bakterijom *Lb. acidophilum*, posle čega se mleko hladi i zakiseljavanje se zaustavlja.

Acidofilno mleko nema ukus i aromu jogurta i manje je prijatno kao napitak.

Pokazuje i lekovita svojstva, sa antibiotskim svojstvima, pa se za ovaj proizvod sve više interesuju medicinski stručnjaci.

Fermentisani mlečni proizvodi sa probiotskim bakterijama

Proizvodnja ovih proizvoda je ista kao i proizvodnja jogurta. Jedina razlika je u sastavu starter kultura.

Fermentacija se obavlja dejstvom probiotskih bakterija (mlečne kiseline) ili kombinacijom probiotskih bakterija sa drugim bakterijama mlečne kiseline (*npr. Lb. acidophilus* i bifido bakterija ili *Lb. acidophilus*, bifido bakterija *S.thermophilus*). Finalni proizvodi moraju da sadrže žive mikroorganizme u velikom broju, najmanje 106 živih ćelija probiotskih bakterija.

Kefir

Ovaj hranljiv proizvod je od davnina poznat na Kavkazu i danas se tamo proizvodi u velikim količinama.

Pored bakterija mlečne kiseline, za spravljanje ovog proizvoda koriste se i kvasnice. *Lb. caucasicum* stvara mlečnu kiselinu, utiče na konzistenciju i aromu kefira. *Str. lactis* izdvaja mlečnu kiselinu i prouzrokuje zgrušavanje mleka. *Torula kefir* izaziva alkoholnu fermentaciju mleka. Dakle, uporedo sa mlečnokiselom odvija se i alkoholna fermentacija mlečnog šećera. Usled toga, etilalkohol i ugljen-dioksid daju kefiru specifičan miris i ukus sa pojačanom nijansom reskosti i osvežavajućim dejstvom.

Kvalitetno kravlje mleko se pasterizuje, ohladi na 20-22 °C i ukiseli kefirnim zrnima. Ona ostaju u mleku 8-10 časova, posle čega se ceđenjem mleka izdvoje, a mleko nalije u boce koje se čvrsto zatvore. Mleko u bocama stoji 2-3 dana na temperaturi od 16-18 °C u položenom stanju da bi se fermentacija završila i kefir sazreo. S vremena na vreme boce je potrebno promućkati. U hermetički zatvorenim bocama nakupi se ugljen dioksid, 0,25% etilalkohola i oko 0,8-1% mlečne kiseline. Kiselost kefira se kreće od 36-48 °SH. Pri sipanju kefira iz boca, dešava se da kefir penuša slično penušanju piva.

Kumis

Kumis je proizvod sličan kefiru, samo što se spravlja od kobiljeg mleka koje je pretrpelo mlečnokiselu i alkoholnu fermentaciju. Kumis je penušav napitak sa prijatnim ukusom i aromom.

Za proizvodnju kumisa se koristi mešovita kultura od *Lb. bulgaricum*, *Lb. caucasicum*, *Lb. acidophilum* i kvasci roda *Torula*.

Nepasterizovano mleko kobile se hladi na 24 °C i potkiselu se takvom količinom mase da kiselost iznosi 18 °SH. Posle mešanja, mleko se ostavlja na sobnoj temperaturi do postizanja kiselosti od 26-28 °SH. Potkišljenim mlekom se pune flaše i dobro se zatvaraju. Flaše se čuvaju na temperaturi od 6-10 °C, 1-3 dana. Pri zrenju od 1 dana dobija se slab kumis, pri zrenju od 2 dana dobija se srednji kumis, i pri trodnevnom zrenju dobija se jak kumis.