Primjena starter kultura u prehrambenoj industriji

Petrovicky, Barbara

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:911965

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Barbara Petrovicky

Primjena starter kultura u prehrambenoj industriji

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Primjena starter kultura u prehrambenoj industriji

Završni rad

Tradicionalna biotehnologija

Predmetni nastavnik: izv. prof. dr.sc. Vinko Krstanović

Studentica: Barbara Petrovicky

Mentor: izv. prof. dr.sc. Vinko Krstanović

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

Sažetak

Starter kulture se mogu definirati kao mikrobni pripravak velikog broja stanica najmanje jednog mikroorganizma koji se dodaje sirovini u cilju proizvodnje fermentirane hrane ubrzanim i kontroliranim fermentacijskim procesom. Uloga starter kultura je sprječavanje kvarenja, povećanje higijenske ispravnosti hrane, produžavanje vijeka trajanja, poboljšanje organoleptičkih svojstava... Najvažnije grupe mikroorganizama koje su uključene u fermentaciju hrane kao starter kulture su bakterije mliječne kiseline, kvasci i plijesni.

Fermentacija je jedan od najranijih oblika biotehnologije, a koristi se za konzerviranje hrane. Za fermentaciju hrane se koriste bakterije, kvasci i plijesni. Primjenjuju se u različitim fermentacijskim tehnologijama: u mliječnoj, mesnoj, pekarskoj industriji, u proizvodnji alkoholnih pića, različitog povrća, sokova od povrća, proizvodnji kave, čaja, kakaa...

Ključne riječi: starter kulture, fermentacija, bakterije mliječne kiseline, kvasci, plijesni, konzerviranje hrane

Summary

Starter culture are microbial composition of a large number of cells of at least one microorganism which is added to the feed in order to produce a fermented food and accelerated controlled fermentation process.The role of starter cultures is to prevent food spoilage, increase hygienic quality of food, to extend shelf life of food, to improve organoleptic properties… Groups of microorganisms which are involved in the fermentation of food as a starter cultures are lactic acid bacteria, yeasts and molds.

Fermentation is one of the earliest forms of biotechnology, used for food preservation. Fermentation is userd in different fermentation technologies in the dairy, meat, bakery industry, in the production of alcoholic beverages and various pickeld vegetables, vegetable juices, production of coffee, tea, cocoa

Key words: starter culture, fermentation, lactic acid bacteria, yeasts, molds, food preservation

Sadržaj

1. Uvod

2. Definicija i podjela starter kultura

2.1. Bakterije mliječne kiseline

2.2. Kvasci

2.3. Plijesni

3. Primjena starter kultura u prehrambenoj industriji

3.1. Primjena starter kultura u mliječnoj industriji

3.1.1. Starter kulture u proizvodnji jogurta

3.1.2. Starter kulture u proizvodnji sira

3.2. Primjena starter kultura u mesnoj industriji

3.3. Primjena starter kultura u pekarskoj industriji

4. Literatura

1. UVOD

Kvarenje hrane je oduvijek bio jedan od velikih problema, pogotovo sa povećanjem populacije. Odavnina su ljudi pokušali spriječiti kvarenje hrane ili joj produljiti trajnost iako nisu uvijek shvaćali principe i mehanizme procesa. Soljenje i sušenje su dvije vrlo jednostavne metode kojima se stvara nepovoljna okolina za rast i razvoj mikroorganizama. Također, još jedna od metoda je konzerviranje toplinom koju je prvi razvio u 18.stljeću Nicolas Appert koji je nakon 15 godina istraživanja došao do saznanja da se hrana nakon što se u hrani unište sa visokom temperaturom svi pristupni mikroorganizmi, ona se upakiran u ambalažu bez pristupa zraka te se neće pokvariti.

Nadalje, Louis Pasteur je dokazao da su mikroorganizmi uzročnici kvarenja hrane što je dovelo do definiranja pasterizacije kao procesa u kojem se u tekućinama koje imaju potencijal kvarenja, odnosno mlijeko, zagrijavaju kako bi im se produljio vijek trajanja.

Fermentacija je jedan najranijih oblika biotehnologije. Primjer je kako se metabolizam mikroorganizama može koristiti u proizvodnji i čuvanju hrane. Fermentacija je anaerobni metabolizam u kojem dolazi do degradacije prirodnih molekula kao što su šećer glukoze. Nekoć se smatralo da se fermentacijom produljuje trajnost hrane te čuva nutritivna vrijednost. Najvjerojatnije da su do otkrića fermentacije došli Egipćani i to slučajni kada su rižu i pšenicu ostavili neko vrijeme stajati prije kuhanja. Otkriće fermentacije u Egiptu dovelo je do proizvodnje vina i alkohola. Pasteur je 1857.godine otkrio uzročnike mliječno-kisele fermentacije, a 1858.godine uzročnike alkoholne fermentacije – kvasce što je dovelo do uporabe fermentacije u industrijskoj proizvodnji. Ustanovio je i da se djelovanjem topline mikroorganizmi mogu uništiti (pasterizacijom) i da se fermentacija tako može spriječiti.

Fermentacija bakterijama,kvascima i plijesnima je ključna u proizvodnji fermentirane hrane. Fermentacijom kvasaca proizvode se alkohol u vinu i pivu te je zaslužan za aromu svježe pečenog kruha. Bez fermentacije ne bismo danas mogli uživati u mnogim prehrambenim proizvodima bez kojih ne možemo zamisliti svakodnevicu.

Fermentacija se koristi u prehrambenoj industriji, u proizvodnji alkoholnih pića, vitamina, minerala i steroida… Fermentacija nije jednostavna reakcija i zato nije uvijek predvidiva. Produkti dobiveni fermentacijom ostaju u proizvodu i utječu na prirodu samog proizvoda.

Starter kulture su pripravci koji sadrže žive mikroorganizme, a primjenjuju se za dobivanje različitih fermentiranih namirnica s krajnjim ciljem oplemenjivanja tih namirnica s različitim proizvodima metabolizma upotrijebljenih starter kultura.[1]

[1]Jagoda Šušković (2008/2009) Starter kulture; predavanja iz kolegija Probiotici, prebiotici i starter kulture, predavanja Prehrambeno – biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. DEFINICIJA I PODJELA STATER KULTURA

Starter kulture se mogu definirati kao mikrobni pripravak velikog broja stanica najmanje jednog mikroorganizma koji se dodaje sirovini u cilju proizvodnje fermentirane hrane ubrzanim i kontroliranim fermentacijskim procesom. Starter kulture svojim fiziološkim odnosno metaboličkim aktivnostima provode ili pospješuju fermentaciju sirovina te proizvodnju poželjnih metabolita koji doprinose boljoj teksturi te okusu i mirisu proizvoda.[2] Tradicionalno su važne starter kulture u fermentativnim procesima prerade mlijeka, mesa, povrća i žitarica.

Uloga starter kultura:

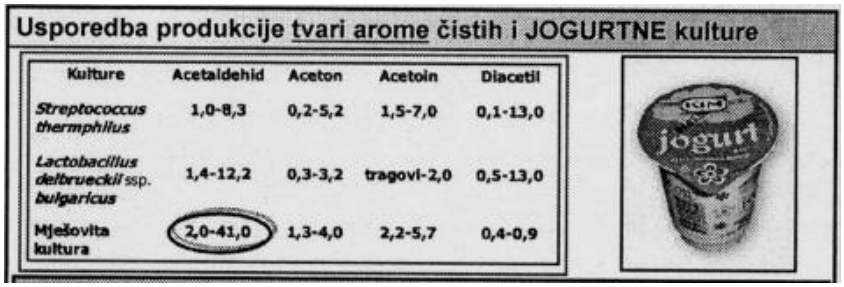
- Sprječavanje kvarenja (mikrobno djelovanje, inhibicija patogenih mikroorganizama)
- Povećanje higijenske ispravnosti proizvoda
- Produžavanje vijeka trajnosti proizvoda
- Poboljšanje organoleptičkih svojstava (arome, boje, teksture)
- Poboljšana i ujednačena kakvoća proizvoda (uvijek isti sastav i kakvoća)

Starter kulture su dominantnije i ''brže'' od autohtone mikroflore,njihovo djelovanje se može predvidjeti i kontrolirati te se proizvodni proces njihovom primjenom ubrzava. Starter kulture se mogu primjenjivati kao:

- monokulture-pojedinačne
- mješovite kulture

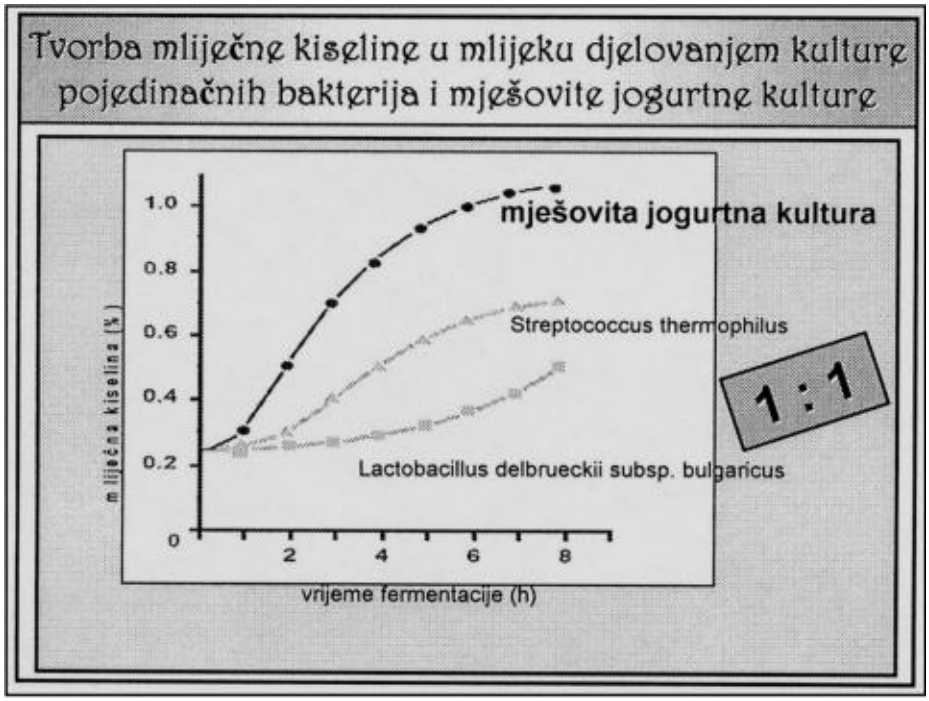
U većini slučajeva fermentaciju namirnica provode mješovite kulture (različite vrste bakterija ili bakterije i kvasci ili bakterije i plijesni). Kod mješovitih kultura odnosi između različitih vrsta moraju biti sinergistički (kada rastu u simbiozi, jedni druge stimuliraju pri rastu). U proizvodnji jogurta, mješovite kulture Lactobacillus i Streptococcus proizvode više mliječne kiseline i znatno brže nego monokulture.[3]

Slika 1. Usporedba proizvodnje tvari arome čiste i jogurtne kulture



[2] Mrvčić Jasna, Stehlik-Tomas Vesna; Pekarski proizvodi kao funkcionalna hrana
[3] Prof. dr. sc. Jovica Hardi; Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla II. (MLIJEKO)

Slika 2. Tvorba mliječne kiseline djelovanjem monokulture i mješovite jogurtne kulture



Najvažnije grupe mikroorganizama koje su uključene u fermentaciju hrane kao starter kulture su:

- Bakterije mliječne kiseline
- Kvasci
- Plijesni

2.1. BAKTERIJE MLIJEČNE KISELINE

Bakterije mliječne kiseline obuhvaćaju velik broj bakterijskih vrsta koje proizvode mliječnu kiselinu previranjem različitih ugljikohidrata, a glavni produkt razgradnje je mliječna kiselina. Bakterije mliječne kiseline su gram-pozitivni, nesporogeni mikroorganizmi. Rastu samo na kompleksnim podlogama. Otkrio ih je 1857.godine L.Pasteur. Bakterije mliječne kiseline dio su populacije mikroorganizama probavnog trakta zdravih ljudi i životinja i uključene su u njihov metabolizam Obuhvaćaju velik broj vrsta koje pripadaju rodovima:

Lactococcus, Leuconostoc, Pediococcus, Streptococcus, Lactobacillus, Enterococcus, Aerococcus, Vagococcus, Tetragenococcus, Carnobacterium, Weissella i Oenococcus.

U proizvodnji se kao starter kulture koriste samo *Lactococcus, Leuconostoc, Pediococcus, Streptococcus i Lactobacillus.*

Doprinosi BMK:

- brza proizvodnja mliječne kiseline i acidifikacija prehrambenog proizvoda
- aroma
- tekstura
- nutritivna vrijednost

Metabolizam ugljikohidrata u bakterija mliječne kiseline:

1. HOMOLAKTIČNA FERMENTACIJA: glukoza-> 2 laktata

2. HETEROLAKTIČNA FERMENTACIJA

a) <u>Fosfoketolazna fermentacija</u>

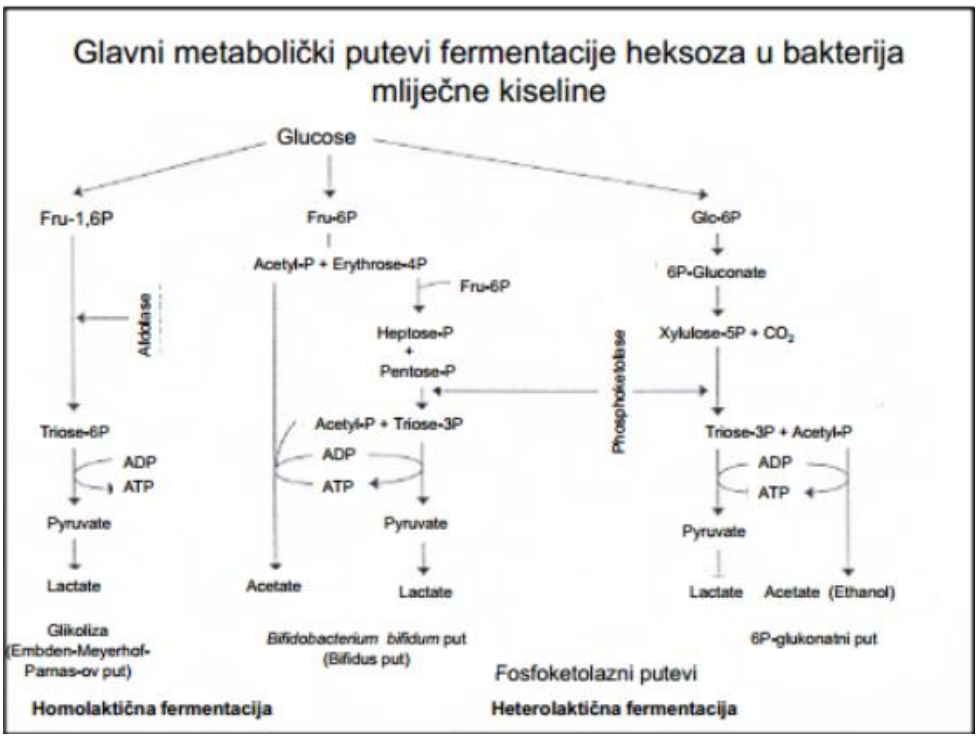
glukoza→ CO2 + laktat + etanol + H+

riboza→laktat + acetat + 2H+

b) Bifidobacterium bifidum fermentacija

2 glukoze →2 laktata + 3 acetata + 5 H+

Slika 3. Glavni metabolički putovi fermentacije glukoze (heksoza) u BMK[4] (Šušković)



[4] Dr. sc. Jagoda Šušković(2012/13), Nove strategije u biotehnološkoj proizvodnji hrane, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Bakterije mliječne kiseline se prema tipu fermentacije mogu se podijeliti na:

- Homofermentativne bakterije mliječne kiseline- 90-95% produkta čini mliječna kiselina
- Heterofermentativne bakterije mliječne kiseline pored mliječne 50%, stvaraju se octena kiselina i ugljikov dioksid

Tablica 1. Podjela bakterija mliječne kiseline prema konačnim produktima fermentacije

Tip fermentacije	Rod	Glavni produkt	Izomer mliječne kiseline
Homofermentativni	*Streptococcus*	laktat	L(+)
	Lactococcus	laktat	L(+)
	Pediococcus	laktat	L(+), DL
	Lactobacillus	laktat	L(+), D(-), DL
Heterofermentativni	*Lactobacillus*	laktat:acetat:CO_2	L(+), D(-), DL
	Leuconostoc	laktat:acetat:CO_2	D(-)
	Bifidobacterium	laktat:acetat	L(+)

Prema optimalnoj temperaturi rasta mogu se podijeliti na:

- Mezofilne bakterije mliječne kiseline
- Termofilne bakterije mliječne kiseline

1. Mezofilne bakterije mliječne kiseline rastu pri temperaturi od 10 do 40 °C, a optimalna temperatura rasta im je od 20°C do 30 °C. Trajanje inkubacije ovisi o temperaturi inkubacije i aktivnosti i količini upotrjebljene kulture te o postizanju željene kiselosti proizvoda. Fermentacija je dugotrajna.

2.Termofilne bakterije mliječne kiseline se razmnožavaju pri temperaturi od 37°C do 45°C i proizvode mliječnu kiselinu brže i u većoj količini nego mezofilne bakterije. Uglavnom se koriste kao mješovite kulture jer mliječna kiselina nastaje brže i u većoj količini.

Bakterije mliječne kiseline imaju i probiotičko djelovanje. Izraz probiotik se odnosi na proizvode koji:

- sadrže žive mikroorganizme
- poboljšavaju zdravstveno stanje ljudi i životinja(koje može uključivati poticanje rasta životinja)
- mogu djelovati u ustima ili probavnom traktu u hrani ili u obliku kapsula, u gornjem respiratornom trakt u (aerosol) ili u urogenitalnom traktu [5]

Prema definiciji European Expert Committee probiotici su: „Živi mikroorganizmi koji konzumirani u određenom broju (najmanje 109 CFU po danu) uzrokuju zdravstveni boljitak iznad granica normalne prehrane".[6]

Bakterije mliječne kiseline koje se primjenjuju kao probiotici mogu djelovati antagonistički zbog:

- sniženja pH uslijed nakupljanja organskih kiselina
- proizvedenog H2O2 (u anaerobnim uvjetima)
- proizvedenog diacetila
- proizvedenih specifičnih inhibicijskih supstancija, npr. bakteriocina.

Tijekom rasta i fermentacije bakterije mliječne kiseline proizvode značajne količine mliječne kiseline koje djeluju inhibicijski na rast i razmnožavanje mikroorganizama. Octena kiselina ima jače inhibicijsko djelovanje nego mliječna kiselina jer je količina disocirane octene kiseline 2 do 4 puta veća od nedisocirane u usporedbi sa mliječnom kiselinom. Octena i mliječna kiselina sinergistički djeluju u inhibiciji rasta Salmonella i kvasaca. Također, bakterije mliječne kiseline mogu proizvesti vodikov peroksid do koncentracije koja djeluje antimikrobno. Bakterije mliječne kiseline proizvode i bakteriocine. Bakteriocini su ekstracelularne supstancije proteinske prirode, djelotvorne prema sojevima iste ili srodne vrste. Najpoznatiji bakteriocin iz bakterija mliječne kiseline je nizin, a proizvodi ga *Lactococcus lactis.*[7]

Stvaranje većih količina nekih od spomenutih metabolita nije poželjno u nekim namirnicama, unatoč njihovoj mogućoj antimikrobnoj aktivnosti. To se najviše odnosi na vodikov-peroksid, CO_2, diacetil ili octenu kiselinu u fermentiranim mesnim proizvodima koji nepoželjno utječu na senzorska svojstva.

[5] Jagoda Šušković, Blaženka Brkić i Srećko Matošić (1997.), Mehanizam probiotičkog djelovanja
[6] http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijamleka/probiotici-u-industriji-mlijeka

[7] Jagoda Šušković, Blaženka Brkić i Srećko Matošić (1997.), Mehanizam probiotičkog djelovanja

Tablica 2. Primjeri probiotskih mikroorganizama (Milanović, 1997)

Lactobacillus acidophilus	*Bifidobacterium bifidum*
L. plantarum	*B. infantis*
L. casei	*B. longum*
L. casei spp. rhamnosus	*B. breve*
L. fermentum	*Saccharomyces boulardii*
L. reuteri	*Enterococcus feacelis*
L. lactis spp. lactis	*Enterococcus faecium*
L. lactis spp. cremoris	

2.2. KVASCI

Kvasci su mikroorganizmi koji spadaju u rod gljiva, a pripadaju različitim sistematskih grupama i klasama. Imaju široku primjenu u industriji. Koriste se u proizvodnji piva, vina i pekarskih proizvoda te kao dodatak prehrambenim proizvodima (najčešće kao pekarski kvasac ili osušena biomasa). Vrše alkoholno vrenje razlažući šećer u alkohol i CO2 (osnovni produkti vrenja). Pored osnovnih produkata alkoholnim vrenjem nastaju u manjim količinama: glicerol, octena kiselina, jantarna kiselina, tvari arome, toplina.[8] Kvasac koji se koristi je *Saccharomyces cerevisiae,*a sojevi se izabiru prema željenim svojstvima. Kvasci ovog roda su sporogeni, ne mogu fermentirati laktozu niti koristiti nitrate.
Ovisno o vrsti glavnog vrenja, pivo i pivu slični proizvodi se mogu podijeliti na:

- pivo gornjeg vrenja- oznaka na deklaraciji ''ale'' ili alt''
- donjeg vrenja- oznaka na deklaraciji lager
- samovrenja.

U proizvodnji piva donjeg vrenja se koriste sojevi kvasca *Saccharomyces uvarum*, a gornjeg vrenja *Saccharomyces cerevisiae.*

Pod pojmom pekarski kvasac podrazumijeva se aktivna kvaščeva biomasa koja se koristi za dizanje tijesta u pekarstvu. Kvasac u tijestu alkoholnom fermentacijom šećera iz brašna proizvodi alkohol i CO2 koji onda diže tijesto.

[8] Prof. dr.sc. Andrija Pozderović, Osnove tehnologije vina (2013), Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Oblici u kojima se može naći pekarski kvasac

- Kvaščev kolač (30% suhe tvari)
- Granulirani kvasac (usitnjeni svježi prešani kvasac)
- Tekući kvasac (kvaščeva suspenzija, mlijeko)
- Suhi aktivni kvasac
- Instant suhi kvasac

2.3. PLIJESNI

Plijesni se primjenjuju u proizvodnji određenih vrsta sireva, fermentiranih kobasica i šunke. U industrijskoj proizvodnji tih proizvoda primjenjuju se starter kulture, jer primjenom nativne kulture plijesni može doći do stvaranja mikotoksina.

Kulture plijesni koje se koriste u proizvodnji plemenitih sireva su: *Penicillium roquefort, Penicilluim camemberti, Penicillium album, Geotrichum candidum.* Plijesni su aerobne, optimalno rastu uz povišenu vlažnost, povišenu kiselost (pH oko 4-5) te pri temperaturi oko 20°C (dobro rastu pri nižoj temperaturi, tijekom zrenja sira). Posjeduju vrlo moćan proteolitički i lipolitički sustav. Rezultat proteolitičke aktivnosti su povećanje pH sira, omekšavanje sira, veća probavljivost i intenzivniji okus i miris sira. Za pravilan rast plijesni bitno je osigurati i jednoličan pristup zraka na površini sira (bijele plijesni) ili unutar sira (plave plijesni). Uz veći stupanj zrenja sirevi postaju mekši i nastaje pikantniji do oštri okus i intenzivniji miris.

Slika 3. Sirevi s plemenitim plijesnima [9]



[9] prof. dr. sc. Jovica Hardi, Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla II. (MLIJEKO)

U mesnoj industriji, plijesni se koriste u proizvodnji fermentiranih kobasica. Najvažniji mikroorganizmi zastupljeni u komercijalnim starter kulturama za zrenje fermentiranih proizvoda su:

- bakterije iz rodova *Staphylococcus i Micrococcus*
- bakterije mliječne kiseline iz rodova *Lactobacillus i Pediococcus*
- kvasac *Debaryomyces hansenii*
- plijesni iz roda *Penicillium*

Glavni kriterij za odabir starter kultura za proizvodnju fermentiranih mliječnih proizvoda je da ne proizvode biogene amine. Plijesni razvijene na površini proizvoda utječu na dinamiku sušenja, a svojom lipolitičkom i proteolitičkom aktivnošću, te mogućnošću razgradnje peroksida i redukcije nitrata doprinose razvoju karakterističnih svojstava proizvoda.

3. PRIMJENA STARTER KULTURA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Primjenom starter kultura u industrijskoj proizvodnji povećava se higijenska ispravnost hrane, nutritivna vrijednost,poboljšavaju se senzorska svojstva, ujednačava se i poboljšava kvaliteta proizvoda, produljuje se trajnost i ubrzava se proizvodnja. Međutim, starter kulture su samo dio faktora koji utječu na dobivanje proizvoda dobre kvalitete. [10]

Fermentirani prehrambeni proizvodi čine oko 30% svjetske zalihe hrane. Sirovine za dobivanje fermentiranih proizvoda mogu biti biljnog i životinjskog podrijetla. Starter kulture se sastoje od živih formi mikroorganizama koji u supstratu za fermentaciju razvijaju željenu metaboličku aktivnost. Primjenjuju se u različitim fermentacijskim tehnologijama:

- u mliječnoj industriji (proizvodnja različitih fermentiranih napitaka i različitih vrsta sireva)
- u mesnoj industriji (proizvodnja trajnih kobasica)
- u pekarskoj industriji
- u proizvodnji alkoholnih pića (piva, vina, konjaka, viskija, ruma)
- u proizvodnji različitog povrća (kiseli kupus, kiseli krastavci, masline)
- u proizvodnji sokova od povrća
- u proizvodnji kave, čaja, kakaa

[10] Aleksandra Martinović, Slavica Vesković-Moračanin;Primjena starter kultura u industriji mesa (2006.)

3.1. PRIMJENA STARTER KULTURA U MLIJEČNOJ INDUSTRIJI

Mliječni proizvodi koji se dobivaju mliječno-kiselom fermentacijom (npr. jogurt) ili njenom kombinacijom sa fermentacijom koju izvode kvasci (npr. kefir) nazivaju se fermentirani mliječni napici. Mikrobna populacija koja je dodana u mlijeko mora ostati u fermentiranom proizvodu, a proizvod ne smije sadržavati patogene mikroorganizme. Fermentirana mlijeka se razlikuju međusobno okusom, teksturom i postojanošću u odnosu na početnu sirovinu. Termin fermentirana mlijeka se odnosi isključivo na mliječne tekuće i polu-tekuće proizvode, ne i na sireve. Osim kravljeg mlijeka, u proizvodnji fermentriranih mlijeka se mogu koristiti i ovčje, kozje, bivolje i kobilje mlijeko, može se koristiti i više vrsta istovremeno.

Fermentirani mliječni proizvodi se mogu svrstati u nekoliko skupina prema vrsti vrenja:

- mliječno kiselo vrenje
- mliječno kiselo/alkoholno vrenje
- mliječno kiselo/naknadno zrenje plijesni

Kao početna sirovina koristi se mlijeko ili različite frakcije mlijeka,a dobivaju se različiti proizvodi kao što su jogurt, kiselo mlijeko, acidofilno mlijeko, kefir, kumis, kiselo vrhnje i velik broj različitih sireva. Osnovni kemijski sastav fermentiranih mliječnih proizvoda velike je nutritivne vrijednosti. Glavni sastojci su proteini, mast, ugljikohidrati, mineralne tvari i vitamini. Mlijeko za proizvodnju fermentiranih mliječnih proizvoda ili mlijeko za pripravu i aktiviranje mikrobne kulture, te sama mikrobna kultura ne smije sadržavati neke inhibitorne tvari.[11]

Proizvodnja fermentiranih mliječnih napitaka:

Mlijeko koje se koristi se pasterizira, zatim homogenizira te hladi. Nakon toga se mlijeko za proizvodnju fermentiranog proizvoda inokulira sa starter kulturom koja previre dio laktoze u mliječnu kiselinu. Nastaju CO2, diacetili i mliječna kiselina koji daju aromu proizvodu, a kod kefira i kumisa i etanol.

Najvažnija komponenta u proizvodnji fermentiranih mlijeka su mikrobne kulture. Sastoje se od neškodljivih aktivnih organizama koji svojim rastom i razmnožavanjem osiguravaju željeni okus i teksturu fermentiranom mliječnom proizvodu. Njihov metabolizam mora osigurati mikrobiološki proizvod s određenim organoleptičkim i strukturalnim svojstvima na učinkovit i ponovljiv način.

Postoji više oblika mikrobnih kultura: tekuće, smrznute- osušene kulture, koncentrirane smrznute kulture i koncentrirane smrznute osušene kulture.

[11] Adnan Y. Tamime, Rajka Božanić, Irena Rogelj ;Probiotički fermentirani mliječni proizvodi (2003.)

Kao starter kulture u mliječnoj industriji se koriste:

Streptococcus- najčešće vrste: thermophilus, lactis, diacetylactis. Stvaraju uglavnom mliječnu kiselinu, jako zakiseljavaju sredinu u kojoj se nalazu te tako omogućuju rast bakterija koje stvaraju aromu.

Leuconostoc- najčešće heterofermentativvni mikroorganizmi, koriste se za stvaranje arome.

Lactobacillus- odgovoran je za tipičnu aromu jogurta

Bifidobacterium- nalazi se u intestinalnom traktu djece i odraslih, ima probiotičko djelovanje.

Kvasci- redovna mikroflora kefira i kumisa, a u drugim proizvodima su nepoželjni. Razmnožavaju se u i kiseloj i u slatkoj sredini. Kao starteri u kefiru se koriste: *Torulospora delbrueckii, Candida kefir, Saccharomyces cerevisiae i Klyveromyces.*

Tablica 3. Vrste mikroorganizama koji se koriste u mljekarstvu (Kršev, 1989)

Proizvod	**Kultura**	**Inokulum (%)**	**Inkubacija**		**Fermentacija**
			°C	**h**	
Jogurt	*Streptococcus thermophilus*	1-3	44-45	2-3	H
	Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*				
Acidofilno mlijeko	*Lactobacillus acidophilus*	1	37	8-10	H
Kefir	*Lactococcus lactis* subsp*. lactis*	5-6	1-25	15-20	E
	Streptococcus lactis subsp. *diacetylactis*				
	Leuconostoc mesenteroides subsp.*cremoris*				
	Leuconostoc mesenteroides subsp.*dextranicum*				
	Lactobacillus kefir				
	Torulospora delbrueckii				
	Saccharomycess cerevisiae				

Da bi se postigle željene osobine proizvoda, potrebno je osigurati optimalne uvijete: temperaturu, pH i vrijeme djelovanja. Kod proizvodnje fermentiranih proizvoda, vrlo je bitno zaustavljanje fermentacije kako ne bi došlo do povišenja kiselosti. Fermentacija se zaustavlja hlađenjem pri određenom pH.

3.1.1. STARTER KULTURE U PROIZVODNJA JOGURTA

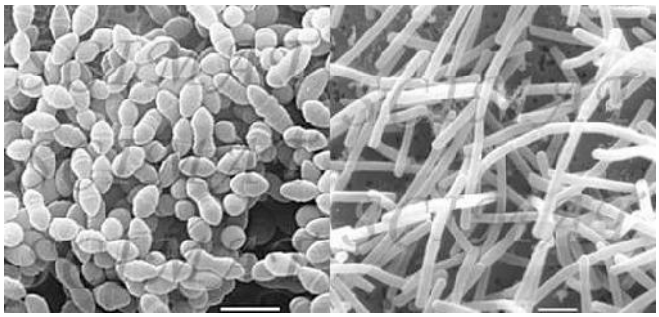
Najpopularniji fermentirani mliječni napitak je jogurt. Najčešća podjela jogurt je prema konzistenciji, a dijeli se na tekući i čvrsti jogurt. Slijed operacija ovisi o tome da li se proizvodi čvrsti ili tekući jogurt. Priprema mlijeka uključuje deaeraciju, standardizaciju udjela mliječne masti i suhe tvari u mlijeku, homogenizaciju i toplinsku obradu. Mlijeko mora imati sljedeće karakteristike[12]:

- 8,5% suhe tvari bez masti
- pH 6,5-7,5
- ne više od 1 000 000 mikroorganizama/ml i
- ne smije sadržati antibiotike, bakteriofage, deterdžente, pesticide iznad dozvoljene količine
- osim kravljeg može se koristiti kozije, ovčje, kobilje mlijeko ili njihova mješavina sa kravljim mlijekom.

INOKULACIJA MLIJEKA ZA PROIZVODNJU JOGURTA

Nacjepljuje se mlijeko odabranom starter kulturom mliječno kiselih bakterija. Mlijeko se inokulira starterom na temperaturi optimalnoj za rast startera. Jogurtna starter kultura sastoji se od *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*. Navedene kulture rastu pri različitim optimalnim temperaturama, a za proizvodnju jogurta se preporuča temperatura od 42°C u omjeru 1:1. Primjenom mješovite kulture postiže se brža proizvodnja mliječne kiseline i u većoj količini. Inhibitori ovih kultura su antibiotici, bakteriofagi, pesticidi,deterđenti...

Slika 6. Lactobacillus bulgaricus (lijevo) i Streptococcus thermophilus (desno)



[12] Časopis Tehnologija hrane; http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijamleka/tehnoloski-proces-proizvodnje-jogurta

Danas se u mljekarskoj industriji koristi nekoliko vrsta starter kultura[13]:

- Direct Vat Set (liofilizirana kultura u prahu za direktno nacijepljivanje, ima trajnost i do nekoiliko godina)
- Smrznuta (trajnosti do godinu dana)
- Tehnička kultura (priređuje se direktne u industriji)

Nakon inokulacije mlijeka slijedi vrenje ili fermentacija mlijeka. Od inkubacije pa nadalje, različiti su tehnološki procesi proizvodnje čvrstog i tekućeg jogurta. Optimalna temperatura fermentacije jogurta je 41-45°C, a vrijeme 2-4 sata. Proces vrenje je potrebno kontrolirati (praćenjem pH) i prekinuti vrenje (hlađenjem).

Slika 7. Proizvodnja fermentiranih mliječnih napitaka [14]



Mikroorganizmi *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* su probiotici. Probiotici su živi mikroorganizmi koji primijenjeni u adekvatnoj količini imaju povoljne učinke na zdravlje domaćina. *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* su bakterije probavnog sustava, a koriste se individualno ili u kombinaciji sa jogurtnom kulturom. Preživljavaju visoku kiselost u želucu za razliku od jogurtne kulture jer je to njihova prirodna sredina.

[13] Dr. sc. Vedran Slačanac, Proizvodnja tekućeg i krutog jogurta (2006.),Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek
[14] Prof. dr.sc. Jovica Hardi; Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla (MLIJEKO)(2011/2012.), Prehrambeno tehnološki fakultet

3.1.2. STARTER KULTURE U PROIZVODNJA SIRA

Proizvodnja sira je jedan od najstarijih postupaka konzerviranja lakopokvarljive hrane (mlijeka) koje se spontano kiseli i gruša. Sir je svježi ili zreli proizvod dobiven grušanjem mlijeka (sirutke, stepke, vrhnja ili njihove kombinacije) uz izdvajanje sirutke (tekućine nastale tijekom obrade gruša).

U proizvodnji sira se može koristiti monokultura ili mješovita kultura, a mogu se koristiti u kombinaciji sa starterom ili plijesni,ovisno o vrsti sira koji se proizvodi[15].

Tehnološki proces proizvodnje sira započinje grušanjem kazeina i umnožavanjem mikroorganizama starter kultura što dovodi do stvaranja gruša. Osnova uloga bakterija mliječne kiseline je proizvodnja kiseline u mlijeku, a zatim u grušu.

U proizvodnji polutvrdih sireva, primjena bakterija mliječne kiseline koje metaboliziraju citrate uvjetuje nastanak sirnih rupica, a kod svježih sireva su odgovorne za okus i miris. U proizvodnji nekih mekih sireva (Quark, Cottage chese, Fromage) koriste se probiotičke bakterije *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium bifidum* te se dobiju sirevi blagog okusa.

U proizvodnji zrelih sireva, tijekom sazrijevanja se primjenjuje dodatna mikroflora kako bi se dobili specifični okus, miris i tekstura. Zrenje sira je najvažnija operacija u tehnologiji sira, a podrazumijeva dodatne enzimske pretvorbe nakon stvaranja sirnog gruša. Kod proizvodnje zrelih sireva, potrebno je da bakterije mliječne kiseline stvore povoljne uvijete za djelovanje sekundarne mikroflore. U proizvodnji švicarskih sireva se koriste *Propionibacterium sp*. U proizvodnji sireva sa plemenitim plijesnima koriste se iduće kulture plijesni: *Penicillium roqueforti, Penicillium camemberti, Penicillium album* i *Geotrichum candidum*. Plijesni posjeduju vrlo moćan protelitički sustav, a rezultat proteolitičke aktivnosti (sekundarni proces zrenja) je povećanje pH, omekšavanje sira, povećanje probavljivost sira i intenzivniji okus i miris (potiču od karboksilnih, alkoholnih i sumpornih spojeva).

Slika 8. Penicillium roqueforti



[15] Zdravko Šumić;Starter kulture u tehnologiji mlijeka (2008)

3.2. PRIMJENA STARTER KULTURA U MESNOJ INDUSTRIJI

Tradicionalna proizvodnja kobasica je dugotrajna i skupa. Primjenom starter kultura došlo je do proizvodnje brzofermentiranih kobasica. Fermentirane kobasice se pripremaju od sirovog mesa kojim se pune ovitci te se kobasice podvrgavaju procesu fermentacije i sazrijevanja. Nadjev se inokulira sa mješovitim starter kulturama čime se poboljšava kakvoća i sigurnost proizvoda te se standardizira postupak proizvodnje[16]. Najpoznatiji fermentirani proizvodi su kulen, kulenova seka, zimska kobasica, čajna kobasica, srijemska kobasica, mađarska salama, talijanska salama i dr.

Najčešći starteri za mesne proizvode su bakterije mliječne kiseline iz rodova *Lactobacillus* i *Pediococcus* te koagulaza negativni stafilokoki: *Staphylococcus xylosus, Staphylococcus carnosus, Staphylococcus warneri, Staphylococcus lentus*. Bakterije mliječne kiseline snižavaju pH vrijednost razgradnjom šećera i proizvodnjom mliječne kiseline te tako osiguravaju sigurnost proizvoda. Koagulaza negativni stafilokoki imaju glavnu ulogu u razvoju arome,okusa i boje fermentiranih mliječnih proizvoda. Imaju sposobnost redukcije nitrata i nitrita te dolazi do stvaranja nitrozimioglobina koji je odgovoran za karakterističnu crvenu boju mesnih proizvoda. Glavno svojstvo stafilokoka je stvaranje lipaza koji imaju ulogu u stvaranju arome fermentiranih mesnih proizvoda. O njima ovisi i organoleptička kvaliteta, a proizvode i bakteriocine koji su važni za sigurnost mesnih proizvoda[17].

Također, kao starteri se koriste i kvasac *Debaryomyces hansenii* te plijesni iz roda *Penicillium*. Kvasac *D. hansenii* povoljno utječe na razvitak arome, a plijesni iz roda *Penicillium* doprinose razvitku specifičnih svojstava fermentiranih sušenih proizvoda pokrivenih slojem plijesni. Inokulacija plijesnima se provodi: raspršivanjem starter kultura po proizvodu ili uranjanjem proizvoda u suspenziju spora plijesni

Najpoznatije kulture plijesni su:

- *Penicillium nalgiovense*
- *Penicillium gladioli* (zelena boja micelija)
- *Penicillium camemberti*
- *Penicillium chrysogenum*

Glavni kriterij za odabir starter kultura za proizvodnju fermentiranih mesnih proizvoda je da ne proizvode biogene amine.

[16] J. Frece, J.Pleadin, N. Vahčić, J. Đugum, J. Mrvičić i K. Markov; Mikrobiološka, fizikalno-kemijska i senzorska svojstva industrijskih kobasica proizvedenih s različitim komercijalnim starter kulturama (2012.)
[17] J. Frece, K.Markov, D. Čvek i D. Kovačević, Stafilokoki kako potencijalne starter kulture iz slavonskog kulena (2010.)

Prednosti korištenja starter kultura u proizvodnji fermentiranih mesnih proizvoda[18]:

- Smanjenje pH vrijednosti
- Pojačanje intenziteta boje
- Proizvodnja arome i okusa
- Poboljšavanje teksture tijekom zrenja

Unatoč navedenim prednosti primjene starter kultura, mali proizvođači i dalje primjenjuju tradicionalne metode spontane fermentacije bez starter kultura, odnosno fermentaciju provode mikroorganizmi iz autohtone mikrobne flore. Tako dobiveni proizvodi imaju veću autentičnost neko kobasice dobivene uz primjenu komercijalnih starter kultura. Također, tradicionalni proizvodi imaju veću kakvoću. U Hrvatskoj se fermentirani mesni proizvodi tradicionalno proizvode bez starter kultura. Starter kulture nisu uvijek prilagođene uvjetima rasta u mesnom proizvodu, a time ne mogu ni postići zadovoljavajuća senzorska svojstva mesnih proizvoda.

Slika 9. Fermentirani mesni proizvodi



[18] http://www.effca.org/content/microbial-food-culture

3.3. PRIMJENA STARTER KULTURA U PEKARSKOJ INDUSTRIJI

Direktni postupak proizvodnje kruha znači da se sirovine za proizvodnju (brašno, kvasac, sol, voda...) doziraju u jednoj fazi. U direktnom postupku proizvodnje kruha koristi se kvasac kao monokultura[19]. Današnji kvasac je visokoaktivan i stabilan te omogućava jednostavan proces dizanja tijesta i automatsku industrijsku proizvodnju kruha s brzim zamjesom i kratkom fermentacijom. No skraćenjem tehnološkog procesa proizvodnje skraćuje se i vrijeme fermentacije što nepovoljno utječe ne aromu i okus kruha, uzrokuje veće mrvljenje i brže starenje. Upotreba pekarskog kvasca u brzom procesu proizvodnje kruha i peciva ne daje željene rezultate s obzirom na kakvoću gotovih proizvoda. Zbog toga se sve više, pogotovo u zapadnoj Europi, napušta primjena kvasca kao monokulture u pekarskoj industriji. U pekarstvu se zadnjih desetljeća sve više koriste starter kulture pojedinačnih (bakterije mliječne kiseline) ili mješovitih mikrobnih kultura (bakterije mliječne kiseline i kvasci). Primjenom mješovitih starter kultura bakterija i kvasaca u fermentaciji tijesta, uz prirodne produkte biološkog procesa, CO2 i etanol koji gotovom proizvodu daju prirodan okus, nastaju mliječna i octena kiselina koje pekarskom proizvodu daju aromu i kiselost. U proizvodnji raženog kruha obavezna je primjena kiselog tijesta ili sredstva za zakiseljavanje jer raženo brašno ne sadrži gluten koji je kod pšeničnog brašna odgovoran za zadržavanje vode i plinova.

Indirektnim postupkom proizvodnje kruha tijesto se priprema u dvije faze:

- priprema predtijesta
- zamjes krušnog tijesta

Kiselo tijesto čine brašno, voda i mikroorganizmi (bakterije mliječne kiseline i kvasci u omjeru 100:1) u aktivnom obliku. Bakterije mliječne kiseline su dominantni mikroorganizmi u kiselom tijestu.

Kao starter kulture u pekarstvu koriste se i homofermentativne i heterofermentativne bakterije mliječne kiseline. U mješovitim starter kulturama od kvasca su najčešće prisutni *Candida milleri, Saccharomyces cerevisiae,* a od bakterija *Lactobacillus brevis, Lactobacillus sanfranciscensis te Lactobacillus plantarum.* Osim bakterija mliječne kiseline, u kiselom tijestu može se naći više od 20 vrsta kvasaca, a dominantan je Saccharomyces cerevisiae. Bakterije mliječne kiseline su odgovorne za zakiseljavanje, a kvasci za dizanje tijesta[20].

[19] Tomislav Dalić; Proizvodnja bijelog kruha pomoću bakterija mliječne kiseline (2007.)
[20] J. Mrvčić, K. Mikelec, D.Stanzer, S. Križanović, S. Grba, V. Bačun-Družina, V. Stehlik-Tomas; Kiselo tijesto – tradicionalna i prirodna metoda za povećanje kvalitete pekarskih proizvoda (2011.)

Tablica 4. Kisela tijesta sadrže 2 vrste mikroorganizama : Bakterije mliječne kiseline i kvasce kiselog tijesta.

Mikroflora kiselog tijesta

Homofermentativne BMK	Heterofermentativne BMK	Kvasci
Pediococcus spp.	*Lactobacillus brevis*	*Candida milleri*
Lactobacillus plantarum	*Lactobacillus buchneri*	*Candida holmii*
Lactobacillus casei	*Lactobacillus fermentum*	*Candida krusei*
Lactobacillus farciminis	*Lactobacillus sanfranciscensis*	*Saccharomyces exiguus*
Lactobacillus amylovorus	*Lactobacillus reuteri*	*Saccharomyces cerevisiae*
Lactobacillus johnsonii	*Lactobacillus pontis*	
Lactobacillus crispatus	*Leuconostoc mesenteroides*	
	"aromatična mikroflora"	

Fermentacija i kiseljenje u tijestu mogu nastupiti spontano djelovanjem prirodno prisutnih mikroorganizama ili dodatkom starter kultura.

Načini pripreme predtijesta[21]:

- Spontana fermentacija
- Pomoću pekarskog kvasca -kvasno tijesto
- Bakterija mliječno kiselog vrenja (starter kulture) -kiselo tijesto
- Pomoću prethodno fermentiranog tijesta (matičnog tijesta)

DOBIVANJE KISELOG TIJESTA SPONTANOM FERMENTACIJOM:

Tijesto pripremljeno od brašna i vode spontano fermentira pri temperaturi 26-35°C, obogaćuje se dodavanjem brašna i vode. Nakon nekoliko dana se razvije kiselo tijesto (predtijesto) s pH 3,6-3,9 i stupnjem kiselosti 14-21.

BAKTERIJE MLIJEČNO KISELOG VRENJA:

Za dobivanje predtijesta za proizvodnju kruha i peciva iz raženog i/ili pšeničnog brašna koriste se starter kulture sastavljene od bakterija mliječno kiselog vrenja ili mješovitih kulture bakterija i kvasaca izoliranih iz kiselog tijesta. Starter kulture koje se koriste u proizvodnji predtijesta mogu biti svježe, zamrznute ili suhe.

[21] Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla I, Žitarice- Pekarstvo

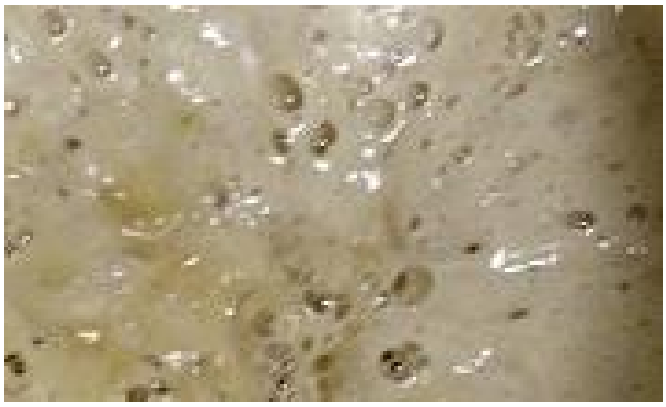
UPOTREBA PREDTIJESTA (kiselog tijesta):

Udio predtjesta je 5-40% na masu tijesta. Bakterije mliječno-kiselog vrenja proizvode kiseline samo do postizanja određene pH vrijednosti, a nakon te vrijednosti su zaustavljane u razvoju od vlastito stvorene kiseline.

Prednosti indirektnog postupka dobivanja

- Nije potrebno dodati poboljšivače
- Kruh bolje kvalitete, izraženije arome, okusa i svježine
- Manji utrošak pekarskog kvasca
- ''Kiseli'' kruhovi su bolje kvalitete- intenzivnija aroma, ujednačenije i mekanije teksture, povećane prehrambene vrijednosti.
- Povećana trajnost- kruh manje podložan mikrobiološkim utjecajima

Slika 10. Kiselo tijesto



4. LITERATURA

Adnan Y. Tamime, Rajka Božanić, Irena Rogelj ;Probiotički fermentirani mliječni proizvodi (2003.)

Aleksandra Martinović, Slavica Vesković-Moračanin;Primjena starter kultura u industriji mesa (2006.)

Časopis Tehnologija hrane; http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijamleka/tehnoloski-proces-proizvodnje-jogurta

Dipl. ind. Jerko Penić, Aktivno kiselo tijesto-za jedinstvene i visokokvalitetne pekarske proizvode

Dr. sc. Jagoda Šušković(2012/13), Nove strategije u biotehnološkoj proizvodnji hrane, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Dr. sc. Vedran Slačanac, Proizvodnja tekućeg i krutog jogurta (2006.),Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek

Dragan Kovačević; Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla

Grace Yim, Clive Glover; Food Microbiology: Background, basics and the details of cheese production

H. Medić, S. Vidaček, J. Nežak, N. Marušić, V. Šatović; Utjecaj ovitaka i starter kultura na kvalitetu fermentiranih kobasica

J. Frece, J.Pleadin, N. Vahčić, J. Đugum, J. Mrvičić i K. Markov; Mikrobiološka, fizikalno-kemijska i senzorska svojstva industrijskih kobasica proizvedenih s različitim komercijalnim starter kulturama (2012.)

J. Frece, K.Markov, D. Čvek i D. Kovačević, Stafilokoki kako potencijalne starter kulture iz slavonskog kulena (2010.)

J. Mrvčić, K. Mikelec, D.Stanzer, S. Križanović, S. Grba, V. Bačun-Družina, V. Stehlik-Tomas; Kiselo tijesto – tradicionalna i prirodna metoda za povećanje kvalitete pekarskih proizvoda (2011.)

Jagoda Šušković (2008/2009) Starter kulture; predavanja iz kolegija Probiotici, prebiotici i starter kulture, predavanja Prehrambeno – biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Jagoda Šušković, Blaženka Brkić i Srećko Matošić (1997.), Mehanizam probiotičkog djelovanja

Mrvčić Jasna, Stehlik-Tomas Vesna; Pekarski proizvodi kao funkcionalna hrana

Prof. dr. sc. Jovica Hardi; Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla II. (MLIJEKO)

Prof. dr.sc. Andrija Pozderović, Osnove tehnologije vina (2013), Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla I, Žitarice

Tomislav Dalić; Proizvodnja bijelog kruha pomoću bakterija mliječne kiseline (2007.)

Zdravko Šumić;Starter kulture u tehnologiji mlijeka (2008)

http://en.wikipedia.org/wiki/Fermentation_in_food_processing

http://www.effca.org/content/microbial-food-culture

http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijamleka/probiotici-u-industriji-mlijeka