



UNIVERZITET U SARAJEVU
Poljoprivredno-prehrambeni fakultet

MIKROBNO KVARENJE NAMIRNICA

(BAKTERIJE MLIJEČNE KISELINE KAO UZROČNICI KVARENJA
NAMIRNICA)



Prof dr Enver Karahmet i Mr.sci Senita Isaković

U V O D

- *Kvarenje hrane je svaka promjena hrane koja je pretvara u nepogodnu ili opasnu za potrošnju, a rast mikroba je samo jedan proces koji može uzrokovati njenu kvaru.*



- *Rast patogenih mikroba u hrani je **nepoželjan**; on hranu može pretvoriti u opasnu za uživanje, ali i ostale, mikrobima uzrokovane, promjene u hrani, kao i smanjenje sadržaja nutritijenata i promjena okusa, mirisa, boje i kakvoće, te mogu također učiniti hranu nepogodnom za ljudsku upotrebu.*



S obzirom na osjetljivost na mikrobna kvarenja, hrana se klasificira na:



PODJELA
NAMIRNICA:

KRATKOTRAJNE
NAMIRNICE

POLUTRAJNE
NAMIRNICE

TRAJNE
NAMIRNICE

Kratkotrajna hrana- kao što su meso, riba, perad, većina plodova i biljaka, jaja i mlijeko- brzo podlježu mikrobnome kvarenju, osim ako se mikrobi iz nje ne uklone sterilizacijom ili sprječavanjem rasta mikrobnih zajednica



Polutrajne namirnice, kao što su krompir i jabuke, općenito se ne kvare tokom dužeg razdoblja, ako se s njima postupa prikladno



Trajne namirnice, tipa šećera, brašna i velikog broja dehidriranih proizvoda, u normalnim uslovima se ne kvare, ali se mogu pokvariti ako se nepravilno skladište



Vanjski faktori kvarenja hrane:

temperatura skladištenja



relativna vlažnost zraka



Koncentracija kisika

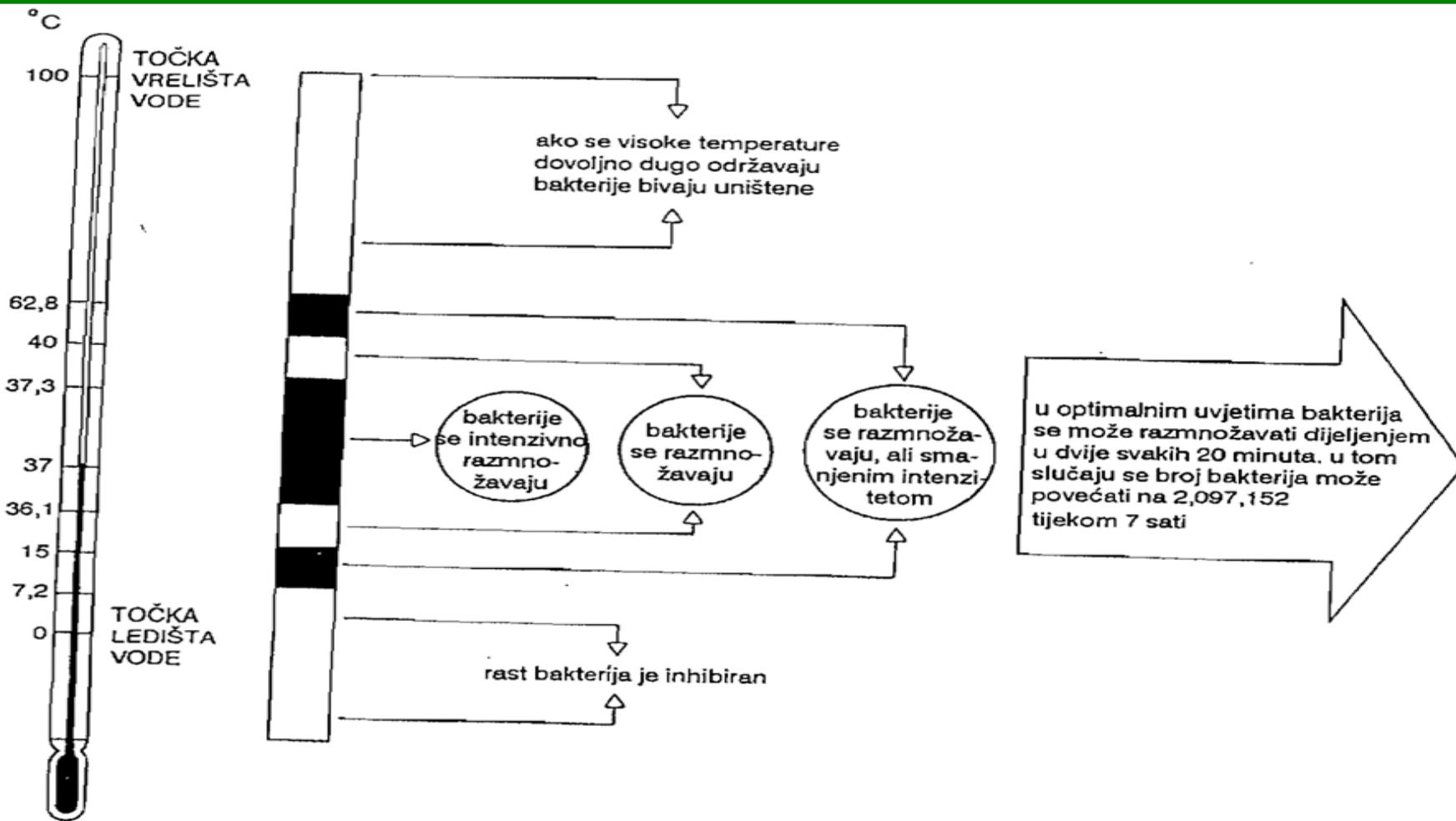


•Kontrolom tih parametara može se promijenti ili zaustaviti kvarenje namirnica. (Slika 1.)





Slika br.1: uticaj temperature na rast bakterija u namirnicama:



Slika 5-1: Mikroorganizmi rastu u širokom rasponu temperature. Poznavanje temperaturnog raspona rasta mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje namirnica ili različite bolesti, važno je radi odabiranja optimalne temperature uskladištenje namirnica. Na slici je prikazan utjecaj temperature na rast bakterija u namirnicama.

Unutrašnji faktori kvarenja hrane:

• Sadržaj vode



• Hemijska svojstva
namirnice



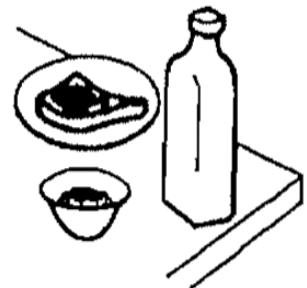
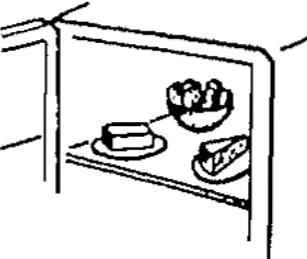
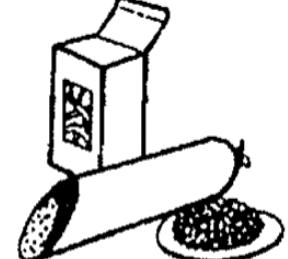
• Fizička svojstva
namirnice



• Kontrola
broja i vrste
mikroba



Slika 2.: Bitni parametri tokom skladištenja namirnica :

	TEMPERATURA	FIZIKALNO STANJE	VLAŽNOST	pH
BRZO KVARENJE	SOBNA TEMPERATURA 	MLJEVENO ILI NAREZANO MESO 	VLAŽNE NAMIRNICE 	NEUTRALNE NAMIRNICE 
ODRŽAVANJE	HLEDIONIK 	CIJELI KOMADI MESA 	SUHE NAMIRNICE 	KISELE NAMIRNICE 

Slika 5-2: Bitni parametri u tijeku uskladištenja namirnica biljnoga i životinjskoga podrijetla.

- *Biohemski sastav namirnice* ima veliki uticaj na mikrobe uključene u proces kvarenja i proekte mikrobne razgradnje koji su povezani s kvarenjem te namirnice.

Tablica 5-2: Neki biokemijski procesi koji nastaju u tijeku kvarenja hrane.

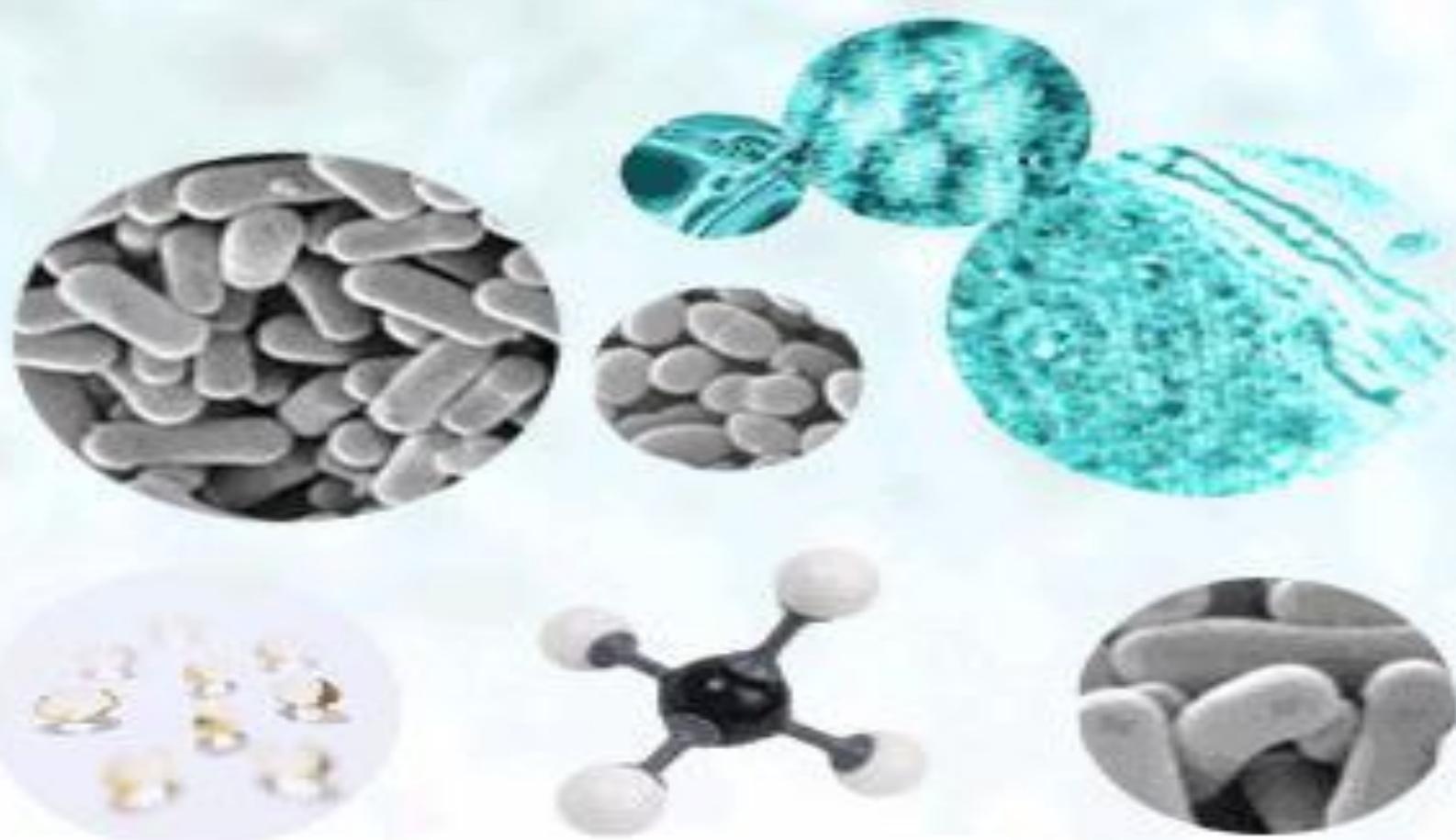
Proces	Supstrat	Produkti
putrefakcija (gnjilenje)	proteini	aminokiseline, amini, amonijak i vodikov sulfid
ukislost	ugljikohidrati	kiseline, etanol i ugljični dioksid
užeglost	lipidi	masne kiseline i glicerol
meko truljenje	pektin	metanol, galakturonska kiselina i poligalakturonska kiselina

- Prekomjerno visok broj mikroba različitih vrsta može uzrokovati kvarenje namirnica, a prisutnost patogenih vrsta ili produkata njihova metabolizma su znak za uzbunu.

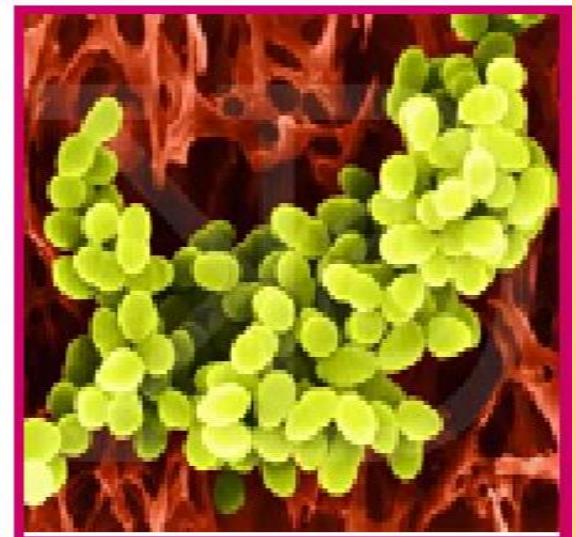
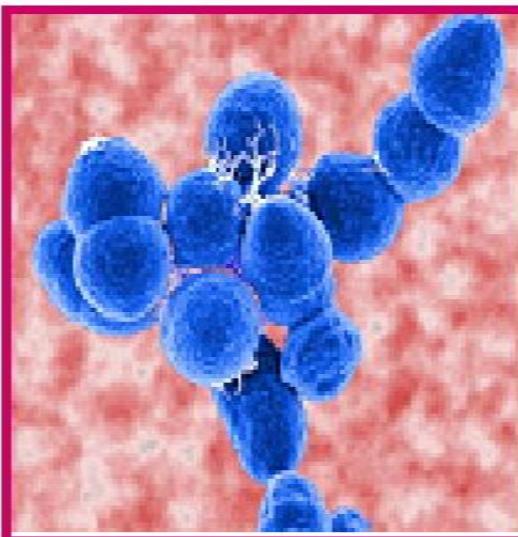
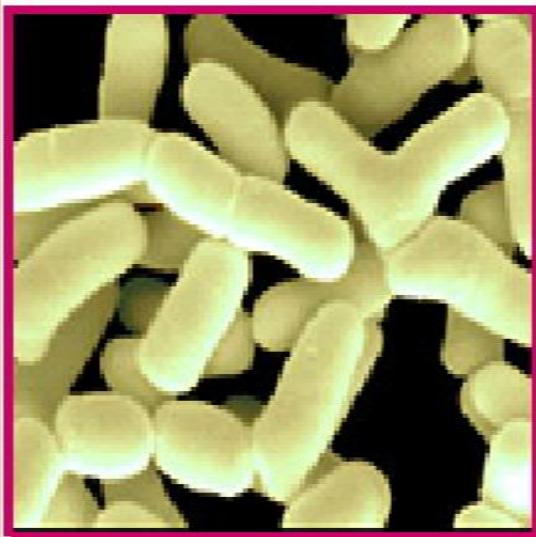
Tablica 5-1: Biološki rizici povezani s kontaminiranim namirnicama.

Toksikogene bakterije u namirnicama	Ostale bakterije	Mikotoksići i fikotoksići
<i>Bacillus cereus</i>	<i>Brucella</i> spp.	Aflatoksići i drugi mikotoksići
<i>Campylobacter jejuni</i>	<i>Leptospira</i> sp.	
<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	
<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	
<i>Escherichia coli</i>	<i>Vibrio cholerae</i>	
<i>Salmonella</i> spp.	<i>Yersinia enterocolytica</i>	
<i>Staphylococcus aureus</i>		
<i>Streptococcus faecalis</i>		
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>		
Protozoa	Virusi	Crvi
<i>Entamoeba histolytica</i>	Enterovirusi, hepatitis A virus	Kineski metilj jetre; goveda, svinjska, ovčja i riblja trakovica; svinjska glista
<i>Toxoplasma gondii</i>	Delta virus Newcastle virus	

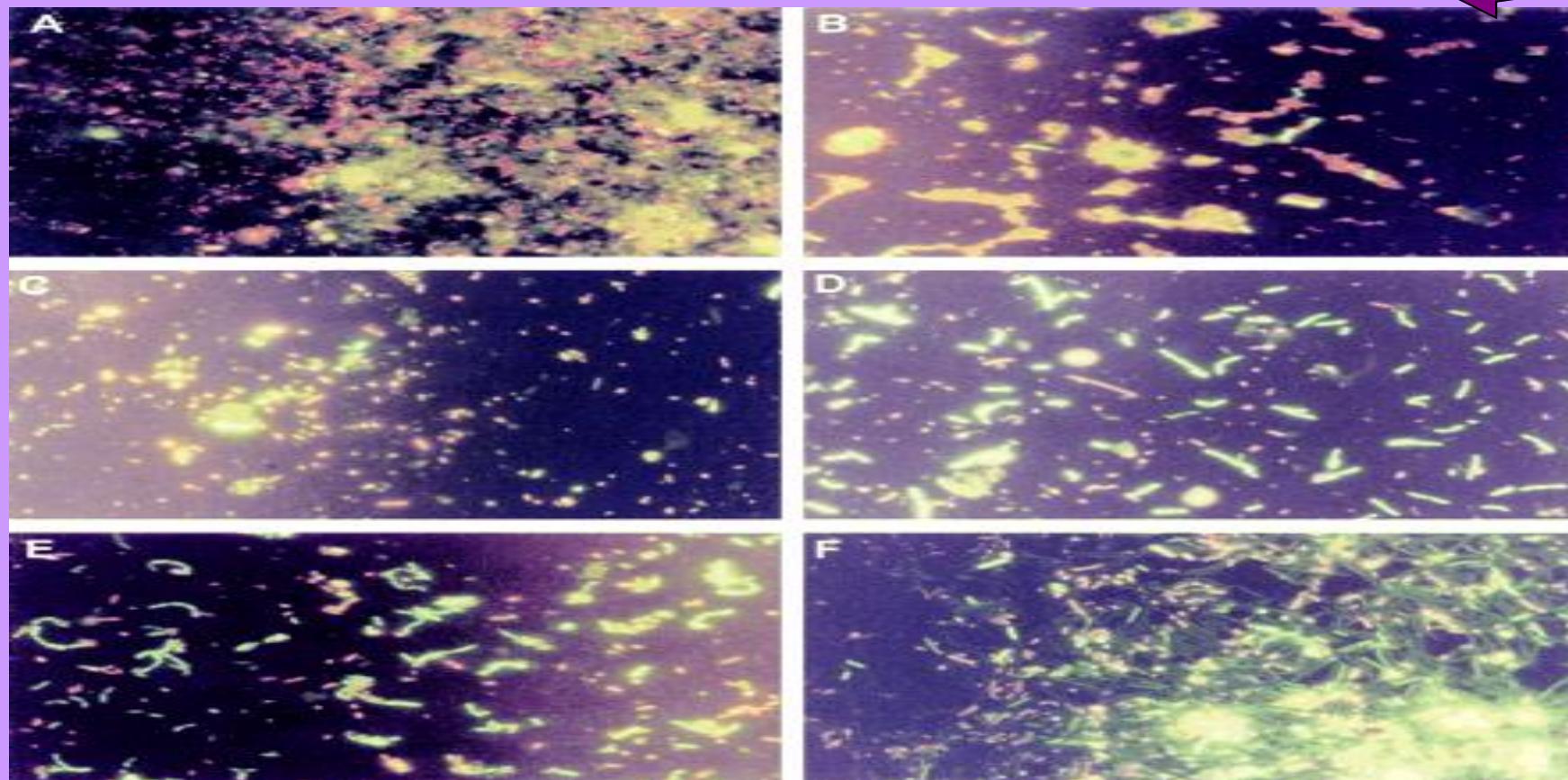
BAKTERIJE MLJEČNE KISELINE KAO UZROČNICI KVARENJA NAMIRNICA



- ❖ Bakterije mliječne kiseline su posvuda raširene: mogu se razmnožavati u supstratima s *visokom koncentracijom topljivih ugljikohidrata*, produktima razgradnje proteina i vitamina, i pri *niskoj koncentraciji kisika*.



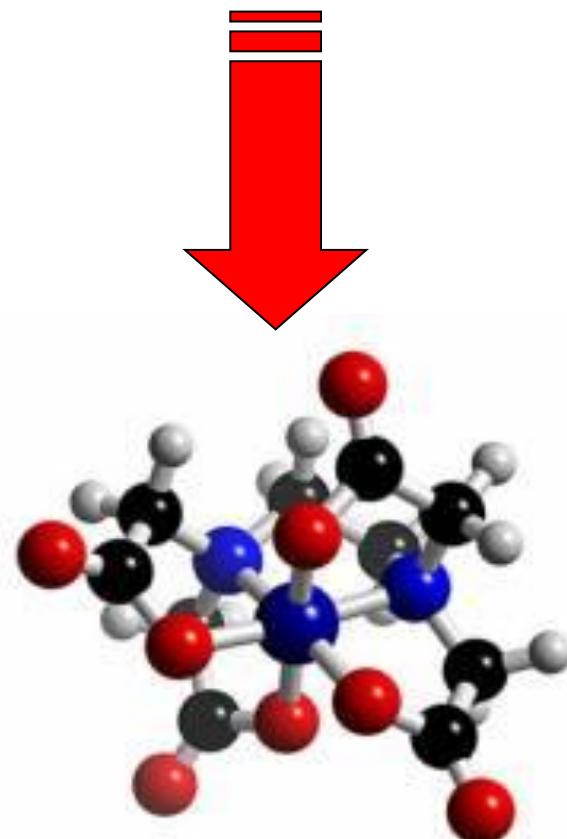
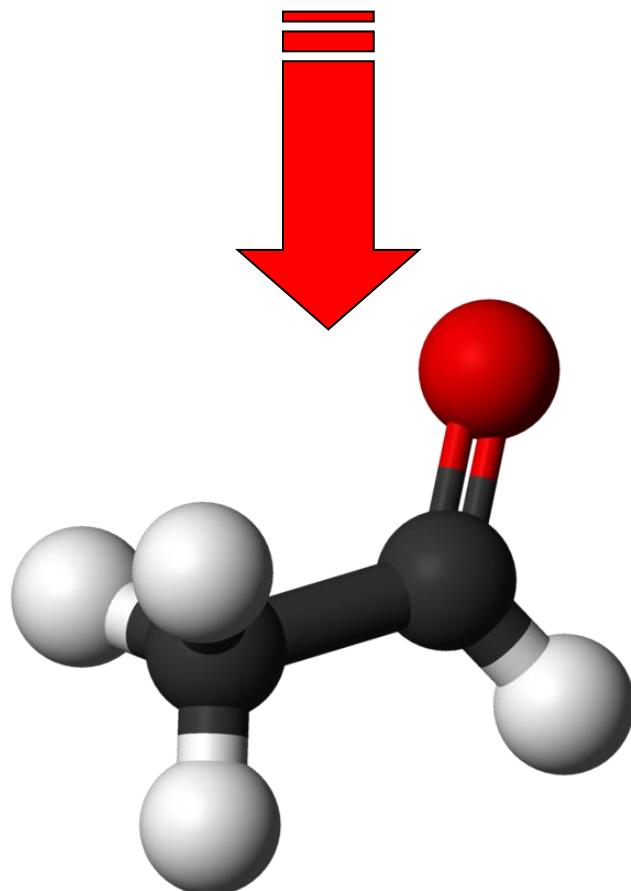
- ❖ Način proizvodnje ATP-a u njihovom metabolizmu je fermentativan, a ove bakterije proizvode zнатне количине млијечне кисeline.



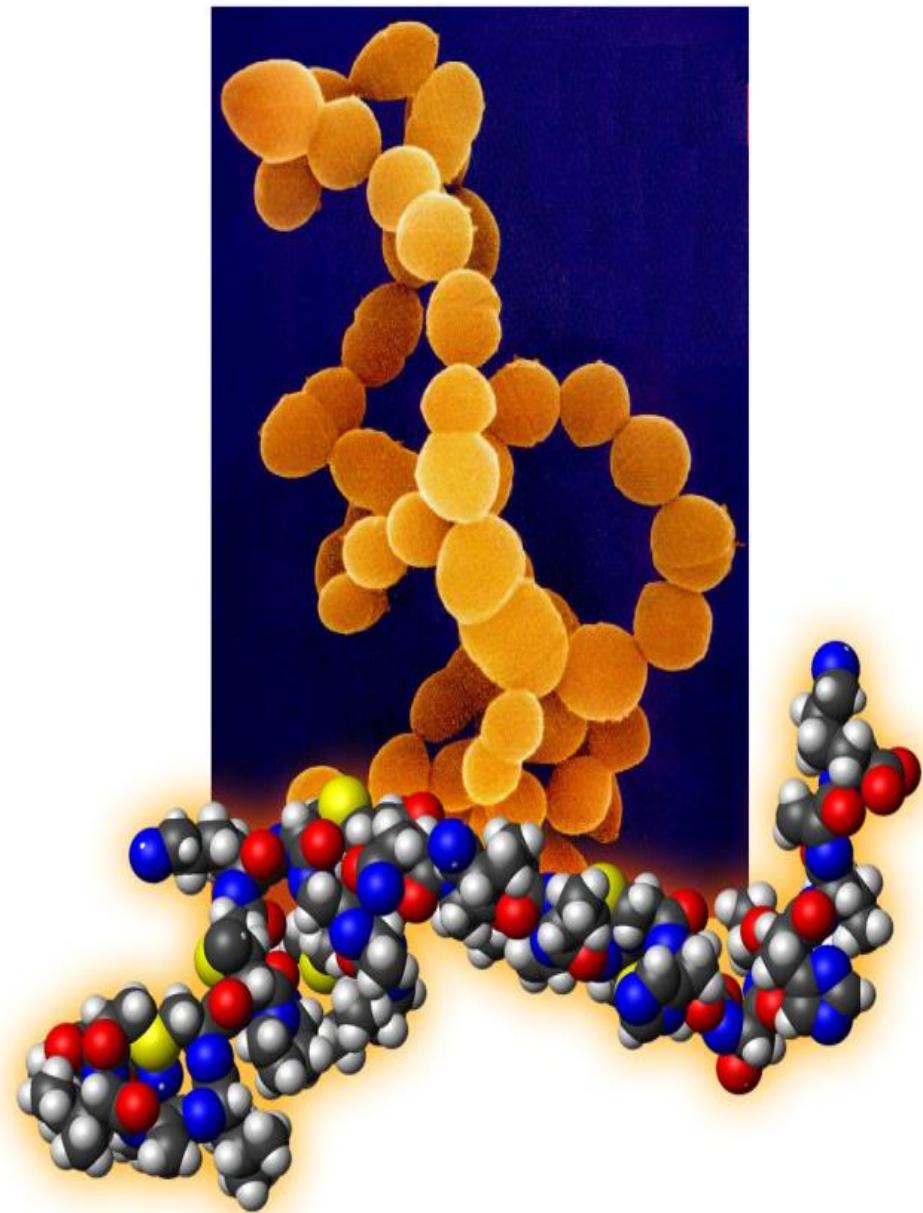


•**Homofermentativne** vrste proizvode više od 80% mlijecne kiseline iz glukoze, dok **heterofermentativne** vrste proizvode manje mlijecne kiseline(50% ili više), ali veće količine *octene* i *mraavlje kiseline*, *ugljičnog dioksida* i *etanola*.

- ❖ Bakterije mliječne kiseline također proizvode tvari tipa *diacetila*, *acetoina* i *acetaldehida*, koji variraju u odnosu na vrstu bakterije.



- ❖ Njihova *acidotolerantna* ili *acidofilna priroda*, istaknute *sposobnosti prilagođavanja* rastu u raznim uvjetima i *produkcija velikih količina mlijecne kiseline*, koja sprječava rast ostalih mikroba, vodi njihovom uspješnom ratsu i razmožavanju.



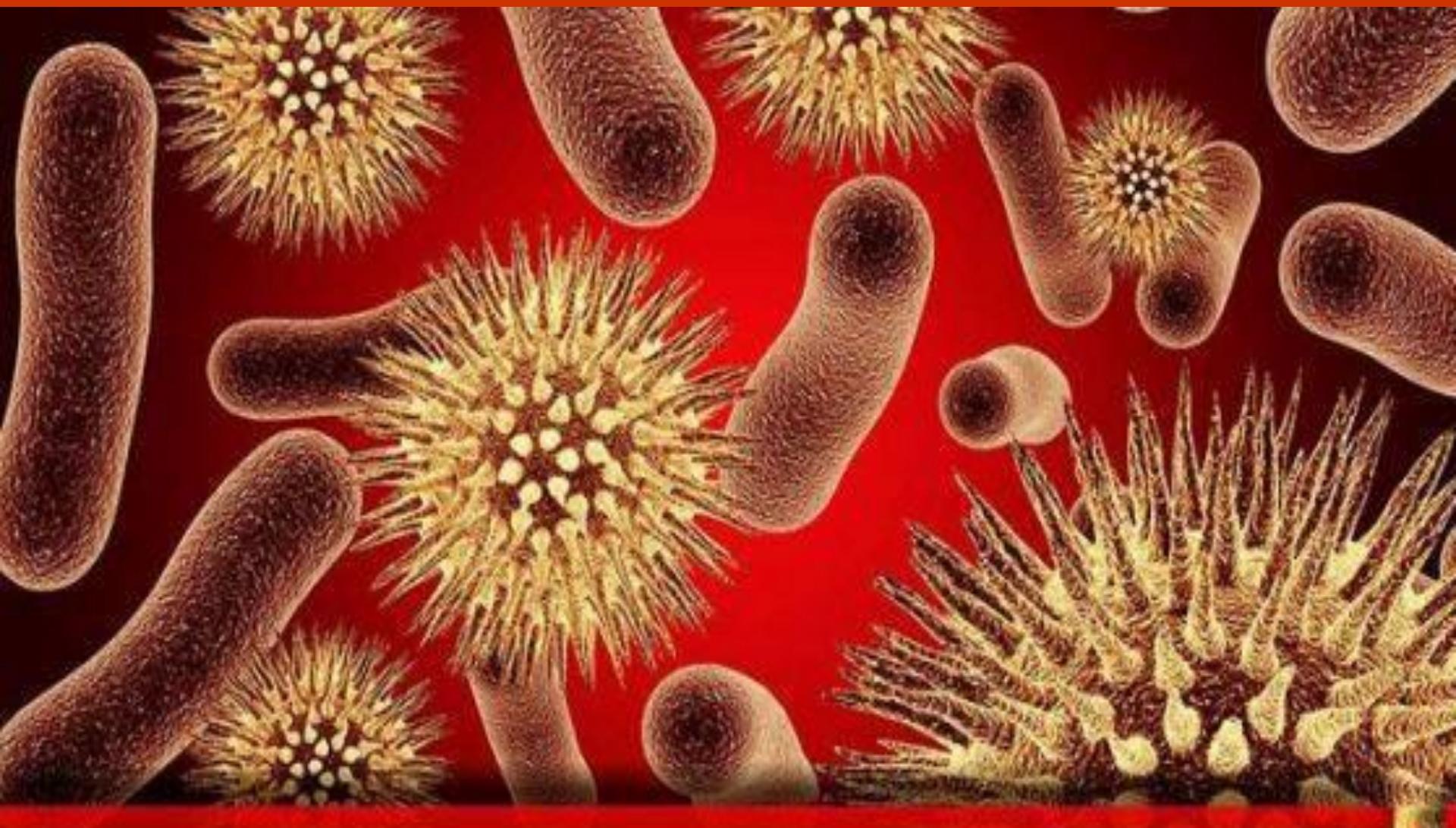
A close-up photograph of a person's hand wearing a light-colored nitrile glove. The hand is holding a circular petri dish filled with a bright red agar medium. A small, dark, irregularly shaped colony of bacteria is visible in the center of the dish. The background is a plain, light color.

- ❖ Njihova prisutnost u namirnicama je **poželjna** i jako bitna.



U nekim uslovima,
njihov rast **uzrokuje**
vrenje, što dovodi do
stvaranja *nepoželjnog
mirisa, izgleda i
okusa hrane.*

- ❖ Prerastanje potrebnih smjesa bakterija mliječne kiseline , nužnih za fermentaciju,
koja se dešava slučajno, štetno utiče na prinose produkata jer se zbog kontaminacije ovim bakterijama *umnožavaju troškovi*



Mlijeko i mlječni proizvodi



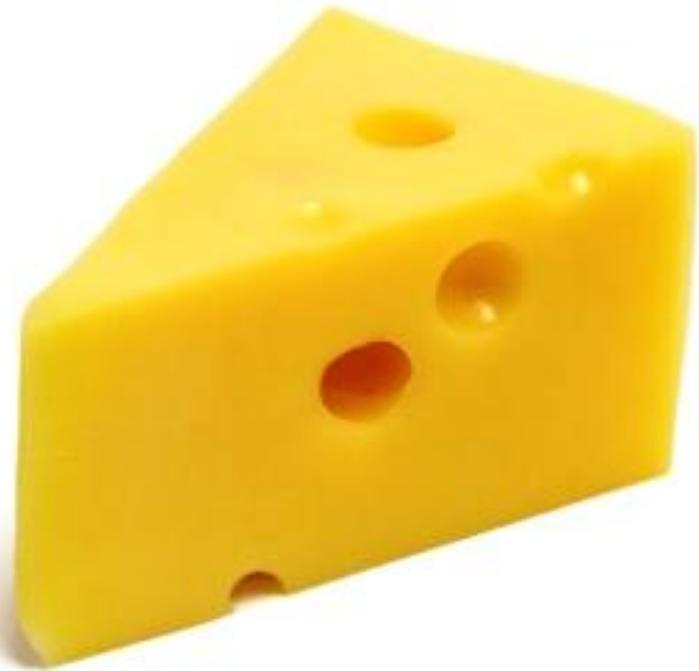
Mlijeko i mliječni proizvodi

- **Sirovo mlijeko** je izvrstan supstrat za rast mikroba, a kontaminanti iz okoline, kao što su bakterije mliječne kiseline, dolaze kao dio prirodne mikroflore u većini mliječnih proizvoda.



Mlijeko i mliječni proizvodi

- Katkada je fermentacija mlijeka pomoću bakterija mliječne kiseline, zbog proizvodnje kiselosti i tvari okusa, bitna za proizvodnju fermentiranih proizvoda poput sira i jogurta.



Mlijeko i mliječni proizvodi

- U zemljama s intenzivnom mliječnom industrijom, bitne ekonomске posljedice zbog pogrešaka u fermentaciji zahtijevaju izostanak dodavanja „starter“ kultura bakterija mliječne kiseline.
- Neki sojevi bakterija mliječne kiseline uzrokuju kvarenje, a to su sojevi neiskoristivih ili nepoželjnih osobina ili su to sojevi koji su upotrebljavani radi dobijanja pojedinih korisnih produkata, ali mogu uzrokovati pogreške u drugima.



SCIENCEphotOLIBRARY

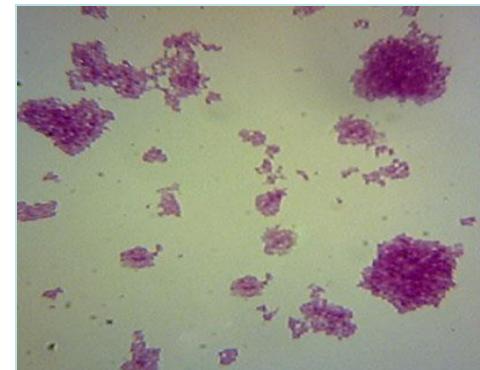


Sirovo mlijeko

- Sirovo mlijeko dobiveno od zdravih krava aseptično je i ne sadržava bakterije mliječne kiseline. Međutim, ti se mikrobi nalaze na posudama i priboru, u silaži i u drugoj krmi te u stajskoj prašini.



- Ako mlijeko nije dovoljno ohlađeno može doći do porasta mezofilnih streptokoka, poput *Streptococcus lactis* i uzrokovati ukiseljenje i koagulaciju mliječnih proteina.



Sirovo mlijeko

- Sojevi *Lactobacillus casei*, *L. brevis* i povremeno *L. acidophilus*, katkada uzrokuju nitavost ili sluzavost mlijeka.



- Rast sojeva *S. lactis* sp. *maltigenes* ili *L. maltaromicus* povisuje okus nalik na slad primjereno sposobnosti tih bakterija da konvertiraju aminokiseline u aldehyde, posebno eucin u 3-metil butanal, pomoću transaminaza i dekarboksilaza.

Sirovo mlijeko

- Povećana primjena postupaka smrzavanja na farmama uveliko je suzbila razmnožavanje tih mikroba, a i posljedice kvarenja mlijeka u prodavnicama uzrakovane njihovim rastom.



Sirovo mlijeko

- Pasterizacija ubija sve bakterije mliječne kiseline s iznimkom termorezistentnih streptokoka, kao što su *Streptococcus faecium*, *S. faecium sp. durans* i *S. thermophilus*, i povremeno rezistentne mutante termolabilnih sojeva koji se mogu razmnožiti i postati dio rezistentne mikroflore u mlijeku.



Mlijeko u prahu

- **Mlijeko u prahu** dobiveno od obranog ili od nerazrijedjenog (sirovog) mlijeka, puno je više kontaminirano termorezistentnim bakterijama mliječne kiseline.
- U uređajima za sušenje mlijeka ti mikrobi mogu preživjeti toplinsku predobradu, koncentriranje i postupak sušenja raspršivanjem i uzrokovati kvarenje.



Mlijeko u prahu

- Nivoi enterokoka, *S. faecium ssp. durans*, mogu se nagomilati u uređajima, koncentrirati i zaštititi tokom sušenja.

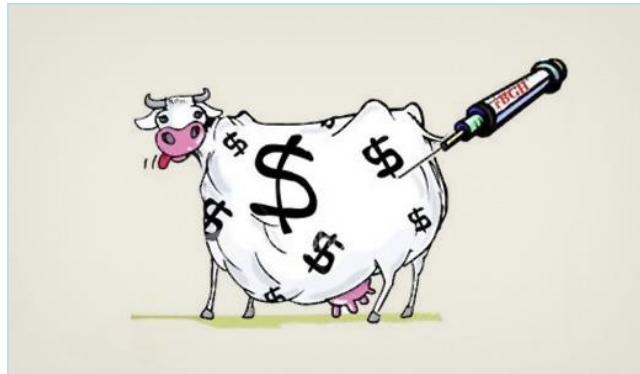
- Tako kontaminirano mlijeko u prahu štetno djeluje na namirnice u koje se dodaje kao suhi dodatak, poput namirnica koje se peku, keksi, slastice i salame.



- Razmnožavanje mikroba u tim hranjivim supstratima može uzrokovati ukiseljavanje u čitavom nizu namirnica.

Sir

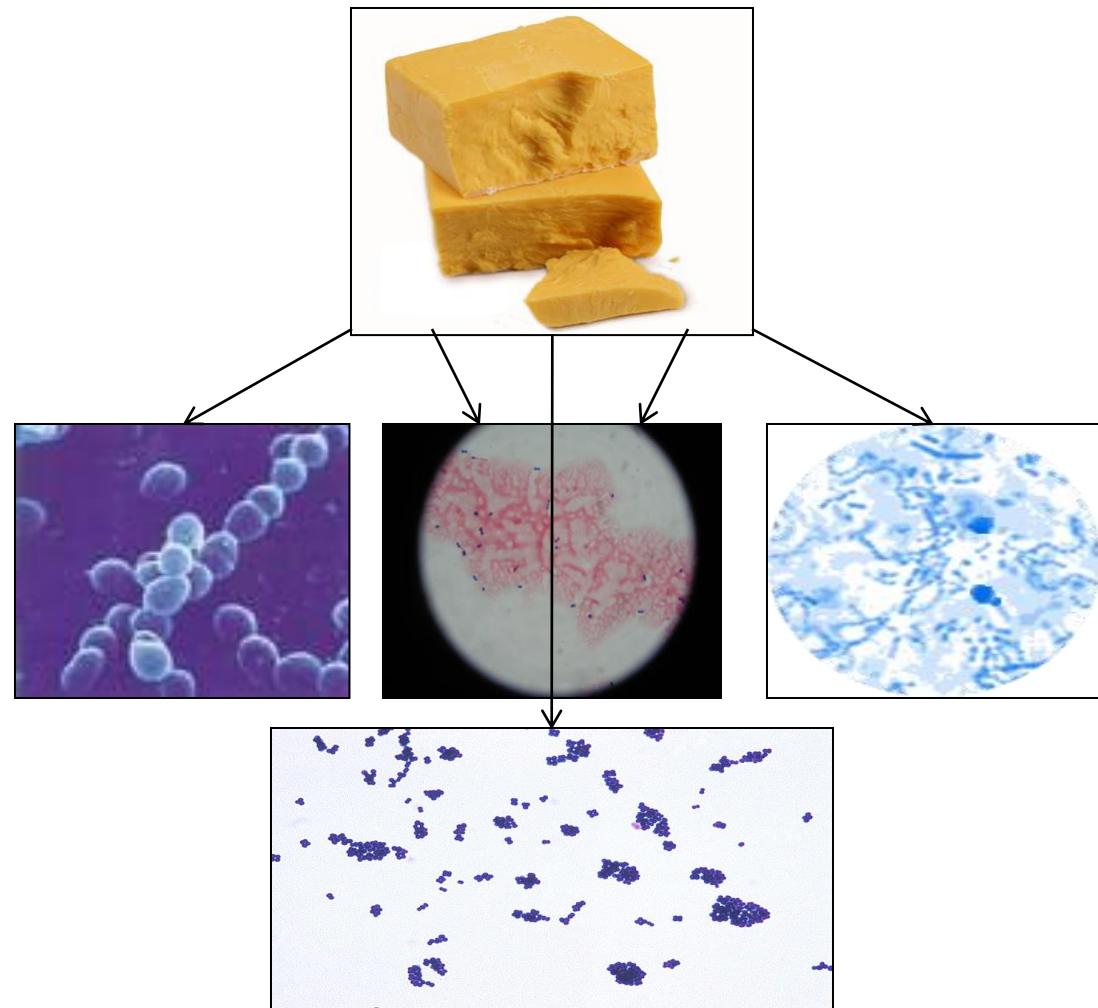
- **Kod nekih vrsta sireva** može doći do stvaranja neugodnih mirisa zbog samih starter kultura, ako su upotrebljavani nepoželjni sojevi ili ako su mješovite starter-kulture postale neuravnotežene zbog prevladavanja osobitih sojeva.



- Sposobnost pojedinačnog soja starter-kulture da proizvodi kiselinu može izostati zbog infekcije fagom, prisutnosti antibiotika ili drugih inhibitornih tvari.
- To može uzrokovati pogreške u siru, tokom zaostatka surutke, visoke pH vrijednosti i prekomjerne vlažnosti gruša.

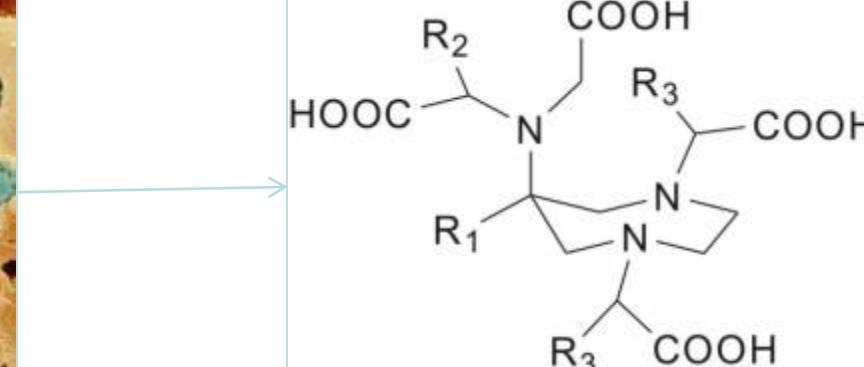
Sir

- Za tvrdo prešane sireve kao što je cheddar, mogu se kao starter-kulture koristiti mezofilne bakterije *Streptococcus cremoris*, *S. lactis*, *S. lactis* sp. *diacetylactis* i *Leuconostoc spp.* u mnogo različitim kombinacijama.



Sir

- Neki sojevi *S. lactis* uzrokuju gorak okus sira budući da mogu kontinuirano rasti pri normalnim temperaturama kuhanja.
- Tako visokostarterna populacija uzrokuje prekomijernu proteolizu kazeinskog supstrata, što rezultira tvorbom gorkih hidrofobnih oligopeptida.



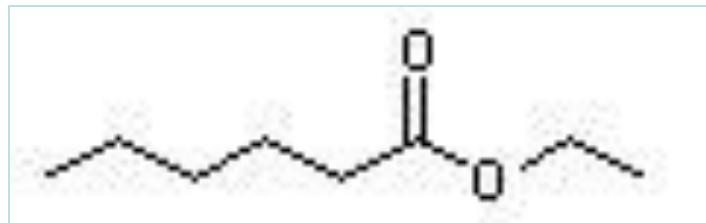
Sir

- Ostali sojevi, posebno *S. lactis*, koji također predstavljaju veliki dio populacije u zgrušanom mlijeku i prezivljavaju u siru nekoliko sedmica, tvore estere koji daju sladunjav, neugodan miris.



Sir

- Ti su esteri proizvedeni pomoću streptokoka iz etanola, nastalog iz acetaldehida, koji je reagirao s maslačnom ili heksanoičnom kiselinom tvoreći etilbutirat ili etilheksanoat.



- Povremeno, u mlijeku mogu porasti sojevi *S. lactis* sp. *maltigenes* i proizvesti 3-metil-butanal koji siru daje slatkast okus.



ASM MicrobeLibrary.org © Hedetniemi and Liao

Sir

- **Nepoželjni mirisi** u edamskom i gauda siru mogu biti uzrokovani nepoželjnim sojevima laktobacila koji se u njemu razmnožavaju.
- Ti sojevi laktobacila mogu tolerisati 9% NaCl-a, a opisuju se kao neklasificirane streptobakterije, porijekla iz šarži kontaminiranog, nedovoljno filtriranog, sirila.



Sir

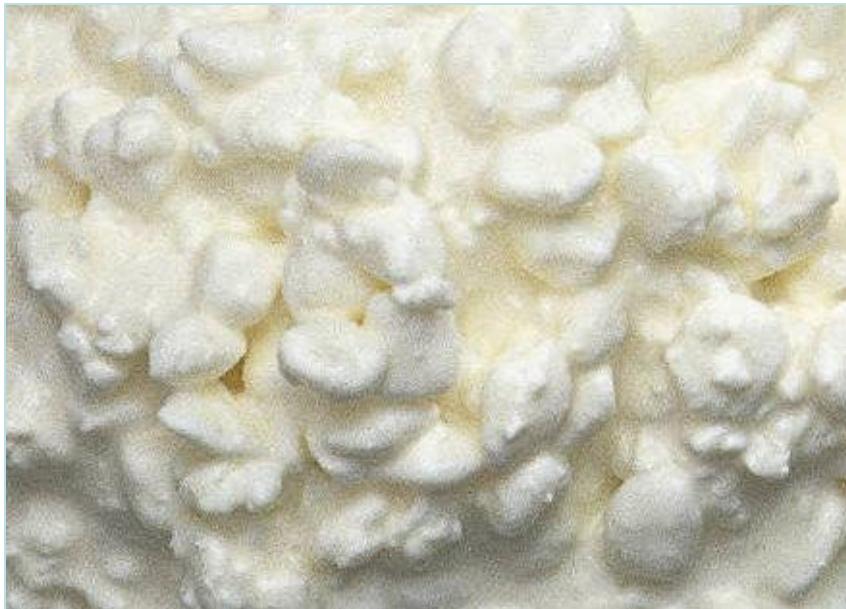
- Rast tih bakterija uzrokuje napukline u siru i strani miris.
- Šupljine i napukline su uzrokovane prekomjernom količinom ugljičnog dioksida, a strani mirisi su fenolna kvarenja koja nastaju tokom sazrijevanja sira, cijepanjem aminokiselina uz tvorbu neugodnih mirisa, ocetne kiseline, amonijaka i ugljičnog dioksida.

- Ti laktobacili mogu preživjeti u siru duže vremena (12-20 sedmica).



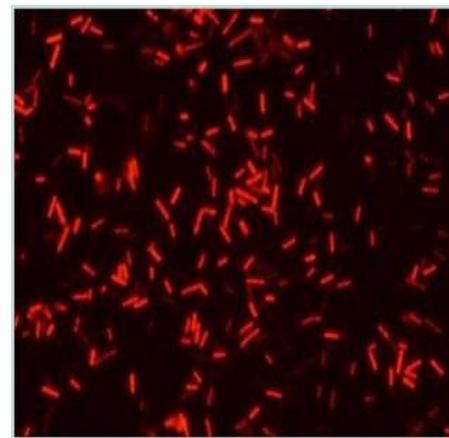
Sir

- Nepoželjna proizvodnja CO₂ može uzrokovati mnoštvo problema u nadimanju i strukturi sira.
- U cottage siru, *S.lactis* *ssp.diacetylactis* mora biti uklonjen iz starter kulture ako, tokom proizvodnje, stvara CO₂ iz citrata u mlijeku.



Sir

- Tada se dobiva gruševina ispunjena plinom, što daje slabu strukturu siru.

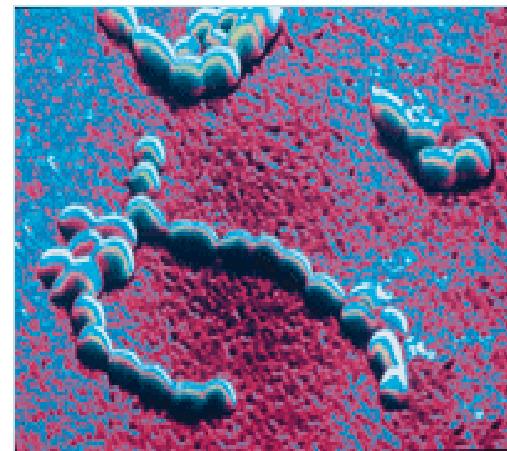


- Sojevi *L.casei*, koji iskorištavaju citrat, ili sojevi heterofermentativnih vrsta *L.brevis* mogu se razmnožavati do visokih koncentracija tokom sazrijevanja cheddar i pecorino-romano sireva, a velika proizvodnja CO₂ uzrokuje neželjene rupe u siru.

Sir

- U ementsalskom siru sojevi *Streptococcus faecalis*, koji snažno dekarboksiliraju aminokiseline tirozin i arginin uz nastajanje CO₂, uzrokuju deformaciju, nadimanje i strani miris.

- Ti sojevi mogu preživjeti termizaciju .

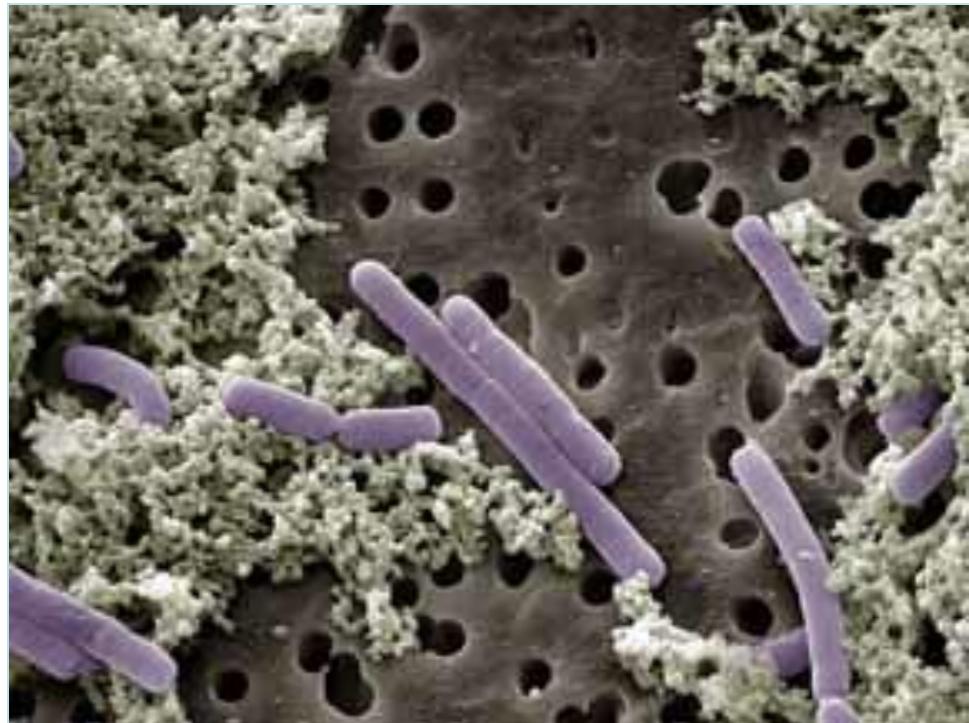


- Njihovi učinci nalikuju onima što ih daju laktobacili u edamskom i gauda siru.

Sir

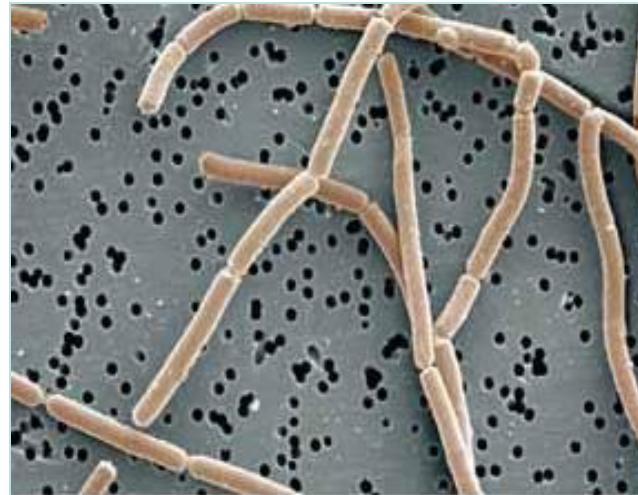
- **Problemi kvarenja** uzrokovani neizravno određenim sojevima laktobacila, najčešće *L. casei*, mogu se pojaviti u gouda i edamskom siru, u kojima se ti laktobacili razmnožavaju i razgrađuju nitratre u te sireve dodane radi suzbijanja rasta klostridija.

- To omogućuje rast laktoza-fermentativnih klostridija koji proizvode mlijekočnu kiselinu, posljedica je nadimanje sira.



Sir

- Još jedan oblik kvarenja sira uzrokovani rastom bakterija mliječne kiseline pojavljuje se u švicarskom siru; neki sojevi *L. bulgaricus* i *S. thermophilus*, upotrebljavani kao starter-kulture, mogu proizvoditi hemijske spojeve koji stimuliraju rast fermentativnih klostridija maslačne kiseline, što uzrokuju kvarenje sira toga tipa.



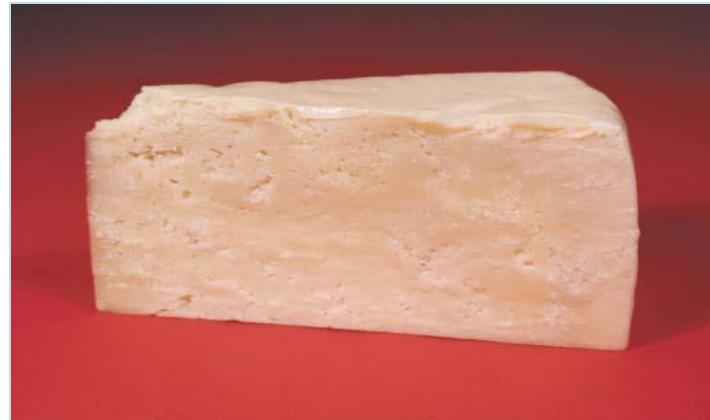
Sir

- **Tvorba pigmenata** ponekad uzrokuje kvarenje sira.
- Gubitak boje uzrokuje vizuelno kvarenje i potrošača odbija od takvih proizvoda koji su vrlo često organoleptički savršeno prihvatljivi.



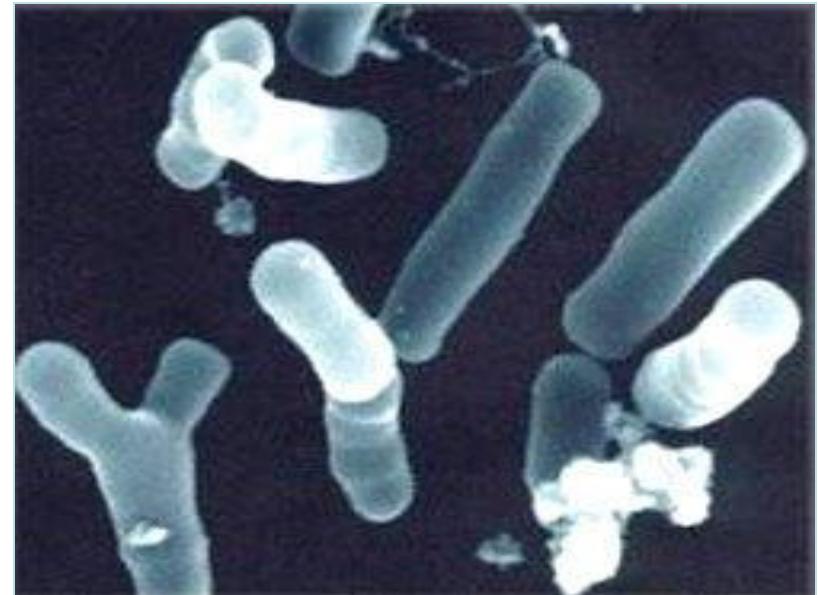
Sir

- U talijanskom romano siru mogu se pojaviti ružičasto obojena mjesta koja nastaju zbog rasta određenih sojeva termofilnih laktobacila, upotrebljavanih kao starter-kulture za proizvodnju sira te vrste.



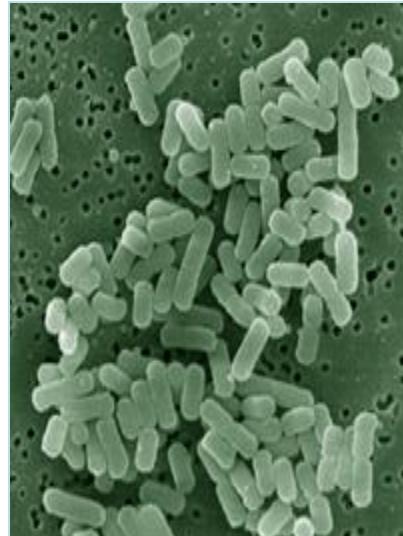
Sir

- To su sojevi *L. bulgaricus* i *L. helveticus*, dok upotreba sojeva *S. lactis* ne stvara takav učinak.
- Dokazano je da sojevi *S. lactis* imaju laktaza-oksidirajući sistem i stoga brzo iskorištavaju kisik za oksidaciju laktoze, glukoze i laktata stvarajući reduksijske uvjete u ranom stadiju proizvodnje sira.



Sir

- Neki sojevi *L. plantarum* i *L. brevis* proizvode narandžasti pigment, a njihov rast u siru može uzrokovati „hrđave mrlje“.
- Slani bijeli feta sir sklon je tom defektu, posebno kada je napravljen od sirovog mlijeka; sir napravljen od ovčijeg mlijeka mnogo je osjetljiviji na tu pojavu pjega nego onaj napravljen od kravljeg mlijeka.



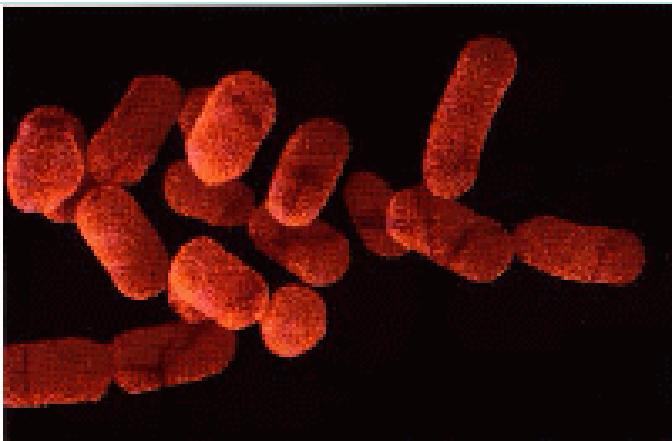
Sir

- Pigment je intenzivniji u sirovom nego u pasteriziranom mlijeku, a stimuliran je kvasnim ekstraktom, acetatom i niskom pH vrijednosti (oko 5,5).
- Ti laktobacili, koji inače imaju sve osobine te vrste, mogu postati osnova u mljekarama i kontinuirano inficirati pribor i mlijeko koje se koristi za proizvodnju sira.



Slani sirevi

- **U slanim sirevima** halorezistentni laktobacili rastu iskorištavajući hranjive tvari koje difundiraju iz sira u slanu otopinu, a tvore sluz u salamuri.
- To sprječava prodiranje soli i obavlja sir.
- Ako se radi o bijelom slanom siru, sojevi *L. plantarum* ili ponekad *L. casei*, mogu rasti u okolišu s koncentracijom od 8% NaCl, tvoreći sluzave polisaharide iz laktoze.



Slani sirevi

- Sluzavi se sloj stvara pri pH od 4,0-11,0 i pri temperaturama od 5-37 °C. Njegova je tvorba stimulirana dodatkom CaCl_2 ili Na-citrata, ali je spriječena pri koncentraciji NaCl-a od 10-12%.

- Radi uklanjanja tih mikroba, salamura se mora pasterizirati prije upotrebe i mora joj se dodati velika količina NaCl (10%).



Jogurt

- Okus se stvara fermentacijom pomoću primjerene smjese bakterija *L. bulgaricus* i *S. thermophilus*.
- Upotreba neujednačenih omjera starter-kulture može uzrokovati izostanak okusa što inducira na određeni tip kvarenja.



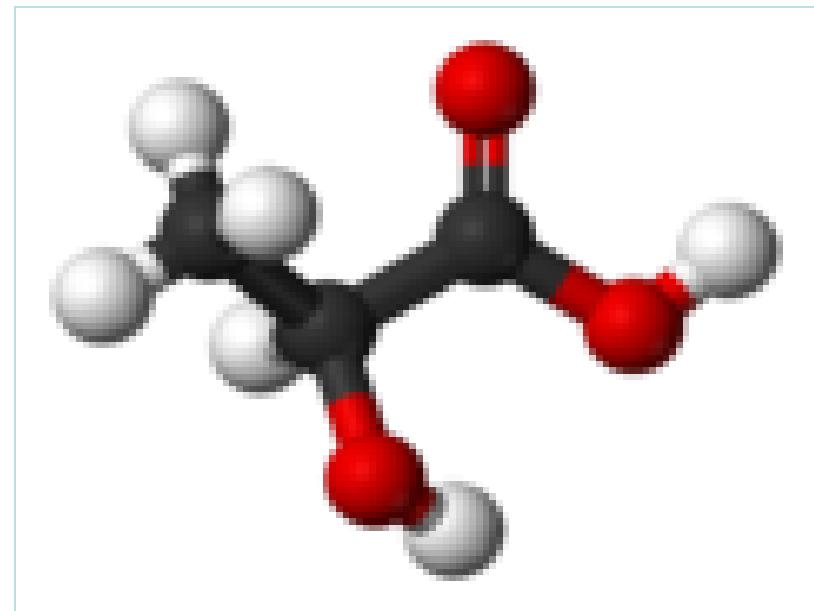
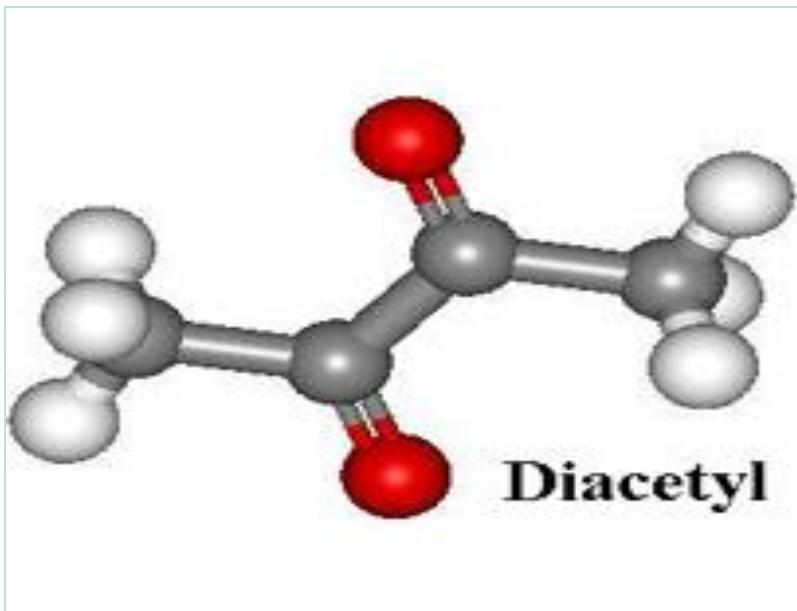
Jogurt

- Ako su streptokoki dominantna mikroflora, tada dolazi do pomanjkanja acetaldehida, jedne od glavih komponenata okusa koju proizvode laktobacili, pa jogurt ima oštar i kiseo okus.



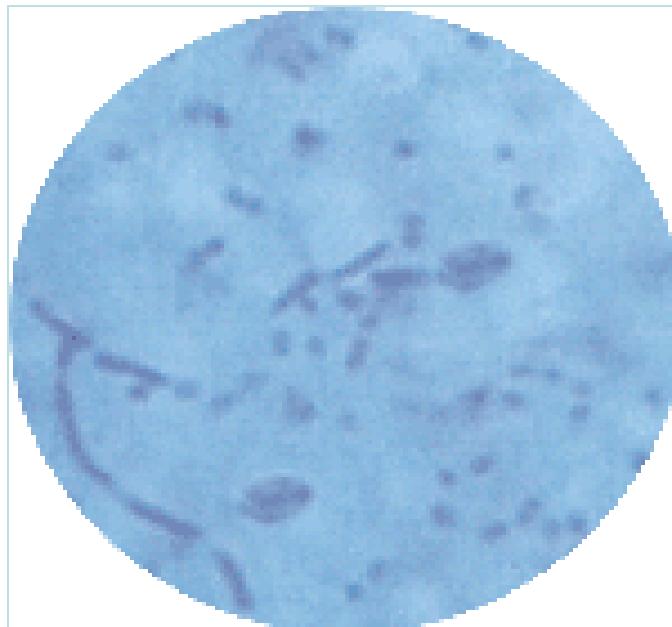
Jogurt

- Ako prevladavaju laktobacili, može doći do pomanjkanja proizvodnje diacetila.
- Također, ako svaki od ta dva mikroba stimulira rast drugoga, rast će biti slabiji, proizvodnja mlijecne kiseline teći će polaganije, a kao rezultat toga, jogurt će biti slabijeg okusa .



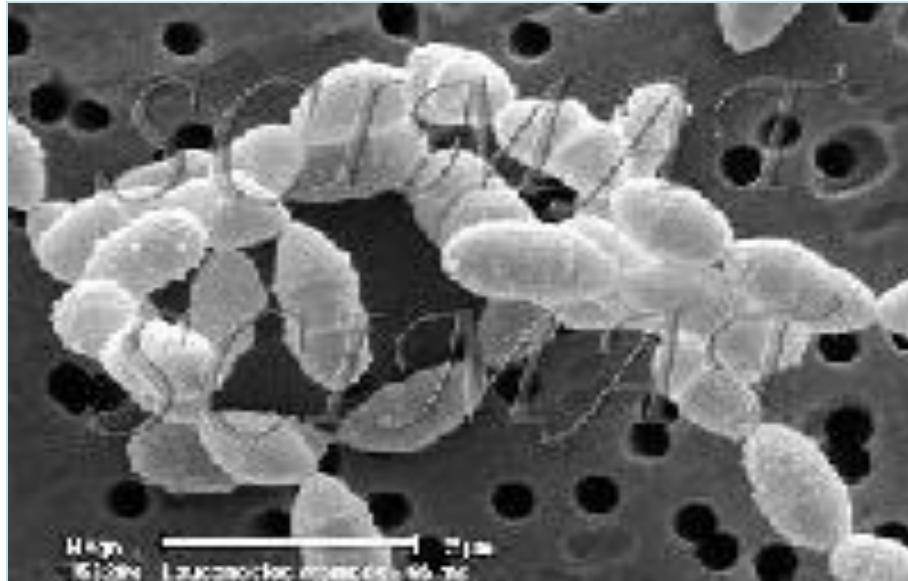
Sirutka

- Primjena nepoželjnih ili neujednačenih starter-kultura može rezultirati izostankom okusa u sirutki.
- Iako mlijekočni streptokoki općenito proizvode acetaldehid u malim količinama kao normalni metabolit, *S. lactis* sp. *diacetylactis* i neki sojevi *S. lactis* proizvode ga u velikim količinama.



Sirutka

- Ako se takvi sojevi upotrebljavaju kao jedini ili kao pretežni u starter-kulturi, razvit će se oštar okus zbog prekomjerne količine acetaldehida.
- To se može popraviti dodavajem *Leuconostoc cremoris* u starter-kulturu, koji prevodi acetaldehid u etanol i uklanja neugodan okus.



Kiselo vrhnje

- **Kada su pogreške** nastale zbog starter-kulture, i u siru i u svakom drugom fermentiranom mliječnom proizvodu, one se mogu popraviti promjenom sastava starter-kulture ako su poznate pojedinačne vrste ili sojevi, tako da se izostave poznati mikrobi koji proizvode neugodan okus i promjenom odnosa različitih upotrebljivanih sojeva.

- U složenoj razmnoženoj starter kulturi to nije moguće, te se mora upotrijebiti nova starter-kultura.



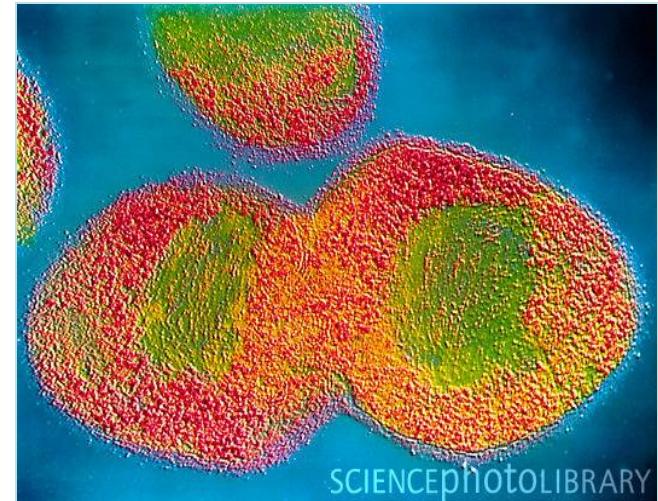
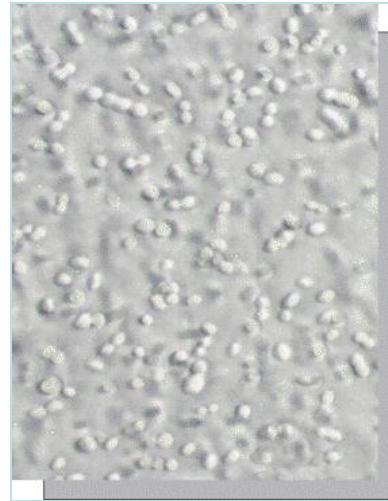
Kiselo vrhnje

- Primjena temperatura smrzavanja, pasterizacije ili drugih načina obrade mlijeka, te primjena striktnih higijenskih uvjeta i stroge kontrole na farmama i tijekom prerade, u velikoj mjeri suzbija kvarenja u zemljama u kojima se ti postupci primjenjuju.



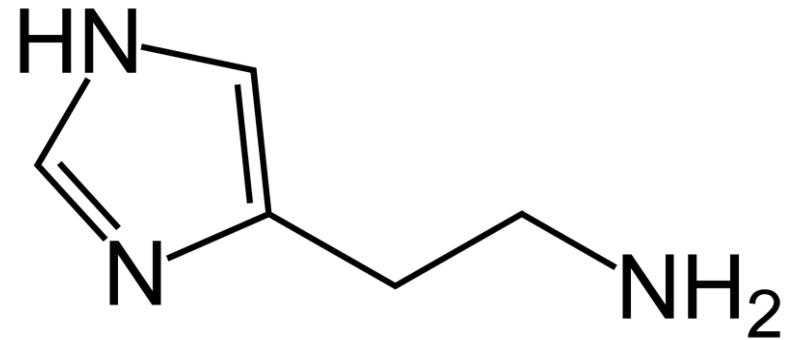
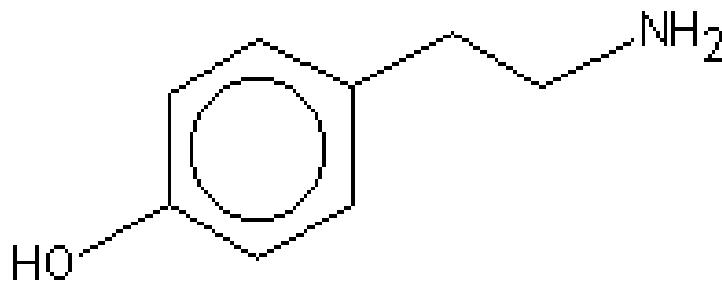
Tvorba amina u siru

- U siru uobičajeno dolaze enterokoki (*S. faecalis*, *S. faecium* i *S. faecium sp. durans*) u pravilu u koncentracijama koje variraju od 10 pa do vrlo visokih $10^4\text{-}10^7 \times \text{g}^{-1}$.
- Oni se povremeno upotrebljavaju kao starter-kulture za proizvodnju tvrdog sira.



Tvorba amina u siru

- Međutim, neki sojevi proizvode amine, kao tiramin i histamin do iznosa koji su mnogo veći od onih što ih proizvodi najveći broj enterokoka.
- Sir napravljen od takvih sojeva je nepodesan za upotrebu i smatra se pokvarenim.





Meso i proizvodi od mesa

Meso i proizvodi od mesa

Bakterije mlijecne kiseline obuhvaćaju samo *mali dio prirodne bakterijske populacije* koja raste na svježem i suhom mesu pohranjenom u aerobnim uvjetima.

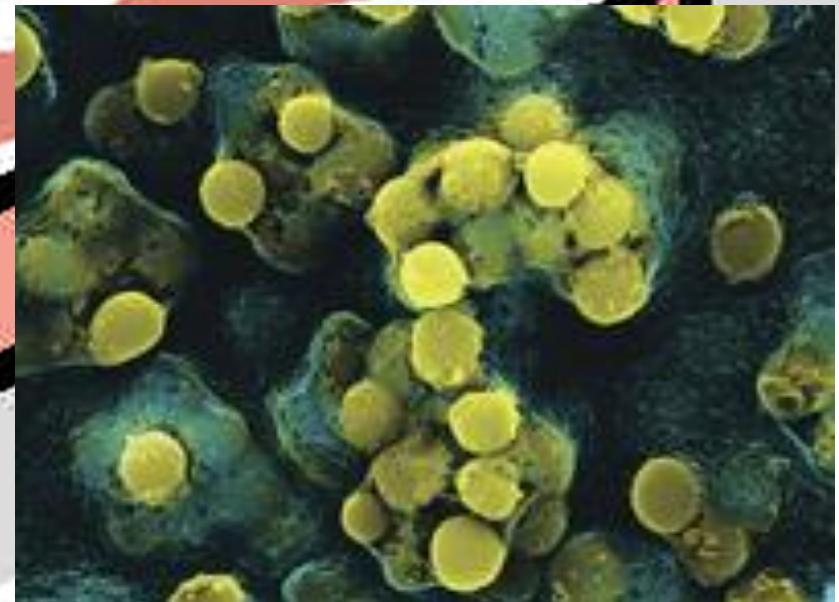
Sposobnost tih mikroba je da rastu pri *niskim temperaturama* (čak pri 1°C), u okolišu s *visokim koncentracijama NaCl-a* (višom od 10 %) i stimulacijskom *uticaju ugljičnog dioksida* na njihov rast, omogućuju im da se *brzo razmnožavaju* u različitim vrstama pakiranog mesa i mesnih proizvoda.



Meso i proizvodi od mesa

S porastom upotrebe pakiranja u vakumu, bakterije mliječne kiseline postale su ekonomski značajan izvor kvarenja mesa, budući da one vrlo brzo postaju dominantna mikrofolora i u svježem i u suhom mesu koje je pakirano u ovitke nepropusne za plin.

Rast bakterija mliječne kiseline na mesu različitom od fermentiranih kobasica, gdje one predstavljaju dio fermentacijskog procesa, rezultira **kvarenjem**. Ti mikrobi rastu na površini mesa, a potječu iz okoliša.



Meso i proizvodi od mesa

Porijeklo ovih mikroorganizama nije uvjerljivo potvrđeno, ali neke od njih potiču iz probavnog sistema, a tu su: *tipične i atipične streptobakterije*.

Bakterije nalik onim izlozanim iz mesa bile su izolirane iz slame i feca u nastambama i s kože svježe žrtvovanih svinja. Ti mikrobi preživljavaju šurenje i oprživanje trupla i razmnožavaju se tokom uskladištenja u povoljnim uvjetima te tvore značajan udjel u bakterijskoj populaciji.



Meso i proizvodi od mesa

Toplinskim postupkom za kuhanje meso pakirano u vakumu uklanjaju se bakterije mlijčne kiseline, međutim takvi proizvodi mogu biti ponovo kontaminirani priborom i zrakom u toku rezanja i pakiranja.

Pribor, a i sve površine u tvornica mogu postati vrlo kontaminisane bakterijama mlijčne kiseline koje izazivaju kvarenje (*Lactobacillus viridisces*).



Parametri koji utječu na rast bakterija mliječne kiseline u mesu

Nivo iskoristivosti ugljikohidrata može ograničiti rast bakterija na površini mesa ako je maksimalna gustoća ćelija određena iznosom difuzije fermentabilnih supstrata u ispod površinskim tkivima. Za laktobacile jedini su fermentabilni supstrati **glukoza i arginin**.



U svježem mesu pakiranom u vakumu, CO_2 što je oslobođen tokom respiracije u mesnom tkivu nagomilava se i ubrzo povisuje nivo do oko 20 %. Mala količina molekulskog kisika, zaostala u pakiraju, biva u mesnom tkivu ubrzo potrošena i ravnotežna koncentracija kisika dolazi na nivo *manji od 1 %*.

Parametri koji utječu na rast bakterija mliječne kiseline u mesu

Povećanje udjela bakterija mliječne kiseline na takvom mesu zbiva se vjerovatnije *radi propusta koncentracije CO₂*, nego zbog niskog nivoa kisika. Kako koncentracija CO₂ raste, bivaju inhibirane **gram – negativne štapićaste bakterije**, koje su dominantna mikroflora, a bakterije mliječne kiseline *stimulirane*.

S rastom koncentracije iskoristivog kisika, bakterija *Micro - bacterium thermosphactum (*Brochotrix thermosphacta*)* može biti **zamijenjena** u natjecanju s laktobacilima za glukozu zbog oksidacije glutamata.



Parametri koji utječu na rast bakterija mliječne kiseline u mesu

Porast u iskorištavanju glukoze uz smanjenje koncentracije CO₂ mogao bi biti razlog za slične brojce laktobacila na goveđem mesu uskladištenom u ovicima s različitom propusnšću za plin. To također sugerira da uobičajno dominiranje laktobacila može, djelimično voditi produkciju inhibitora različitih kiselina ili vodikova peroksida.



Tipovi kvarenja mesa

Kiselost, uglavnom izazvana rastom bakterija mlijecne kiseline, najvažniji je tip kvarenje mesa uzrokovana tim bakterijama.

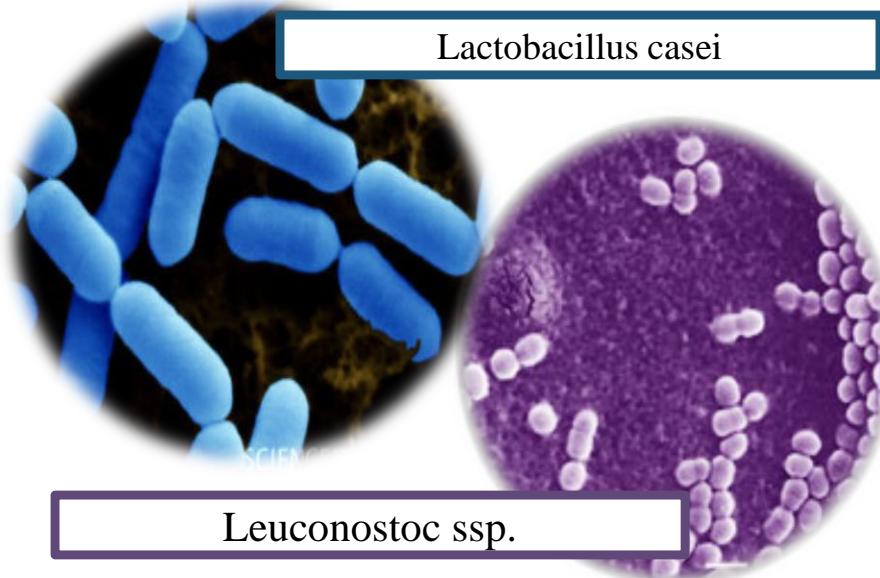


Neugodni mirisi mogu biti uzrokovani produktima manje važne fermentacije, kao što su *liacetil i acetoin* (prekursor mirisa), ili kao rezultat mogućih proteolitičkih i lipolitičkih djelovanja tih mikroba.



Tipovi kvarenja mesa

U prisutnosti kisika mogu *L. Viridiscens* i *S. faecium* uzrokovati tvorbu **zelenkaste boje** na površini mesa ako oni proizvode *vodikov peroksid* koji reagira s nitrozomioglobinom u mesu, što uzrokuje tvorbu *zeleno obojenih površina*.



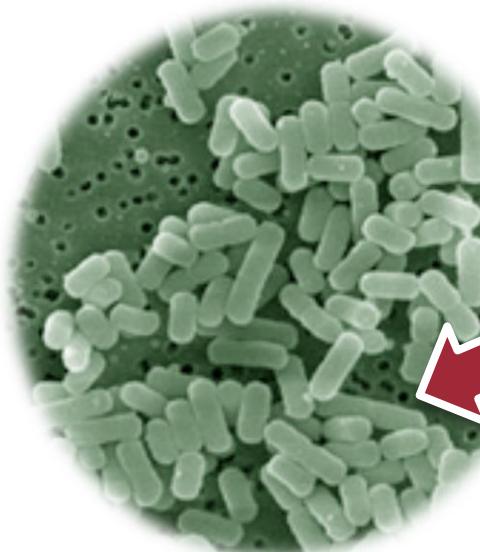
Lactobacillus casei

Leuconostoc spp.

Laktobacili koji proizvode **sluz**, poput *L. plantarum* i *L. casei*, a također i *Leuconostoc spp.*, mogu biti brojčano nadmoćni u salamuri u kojoj se stavljuju šunke, a *L. viridiscens* može također proizvesti velike količine sluzi (*dekstran*) na površini mesa.

Tipovi kvarenja mesa

Ostali nedostaci u kojima sudjeluju bakterije mlijecne kiseline uključuju nepoželjne mirise koji se stvaraju zbog nastanka *metantiola* i *vodikova sulfida* i nadimanje pakiranog mesa zbog proizvodnje CO₂.



L. plantarum



L. viridiscens



Meso uskladišteno u aerobni uvjetima

Prirodno uskladišteno meso kvari se zbog rasta bakterija mliječne kiseline. Svježe smrznuta goveđa jetra, postaje kiselkasta zbog rasta neuobičajnih bakterija mliječne kiseline, vjerovatno zbog visoke koncentracije ugljikohidrata u mesu.



Salamura za slaninu izrazito je kontaminirana *laktobacilima* i *Leuconostoc spp.* i može uzrokovati kvarenje slanine stvaranjem zeleno obojenih površina i sluzavog sloja.

Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

Zašto pakovati
u vakuumu???



Vakuum mašina

Pakovanje u vakuumu, uz upotrebu nepropusnog materijala (omota), koristi se zbog *promjene plinovite faze* u kojoj je meso bilo pohranjeno, da bi se *produžio* njegov *rok upotrebe*.



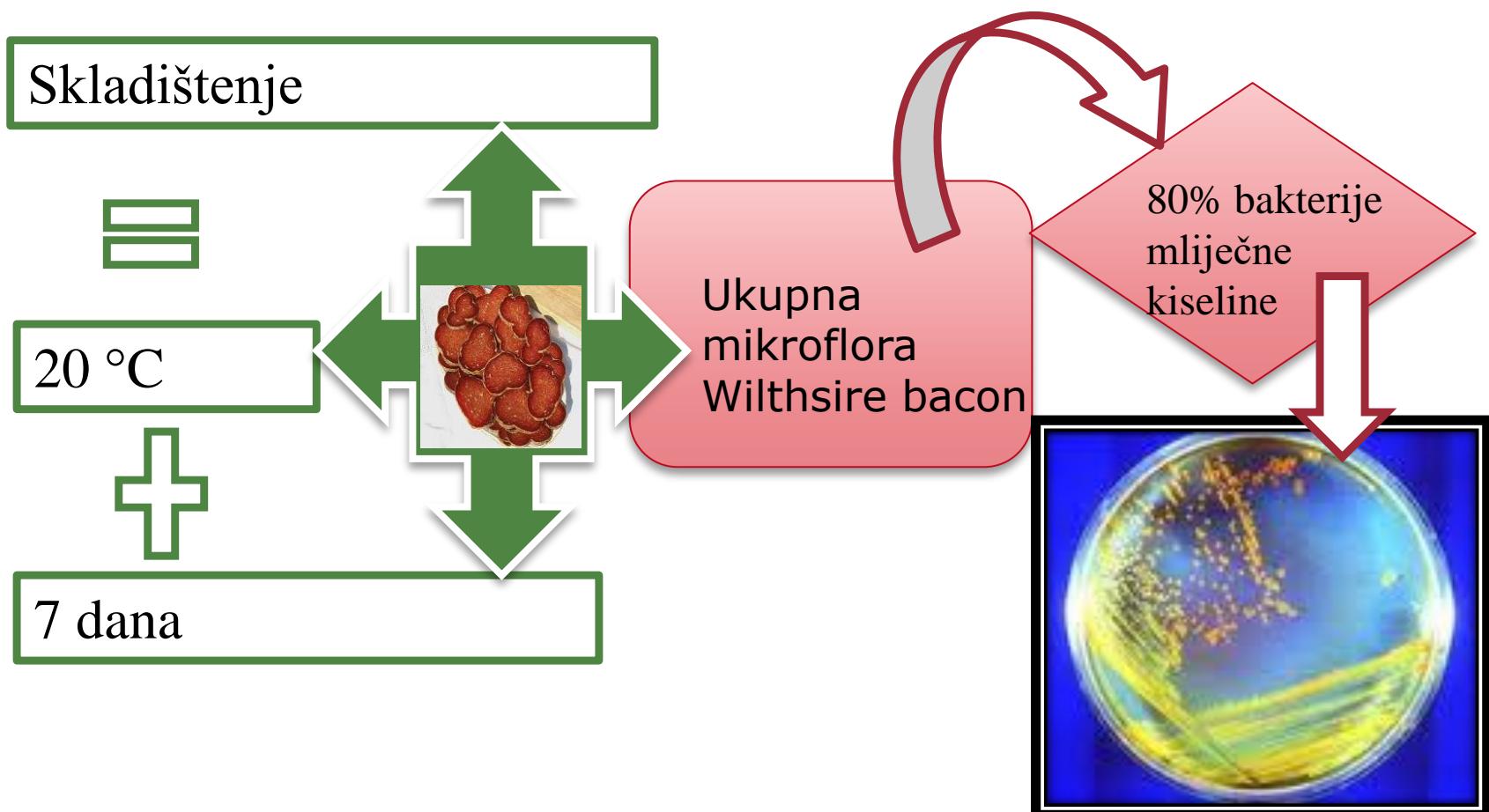
Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

Kako su BMK prisutne u velikom broju na pokvarenon (skisnuton ili pozelenjelom) upakovanim mesu poput slanine, govedine, a povremeno i piletine, **nakon uskladištenja** one mogu biti odgovorne za kvarenja.



Slanina i ostale vrste mesa u salamuri, bila su **prva mesa** pakovana u vakuumu, radi **sprečavanja gubitka njihove svojstvene boje** zbog **oksidacije**

Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

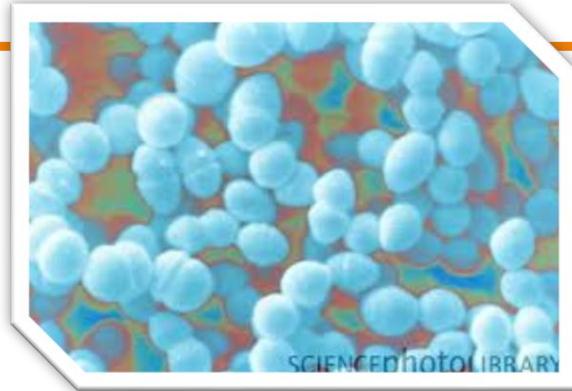


Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

- U vakum pakovanju s malom koncentracijom NaCl-a u salamuri (5 – 7%) karakteristična mikroflora za bacon su *streptokoki D skupine* ukjučujući *S. faecalis* i *S. faecium*, a također neklasificirani *pedikoki* ali i ne u salamuri s visokom koncentracijom NaCl-a (8 – 12 %) uskladištenog pri 20 °C i 30°C.



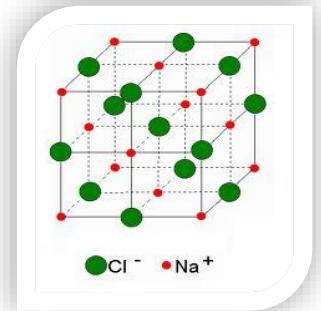
S. faecalis



S. faecium

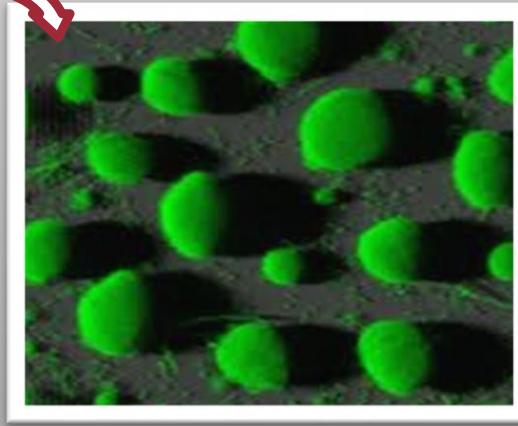
Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

- Neklasificirani *pokretni laktobacili* i *netipične streptobakterije* osnovna su mikroflora u baconu i s niskom i visokom koncentracijom NaCl u toku skladištenja.
- U odnosu na masno meso, na **nemasnom se mesu** nalazi mnogo veći broj bakterija mlijecne kiseline.
- To se može protumačiti uticajem *koncentracije soli*, koja u vodenoj fazi masnog mesa iznosi 10 – 12 % (w/v), a samo 4 – 6 % (w/v) u vodenoj fazi nemasnog mesa.



Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

- Ako je slanina salamurena *nitratima*, tada u populaciji *preovladavaju bakterije mlijecne kiseline*, ali ako su nitrati izostavljeni, dominantna mikroflora postaje bakterija *Moraxella spp.*.



- Ako je slanina stavljena u salamuru što sadržava nitrati, pojavljuje se veći broj bakterija mlijecne kiseline tamo gdje je primjenjena manja koncentracija nitrata.

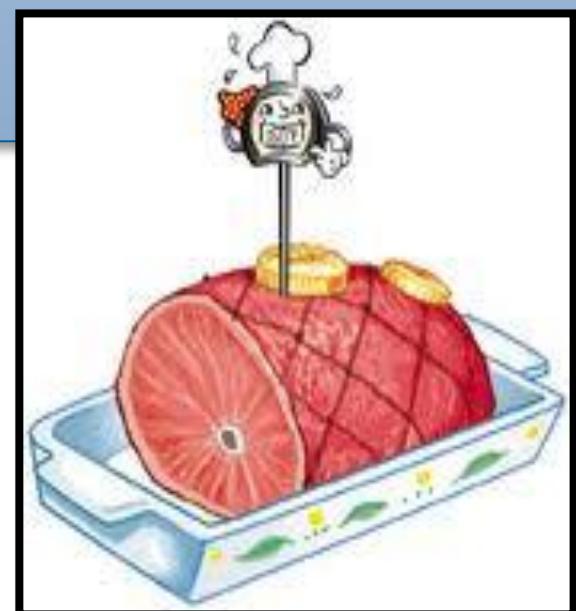
Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

- Nastajanje kiselkastog okusa može se spriječiti upotrebom *veće količine nitrata*, ali suzbijanje rasta bakterijana takav način je za raspravu, budući da postoji opasnost od tvorbe karcinogenih nitrozamina.
- Slanina prije i nakon dimljenja pokazuje da, iako su **gram – negativne bakterije vrlo osjetljive**, **laktobacili** su na taj postupak *srazmjerno otporni*.
- Poređenje slanine prije i nakon dimljenja pokazuje da su laktobascili otporniji na taj postupak, iako su **gram-negativne bakterije** vrlo osjetljive.

Bakterije mlijecne kiseline brzo rastu i dostižu visoke brojeve.

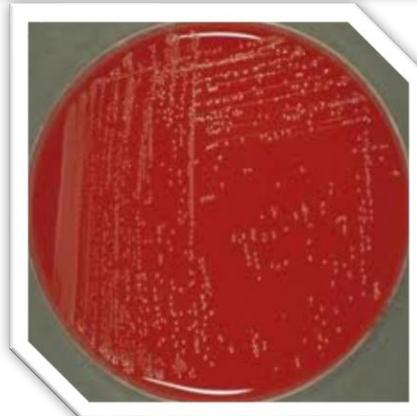
Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

❖ Bakterije mliječne kiseline predstavljaju *značajan udio* u mikroflori **svježih svinjskih butova** uskladištenih u aerobnoj atmosferi kisika, ali i u atmosferi sa CO_2 dominiraju *L. plantarum* uz male količine *L. viridiscens*, *L. brevis* i *L. cellobiosus*.



Usoljeno i svježe meso u vakuum pakovanju

- ❖ U smrznutoj govedini, pakovanoj u vakuumu, u prve četiri sedmice uskladištenja dominira bakterija *Brochotrix thermosphacta*, ali kasnije *Brochothrix* prerastaju neklasificirane aciduričke, homofermentativne bakterije mliječne kiseline.
- ❖ Neklasificirane aciduričke, homofermentativne bakterije mliječne kiseline rastu u gotovo jednakim brojevima kao i heterofermentativni tipovi.



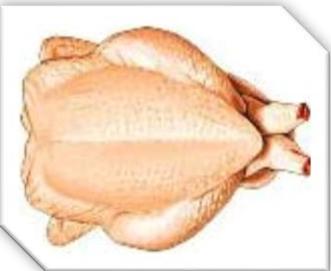
Brochotrix thermosphacta

○ Vrsta mesa *pakovanog u vakuumu*, poput **frankfurtskih kobasicica i narezaka**, a posebno **kobasicica**, uglavnom su kontaminirane **neklasificiranim streptobakterijama**, ali se u njima nalaze i *L. brevis*, *L. viridiscens*, *L. farciminis*, *L. plantarum*, a povremeno i *Leuconostoc spp.* i *Pediococcus spp.*.

Ta su mesa, zajedno s *bolonjskom kobasicom* i *šunkama* (pršutima), posebno *osjetljiva na kvarenja*, u pravilu kiselost, tvorbu zelenih površina i tvorbu sluzavog sloja.



PILEĆE I PUREĆE MESO



Pakiranje u ovojnice *nepropusne* za **kisik** produžuje **vijek trajanja** smrznutih pilića i purića i **sprečava rast bakterija *Pseudomonas spp.*** To međutim, omogućuje rast velikog broja **neklasificiranih streptobakterija** (sve sa sličnim fiziološkim osobinama) koje uzrokuju **kiselo kvarenje**.



Namirnice biljnog porijekla





Zaštita povrća **kiseljenjem u slanoj vodi i poticanje prirodne mliječno – kisele fermentacije pomoću *autohtonih bakterija mliječne kiseline* naširoko se širi, za **kupus, kisele krastavce, masline** i u manjoj mjeri na **papar** i **zeleni paradajz**. Za odvijanje tih procesa bitne su bakterije mliječne kiseline**

Dani zimnice!



KISELI KUPUS

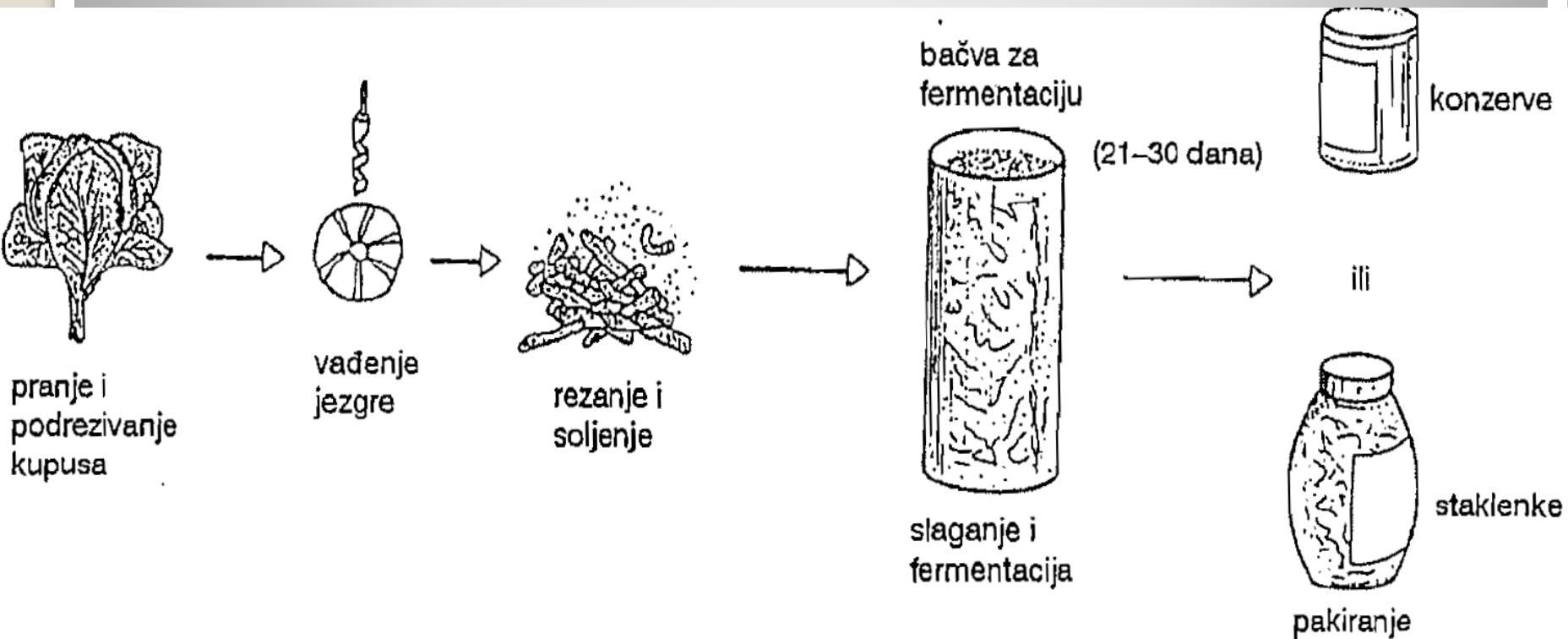
**Kiseli kupus nije samo
dobro zaštićen
i ukusan oblik kupusa,
nego ima i
veliku prehrambenu
vrijednost. Sadržaj C
vitamina u kiselom kupusu
ekvivalentan je sadržaju
toga
vitamina u limunu,**





U svježem su kupusu bakterije mliječne kiseline *autohtone*, a one se brzo razmnožavaju na isjeckanom materijalu u *anaerobnim uslovima* tokom njegove prerade

KISELI KUPUS

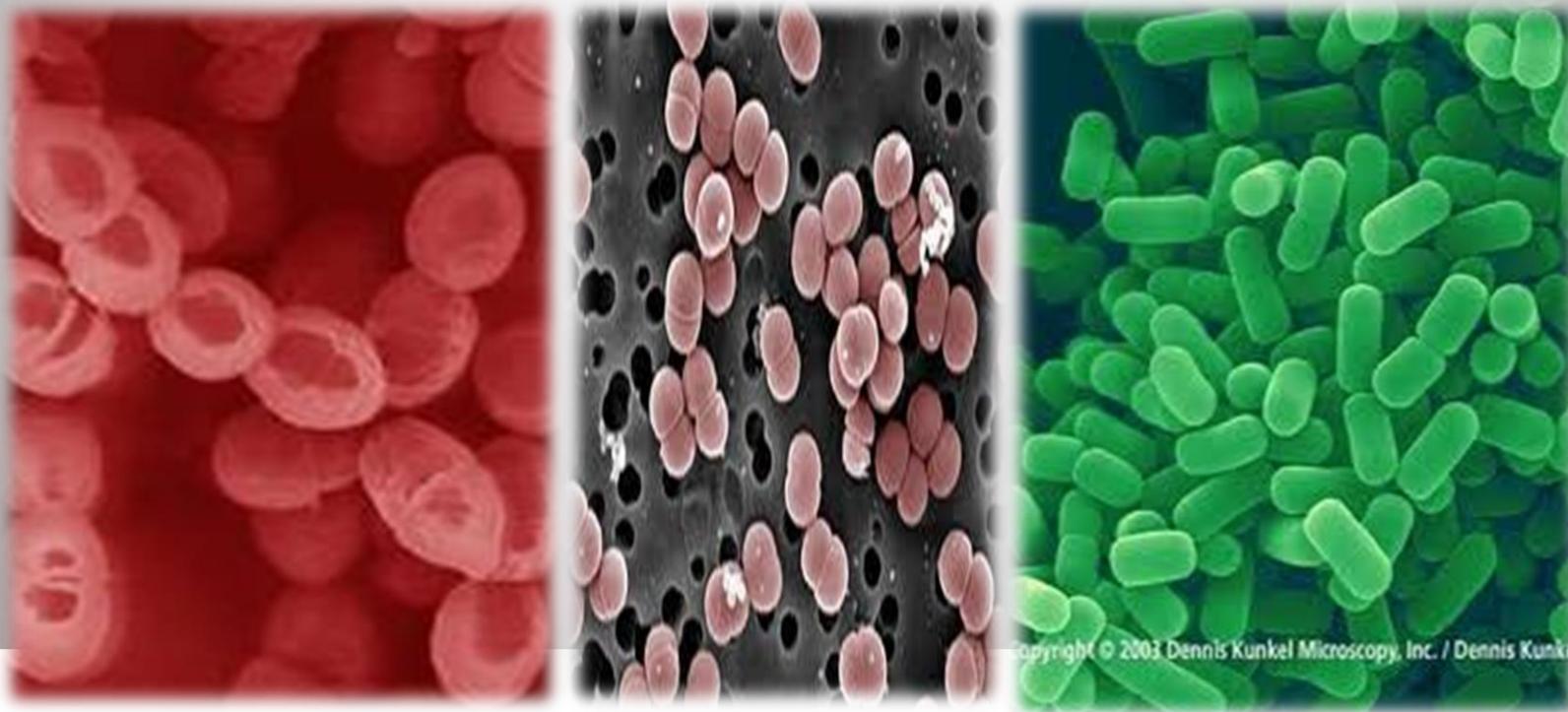


Kiseli kupus se komercijalno priprema na način da se kuhinjska so dodaje u sveže isjeckani kupus, a nakon toga se kupus tiješti u pusudi kako bi se postigli anaerobni uvjeti.

Prvi mikrobi koje se u velikom broju razmnožavaju su vrste iz roda *Leuconostoc*, gram – pozitivne kugličaste bakterije, prirodna mikroflora kupusa. One fermentiraju ugljikohidrate u biljnim ćelijama i proizvode octenu i mliječnu kiselinu.



Fermentacija započinje bakterijama *Leuconostoc mesenteroides*, a slijede *Lactobacillus plantarum i L. brevis* s *Pediococcus cerevisiae* (sadašnji naziv je *P. Pentosaceus*), a ako se broj *Leuconostoc* vrsta smanjuje, kao manje značajna komponenta sudjeluje *Streptococcus faecalis*.



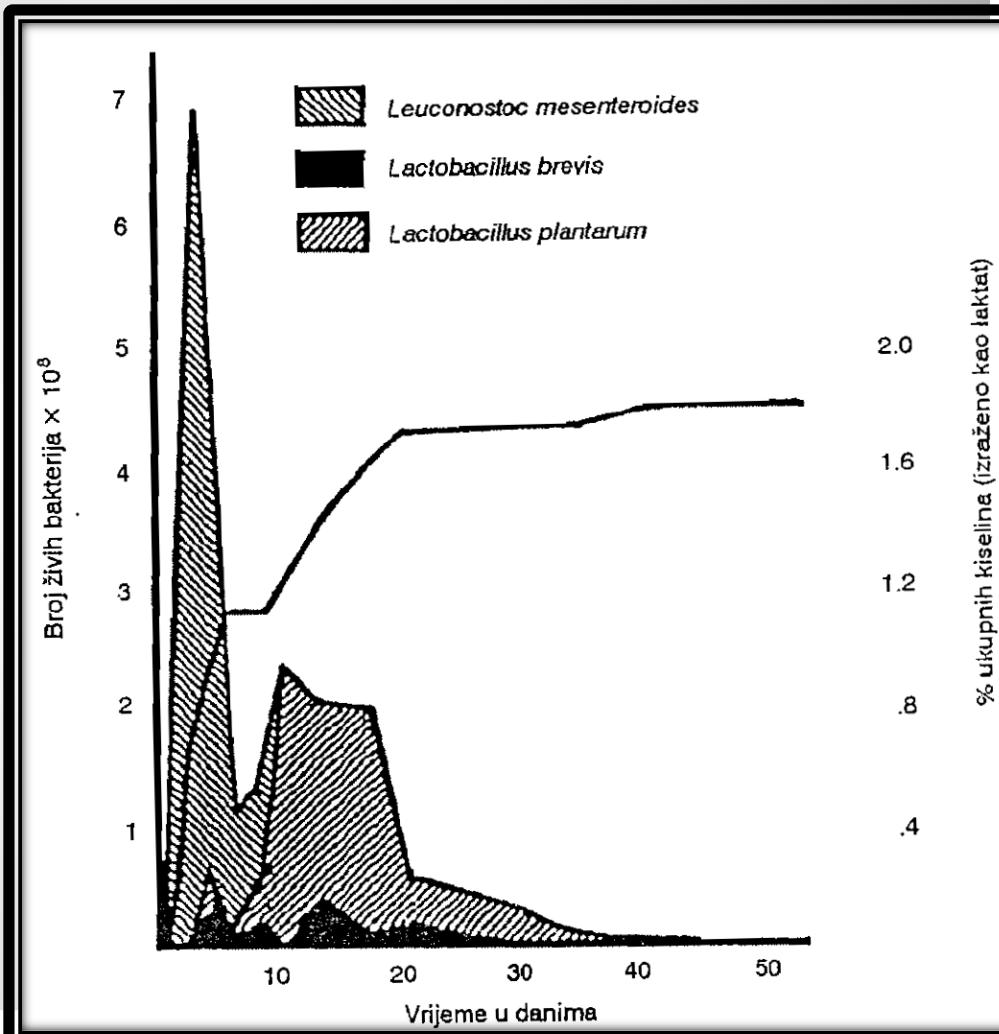




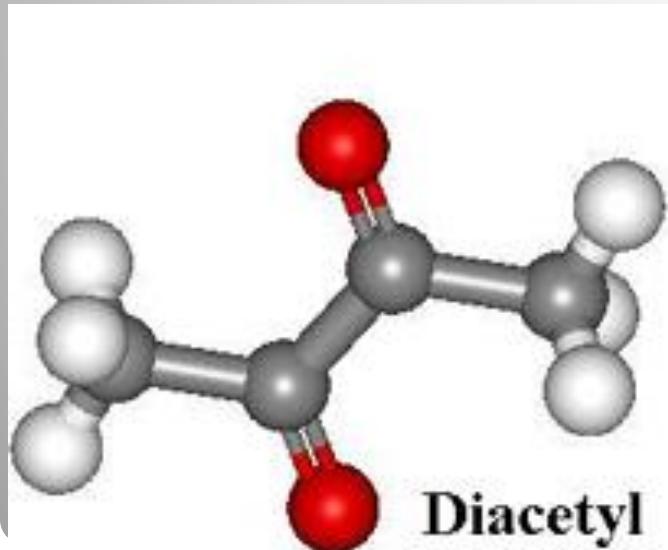
Dručije odvijanje tog procesa rezultira pokvarenim okusom.

L. brevis daje oštar ukus, *L. mesenteroides* blag, ali ugodan okus, a homofermentativne vrste *L. plantarum* i *P. Pentosaceus* daju neprihvatljiv proizvod bez okusa. Te vrsta osobina okusa povezane su s nastankom hlapljivih i nehlapljivih kiselina.

- Ravnoteža ili neravnoteža vrsta koje se razmnožavaju u toku procesa ovisi o nivou NaCl-a i pH - vrijednosti produkata i zahtjeva pomnu kontrolu. Nakon nekoliko dana stvorene kiseline snižavaju pH – vrijednost supstrata do vrijednosti od oko 3,5.

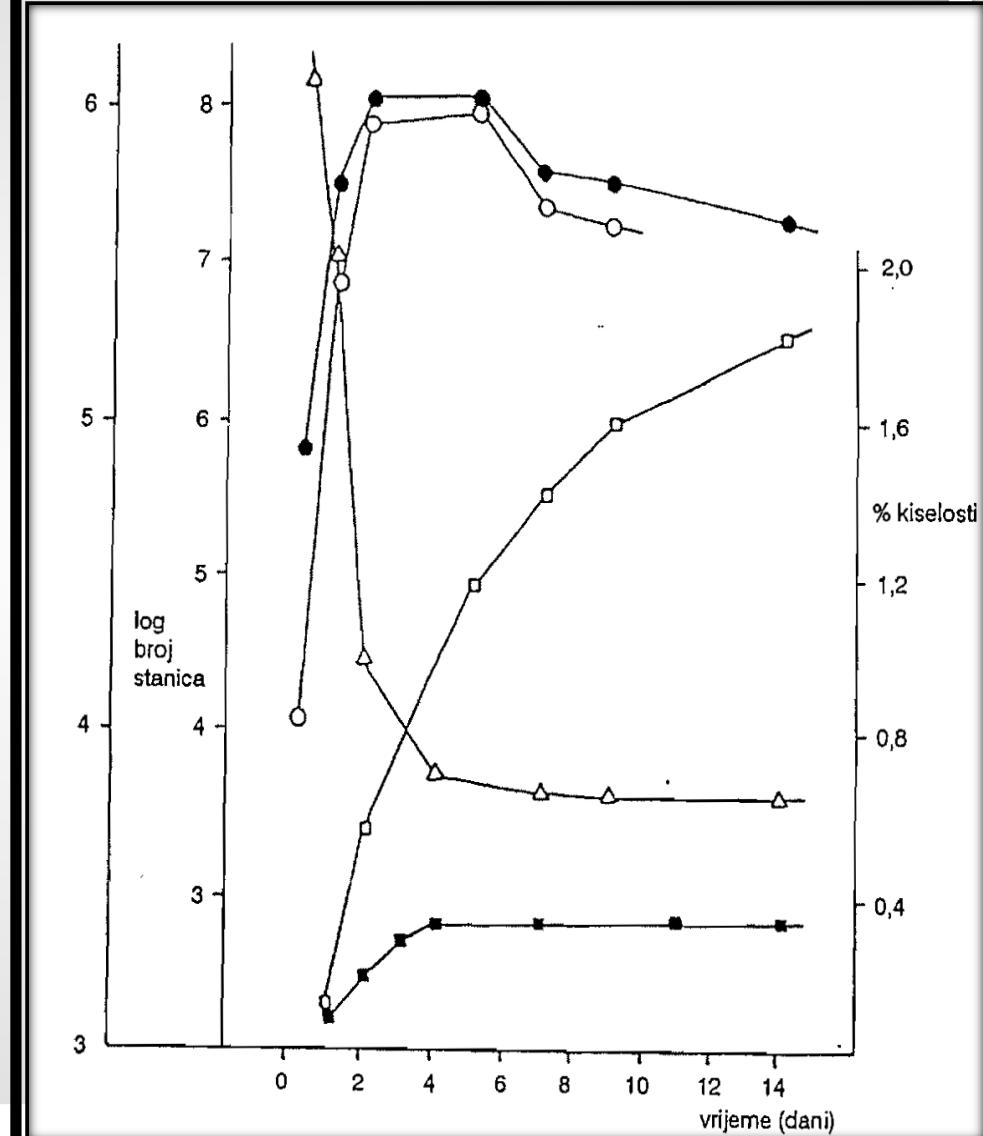


Bakterije iz roda *Lactobacillus* potom se obilno razmnožavaju, a naknadno proizvedena mlijecna kiselina, što se stvara u fermentativnom putu tih bakterija, snižava povrh toga *pH - vrijednost* do oko 2,0.



Natrijev hlorid pomaže inhibiciju plijesni koje dolaze kao kontaminenti, a i izvlači sok iz biljnih ćelija. Miris i specifičan okus kiselome kupusu daje hemijski spoj nazvan **diacetil(mirisna komponenta u maslacu), koji proizvode *Leuconostoc* vrste.**

Određeni sojevi *L. brevis* mogu uzrokovati tvorbu crveno obojenih površina na bijelome kupusu. Ta tvorba boje zavisi od pH – vrijednosti (vrijednost više od 4,5 uzrokuju intenzivnu pigmentaciju) i inducirana je mnogo brže pri višim temperaturama (32°C umjesto 22°C), i u aerobnim uvjetima. Pigment je, drži se, *zasićeni alifatski ester, aldehid ili diketon.*



KISELI KRASTAVCI

živili!



KISELI KRASTAVCI

- Za dobivanje proizvoda dobrog, prihvatljivog kvaliteta potrebna je **brza, snazna mliječno-kisela fermentacija.** Svi prisutni reducirajući šećeri moraju biti **fermentirani** pomoću **homofermentativnih** bakterija mliječne kiseline radi sprječavanja rasta **acidotolerantnih i halotolerantnih vrsta kvasaca** koji su potencijalni mikrobi kvarenja.

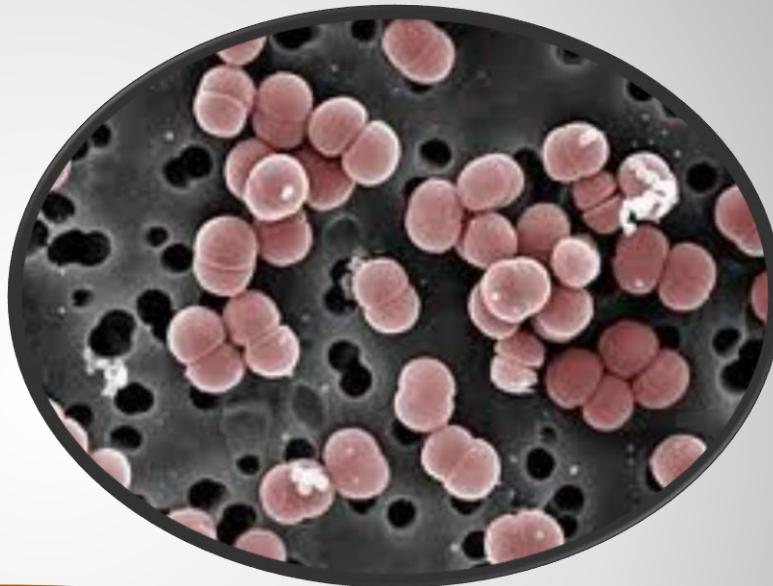


Komercijalno se općenito upotrebljava prirodna heterogena fermentacija u kojoj pediokoki, a u pravilu *P. pentocaseus*, iniciraju fermentaciju, a slijede ih acidotolerantniji laktobacili –*Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus brevis*.



Ta nekontrolisana fermentacija može dovesti do kvarenja uzrokovanih *Lactobacillus brevis* ako se ta bakterija razmnožila u velikom broju, primjereno prekomjernoj produkciji CO_2 u salamuri, što dovodi do nadimanja krastavaca.

KISELI KRASTAVCI



Neki sojevi pediokoka djeluju inhibitorno na Lactobacillus plantarum i sprječavaju kasniji rast pa se potrebna pH –vrijednost ne postiže. Kontrolisana fermentacija kisele salamure željenim sojem Lactobacillus plantarum u pravilu rješava te probleme kvarenja.

FERMENTIRANE MASLINE

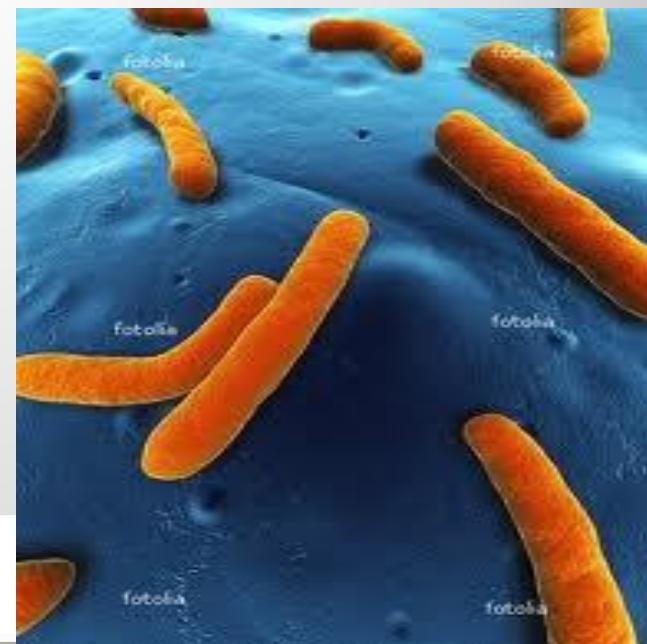
Fermentacija maslina se oslanja na mikrobe koji se nalaze u sirovu materijalu ili u posudama . Za razliku od kupusa i krastavaca, za kvasce u fermentaciji maslina se smatra da imaju signifikantnu ulogu.



U fermentaciji maslina općenito se opisuju tri odvojena stadija, iako se ponekad opisuje i četvrti stadij kvarenja.

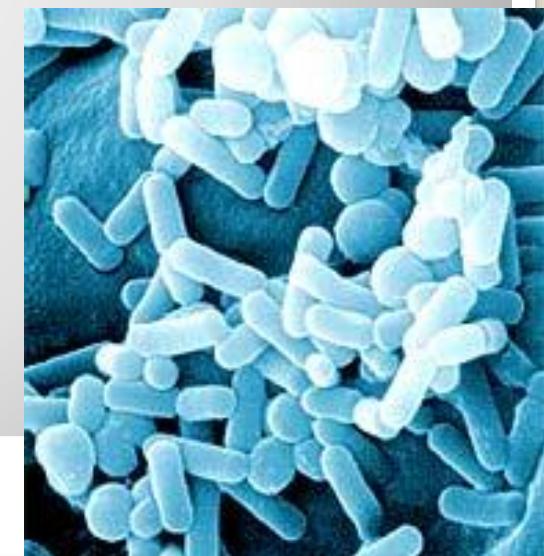
FERMENTIRANE MASLINE

U početnom stadiju, pri stavljanju maslina u salamuru, prisutne su gram-negativne aerobne bakterije (Pseudomonas spp., Flavobacterium spp., Aeromonas spp.), a i neke vrste plijesni, i one su potisnute u uvjetima normalne anaerobne fermentacije.



FERMENTIRANE MASLINE

Koliformne bakterije (*Enterobacter cloacae*, *Citrobacter spp.*, *Klebsiella aerogenes* i *E. coli*) se javljaju u velikom broju. Ti fakultativni mikrobi *preovladavaju prva dva dana fermentacije i postepeno nestaju u drugom stadiju.*





S obzirom da je ta grupa mikroba relativno *osjetljiva* na niske pH- vrijednosti, njihovo iščezavanje slijedi *smanjenje pH*, a uzrokuje *razmnožavanje* bakterija mliječne kiseline. Početna populacija koliforma iščezava mnogo *laganije* nego u ostalim fermentacijama i zadržava se više od 10-14 dana. U tom stadiju fermentacije, kao predstavnici bakterija mliječne kiseline dolaze vrste iz rođova **Pediococcus**, **Leuconostoc** i **Lactococcus**.

FERMENTIRANE MASLINE



Drugi stadij fermentacije označava se kao fermentacija koja započinje kada *pH-vrijednost* dostigne 6,0, kontinuirano se nastavlja sve dok ne dostigne 4,5, a *gram-negativne bakterije* bitno iščezavaju. Taj stadij, koji može potrajati 10-15 dana, karakteriziran je brzim rastom *laktobacila* (*Lactobacillus plantarum* i manje *L. delbrueckii*), a i **kvasaca**.

FERMENTIRANE MASLINE

Treći stadij fermentacije započinje kada pH- vrijednost dostigne 4.5, a traje sve dok se ne potroše *fermentabilni šećeri*. Praovladavajuća bakterija je Lactobacillus plantarum uz mnogo manje koncentracije Lactobacillus delbrueckii koje povremeno mogu biti izolirane. Prisutni su *fermentativni i oksidativni kvasci* u umjerenim koncentracijama u toku stadija fermentacije.



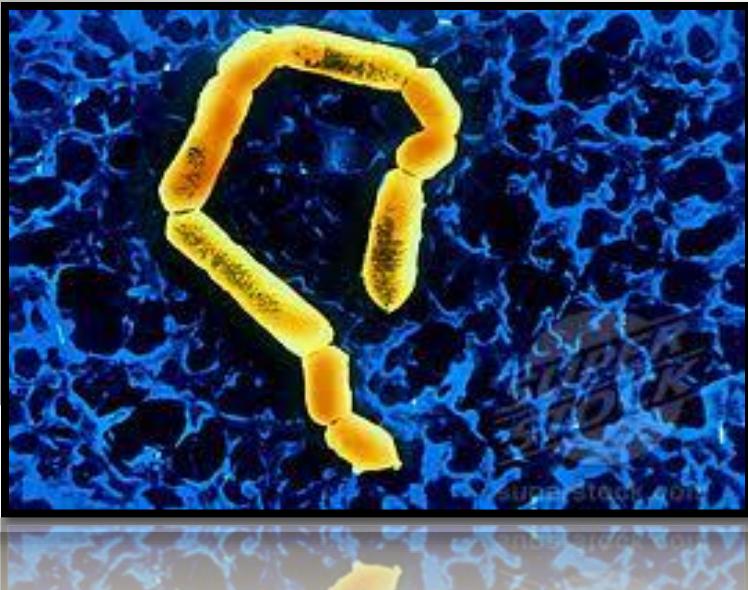
FERMENTIRANE MASLINE

Fermentativni kvasci proizvode *etanol, etilacetat i acetaldehid*, koji učestvuju u stvaranju *konačnog mirisa i okusa proizvoda*. Kvasci proizvode i *veliki broj vitamina* koji pospješuju rast *Lactobacillus plantarum*.



Nakon fermentacije, masline se pohranjuju u *jednaku salamuru*. Zbog toga je, da bi se spriječilo *kvarenje* potrebna odgovarajuća kontrola kiselosti i koncentracije soli.

FERMENTIRANE MASLINE



Četvrti stadij fermentacije se pojavljuje tokom *uskladištenja* maslina i on je **nepoželjan**. Masline se čuvaju u fermentacijskoj salamuri u kojoj je koncentracija *NaCl-a* **oko 8%** sve dok ne dođu do potrošača. Ako masline nisu na vrijeme stavljene u salamuru ili ako je konačna pH-vrijednost **previsoka** ($> 4,0$), mogu porasti ***Propionibacterium spp.*** te stvoriti *sirćetu* i *propionsku kiselinu*, umjesto mliječne kiseline.

FERMENTIRANE MASLINE



Copyright © 2007 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

Ako se taj stadij događa stalno, može se očekivati značajan *porast pH-vrijednosti salamure*, što omogućava *porast klostridija*. Ako je koncentracija soli *neodgovarajuća* ili se fermentacija odvija *prepologano*, dolazi do *omekšavanja plodova* do *rasta koliformnih bakterija*.

FERMENTIRANE MASLINE

Koliformne bakterije i kvasci mogu uzrokovati stvaranje *mjehurića plina* u maslinama i odgovorni su za kvarenje nazvano "riblje oko".

Odgađanje stavljanja maslina u salamuru uzrokuje pogreške nazvane "glavica čavla".



FERMENTIRANE MASLINE

Omekšavanje maslina mogu uzrokovati i kvasci *Rhodotorula glutinis var. Glutinis, R. minuta var. Minuta i R. Rubra.*

Proizvode poligalakturonaze, koje dovode do blagog omekšavanja tkiva

Rast kvasaca može se spriječiti održavanjem anaerobnih uslova ili manualnim uklanjanjem stvorenog filma kvasaca.

FERMENTIRANE MASLINE

Kvarenje maslina nazvano „**zaptera**“ karakterizirano je vrlo *neugodnim mirisom* fermentiranih plodova. U početnom stadiju opisuje se **kao sirasto**. Zaptera kvaranje pojavljuje se kada je zaustavljena fermentacija mlijecne kiseline prije nego što se pH-vrijednost salamure smanji *ispod 4,5*. Ispod ove vrijednosti ne dolazi do zaptera kvarjenja.

Kao uzročnici zaptera kvarenja javljaju se bakterije iz roda **Propionbacterium** i neke vrste iz roda **Clostridium**.



FERMENTIRANE MASLINE

U toku kvarenja **pH raste**, a nagomilavaju se *produkti metabolizma mliječne i octene kiseline, te propionska, maslačna, jantarna, mravlja, te druge kiseline.*

Za neugodan miris su odgovorni cikloheksan, karboksilna kiselina, maslačna i druge hlapljive kiseline.



FERMENTIRANE MASLINE

Produživanjem fermentacije javlja se kvarenje uzrokovano **maslačno-kiselom fermentacijom**, što masline čini nejestivim. Radi sprečavanja ovog tipa kvarenja provodi se zakiseljavanje ili inokulacija sa starter kulturama



Voćni sokovi



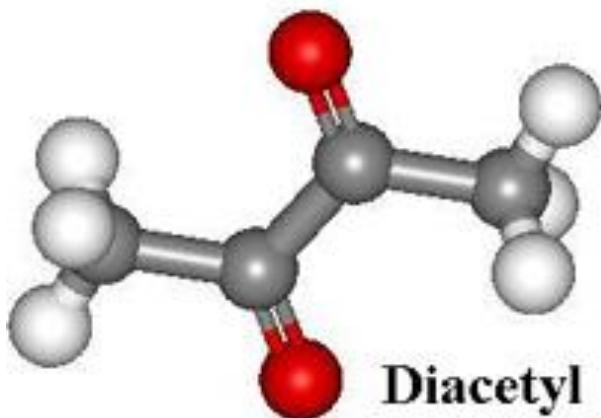




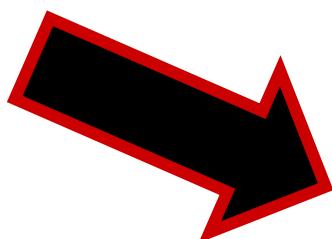
Izrazit rast bakterija mliječne kiseline može se pojaviti i u voćnim sokovima, a i u soku od paradajza.

Rast ovih mikroba stimulisan je **visokom koncentracijom kiseline i šećera** u voćnim sokovima te prisutnošću **faktora rasta** za bakterije mliječne kiseline.

Rezultirajuće kvarenje je usmjerenost stvaranju ***neugodnog mirisa i okusa***, uzrokovanih proizvodnjom *diacetila* iz prisutnog citrata, koji daje okus po *maslacu*.



Diacetyl





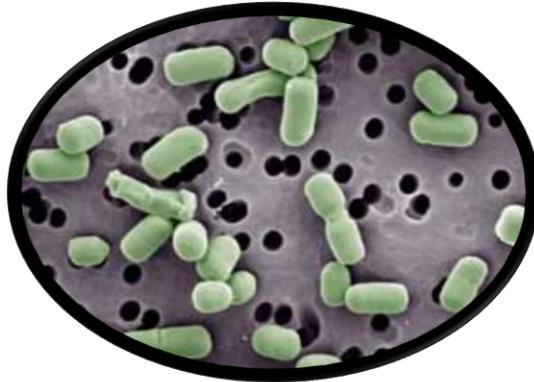
Nivoi *diacetila* manji od **5 ppm** u koncentriranom narančinu soku kvare proizvod.

Osim toga se može pojaviti i *ispupčenje konzervi* zbog produkcije velikih količina CO_2 , koje uzrokuje rast heterofermentativnih bakterija mlijecne kiseline.

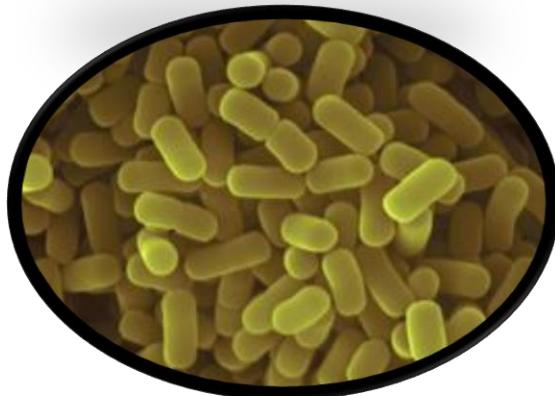


Odgovorne bakterije su vrste:

Lactobacillus brevis



Lactobacillus plantarum



te sojevi *Leuconostoc spp.*,
koji se u takvom okolišu može
razmnožavati i pri pH
vrijednosti od 3,5 i
temperature od 10 °C.



Sposobnost tih mikroba da *pokvare narančin sok i sok od paradajza* zavisi od:

Koncentracije soka

(u vrlo koncentriranim sokovima rast je ovih mikroba inhibiran)

nivou ***inicijalne mikrobne populacije***

temperature uskladištenja

Ti mikrobi bivaju uništeni pasterizacijom, ali je tokom prerađe moguća ponovna kontaminacija.



Alkoholna pića



Alkoholna pića nadoknađuju samo nekolicinu nutrijenata za rast bakterija mlijecne kiseline, a najveću količinu iskoristivih susstrata su iskoristili kvasci tokom fermentacije, tako da za mlijecno-kisele bakterije ostaje malo.



Acidotolerantni i etanoltolerantni sojevi prilagođeni su stoga slabo izraženom rastu u takvim uslovima, razvijajući ponekad vrlo neobične enzimske puteve, pri čemu takav rast uzrokuje ekonomске štete nastankom organskih kiselina neugodnog okusa i stvaranjem nitavosti.



VINO



Bakterije mlijecne kiseline jedine su bakterije koje mogu rasti i razmnožavati se u ispravno uskladištenom vinu.

Sojevi *laktobacila*, *leukonostoka* i *pediokoka*, uprkos visokoj koncentraciji etanola, *niskoj pH* (3,2 do 3,8) i dodanom SO_2 , mogu u vinu rasti i razmnožavati se.

Ove bakterije su odgovorne za *fermentaciju maličke kiseline*, koja uključuje dekarboksilaciju maleinske i stvaranje mlijecne kiseline.

Ta reakcija je *korisna* za kisela vina, ali za slabo kisela vina je *škodljiva*, i u njima mora biti onemogućena da bi se izbjeglo kvarenje.



Glavni mikrob u malomlijekoj fermentaciji je ***Leuconostoc oenos***, koja je i najčešća bakterija mlijeko kiseline u vinima.





Ostale
uključuju:

L.plantarum

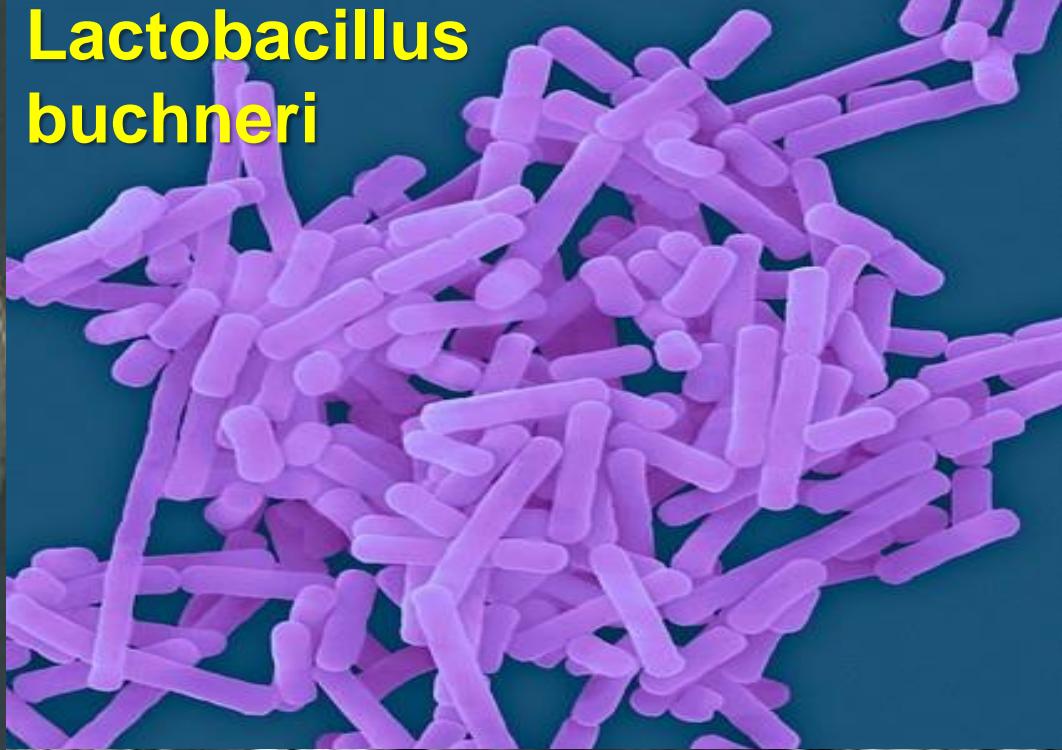
neklasificirane
streptobakterije

L.brevis i *L.buchneri*

vrste koje pripadaju skupini
Betabacterium IIb, uključujući
L.hilgardii *L.trichoides*,
L.fructivorans i *L.decidiosus*



Lactobacillus
buchneri



Lactobacillus



Lactobacillus



Lactobacillus

Sve vrste u skupini IIB rastu u 15%-tnom etanolu, a za L| |
| --- |
| trichoides |
 etanol je zaista prijeko potreban za rast.

Nedostaci (pogreške) u **okusu vina** također mogu nastati primjereno metabolizmu organskih kiselina kao *npr.vinske i limunske* pomoću bakterija mlijecne kiseline.



Tvorba diacetila iz citrata uzrokuje **neugodan okus, prekomjerno stvaranje manitola iz fruktoze** daje **gorak okus**, a rast L| |
| --- |
| trichoides |
 uzrokuje **kvarenje stvaranjem magle** koja se provlači kroz vino kao pahuljice.

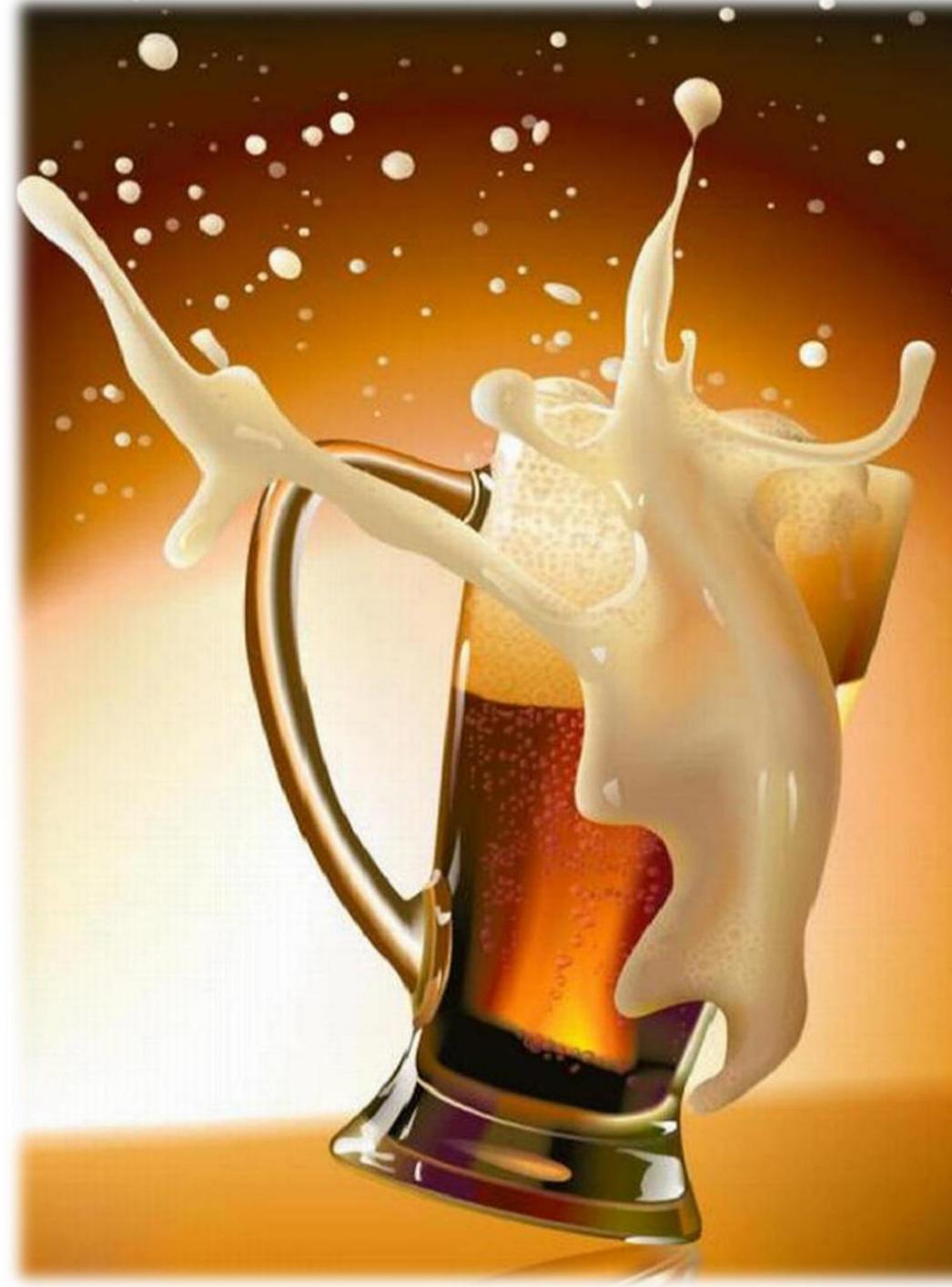
A photograph showing three hands holding up glasses filled with beer. The beer has a thick, white head of foam. The hands belong to different people, suggesting a group celebration. The background is dark and out of focus.

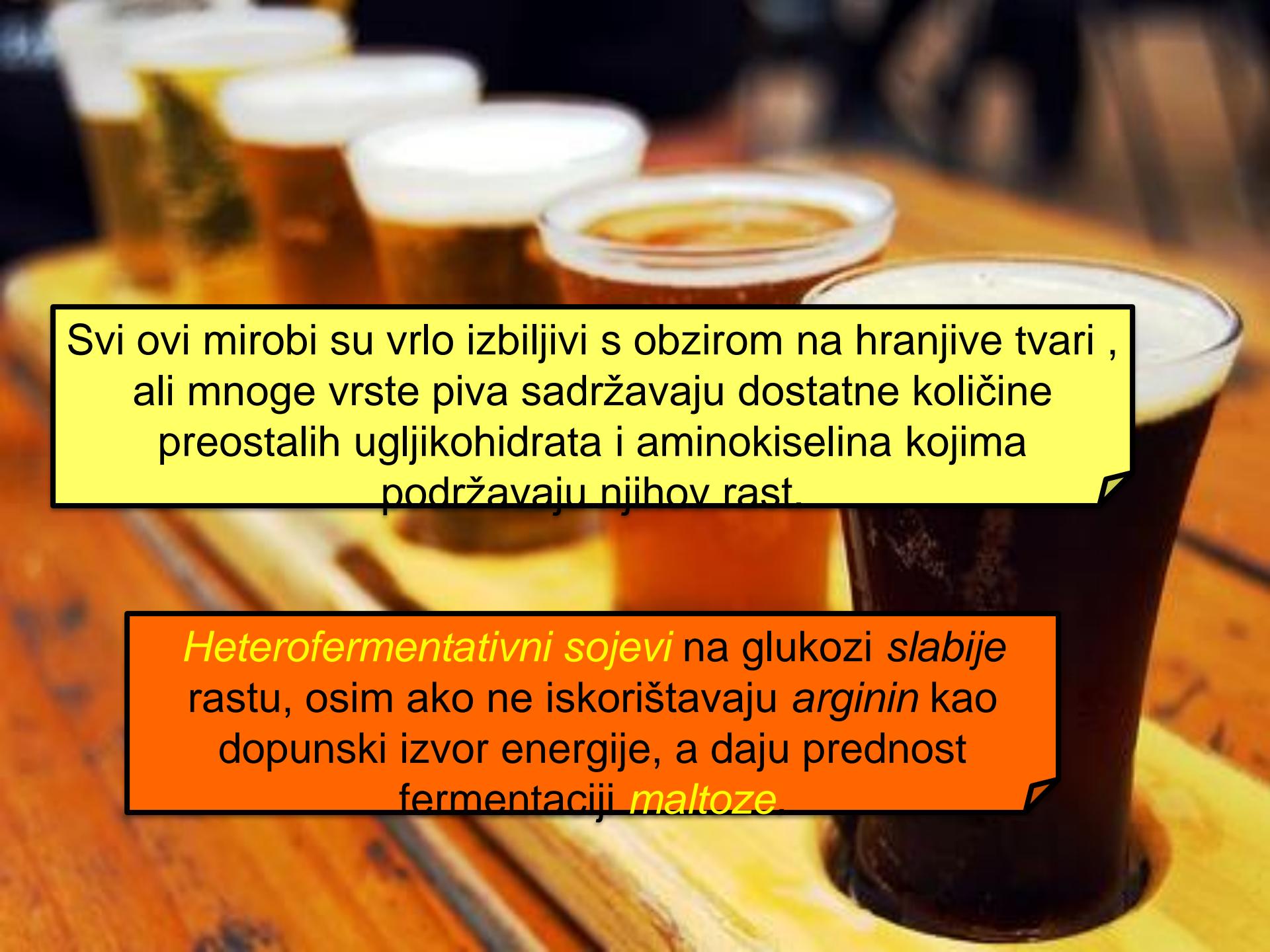
PIVO



Bakterije mlijecne kiseline koje se nalaze u pivovarama **uvijek su** *potencijalni* mikrobi kvarenja.

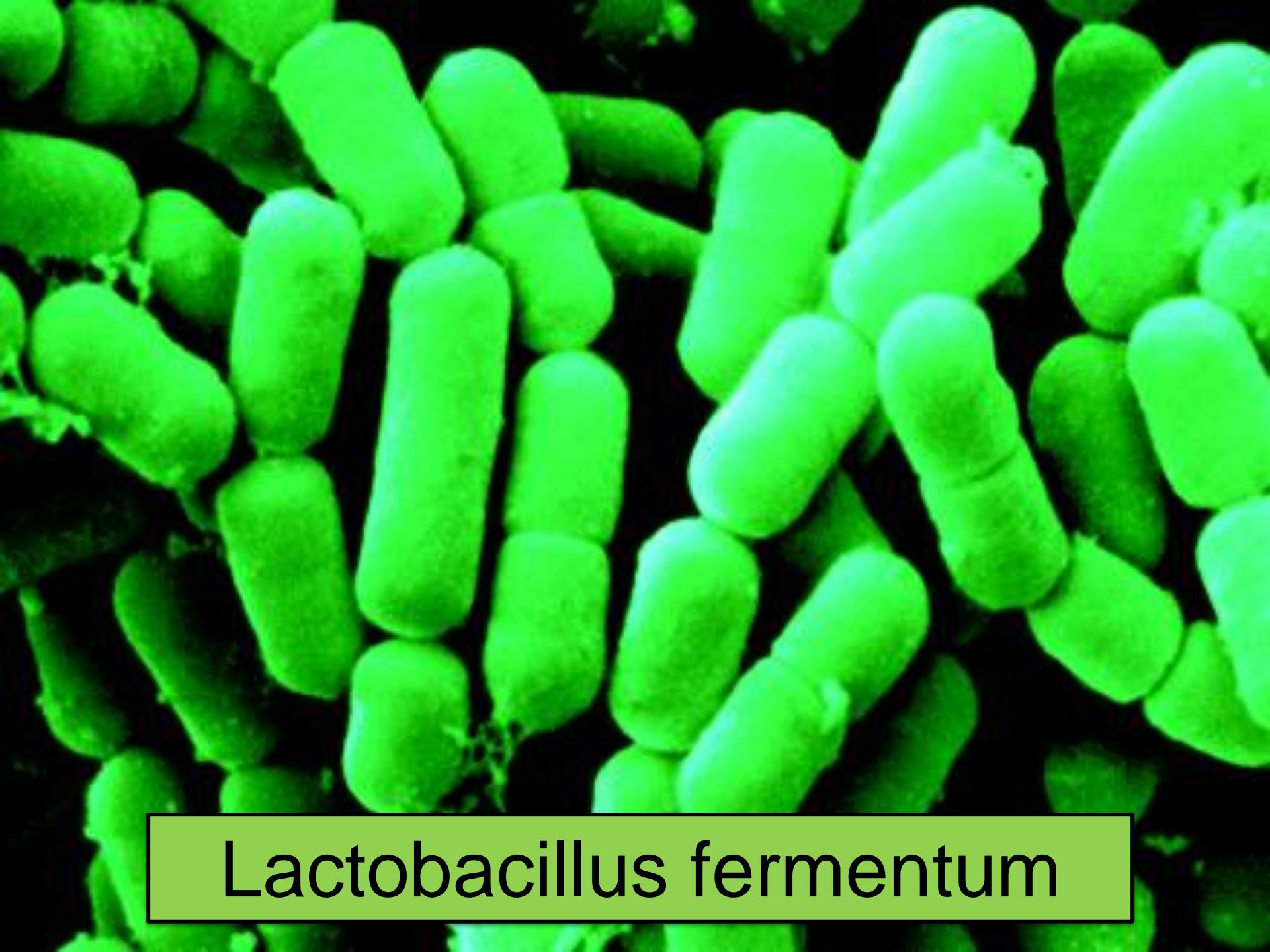
One obuhvaćaju *laktobacile*, najčešće *heterofermentativne vrste* poput *L.brevis*, *L.buchneri*, *L.fermentum* i bakteriju koja tvori sluz-
L.vermiforme; heterofermentativne vrste *L.casei* i *L.plantarum* pojavljuju se manje učestalo, zajedno s *Pedioccocus cerevisiae* (*P.damnosus*), koji preovladava kao uzročnik kvarenja piva.





Svi ovi mirobi su vrlo izbiljivi s obzirom na hranjive tvari , ali mnoge vrste piva sadržavaju dostatne količine preostalih ugljikohidrata i aminokiselina kojima podržavaju njihov rast

Heterofermentativni sojevi na glukozi slabije rastu, osim ako ne iskorištavaju *arginin* kao dopunski izvor energije, a daju prednost fermentaciji *maltoze*

A high-magnification, black-and-white electron micrograph showing numerous rod-shaped bacteria, identified as Lactobacillus fermentum. The bacteria are arranged in various clusters and chains against a dark background.

Lactobacillus fermentum



Lactobacillus casei

Bakterije mlijecne kiseline u pivovarstvu su osobito *neugodni mikrobi* koji uzrokuju kvarenje jer proizvode *neugodan okus* (velike količine diacetila proizvodi *Pediococcus damnosus*), kiselost, svilenkasto zamućenje tokom rasta u pivu i nitavost primjerenu stvaranju polisaharida.



Pediococcus damnosus from yeast



HLP (solid)

Ti su mikrobi relativno tolerantni na etanol, a također su otporni na antibakterijske komponente što su sadržane u hmelju.



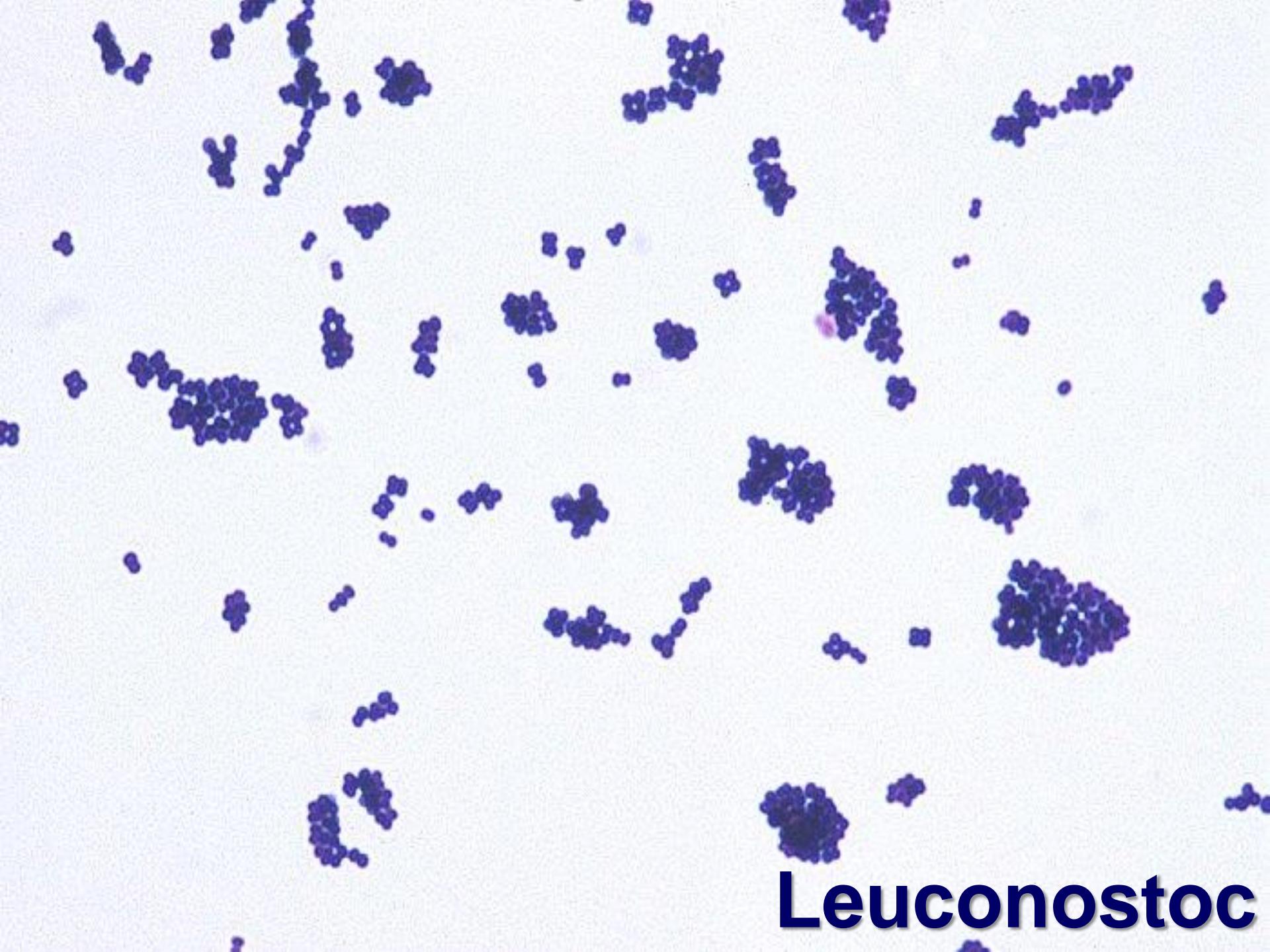


Jabukovača





U fabrikama gdje
su *laktobacili* i
vrste iz roda
Leuconostoc
prisutni na
jabukama i u
prešanom soku,
bakterije mliječne
kiseline su
nepoželjni mikrobi.



Leuconostoc



U pravilu, njihov rast je spriječen sve do završetka fermentacije pomoću kvasaca, pa će kvarenje uzrokovati samo takvi sojevi koji mogu preživjeti uvjete niskih pH vrijednosti i visoku koncentraciju etanola, te rasti u podlozi *siromašnoj hranjivim tvarima*.

Za rast su, naime, iskorišteni zaostali nutrijenti i produkti fermentacije uzrokovane kvascima.

Bakterije mliječne kiseline u jabučnjaku uzrokuju malomliječnu fermentaciju koja može biti ili korisna ili škoditi okusu.

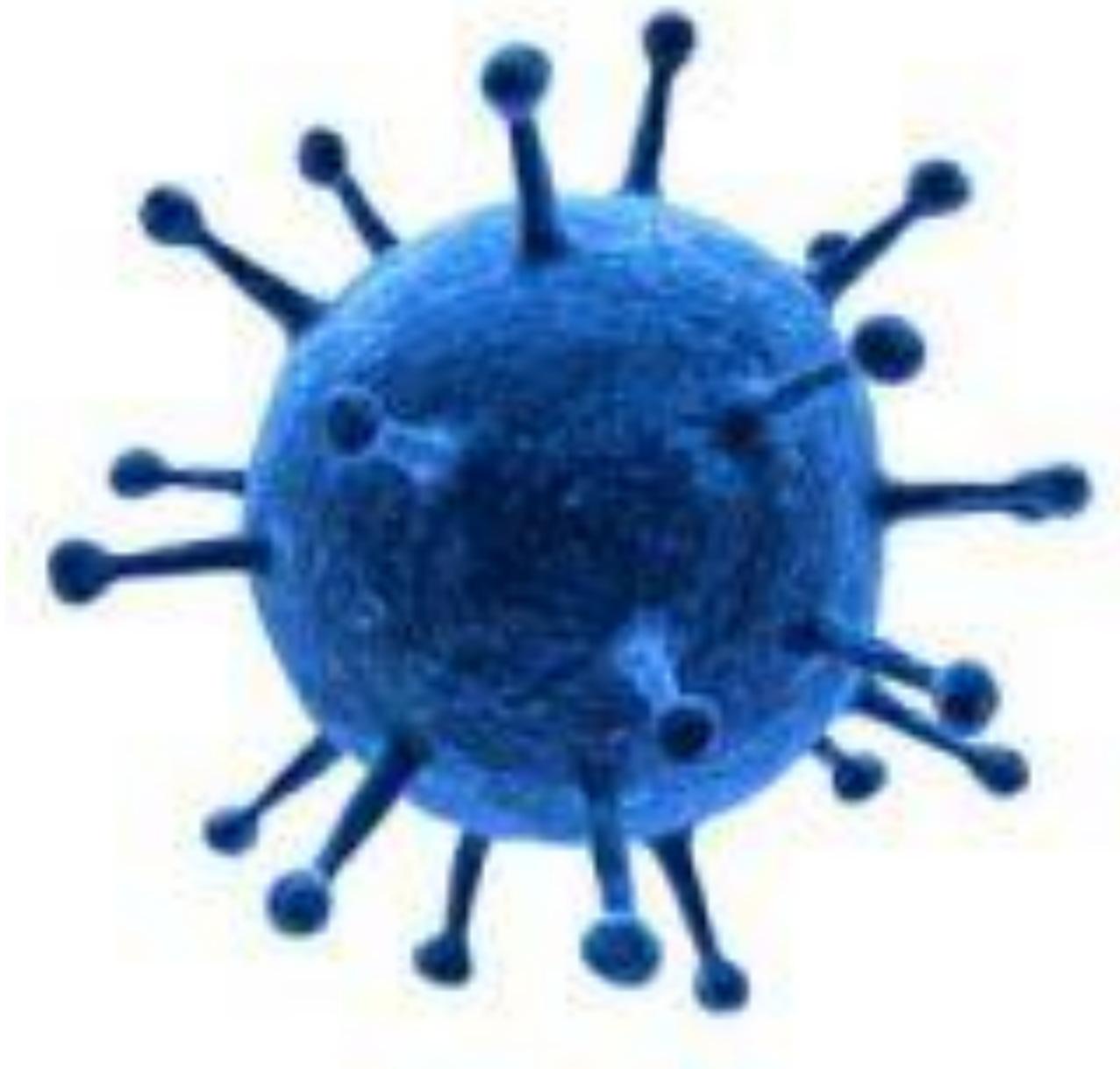


Osim toga, neki sojevi laktobacila pretvaraju malat u sukcinat i acetat. Kada je prisutan u koncentracijama *višim od 0,1%*, sukcinat proizvodi jak gorko slani, neugodan okus.

Taj loš okus može biti rezultat tvorbe *kiselih produkata mlijeko-kisele fermentacije* bakterija, napose *acetata*, ili *produkata metabolizma kininske kiseline i glicerola*, kao što su etilkatehol i akrolein.

Mikrobi odgovorni za kvarenje uključuju *L.brevis*, *L.plantarum* i *L.yamanshiensis*, a rast sojeva koji stvaraju polisaharide, osobito *L.collinoides* ili *L.pentosaceus*, mogu povećati *nitavost* i *zamućenost jabukovače*.





Lactobacillus collinoides

Viski





Sirovi materijal za proizvodnju viskija često sadržava *male koncentracije* bakterija mliječne kiseline.

U destilerijama viskija, za razliku od pivovara, sirovine se *ne kuhaju* pa *termofilni sojevi* preživljavaju temperaturu destilacije i mogu biti aktivni u fermentaciji.

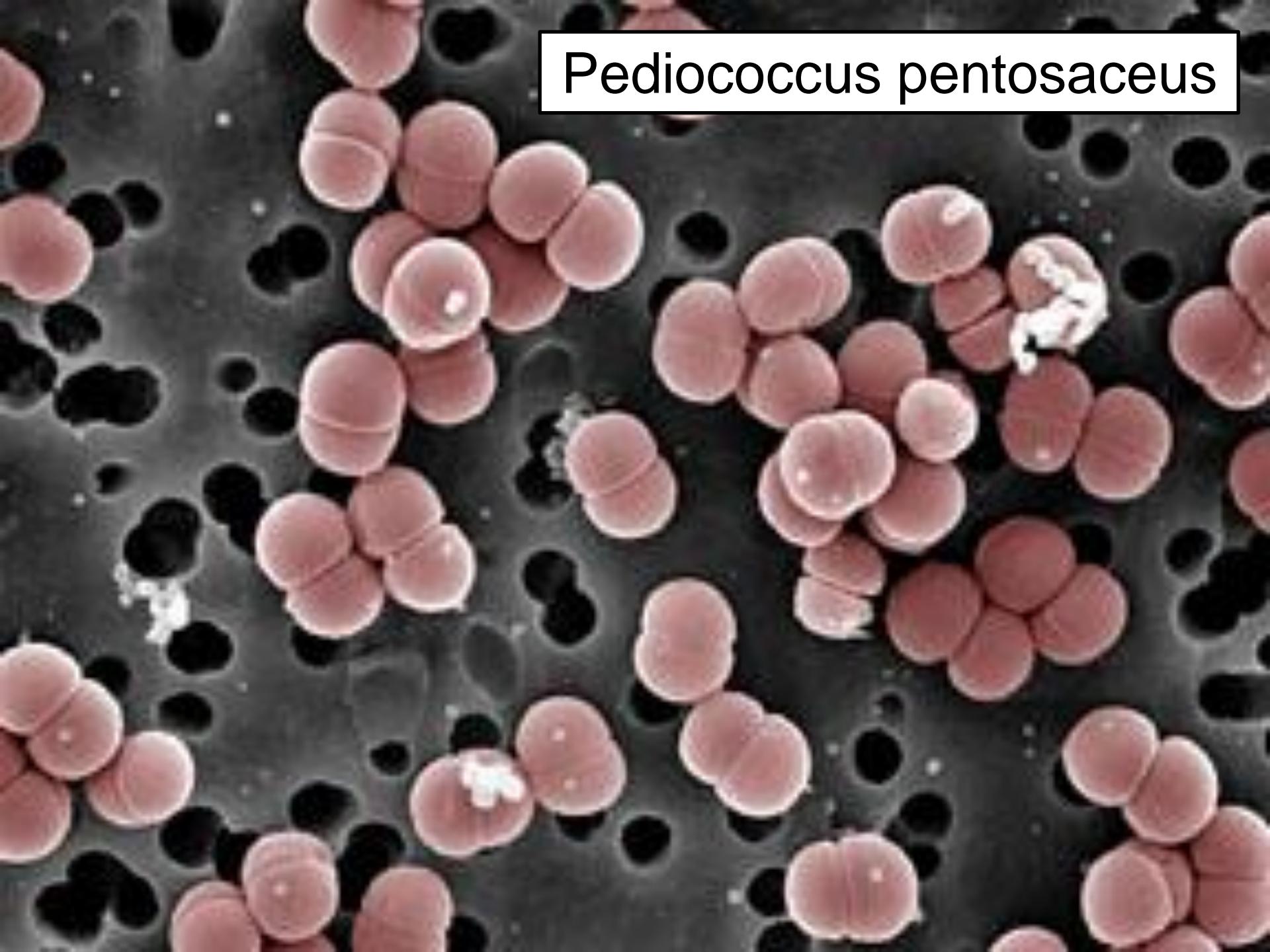


U toku prvih 30 sati snažne fermentacije najveći broj anaerobnih bakterija *ugiba*.



To osigurava idealne uvjete za rast *anaerobnih* i *mikroaerofilnih* bakterija koje su uglavnom *L.brevis*, *L.fermentum* i *S.lactis*. Ostale bakterije mliječne kiseline uključuju: *L.delbrueckii*, *L.plantarum*, *L.casei*, *L.lechmanii*, vrste iz roda *Leuconostoc* i *Pediococcus pentosaceus*.

Pediococcus pentosaceus



Bakterije mlijecne kiseline mogu se natjecati s kvascima za raspoložive ugljikohidrate, te tokom snižavanja pH inhibirati preostale amilaze u kvascima.



A photograph showing two glasses of whisky. The glass in the foreground is filled with a golden-brown liquid and has a decorative etched pattern of leaves and a diamond grid at the base. The glass behind it is mostly empty, showing its clear, faceted design.

To dovodi do nepotpune fermentacije koja može smanjiti prinos etanola sve do 10% i ako se ne korigira, dovesti do znatnih finansijskih gubitaka.

Osim toga, laktobacili mogu metabolizirati glicerol, produkt kvasaca, u β -hidroksipropionalaldehid koji stvara akrolein tokom destilacije, dajući proizvodu oštar okus.

Primjena vinskog octa u zaštiti namirnica



Marinirana riba

Majoneza,
industrijska priprava
salata, zaštita povrća

MARINIRANA RIBA



U proizvodu gdje se sirove ili kuhanе ribe zaštićuju od mikrobnog kvarenja octom kome je dodana kuhinjska so, kvarenje uzrokovano mlijeko-kiselim bakterijama se pojavljuje prvenstveno u *spremnicima u trgovini na malo*, gdje su koncentracije octene kiseline i soli smanjene na 2, odnosno 3% radi dobijanja prihvatljivijeg okusa.



Acidotolerantne bakterije mliječne kiseline mogu rasti u nepravilno uskladištenim marinadama tvoreći CO_2 , koji je prvi znak kvarenja, a očituje se ispuštenjima na posudama (npr.konzerve).

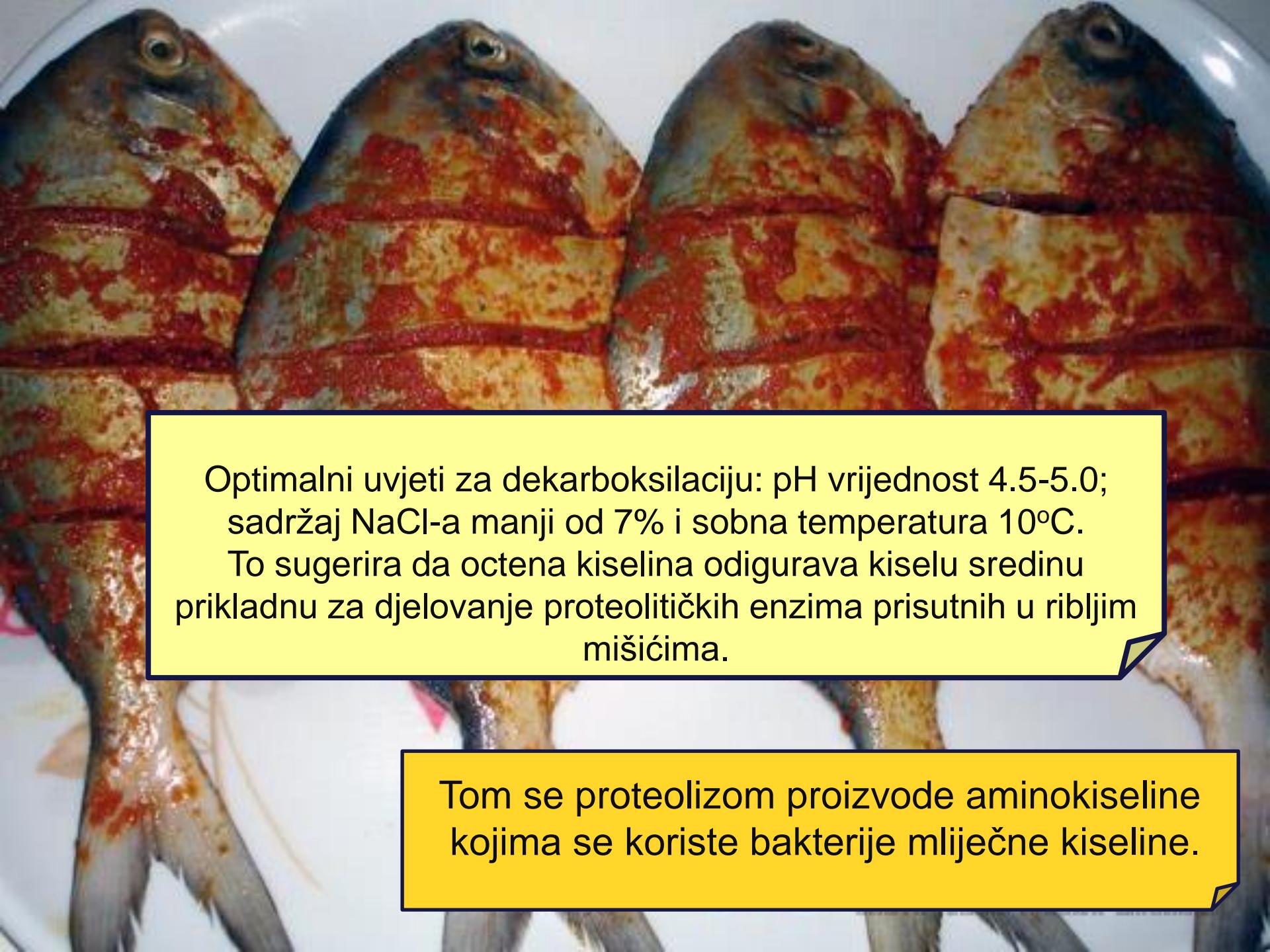
Acidotolerantni sojevi
Lactobacillus brevis,
L.buchneri, L.plantarum,
L.fermentum, L.leichmanii,
streptobakterije i Pediococcus pentosaceus su izolirani iz
ispupčenih konzervi.

U nekim slučajevima CO_2 je proizveden *fermentacijom* ugljikohidrata.

U manjku fermentabilnih ugljikohidrata CO_2 se proizvodi **pomoću sojeva** koji prijeko potrebnu energiju mogu dobivati **dekarboksilacijom aminokiselina.**



Heterofermentativni laktobacili mogu dekarboksilirati *arginin*, a neki i *glutamnsku kiselinu i tirozin*, proizvodeći CO_2 i ortinin, α -aminimaslačnu kiselinu, tj. tiramin.



Optimalni uvjeti za dekarboksilaciju: pH vrijednost 4.5-5.0; sadržaj NaCl-a manji od 7% i sobna temperatura 10°C.

To sugerira da octena kiselina odigurava kiselu sredinu prikladnu za djelovanje proteolitičkih enzima prisutnih u ribljim mišićima.

Tom se proteolizom proizvode aminokiseline kojima se koriste bakterije mlijecne kiseline.

Majoneza, industrijska priprava salata, zaštita povrća



Bakterije mlijecne kiseline odgovorne su za približno **25%** kvarenja ovih proizvoda, a ostala kvarenja se pripisuju kvascima.

Kvarenje je u pravilu uzrokovano rastom Lactobacillus fructivorans ili L.brevis, L.buchnerii i L.plantarum, a uključuje tvorbu *nepoželjna okusa i mirisa*.

Ti proizvodi se štite dodatkom *octene kiseline* (03-0,5% za majonezu, 0,9-1,2% za salate), *povišenom koncentracijom NaCl-a* (10% ili 14%) i *niskom vrijednošću a_w* (oko 0,92).

Tako da mikrobi koji se mogu razmnožavati, moraju imati sposobnosti *tolerancije visokih koncentracija i kombinacije octene kiseline i soli*.



Sojevi *L.fructivorans* izolirani iz pokvarenih proizvoda koji su bili zaštićeni vinskim ocatom (sadržaj octene kiseline je veći od 0,5%), mogli su se razmnožavati u 4,2% octenoj kiselini, 12%-tnoj otopini NaCl-a, 18%-tnom etanolu i pri pH-vrijednosti od 2,9.

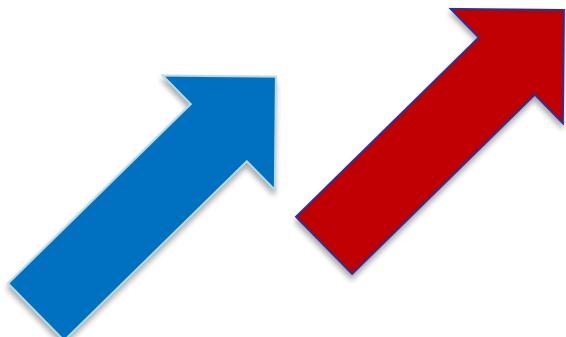


Prisutnost glukoze u majonezi i salatama kojima je dodano slatko vrhnje, kao što je kukuruzni sirup, omogućuje izrazit porast *L.fructivorans*, budući da ta bakterija *snažno fermentira glukozu*, a slabo saharozu.

Izvor tih laktobacila su *onečišćeni dodaci i nehigijenski uslovi proizvodnje*.

ZAKLJUČAK

Bez obzira na to jesu li bakterije mlijecne kiseline prisutne u namirnicama ili se pojavljuju u toku proizvodnje hrane, one će, zbog svog brzog rasta u prikladnim uvjetima, izrazito štetno uticati na proizvod stvarajući velike razine stranih mirisa ili neželjenog okusa.



ZAKLJUČAK



O posebnoj namjeni namirnice zavisi da li će to djelovanje biti korisno ili škodljivo.

Naime, osobine koje su bitne ili poželjne za jednu vrstu hrane mogu kod druge vrste uzrokovati kvarenje.

Dvojna priroda uloge tih mikroba u mikrobiologiji prikazana je u sljedećim tabelama.

Tablica 5-4: Osobine bakterija mljeđne kiseline koje imaju iznimno značenje u mikrobiologiji namirnica.

Osobina	Korist	Kvarenje
Rast pri niskim temperaturama	zaštita (a)	nepoželjan rast* (b, e)
Rast pri malim pH-vrijednostima	zaštita, fermentacija (b, c)	nepoželjan rast* (a, b, c, d, e)
Otpornost na povišenu temperaturu	fermentacija (a)	nepoželjan rast* (a, b)
Tolerancija natrijeva klorida	zaštita, fermentacija (b, c)	nepoželjan rast* (b, c, e)
Tolerancija etanola	okus (d)	nepoželjan rast* (d)
Slaba lipoliza	okus (a)	strani okus (b)
Slaba proteoliza	okus (a)	strani okus (b)
Razgradnja aminokiselina	okus (a)	strani okus (a, e)
Vidljiv rast	-	zaručenje (d)
Rast	-	smanjenje prirasta produkata (c, d)

Tablica 5-5: Produkti metabolizma bakterija mlijecne kiseline imaju iznimno značenje u mikrobiologiji namirnica.

Produkt metabolizma	Korist	Kvarenje
Mlijecna kiselina	zaštita (fermentacija) (a, b, c)	ukislost (a, b, c, d, e)
Octena kiselina	okus (a, d)	strani okus (b, d)
Diacetil	okus (a, d)	strani okus (b, c, d)
Acetaldehid	okus (a)	strani okus (a)
Etilbutirat, heksanoat	–	strani okus (a)
3-metilbutanal	–	strani okus (a)
Ugljični dioksid	zaštita (a, b)	izbočenje konzervi (a, b, c, e)
Vodikov peroksid	zaštita (a)	odbojnost (b)
Tiramin	–	potencijalna toksičnost (a)
Pigment	–	odbojavanje (a, c)
Sluz	stabilizator (a)	sluzavost (a, b, c, d)
Peptidi	okus (a)	strani okus (a)
Metantiol i vodikov sulfid	okus (a)	strani okus (b)
Faktori koji pospješuju rast	okus (a)	izbočenje konzervi uzrokovanog klostridijima (a)

Ključ za određivanje kvarenja produkata: a) mlijeko i mlijecni proizvodi; b) proizvodi od mesa; c) proizvodi od povrća; d) alkoholna pića; e) zaštita vinskim octom.