

POGLAVLJE VIII:

ULOGA MIKROORGANIZAMA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Mikroorganizmi imaju značajnu ulogu u prehrambenoj industriji. Oni su našli primjenu u **proizvodnji hleba, piva, vina, mliječnih proizvoda, organskih kiselina, aminokiselina, vitamina, antibiotika, vakcina, enzima, u preradi voća i povrća, proizvodnji stočne hrane itd.**

Štetna uloga mikroorganizama u prehrambenoj industriji je u tome što mogu izazvati **kvarenje hrane.**

Uloga mikroorganizama u mlečnoj industriji

Sadržaj

Korisna uloga mikroorganizama u mlijeku

Štetna uloga mikroorganizama u mlijeku

Ciljevi

Upoznavanje sa korisnom i štetnom ulogom mikroorganizama u prehrambenoj industriji

Osnovni pojmovi

- Mikroorganizmi u prehrambenoj industriji

U proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda mikroorganizmi mogu imati korisnu i štetnu ulogu.

Korisnu ulogu mikroorganizmi ostvaruju zahvaljujući sposobnosti da vrše **fermentaciju organske materije**. Ovi mikroorganizmi, ukoliko se dodaju mlijeku, veoma su korisni u preradi mlijeka **u kiselo-mlečne proizvode, neke vrste maslaca i sireve**. Njihovom aktivnošću formiraju se **ukus, miris i konzistencija mliječnih proizvoda**.

Mikroorganizmi imaju i štetnu ulogu u prehrambenoj industriji, jer zahvaljujući sposobnosti da razlažu organsku materiju, mogu dovesti **do kvarenja namirnica**.

Mikroorganizmi, dakle, svojom biohemijskom aktivnošću mogu **popraviti ili pokvariti kvalitet mliječnih proizvoda**.

Pitanja

1. Koja je korisna uloga mikroorganizama u prehrambenoj industriji i zašto?
2. Koja je štetna uloga mikroorganizama u prehrambenoj industriji i zašto?

Mlijeko kao sredina za razmnožavanje mikroorganizama

Sadržaj:

- Hemijski sastav mlijeka
- Izvori mikroorganizama u mlijeku
- Mikroorganizmi koji se mogu naći u mlijeku

Ciljevi:

- Upoznavanje sa osobinama mlijeka kao sredinom za razmnožavanje mikroorganizama.
- Upoznavanje sa izvorima kontaminacije mlijeka mikroorganizmima.
- Upoznavanje sa osnovnim osobinama mikroorganizama koji se mogu naći u mlijeku

Osnovni pojmovi:

- Mlijeko
- Mikroorganizmi
- Saprofitne bakterije
- Patogene bakterije
- Kontaminacija mlijeka

Zahvaljujući svom hemijskom sastavu, mlijeko predstavlja idealnu sredinu za razmnožavanje mikroorganizama.

U sastav kravljeg mlijeka ulaze:

- **Voda..... 87,5%**
- **Mliječna mast.....3,7%**
- **Laktoza4,7%**
- **Bjelančevine3,4%**
- **neorganske soli (Ca, K, Na, P i dr), oko 0,7%**

Mlijeko je **neutralne ili slabo kisele reakcije** (pH 6,6).

Prirodno stanište mikroorganizama u najvećem broju slučajeva je **zemljište**, odakle dolaze u druge sredine, kao što su **voda, vazduh, ljudi, životinje, biljke, mlijeko itd.**

Od momenta dobijanja pa do upotrebe, mlijeko je stalno izloženo dejstvu mikroorganizama.

Od svih mikroorganizama, u mlijeku se najčešće nalaze bakterije.

Osim **saprofitnih**, u mlijeku se mogu naći i **patogeni mikroorganizmi**, prvenstveno bakterije i virusi, pri čemu im mlijeko služi kao privremeno stanište, dok se ne prenesu u organizam ljudi ili životinja kod kojih izazivaju bolest.

U zavisnosti od aktivnosti nepatogenih mikroorganizama koji se mogu naći u mlijeku, razlikuju se:

- bakterije mlečne kiseline,
- proteolitički i
- lipolitički mikroorganizmi.

U zavisnosti od temperature rasta, razlikuju se:

- psihofilni,
- mezofilni i
- termofilni mikroorganizmi

Mikroorganizmi u mlijeko dospijevaju iz različitih izvora.

To su:

- vime i koža životinje,
- vazduh,
- ruke i odjeća muža,
- prostirka,
- muzilice,
- sudovi za prihvatanje mlijeka,
- mašine za mužu,
- cjedila,
- voda itd.

Mlijeko se, dakle, može kontaminirati različitim mikroorganizmima sa svih površina sa kojima dolazi u kontakt.

Oboljele životinje takođe mogu biti izvor kontaminacije mlijeka, jer mlijekom izlučuju patogene mikroorganizme.

Brzina razmnožavanja mikroorganizama u mlijeku zavisi od uslova čuvanja mlijeka, prije svega od **temperature**.

Na temperaturi ispod 10⁰C razmnožavaju se **psihofilni**, a iznad 10⁰C **mezofilni mikroorganizmi**.

Kraći period nakon muže spriječen je razvoj mikroorganizama u mlijeku, zahvaljujući **baktericidnim osobinama supstanci mlijeka**. Ova faza različito traje, u zavisnosti od temperature čuvanja mlijeka. Na nižim temperaturama ova baktericidna faza duže traje (npr. na temperaturi od 25⁰C ova faza traje 6^h).

U sisnom kanalu su nastanjeni nepatogeni mikroorganizmi, koji se prilikom muže spiraju mlijekom i tako ga kontaminiraju. U prvim mlazevima mlijeka ima najviše mikroorganizama, a to su najčešće **mikrokoke i *Corynebacterium bovis***.

Za vrijeme ručne muže mlijeko može da se kontaminira sa ruku muža.

Pribor za mužu je značajan izvor kontaminacije mlijeka mikroorganizmima kako pri ručnoj, tako i pri mašinskoj muži.

Mašine za mužu (slika), ukoliko se higijenski ne održavaju, uvijek su izvor kontaminacije mlijeka.



Slika , mašinska muža krava

Sa pribora za mužu mlijeko se najčešće kontaminira psihrotrofnim gram negativnim mikroorganizmima, kao i bakterijama iz rodova *Bacillus* i *Clostridium*.

Čest izvor kontaminacije opreme bakterijama je **higijenski neispravna voda**, što je opet izvor mikroorganizama za mlijeko.

Mikroorganizmi koji kontaminiraju mlijeko, svojom aktivnošću dovode do promjena u njegovom kvalitetu. Iz tog razloga potrebno je da se maksimalno smanji mogućnost dospijevanja mikroorganizama u mlijeko, a oni koji su dospjeli u mlijeko da se unište ili zaustave u razmnožavanju.

Rezime:

Zahvaljujući svom hemijskom sastavu, **mlijeko je idealna sredina za razmnožavanje mikroorganizama.**

Od momenta dobijanja pa do upotrebe, mlijeko je stalno izloženo dejstvu mikroorganizama iz različitih izvora.

Najčešći izvori kontaminacije mlijeka su: **bolesne životinje, vime i koža životinje, vazduh, ruke i odjeća mužača, prostirka, muzilice, sudovi za prihvatanje mlijeka, mašine za mužu, cjedila, voda itd.**

Pitanja:

1. Da li je mlijeko pogodna sredina za razmnožavanje mikroorganizama i zašto?
2. Koji su najčešći izvori kontaminacije mlijeka?
3. Od kojih faktora zavisi brzina razmnožavanja mikroorganizama u mlijeku?
4. Koji se mikroorganizmi mogu naći u mlijeku?
5. Koji se mikroorganizmi najčešće nalaze na priboru za mužu?
6. Zašto je potrebno onemogućiti kontaminaciju mlijeka mikroorganizmima?

Primjena fermentacionih procesa (vrenja)

Sadržaj

- Definicija fermentacija
- Anaerobne fermentacije
- Aerobne fermentacije

Ciljevi

Upoznavanje sa značajem fermentacija u mlečnoj industriji

Osnovni pojmovi

- Fermentacije
- Anaerobne fermentacije
- Aerobne fermentacije

Fermentacije ili vrenja predstavljaju mikrobiološka razlaganja organskih jedinjenja procesom **oksidacije**. U ovim procesima se oslobađa energija koju mikroorganizmi koriste za svoje životne funkcije, kao i hemijska jedinjenja koja mikroorganizmi koriste kao gradivne komponente u biosintezi nove ćelijske supstance. Biološke oksidacije protiču u vrlo složenim i brojnim hemijskim reakcijama.

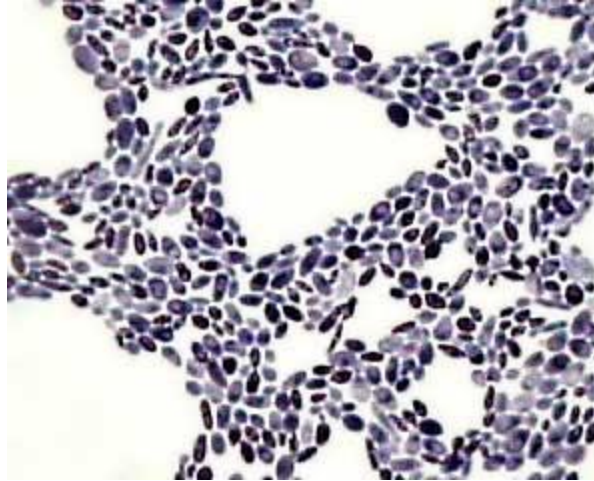
Anaerobne fermentacije

Anaerobne fermentacije mikroorganizmi vrše bez prisustva kiseonika. Najznačajnije su alkoholna, mlečna i buterna.

Alkoholna fermentacija

Alkoholna fermentacija je proces u kome mikroorganizmi razlažu ugljene hidrate do etil-alkohola i ugljendioksida.

Glavni izazivači alkoholnog vrenja su kvasci i to na prvom mestu kvasci iz roda *Saccharomyces*. Zahvaljujući ovoj osobini, kvasci su našli široku primjenu u proizvodnji alkoholnih pića (vina, piva, rakije), alkohola, hleba, nekih mlečnih napitaka, kao što su kefir i kumis.



Saccharomyces cerevisiae

Alkoholna fermentacija, zajedno sa mlečnom fermentacijom, našla je primjenu u proizvodnji kiselo-mlečnih proizvoda. Tako na primjer, u proizvodnji kefira i kumisa uporedo se odvija mlečna i alkoholna fermentacija. Alkoholnu fermentaciju mlečnog šećera, laktoze, kod ovih proizvoda vrše kvasci iz roda *Torula* (*Torula kefir*).

Mlečna fermentacija

Mlečna fermentacija je proces u kome mikroorganizmi razlažu šećere do mlečne kiseline, kao glavnog proizvoda.

Pretvaranje šećera u mlečnu kiselinu vrše bakterije mlečne kiseline. One mogu biti homofermentativne, ako stvaraju samo mlečnu kiselinu ili heterofermentativne, ukoliko pored mlečne kiseline stvaraju i druge proizvode, kao što su sirćetna kiselina, etil alkohol, ugljendioksid itd.

Ove bakterije su našle primjenu u proizvodnji sireva, maslaca i mlečno-kiselih proizvoda. U proizvodnji sireva bakterije mlečne kiseline igraju glavnu ulogu, jer stvarajući mlečnu kiselinu iz laktoze sprečavaju razmnožavanje štetnih mikroorganizama.

U proizvodnji maslaca koriste se mlečno-kiselinske bakterije koje stvaraju mlečnu kiselinu, isparljive kiseline i jedinjenje diacetil, što doprinosi dužem čuvanju, odnosno stvaranju prijatne arome maslaca.

Bakterije mlečne kiseline takođe igraju glavnu ulogu i u proizvodnji mlečno-kiselih proizvoda, kao što su jogurt, kiselo mlijeko, acidofilno mlijeko, kefir, kumis, dajući im prijatan kiseli ukus i miris.

Bakterije mlečne kiseline su od posebnog značaja i za ukišeljavanje povrća i siliranje stočne hrane. Stvarajući povišen sadržaj mlečne kiseline ove bakterije sprečavaju razmnožavanje nepoželjnih mikroorganizama u ovim proizvodima i na taj način ih čuvaju od kvarenja.

Buterna fermentacija

Buterna fermentacija je proces u kome se pod uticajem mikroorganizama u anaerobnim uslovima ugljeni hidrati razlažu do buterne kiseline, ugljendioksida i vodonika. Ovo vrenje izazivaju sporogene anaerobne bakterije iz roda *Clostridium*. Tipičan izazivač ovog vrenja je *Clostridium butircum*. Ova fermentacija nije poželjna, jer buterna kiselina daje neprijatan ukus prehrambenim proizvodima. U proizvodnji sireva buterno vrenje je štetno i iz razloga što dovodi do nadimanja sireva.

Aerobna vrenja

Aerobna vrenja su procesi koje vrše mikroorganizmi u prisustvu kiseonika. Poseban praktični značaj imaju sirćetna i limunska fermentacija.

Sirćetna fermentacija

Sirćetna fermentacija je proces u kome mikroorganizmi u prisustvu slobodnog kiseonika **oksiduju etil-alkohol u sirćetnu kiselinu**. Mikroorganizmi koji imaju tu sposobnost zovu se bakterije sirćetne kiseline. Izvor energije ovim mikroorganizmima je alkohol. Bakterije sirćetne kiseline su svrstane u dva roda: ***Acetobacter* i *Acetomonas***.

Sirćetna fermentacija je našla primjenu u dobijanju sirćetne kiseline. Najbolja sirovina je vino i prevreli jabučni sok.

Limunska fermentacija

Limunska fermentacija je proces u kome mikroorganizmi u prisustvu slobodnog kiseonika razlažu ugljene hidrate do limunske kiseline. Ova kiselina nastaje u procesu nepotpune oksidacije ugljenih hidrata i najčešće je stvaraju plijesni. Najbolji rezultati se postižu korišćenjem plijesni *Aspergillus niger*.

Rezime

Fermentacije ili vrenja predstavljaju mikrobiološka razlaganja organskih jedinjenja procesom oksidacije. U ovim procesima se oslobađa energija koju mikroorganizmi koriste za svoje životne funkcije, kao i hemijska jedinjenja koja mikroorganizmi koriste kao gradivne komponente u biosintezi nove ćelijske supstance. Ove fermentacije imaju veliki značaj **u dobijanju alkoholnih pića i namirnica.**

Anaerobne fermentacije mikroorganizmi vrše bez prisustva kiseonika. Najznačajnije su alkoholna, mlečna i buterna.

Aerobna vrenja su procesi koje vrše mikroorganizmi u prisustvu kiseonika. Poseban praktični značaj imaju sirćetna i limunska fermentacija.

Pitanja

1. Šta su fermentacije ili vrenja?
2. Šta su anaerona vrenja?
3. Šta su aerobna vrenja?
4. Koje fermentacije postoje zavisno od uslova u kojima se odvijaju?
5. Koje su anaerobne fermentacije najznačajnije za prehrambenu industriju?
6. Koje su aerobne fermentacije najznačajnije za prehrambenu industriju?
7. Koji je krajnji proizvod mlečne fermentacije?
8. Gdje je mlečna fermentacija našla primjenu u prehrambenoj industriji?
9. Koji mikroorganizmi vrše mlečno-kiselinsku fermentaciju?
10. Koji je krajnji proizvod alkoholne fermentacije?
11. Gdje je alkoholna fermentacija našla primjenu u prehrambenoj industriji?
12. Koji mikroorganizmi vrše alkoholnu fermentaciju?
13. Koji je krajnji proizvod buterne fermentacije?
14. Koji je značaj buterne fermentacije za prehrambenu industriju?
15. Koji mikroorganizmi vrše buternu fermentaciju?
16. Koji je krajnji proizvod sirćetne, a koji limunske fermentacije

Značaj biosintetskih sposobnosti mikroorganizama

Sadržaj

- Proizvodi mikrobiološke sinteze
- Mikroorganizmi koji vrše sintezu antibiotika

Ciljevi

- Upoznavanje sa sposobnošću mikroorganizama da vrše biosintezu.
- Upoznavanje sa vrstama mikroorganizama koji vrše sintezu antibiotika

Osnovni pojmovi

- Mikroorganizmi
- Biosinteza
- Proteini
- Antibiotici
- Vitamini

Pored sposobnosti da vrše razgradnju organskih materija, mikroorganizmi mogu i da sintetišu nova jedinjenja.

Najpoznatiji proizvodi mikrobiološke sinteze su:

- **bjelančevine,**
- **aminokiseline,**
- **antibiotici,**
- **enzimi,**
- **vitamini i dr.**
- **Ovi proizvodi mikroorganizama su našli primjenu u poljoprivredi, prehrambenoj industriji, medicini i dr.**

Kao izvori proteina najviše se koriste **kvasci, pečurke i alge.**

Kvasci se gaje kao:

- **pekarski** (*Saccharomyces cerevisiae*) i
- **krmni kvasac** (*Candida utilis*).

U industriji, **biosinteza antibiotika** zauzima prvo mjesto. Mikrobiološkom sintezom industrijski se proizvodi više od 30 antibiotika, a najpoznatiji su:

- **penicilin,**
- **streptomicin,**
- **hlortetraciklin,**
- **neomicin idr.**

Antibiotike sintetisu neke plijesni, aktinomicete i bakterije.

Za industrijsko dobijanje antibiotika mikrobiološkom sintezom koriste se određene kulture plijesni i aktinomiceta.

Kao sporedni proizvodi pri proizvodnji antibiotika nastaju neki vitamini. Za industrijsku proizvodnju najznačajniji su vitamini B2, B12 i β -karotin.

Pitanja

1. Koji su najpoznatiji proizvodi koje mogu sintetisati mikroorganizmi?
2. Koji mikroorganizmi sintetisu antibiotike?

Mikroorganizmi koji se koriste u preradi mlijeka

Sadržaj

- Uloga mikroorganizama u proizvodnji kiselomlečnih proizvoda
- Starter kulture koje se koriste u proizvodnji kiselo-mlečnih proizvoda
- Uloga mikroorganizama u proizvodnji sira
- Starter kulture koje se koriste u proizvodnji sira

Ciljevi

Upoznavanje sa korisnom ulogom mikroorganizama u mlečnoj industriji

Osnovni pojmovi

- kiselomlečni proizvodi
- bakterije mlečne kiseline
- starter kulture
- sirevi

Dobijanje kiselomlečnih proizvoda zasniva se na biohemijskoj aktivnosti bakterija mlečne kiseline. Ove bakterije doprinose formiranju specifičnog ukusa i mirisa, izgleda, konzistencije, boje, boljoj svarljivosti, konzerviranju mlečnih proizvoda itd. U tom pogledu, pored transformacija mlečnog šećera, od posebnog su značaja razlaganja bjelančevina u niz novih jedinjenja, koja su u vodi rastvorljiva i koja mlečnim proizvodima daju sasvim nove osobine.

Primjena mikroorganizama u preradi mlijeka je neophodna. Korisni mikroorganizmi se održavaju u čistim kulturama i proizvode u velikim količinama za potrebe mljekara (bakterije mlečne kiseline, bakterije propionske kiseline, neke vrste plijesni iz roda *Penicillium*, kvasci).

U svakodnevnoj praksi za čiste kulture mikroorganizama često se upotrebljava naziv "maja", (engleski naziv "**starter**"), i dodaju se da pokrenu, podstaknu određeni biohemijski proces, najčešće neko vrenje.

Postoje **starteri** koji se koriste za proizvodnju:

1. **kiselog mlijeka i jogurta,**
2. **kefira,**
3. **kumisa i drugih mlečno kiselinskih proizvoda,**
4. **pavlake,**
5. **maslaca i**
6. **sireva.**

Svaka od ovih starter kultura može da sadrži jedan soj ili više sojeva jedne vrste mikroorganizama, zatim mješavinu dva ili više sojeva različitih vrsta.

Starter kultura za izradu kiselog mlijeka i jogurta

U proizvodnji jogurta koristi se mješavina čistih kultura sledećih vrsta:

1. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*
2. *Streptococcus thermophilus*

Za proizvodnju kiselog mlijeka koristi se mješavina mezofilnih ili termofilnih bakterija mlečne kiseline.

Tehnološki proces u izradi kiselog mlijeka i jogurta sastoji se u tome, što se sirovo mlijeko pasterizuje na 80-90⁰C, ohladi na 42-44⁰C i doda starter kultura u količini 1,5-2%. Ukiseljavanje mlijeka traje oko 2,5^h.

Sam proces ukišeljavanja sastoji se u tome, što **bakterije mlečne kiseline transformišu mlečni šećer u mlečnu kiselinu.** Mlečna kiselina sa kalcijumom iz kalcijum kazeinata stvara laktate. Usled izdvajanja kalcijuma, molekuli kazeina se grupišu u micelle, koje se međusobno spajaju. Na taj način mlijeko iz tečne faze prelazi u gruš, polučvrsto, pihtijasto stanje.

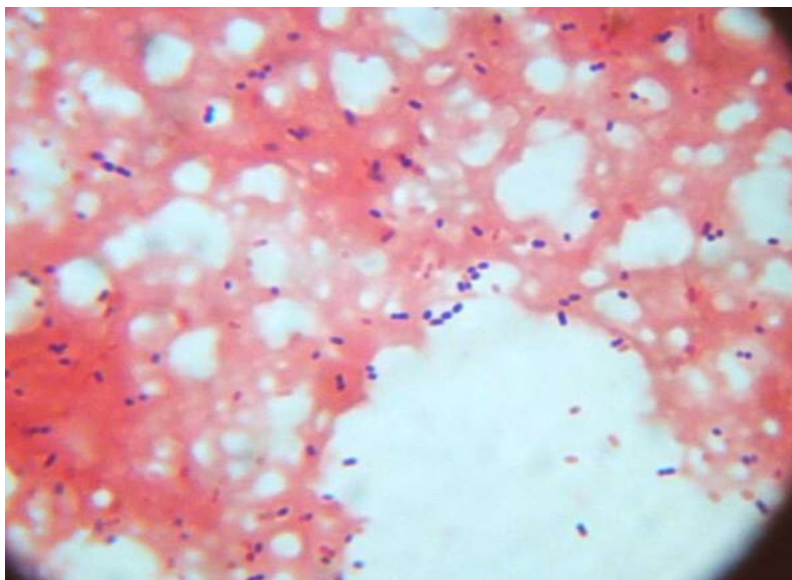


Streptococcus thermophilus(koke) i *Lactobacillus bulgaricus*(štapići)

Starter kultura za izradu kefir

Starter kultura za proizvodnju kefir sastoji se od više vrsta mikroorganizama:

1. *Lactobacillus caucasicus*
2. *Lactococcus lactis*
3. *Candida kefy*



Lactococcus lactis

Ćelije ovih mikroorganizama su slijepljene u želatinoznu mekanu masu, koja ima izgled nabubrelih sitnijih i krupnijih zrnaca (“*kefirna zrna*”, *slika*).



Slika kefirno zrno

U transformaciji mlijeka u kefir, **pored bakterija mlečne kiseline** obavezno učešće uzimaju **kvasci**, tako da naporedo s mlečnim vrenjem protiče i alkoholno vrenje mlečnog šećera pri čemu nastaju **etilalkohol i CO₂**.

Etilalkohol i CO₂ daju kefiru specifičan ukus i miris, s jače izraženom nijansom reskosti i osvježavajućim dejstvom.

Kefir se izrađuje na taj način što se kravlje mlijeko pasterizuje, ohladi na temperaturu 22-23⁰C i unesu kefirna zrna. Kefirna zrna ostaju u mlijeku 15-20^h, poslije čega se cijedenjem izdvoje, a mlijeko nalije u boce koje se čvrsto zatvore. Zatim se boce sa mlijekom ostavljaju jedan, dva ili tri dana na temperaturi od 6-10⁰C u položenom položaju, da bi se fermentacija dovršila i kefir sazreo.

Kefir je hranljiviji i bolje se absorbuje u organima za varenje nego jogurt i kiselo mlijeko. Pored bogatog sadržaja u bjelančevinama, kefirna zrna pokazuju i povećan sadržaj vitamina B grupe.

Starter kultura za izradu kumisa

Kumis je sličan proizvod kefiru, s tom razlikom što se priprema od kobiljeg mlijeka.

U previranju mlijeka učestvuju:

1. *Lactococcus lactis* (*Streptococcus lactis*)
2. *Lactobacillus casei* (ili *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) i
3. kvasci iz roda *Torula*.

Acidofilno mlijeko je proizvod koji je po izgledu i načinu spravljanja sličan jogurtu.

Za ukiseljavanje mlijeka koristi se *Lactobacillus acidophilus* koji ima osobinu probiotika.

Probiotici su mikroorganizmi koji poboljšavaju svarljivost i resorpciju hrane. Oni svojom aktivnošću uništavaju štetne mikroorganizme, a stimuliraju aktivnost korisnih bakterija. Zbog ovih osobina, acidofilno mlijeko blagotvorno djeluje kod crijevnih oboljenja

Starter kultura za pavlaku i maslac

Kisela pasterizovana pavlaka je proizvod dobijen fermentacijom pasterizovane pavlake sa maslačnom kulturom u čiji sastav ulaze:

1. *Lactococcus lactis subsp. lactis*,
2. *Lactococcus lactis subsp. cremoris*,
3. citrat + *Lactococcus*
4. *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*.

Mikroorganizmi u proizvodnji sireva

Sirevi su mliječni proizvodi koji se dobijaju zgrušavanjem bjelančevina mlijeka i djelimičnim izdvajanjem surutke iz gruša.

Bjelančevine mlijeka djelovanjem enzima sirila djelimično su razložene, tako da se dobijaju najmanje dvije frakcije: **kalcijumparakazeinat** (koji čini grušu) i rastvorljiva frakcija koja prelazi u surutku (**surutkin protein**). U spravljanju bilo koje vrste sira postoje sledeće tehnološke operacije:

1. **Priprema mlijeka za podsiravanje** (cijedenje, odnosno prečišćavanje mlijeka centrifugalnim separatorom, pasterizacija mlijeka, dozrijevanje mlijeka, zagrijavanje mlijeka na temperaturu podsiravanja),
2. **Podsiravanje mlijeka,**
3. **Dobijanje i obrada gruša,**
4. **Presovanje gruša i oblikovanje sira,**
5. **Soljenje sira i**
6. **Zrenje sira (slika)**



Slika Zrenje polutvrđog sira u komorama za zrenje

Biohemijska aktivnost mikroorganizama veoma je značajna za tok biohemijskih procesa pri podsiravanju mlijeka, obradi gruša i formiranju homogenog tijesta svježih sireva. Mikroorganizmi su takođe veoma značajni u biohemijskim procesima transformacija pojedinih sastojaka sira u procesu “zrenja” sireva.

U procesu zrenja sireva nastaju nova jedinjenja koja mijenjaju izgled, konzistenciju, ukus i miris sira. Transformacija bjelančevina i njihovih proizvoda razlaganja smatraju se kao najkarakterističniji biohemijski procesi u zrenju sireva. Transformacijom aminokiselina nastaju organske kiseline, amini, amonijak, razna sumporna organska i neorganska jedinjenja, CO_2 , H_2 i drugi gasovi. Takođe svojim enzimima razlažu bjelančevine sira, što utiče na njegovu bolju svarljivost. Pored toga, neke od ovih bakterija stvaraju i isparljive i aromatične materije koje siru daju karakterističan miris i ukus

Povećana kiselost u sirevima, smanjen sadržaj vlage, prisustvo kuhinjske soli, donekle ograničavaju razvoj velikog broja mikroorganizama i svodi ih na manji broj mikroorganizama koji podnose kiselost, soljenje i manji sadržaj vlage.

Dakle, regulisanjem vlage, kiselosti i sadržaja soli može se uticati na razmnožavanje mikroorganizama u sirevima.

Način obrade gruša i postupak sa sirevima u procesu zrenja ima veliki uticaj na razviće mikroflora u njima i na formiranje konzistencije, izgleda, ukusa i mirisa sireva.

Prema sadržaju vlage i čvrstini tijesta dijele se na:

1. **tvrde,**
2. **polutvrde (slika),**
3. **meke sireve**



Slika Polutvrđi sir

Starter kulture za proizvodnju sireva

Za izradu tvrdih sireva tipa ementalskog sira upotrebljava se starter kultura u kojoj se nalaze dvije vrste bakterija mlečne kiseline:

1. *Lactobacillus helveticus*
2. *Streptococcus thermophilus*.

Za druge vrste tvrdih i polutvrđih sireva, kod kojih je zagrijavanje gruša pri obradi gruša i izdvajanju surutke na nižoj temperaturi, upotrebljavaju se kao starter čiste kulture:

1. *Lactobacillus casei*
2. *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*
3. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*
4. *Lactococcus lactis subsp. lactis*,
5. *Lactococcus lactis subsp. cremoris*



Lactobacillus casei, elektronska mikroskopija

Rezime

Primjena mikroorganizama u preradi mlijeka je neophodna.

Dobijanje kiselo-mlečnih proizvoda zasniva se na biohemijskoj aktivnosti bakterija mlečne kiseline. Ove bakterije doprinose formiranju specifičnog ukusa i mirisa, izgleda, konzistencije, boje, boljoj svarljivosti, konzerviranju mlečnih proizvoda itd.

Korisni mikroorganizmi se održavaju u čistim kulturama i proizvode u velikim količinama za potrebe mljekara (bakterije mlečne kiseline, bakterije propionske kiseline, neke vrste plijesni iz roda *Penicillium*, kvasci). U svakodnevnoj praksi za čiste kulture mikroorganizama često se upotrebljava naziv “maja”, (engleski naziv “starter”), i dodaju se da pokrenu, podstaknu određeni biohemijski proces, najčešće neko vrenje. Mikroorganizmi su takođe veoma značajni u biohemijskim procesima transformacija pojedinih sastojaka sira u procesu “zrenja” sireva.

U procesu zrenja sireva nastaju nova jedinjenja koja mijenjaju izgled, konzistenciju, ukus i miris sira

Pitanja

1. Koje se bakterije koriste u proizvodnji kiselo-mlečnih proizvoda i zašto?
2. Koji se mikroorganizmi koriste u proizvodnji kiselog mlijeka i jogurta?
3. Koji se mikroorganizmi koriste u proizvodnji kefira i kumisa?
4. Koji se mikroorganizmi koriste u proizvodnji sireva?
5. Koji se mikroorganizmi koriste u proizvodnji maslaca i pavlake?
6. Koja bakterija se koristi za dobijanje acidofilnog mlijeka?

Mikroorganizmi koji se mogu naći u mlijeku

Sadržaj

- Bakterije mlečne kiseline
- Proteolitičke bakterije
- Lipolitičke bakterije
- Psihrotrofne bakterije
- Termorezistentne bakterije
- Kvasci
- Plijesni

Ciljevi

Upoznavanje sa mikroorganizmima koji se mogu naći u mlijeku

Osnovni pojmovi

- laktokoke
- laktobacili
- mlečna kiselina
- nesporogene proteolitičke bakterije
- sporogene proteolitičke bakterije
- koliformne bakterije
- lipolitičke bakterije
- kvasci
- plijesni

Mikroorganizmi koji se mogu naći u mlijeku su:

- bakterije mlečne kiseline,
- proteolitičke bakterije,
- lipolitičke bakterije,
- psihrotrofne bakterije,
- termorezistentne bakterije,
- kvasci i
- plijesni.

Bakterije mlečne kiseline

Grupu bakterija mlečne kiseline čine gram pozitivne koke i gram pozitivni štapići. Osnovna osobina ovih bakterija je da razlažu laktozu. U zavisnosti od krajnjeg proizvoda razgradnje laktoze, mogu se podijeliti na homofermentativne i heterofermentativne.

Laktokoke- gram pozitivne koke

Lactococcus lactis subsp. lactis

Lactococcus lactis subsp. lactis, prvi je mikroorganizam izolovan u čistoj kulturi. Nalazi se na travi, odakle dospijeva u mlijeko. Javlja se u kratkim lancima sa dvije do šest ćelija u nizu. Optimalna temperatura razmnožavanja ovog mikroorganizma je 30°C, a neki sojevi mogu se razmnožavati na 7°C. Pri temperaturama od 25°C stvara mlečnu kiselinu i snižava kiselost do pH 4,5. Proteine slabo hidrolizuje, a masti uopšte ne razlaže. Upotrebljava se za proizvodnju nekih vrsta sireva, kiselomlečnih proizvoda i maslaca. Neki sojevi proizvode antibakterijsku supstancu koja se zove nizin, pa su zato našli primjenu u proizvodnji trajnih vrsta sireva, radi uništavanja bakterija iz roda *Clostridium*.

Lactococcus lactis subsp. cremoris

U sirovom mlijeku ovaj mikroorganizam se rijede nalazi nego *Lactococcus lactis subsp. lactis*. Optimalna temperatura razmnožavanja ovog mikroorganizma je 20-25°C, a može da se razmnožava i pri 10°C. Pri temperaturi 10-18°C stvara sluzave kapsule, zbog čega zajedno sa *Lactococcus lactis subsp. lactis* daje gušću konzistenciju jogurtu.

Lactococcus lactis subsp. diacetylactis

Pripada heterofermentativnim laktokokama, jer razlaganjem laktoze u mlijeku pored mliječne kiseline stvara acetoin, diacetil i CO₂. Koristi se u zrenju pavlake i proizvodnji maslaca.

Streptococcus thermophilus

Može se naći na aparatima za mužu i u sirovom mlijeku. Optimalna temperatura rasta ovog mikroorganizma je 40-45°C, minimalna 20°C, a maksimalna 50°C. Preživljava nisku i kratkotrajnu pasterizaciju. U simbiozi sa drugim mikroorganizmima upotrebljava se za proizvodnju jogurta i drugih vrsta kiselog mlijeka, kisele pavlake i nekih vrsta sireva.

Laktobacili - gram pozitivni štapići

Laktobacili su gram pozitivni, asporogeni, mikroaerofilni, nepokretni štapići. Rastu u različitim uslovima, pa su zato široko rasprostranjeni u spoljnoj sredini, na biljkama, sluzokoži ljudi i životinja. Optimalan rast postižu pri niskom pH. Imaju važnu ulogu u proizvodnji kiselomlečnih proizvoda, tvrdih i mekih sireva.

Veoma adaptiran za proizvodnju kiselog mlijeka je *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*.

U proizvodnji kefira koristi se *Lactobacillus kefir*, a za proizvodnju sireva *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, *Lactobacillus brevis* i *Lactobacillus casei*.

Laktobacili stvaraju različite količine mlečne kiseline i tako sprečavaju razmnožavanje proteolitičkih mikroorganizama u mlijeku i mliječnim proizvodima.

Lactobacillus acidophilus se koristi za sprečavanje crijevnih oboljenja ljudi i životinja.



Lactobacillus acidophilus

Proteolitičke bakterije

Zajednička osobina ove grupe bakterija je da pri razmnožavanju u mlijeku imaju izraženu proteolitičku aktivnost. Razlaganjem bjelančevina mlijeka nastaju različiti proizvodi kao što su peptoni, aminokiseline, amonijak i slobodni azot.

Ove bakterije se mogu svrstati u dvije osnovne grupe:

1. Nesporogene proteolitičke bakterije iz rodova: *Proteus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Alcaligenes* i *Micrococcus*.
2. Sporogene proteolitičke bakterije
 - a) Sporogene aerobne proteolitičke bakterije iz roda *Bacillus* (*B. cereus*, *B. subtilis*, *B. coagulans* i *B. stearothermophilus*)
 - b) Sporogene anaerobne proteolitičke bakterije iz roda *Clostridium*

Rod *Proteus*

Bakterije iz roda *Proteus* su aerobni gram negativni štapići koji su rasprostranjeni u vodi i prašini, odakle mogu da kontaminiraju mlijeko pri lošoj higijeni muže. Temperatura pasterizacije ih uništava. Pri razgradnji proteina u siru mogu da stvaraju biološki aktivne amine.

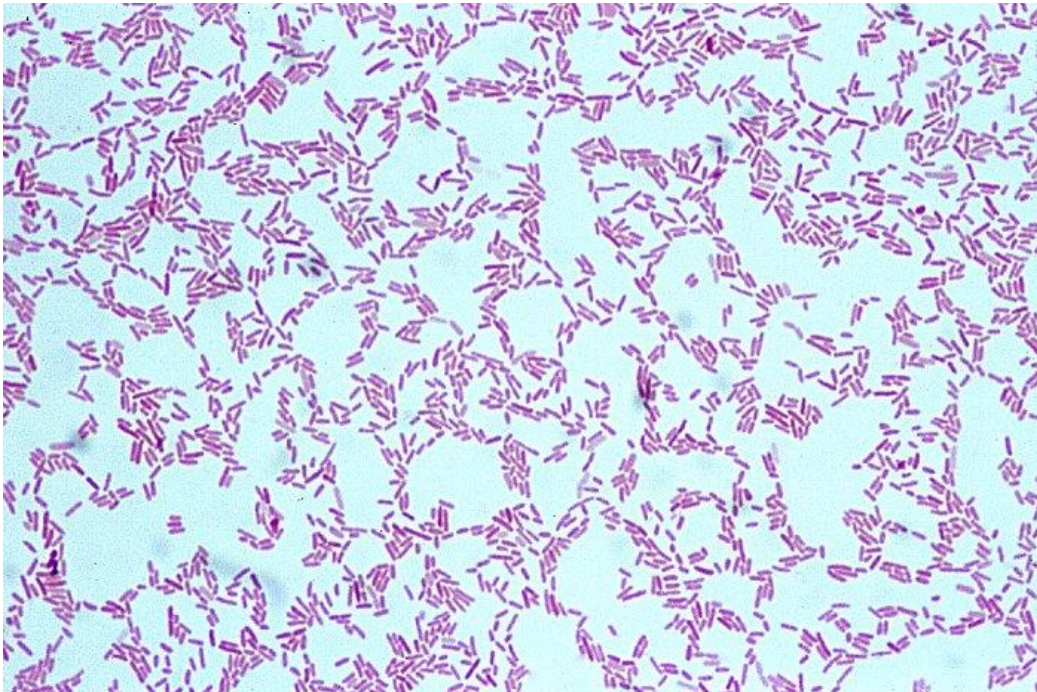


Kolonija *Proteus mirabilis*(rojenje)

Rod *Pseudomonas*

Ove bakterije su takođe rasprostranjene u vodi i spoljašnjoj sredini. Sa uvođenjem mašinske muže i čuvanja rashlađenog sirovog mlijeka, ova bakterija pravi veće probleme u mljekarstvu. Najčešći izazivači mana mlijeka su: *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Pseudomonas fragi* i *Pseudomonas viskosa*. Veoma su izraženi proteoliti i lipoliti. Dovode do pojave gorkog ukusa mlijeka. Razmnožavaju se pri temperaturama 0-37°C, a optimalna temperatura im je 21°C.

Nalaz ovih bakterija u pasterizovanom mlijeku ukazuje na nepravilno izvedenu pasterizaciju ili rekontaminaciju pasterizovanog mlijeka.



Pseudomonas aeruginosa, bojenje po Gramu

Rod *Serratia*

U mlijeku se najčešće nalazi *Serratia marcescens*. Raste pri temperaturama 25-30°C. Na mlijeku, pavlaci i kori sira stvara ružičaste i crvene kolonije.

Rod *Alcaligenes*

Ovaj rod obuhvata gram negativne kokoidne štapiće koji se nalaze u mlečnim proizvodima i digestivnom traktu životinja. Sve vrste iz roda *Alcaligenes* razlažu proteine što ima za posledicu pojavu gorkog ukusa.

Rod *Micrococcus*

Mikrokoke su veoma rasprostranjene u prirodi. Veliki broj mikrokoka je termorezistentan, pa se mogu naći u pasterizovanom mlijeku, na opremi i posudama koje se ne peru dovoljno vrućom vodom. Neke vrste mikrokoka stvaraju pigment kojim izazivaju promjene boje sira.

Sporogene proteolitičke bakterije

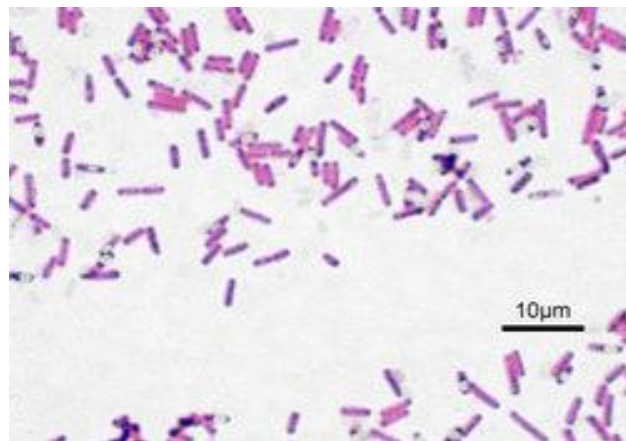
Ove bakterije preživljavaju temperaturu pasterizacije mlijeka.

Aerobne sporogene bakterije iz roda *Bacillus*

Rod *Bacillus* obuhvata gram pozitivne štapiće koji stvaraju endospore. Intenzivno razlažu proteine uz stvaranje amonijaka. Razgrađuju i ugljene hidrate uz stvaranje kiseline, a neke vrste stvaraju i gas. Saprofitski su mikroorganizmi i nalaze se u zemlji i prostirci odakle dolaze u mlijeko.

Značajni predstavnici su *Bacillus cereus* i *Bacillus subtilis*.

Bacillus cereus tokom razgradnje proteina stvara amine koji izazivaju nespecifična trovanja ljudi.



Slika *Bacillus subtilis*

Anaerobne sporogene bakterije iz roda *Clostridium*

Bakterije iz roda *Clostridium* su gram pozitivni, anaerobni, sporogeni štapići. Razlažu bjelančevine i fermentuju laktozu. Fermentacijom laktoze stvaraju buternu i sirćetnu kiselinu, CO₂, H₂, CH₄, alkohole i aceton. Nalaze se u zemljištu, kao i stočnoj hrani, odakle kontaminiraju mlijeko. Zaštita mlijeka od kontaminacije ovim bakterijama je u higijeni proizvodnje mlijeka i hranjenju životinja ispravnom hranom. Broj spora je veći u zimskom periodu zbog ishrane krava silažom. Za higijenu mlijeka najznačajniji su *Cl. butyricum*, *Cl. tyrobutyricum*, *Cl. sporogenes* koji izazivaju kasno nadimanje tvrdih sireva. *Cl. perfringens* je stanovnik digestivnog trakta životinja, pa njegov nalaz u mlijeku ukazuje na fekalnu kontaminaciju. Stvara toksične supstance.

Koliformne bakterije

Ova grupa bakterija obuhvata nesporogene gram negativne štapiće koji u vremenu od 48^h pri temperaturi od 35⁰C razlažu laktozu i stvaraju CO₂. Neke vrste koliformnih bakterija (*E. coli* i *Enterobacter spp.*) nalaze se u digestivnom traktu ljudi i životinja. Broj ovih bakterija pokazuje stepen fekalne kontaminacije mlijeka. Druge koliformne bakterije se nalaze u zemlji, vodi i hrani. Nalaz tih bakterija u mlijeku i proizvodima od mlijeka pokazuje da su higijenski uslovi u preradi mlijeka loši. Uzrokuju sluzavost mlijeka, rano nadimanje polutvrdih i tvrdih sireva i rupičavost mekih sireva, gorak ukus, kao i miris mlijeka na trulež.

Psihrotrofni mikroorganizmi

Sa uvođenjem hlađenja mlijeka poslije muže, kao i čuvanja mlijeka duže vrijeme na niskim temperaturama, javili su se problemi izazvani psihrotrofnim mikroorganizmima. Psihrofilni mikroorganizmi su oni čija je optimalna temperatura rasta na +15⁰C, maksimalna 20⁰C, a minimalna 0⁰C i niža.

Psihrotrofni mikroorganizmi su oni mikroorganizmi koji mogu da se umnožavaju na ili ispod +7⁰C. Ova temperatura je odabrana zato jer se iznad nje razmnožavaju skoro svi mikroorganizmi u mlijeku.

Psihrotrofni mikroorganizmi su veoma rasprostranjeni u prirodi i obuhvataju bakterije, kvasce i plijesni.

Najbrojniju i najvažniju grupu psihrotrofnih mikroorganizama čine gram negativne aerobne bakterije iz roda *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*. Od enterobakterija najvažniji psihrotrofi su iz rodova *Escherichia* (*E. coli*) i *Enterobacter* (*E. aerogenes* i *E. cloacae*). Neki sojevi mikrokoka su takođe psihrotrofi.

Psihrotrofne gljive su plijesni rodova *Geotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Fusarium* i kvasci iz roda *Candida*, *Cryptococcus* i *Torulopsis*.



Fusarium spp.

Kontaminacija mlijeka psihrotrofnim mikroorganizmima nastaje iz vode, prostirke i hrane, nedovoljno opranih i nedezinfikovanih sudova za mlijeko, opreme i pribora za mužu.

Lipolitički mikroorganizmi

Lipolitički mikroorganizmi stvaraju enzime-lipaze kojima razlažu mliječnu mast, pri čemu nastaje užegao miris i ukus mlijeka.

Najvažnije lipolitičke bakterije su iz rodova *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Klebsiella* i *Bacillus*.

Većina lipolitičkih mikroorganizama su psihrotrofne i razmnožavaju se u ohlađenom mlijeku. Većina lipaza je termostabilna i svoju aktivnost ispoljavaju i na proizvodima od mlijeka.

Termorezistentne bakterije

Obuhvataju bakterije koje preživljavaju temperaturu pasterizacije mlijeka (30 minuta pri 63,5°C).

Najznačajnije termorezistentne bakterije u mlijeku su:

1. Nesporogene aerobne bakterije iz rodova: *Enterococcus* (*E. faecalis*), *Streptococcus* (*Str. thermophilus*), *Microbacterium* (*Microbacterium lacticum*) i *Micrococcus*.
2. Sporogene aerobne bakterije iz roda *Bacillus*
3. Sporogene anaerobne bakterije iz roda *Clostridium*

Kvasci

Mlijeko se kontaminira kvascima iz spoljne sredine. Zahvaljujući svojim enzimima, kvasci razlažu sastojke mlijeka i tako dovode do njegovog kvarenja. Neke vrste kvasaca izazivaju mastitise, (zapaljenje vimena), tako da i na ovaj način mikroorganizmi mogu dospjeti u mlijeko. Kvasci su acidofilni i razmnožavaju se pri pH 4-5. Pošto smanjuju kiselost sredine, kvasci stvaraju uslove za razvoj proteolitičkih bakterija i ubrzavaju zrenje sireva.

Za mljekarstvo su značajne sledeće vrste kvasaca.

- rod *Saccharomyces*.

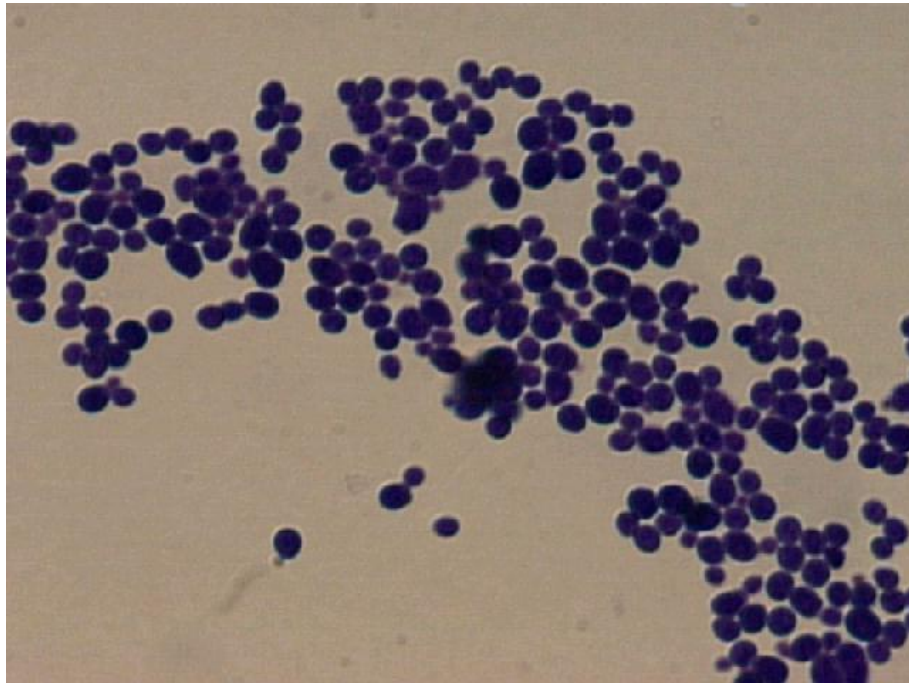
Najznačajnija vrsta iz ovog roda je *Saccharomyces lactis* koji prilikom razlaganja šećera stvara alkohol. Koristi se u proizvodnji kefira i kumisa. U maslacu i svježem siru ovi kvasci dovode do pojave gorkog ukusa. Često se nalaze u prirodi. Neke vrste kvasaca roda *Saccharomyces* se koriste u proizvodnji mlečnih proizvoda.

Kvasci iz rod *Torulopsis* učestvuju u stvaranju karakterističnih organoleptičkih osobina kefira.

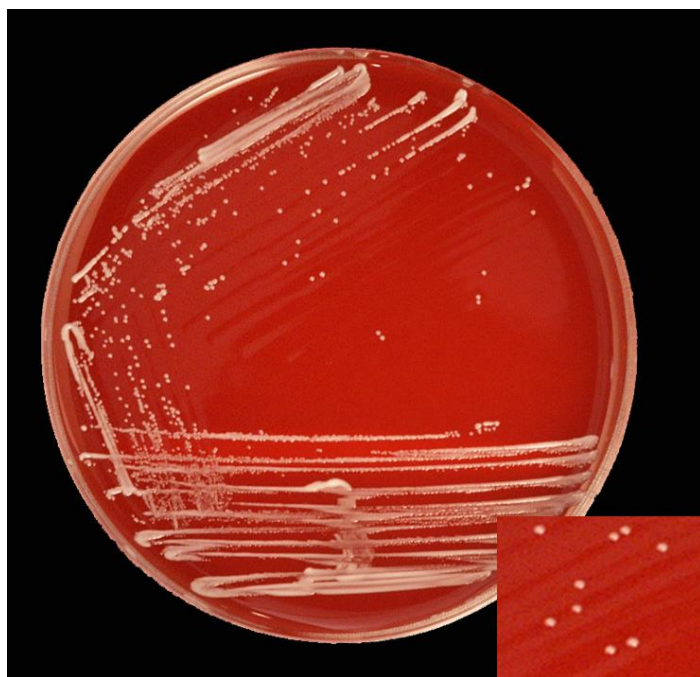
Kvasci iz roda *Mycoderma* stvaraju pokožicu na površini pavlake. Na površini sira smanjuju kiselost, pa ubrzavaju zrenje sireva. U većoj količini mogu izazvati razmekšavanje sirnog tijesta.

Najznačajnije vrste iz roda *Candida* su *Candida nigra* koja stvara crne pjege na površini ementalskog sira i *Candida lipolytica* koja izaziva užeglost. *Candida kefir* se upotrebljava za proizvodnju kefira.

Kao prouzrokovaci zapaljenja mliječne žlijezde krava, mastitisa, najznačajnije su *Candida albicans* i *Candida tropicalis* i *Cryptococcus neoformans*.



Candida albicans



Kolonije *Candida albicans* na krvnom agaru

Plijesni

Plijesni u mljekarstvu mogu imati različitu ulogu. Neke vrste su štetne, jer izazivaju kvarenje mlijeka i proizvoda od mlijeka ili stvaraju toksine koji štetno djeluju na zdravlje ljudi. S druge strane, neke vrste plijesni su korisne i upotrebljavaju se u proizvodnji sira.

Za razmnožavanje većine plijesni pogoduje povišena kiselost. Aktivno razlažu ugljene hidrate, masti, a neke plijesni razlažu i bjelančevine. Suzbijanje pojave plijesni u prostorijama za preradu mlijeka se postiže smanjivanjem vlažnosti u prostorijama, provjetravanjem i sterilizacijom uređaja.

Za mljekarstvo su najznačajnije plijesni iz rodova: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Geotrichum*, a ređe se javljaju *Monilia*, *Rhizopus*, *Fusarium* i *Trichothecium*.



Kolonije *Mucora*

Rod *Penicillium*

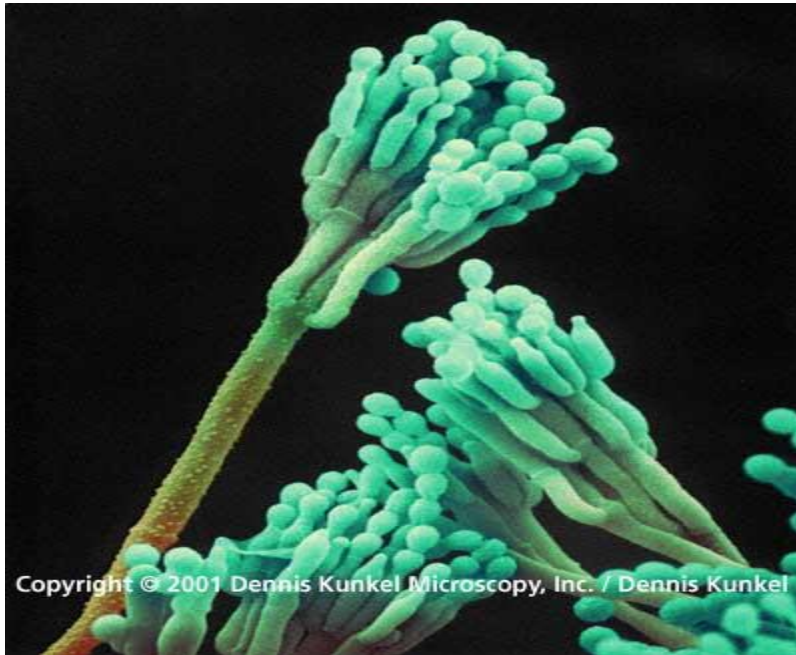
Neke vrste iz roda *Penicillium* su štetne, jer izazivaju kvar proizvoda od mlijeka, dok su druge korisne i upotrebljavaju se za proizvodnju sireva.

Od korisnih vrsta ovog roda plijesni značajni su:

P. camemberti- plava plijesan koja se koristi za proizvodnju sira kamember i bri.

P. candidum-bijela plijesan koja se takođe koristi za proizvodnju sira kamember

P. roqueforti - plavozelena plijesan koja se koristi za proizvodnju plavih sireva, kao što su rokfor, stilton, gorgonzola i dr.



Slika *Penicillium roqueforti*, elektronska mikroskopija



Sir roquefort

Rod *Aspergillus*

Plijesni iz ovog roda su štetne. Neke su patogene za ljude i životinje. *Aspergillus niger* i *Aspergillus glaucus* se često mogu naći u mlijeku, odakle dopijevaju iz spoljašnje sredine. U određenim uslovima stvaraju mikotoksine koji djeluju veoma štetno na zdravlje ljudi

Rod *Cladosporium*

Na kori sira stvara smeđecrne pjege.

Rod *Geotrichum*

Najpoznatija vrsta iz ovog roda je *Geotrichum candidum* (*Oospora lactis*) ili bijela mliječna plijesan. Često se viđa na površini bijelog sira u vidu pokožice. Razmnožava se na temperaturi od 0-37⁰C, a optimalna temperatura je 20⁰C.

Rezime

Mikroorganizmi koji se mogu naći u mlijeku su: **bakterije mlečne kiseline, proteolitičke bakterije, lipolitičke bakterije, psihrofilne i psihrotrofne bakterije, termorezistentne bakterije, kvasci i plijesni.**

Grupu bakterija mlečne kiseline čine gram pozitivne koke (**laktokoke**) i gram pozitivni štapići (**laktobacili**). Osnovna osobina ovih bakterija je da razlažu laktozu.

Razlaganjem bjelančevina mlijeka od strane proteolitičkih mikroorganizama nastaju različiti proizvodi, kao što su **peptoni, aminokiseline, amonijak i slobodni azot.**

Psihrofilni mikroorganizmi su oni čija je optimalna temperatura rasta na $+15^{\circ}\text{C}$, maksimalna 20°C , a minimalna 0°C i niža.

Psihrotrofni mikroorganizmi su oni mikroorganizmi koji mogu da se umnožavaju na ili ispod $+7^{\circ}\text{C}$. Ova temperatura je odabrana zato jer se iznad nje razmnožavaju skoro svi mikroorganizmi u mlijeku.

Najbrojniju i najvažniju grupu psihrotrofnih mikroorganizama čine gram negativne aerobne bakterije iz roda *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*.

Lipolitički mikroorganizmi stvaraju enzime-lipaze kojima razlažu mliječnu mast, pri čemu nastaje užegao miris i ukus mlijeka.

Najvažnije lipolitičke bakterije su iz rodova *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Klebsiella* i *Bacillus*.

Termorezistentne bakterije obuhvataju bakterije koje preživljavaju temperaturu pasterizacije mlijeka (30 minuta pri $63,5^{\circ}\text{C}$).

Zahvaljujući svojim enzimima, **kvasci** razlažu sastojke mlijeka i tako dovode do njegovog kvarenja

Plijesni u mljekarstvu mogu imati različitu ulogu. Neke vrste su štetne, jer izazivaju kvarenje mlijeka i proizvoda od mlijeka ili stvaraju toksine koji štetno djeluju na zdravlje ljudi. S druge strane, neke vrste plijesni su korisne i upotrebljavaju se u proizvodnji sira.

Pitanja:

1. Koje se bakterije mogu naći u mlijeku?
2. Koje bakterije pripadaju bakterijama mlečne kiseline?
3. Koji je krajnji proizvod razlaganja laktoze dejstvom bakterija mlečne kiseline?
4. Koje se proteolitičke bakterije mogu naći u mlijeku?
5. Koji su krajnji proizvodi razlaganja proteina od strane proteolitičkih bakterija?
6. Šta su psihrofilni mikroorganizmi?
5. Šta su psihrotrofni mikroorganizmi?
7. Šta su lipolitički mikroorganizmi?
8. Šta su termorezistentne bakterije?
9. Koja je uloga kvasaca u mlečnoj industriji i koji su najznačajniji?
10. Koja je uloga plijesni u mlečnoj industriji i koje su najznačajnije?

Značaj mikroorganizama u kvarenju mlijeka i mliječnih proizvoda

Sadržaj

- Kvarenje mlijeka
- Kvarenje sireva
- Kvarenje kiselo-mlečnih proizvoda
- Kvarenje maslaca

Ciljevi

- Upoznavanje sa značajem mikroorganizama u kvarenju mlijeka i mliječnih proizvoda

Osnovni pojmovi

- Kvarenje namirnica
 - Kvarenje mlijeka
- organoleptičke promjene
- pasterizacija mlijeka
- sterilizacija mlijeka

Mikroorganizmi u namirnicama izazivaju **fizičke i hemijske promjene**.

Tokom hidrolize bjelančevina i masti od strane mikroorganizama oslobađaju se jedinjenja neprijatnog mirisa koja prate proces truljenja (**amonijak, vodonik-sulfid, indol, skatol, fenol, krezol**). Razlaganjem bjelančevina u namirnicama mogu nastati i jedinjenja opasna po ljudsko zdravlje, kao što su **amini**.

Razlaganjem skroba i masti takođe mogu nastati jedinjenja neprijatnog ukusa i mirisa.

Mikroorganizmi, dakle, svojom aktivnošću, **utiču na promjenu ukusa, mirisa, izgleda, boje, i konzistencije mlijeka i mliječnih proizvoda i tako ih čine neupotrebljivim za ishranu ljudi**.

Kvarenje mlijeka

Štetni mikroorganizmi imaju sposobnost da razlažu komponente mlijeka i tako dovode do njegove promjene, odnosno do pojave mana mlijeka.

Promjene fizičkih, hemijskih i organoleptičkih osobina mlijeka, izazvane mikroorganizmima, nazivaju se **mikrobiološke mane mlijeka**.

Mikroorganizmi koji prouzrokuju mane mlijeka najčešće potiču iz nežive prirode (balega, voda, posuđe za mlijeko).

Zato se zaštita mlijeka od pojave mana može, uglavnom, izvršiti sprečavanjem dolaska mikroorganizama u mlijeko, pojačanom higijenom u procesu dobijanja, obrade i prenosa mlijeka.

Najčešće promjene su:

- **sluzavost,**
- **slatko zgrušavanje mlijeka,**
- **promjena ukusa i mirisa,**
- **promjena boje itd.**

Sluzavost (tegljivost) mlijeka najčešće izaziva bakterija *Alcaligenes viscolactis*. Ovaj mikroorganizam se razmnožava na temperaturi od 10⁰C -40⁰C, pri čemu pored sluzavosti izaziva i neprijatan miris mlijeka. Pored ovog mikroorganizma, sluzavost izazivaju i koliformne bakterije (*Escherichia coli* i *Enterobacter aerogenes*), neke vrste bakterija mlečne kiseline, kao i mikrokoke. Ovi mikroorganizmi izazivaju sluzavost mlijeka zato što stvaraju sluzasti omotač koji se zove kapsula.

Slatko zgrušavanje mlijeka izazivaju sporogene bakterije iz roda *Bacillus* koje preživljavaju temperaturu pasterizacije i sterilizacije mlijeka. Pošto ove bakterije stvaraju enzim sličan himozinu, enzimu iz sirila, mogu da dovedu do zgrušavanja termički obrađenog mlijeka.

Do pojave **gorkog ukusa mlijeka** mogu da dovedu sporogene i nesporogene proteolitičke bakterije. To su bakterije iz roda *Bacillus*, *Micrococcus* i *Streptococcus*.

Mlijeko koje se duže vremena čuva na niskim temperaturama često dobija gorak ukus.

Neki mikroorganizmi izazivaju prijatan miris mlijeka, na primjer na voće, a neki neprijatan miris, kao što je miris na ribu, krompir, štalu, zemljište, trulež itd. Prijatan miris izazivaju neke bakterije mlečne kiseline iz roda *Streptococcus* i kvasci, a neprijatan bakterije iz roda *Pseudomonas*.

Do **promjene boje mlijeka** najčešće dovode bakterije koje stvaraju pigmente. Mlijeko može biti različite boje zavisno od boje pigmenta koji mikroorganizmi stvaraju u mlijeku. Pored bakterija, promjenu boje mlijeka mogu izazvati neke vrste kvasaca, plijesni i aktinomiceta.

Promjene ukusa i mirisa mlijeka mogu da izazovu i bakterije koje stvaraju proteolitičke i lipolitičke enzime.

Da bi se spriječilo **kvarenje mlijeka**, mikroorganizmi se moraju uništiti postupkom pasterizacije ili sterilizacije.

Primjenjuju se **tri načina pasterizacije**:

1. Niska pasterizacija, na temperaturi 63-65⁰C u trajanju od 30 minuta
2. Srednja pasterizacija, na temperaturi 71-75⁰C u trajanju od 15-40sekundi
3. Visoka (trenutna) pasterizacija, na temperaturi 82-90⁰C u trajanju od nekoliko sekundi

Temperature pasterizacije preživljavaju termorezistentni mikroorganizmi, pa se pasterizovano mlijeko mora čuvati na +4 °C.

Postupkom sterilizacije se uništavaju svi mikroorganizmi. Za ovaj postupak koriste se temperature u intervalu od 115⁰C do 150⁰C. Vrijeme sterilizacije na 115⁰C iznosi 20-30 minuta, a 2-3 sekunde pri 142⁰C. Neke sporogene bakterije koje prežive temperaturu

sterilizacije mogu da izazovu kvarenje sterilisanog mlijeka. Ovo kvarenje se manifestuje grušanjem, gorkim ukusom, neprijatnim mirisom, stvaranjem gasa.

Mikroorganizmima u mlijeku u prahu je onemogućeno razmnožavanje, jer mu je oduzeta voda. Međutim, ako se mlijeku u prahu poveća vlažnost, dolazi do razmnožavanja mikroorganizama i kvarenja tog mlijeka.

Kvarenje proizvoda od mlijeka

Kvarenje sireva

Bakterije mlečne kiseline sprečavaju razmnožavanje štetnih bakterija u siru. Ukoliko mlečno-kiselinske bakterije ne stvore dovoljno mlečne kiseline, stvoriće se pogodni uslovi za razmnožavanje štetnih mikroorganizama koji izazivaju promjene izgleda, konzistencije, ukusa, mirisa, boje sira i dr.

Izvori mikroorganizama u sirevima:

Izvori iz kojih mikroorganizmi dospijevaju u sireve veoma su brojni:

- mlijeko,
- sirilo,
- mljekarski pribor i alat,
- zidovi kotlova i kada za podsiravanje mlijeka,
- kalupi za sireve,
- ruke i odjeća mljekarskih radnika,
- vazduh
- voda,
- kuhinjska so itd.

Najčešća nepoželjna promjena koju izazivaju mikroorganizmi u sirevima jeste nadimanje sireva. Nadimanje sireva može biti rano i kasno.

Rano nadimanje sireva izazivaju koliformne bakterije i neki kvasci. Ovi mikroorganizmi razlažu laktozu do mlečne kiseline, sirćetne kiseline i ugljendioksida. Stvoreni ugljendioksid izaziva šupljikavost i nadutost sira, usled čega može doći do njegove deformacije i prsnuća. Ovakav sir ima neprijatan miris i ukus.

Pasterizacijom mlijeka se uništavaju koliformne bakterije, pa se tako sprečava rano nadimanje sireva. Kulture mlečno-kiselinskih bakterija koje se dodaju tokom proizvodnje sira su značajne u spečavanju ranog nadimanja sira, jer imaju antagonistički odnos prema koliformnim bakterijama.

Kasno nadimanje sireva izazivaju sporogene bakterije iz roda *Clostridium*. Ove bakterije razlažu laktozu do buterne kiseline, sirćetne kiseline, ugljendioksida i vodonika. Nakon jedne do dvije nedelje od pripreme sira, u siru se javljaju nepravilne rupice i neprijatan miris. Pasterizacijom mlijeka se ne uništavaju ove sporogene bakterije, tako da se ovim postupkom ne može spriječiti kasno nadimanje sira. Razmnožavanje ovih bakterija sprečava mlečna kiselina koja se stvara tokom procesa mlečne fermentacije sira.

Veoma je važno sprovoditi mjere higijene dobijanja mlijeka jer se tako smanjuje mogućnost kontaminacije mlijeka klostridijama koje dovode do kasnog nadimanja sira. Na sirevima se mogu razmnožavati i razne vrste plijesni, najčešće na njegovoj površini. Kiselost sira i temperatura skladištenja sira pogoduju razmnožavanju plijesni na sirevima. One su nepoželjne, jer mijenjaju ukus i boju sira. Sir dobija boju zavisno od boje kolonija plijesni i može biti zelena, crna, tamnosmeđa, žutosmeđa. Najčešće se mogu naći plijesni iz sledećih rodova: *Cladosporium*, *Monilia*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus*. Neki kvasci koji stvaraju ružičaste kolonije takođe mogu izazvati promjenu boje sira.

U unutrašnjosti sira se takođe mogu sresti narandžaste, crvene, crne, žute, bijele, smeđe mrlje koje se javljaju kao posledica razmnožavanja nekih bakterija mlečne kiseline, propionske kiseline, vrsta iz roda *Proteus* i dr.

Kvarenje kiselomlečnih proizvoda

Najpoznatiji kiselomlečni proizvodi su jogurt, kiselomlijeko, kefir i kumis.

Ovi ukišeljani proizvodi se mogu čuvati duže od mlijeka, jer je aktivnošću bakterija mlečne kiseline stvorena kisela sredina koja sprečava razmnožavanje štetnih mikroorganizama. Ipak, poslije određenog vremena i oni se pod uticajem mikroorganizama kvare.

U kiselom mlijeku i jogurtu mogu se pojaviti mjehurići gasa i neprijatan ukus. Gas stvaraju koliformne bakterije, kao i kvasci iz rodova *Torulopsis* i *Saccharomyces*. Ukoliko je kultura mlečnih bakterija za kiseljenje zagađena kvascima, nakon 24h može se pojaviti ukus na kvasac. Nakon pet dana na kiselom mlijeku i jogurtu razvijaju se na površini plijesni i kvasci, koji izazivaju neprijatan miris i ukus. Najčešće se javlja plijesan *Oospora lactis* u vidu bijelih kadifastih kolonija, koja izaziva užegao miris. Takođe se javljaju i plijesni koje imaju sive, crne, zelene i druge boje kolonija.

Kvarenje maslaca

Poslije određenog perioda čuvanja na maslacu se javljaju neželjene promjene izazvane aktivnošću mikroorganizama. Razlaganjem mlečne masti nastaje užeglost maslaca, a najčešće je izazivaju bakterije iz roda *Pseudomonas*, kao i neke plijesni.

Promjene mirisa i ukusa maslaca mogu biti različite, kao što je ukus i miris pokvarenog sira, ukus ribe, na kvasce i dr.

Miris pokvarenog sira izaziva bakterija *Pseudomonas putrefaciens* koja se razmnožava na površini maslaca. Miris na kvasce izazivaju neke vrste kvasaca. Promjenu boje na maslacu izazivaju neke bakterije, kvasci i najčešće plijesni. Pojavu crnih mrlja izaziva bakterija *Pseudomonas nigrifaciens*. Na površini maslaca mogu se razvijati i plijesni iz rodova *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* koje dovode do pojave različito obojenih mrlja.

Rezime

Mikroorganizmi svojom aktivnošću utiču na **promjenu ukusa, mirisa, izgleda, boje, i konzistencije mlijeka i mliječnih proizvoda** i tako ih čine neupotrebljivim za ishranu ljudi. .

Mikroorganizmi koji izazivaju **mane mlijeka** najčešće potiču iz nežive prirode (balega, voda, posuđe za mlijeko). Zato se zaštita mlijeka od pojave mana može u mnogome postići održavanjem adekvatne higijene u procesu dobijanja, obrade i prenosa mlijeka.

Da bi se spriječilo kvarenje mlijeka, mikroorganizmi koji su već dospjeli u mlijeko se moraju uništiti postupkom **pasterizacije ili sterilizacije**.

Bakterije mlečne kiseline sprečavaju razmnožavanje štetnih bakterija u siru.

Ukoliko mlečno-kiselinske bakterije ne stvore dovoljno mlečne kiseline, stvoriće se pogodni uslovi za razmnožavanje štetnih mikroorganizama koji izazivaju promjene izgleda, konzistencije, ukusa, mirisa, boje sira idr.

Kiselo-mlečni proizvodi se mogu čuvati duže od mlijeka, jer se aktivnošću bakterija mlečne kiseline stvara kisela sredina koja sprečava razmnožavanje štetnih mikroorganizama. Međutim, poslije izvjesnog vremena i oni se pod uticajem mikroorganizama kvare.

Pitanja:

1. Na koji način mikroorganizmi izazivaju kvarenje mlijeka i mliječnih proizvoda?
2. Koje su najčešće mane mlijeka i koji ih mikroorganizmi izazivaju?
2. Kako se može spriječiti kvarenje mlijeka koje izazivaju mikroorganizmi?
3. Opiši postupak pasterizacije i sterilizacije mlijeka
4. Koji mikroorganizmi preživljavaju temperaturu pasterizacije?
5. Kako može doći do kvarenja sterilisanog mlijeka?
6. Da li je mlijeko u prahu pogodna sredina za razmnožavanje mikroorganizama?
:.....
7. Koja je uloga bakterija mlečne kiseline u sprečavanju kvarenja sireva?
8. Kako dolazi do kvarenja sireva?
9. Koji su izvori kontaminacije sireva mikroorganizmima?
10. Koje su najznačajnije grupe nepoželjnih bakterija koje se mogu naći u siru?
11. Koje su najčešće mane sireva?
12. Koje se plijesni najčešće nalaze na površini sira i koje promjene izazivaju na njemu?
13. Kako se mogu spriječiti pojave ranog i kasnog nadimanja sireva?
:.....
14. Koji su najpoznatiji kiselo-mlečni proizvodi?
15. Zašto se kiselo-mlečni proizvodi mogu čuvati duže od mlijeka?
16. Koji mikroorganizmi najčešće dovode do kvara kiselo-mlečnih proizvoda i kako se te neželjene promjene manifestuju?
:.....
17. Koje bakterije najčešće dovode do kvarenja maslaca i kako se te promjene manifestuju?
18. Koje plijesni najčešće dovode do kvarenja maslaca i koje promjene izazivaju?

Kontaminacija mlijeka patogenim mikroorganizmima

Sadržaj

- Izvori kontaminacije mlijeka patogenim mikroorganizmima
- Virusne bolesti koje se prenose mlijekom
- Bakterijske bolesti koje se prenose mlijekom

Ciljevi

- Upoznavanje sa izvorima kontaminacije mlijeka i mliječnih proizvoda patogenim mikroorganizmima
- Upoznavanje sa najznačajnijim virusnim i bakterijskim bolestima koje se putem mlijeka i mliječnih proizvoda mogu prenijeti na ljude

Osnovni pojmovi

- Patogeni mikroorganizmi
- Kontaminacija mlijeka patogenim mikroorganizmima
- Tuberkuloza
- Bruceloza
- Mastitis

Mlijeko se može kontaminirati patogenim mikroorganizmima, bilo na taj način što potiče od bolesnih životinja ili je došlo do njegove kontaminacije iz spoljašnje sredine. Takvo mlijeko je neupotrebljivo za ishranu ljudi, jer se njime prenose različite bolesti. Zato se moraju preduzimati sve mjere koje obezbjeđuju higijensko dobijanje, obradu i prenos mlijeka do potrošača.

Virusne bolesti koje se prenose mlijekom

Mlijekom se na ljude mogu prenijeti virusi čiji je izvor oboljeli čovjek (Adenovirusi, Poliovirusi, Coxaki virus i virus infektivnog hepatitisa i virusi čiji su izvor oboljele životinje (virus krpeljskog encefalomyelitisa, virus slinavke i šapa, virus bjesnila i virus kravljih boginja).

Adenovirusi

Izazivaju respiratorna oboljenja kod ljudi (oboljenja organa za disanje).

Poliovirusi

Pripadaju grupi Picorna virusa i kod ljudi izazivaju poliomieltis, bolest koja se ispoljava naglom i iznenadnom slabošću ekstremiteta. Bolest se najčešće javlja kod djece.

Coxaki virus

Izaziva crijevne infekcije kod ljudi. Mlijeko je obično uzrok širenja ovog virusa tokom ljeta i jeseni u lošim higijenskim uslovima i kod gušćih populacija

Infektivna žutica

Još se naziva i bolest prljavih ruku. Virus izaziva crijevnu infekciju. Opisano je više epidemija u kojima je uzročnik prenet vodom, hranom, mlijekom.

Krpeljski encefalitis

Uzročnici ove bolesti se nazivaju Arbovirusi grupe B. U njihovom prenošenju učestvuje krpelj. Potrošnja sirovog mlijeka i neadekvatno pasterizovanog mlijeka poseban je rizik za infekciju ljudi.

Slinavka i šap

Slinavka i šap je veoma zarazna bolest goveda, svinja, ovaca i koza. Od ove bolesti može da oboli i čovjek. Mlijeko predstavlja posebnu opasnost za širenje bolesti na većem području. Veoma je važno da se mlijeko termički obradi na mjestu proizvodnje.

Bjesnilo

Bjesnilo je zarazna bolest koja se najčešće javlja kod pasa, mačaka i srodnih divljih životinja. Ispoljava se nervnim simptomima i završava smrću. Virus je patogen za sve toplokrvne životinje i za čovjeka. Nalazi se u pljuvački bijesnih životinja i zato se najčešće prenosi ujedom. Izlučuje se putem mlijeka bijesnih životinja, pa je razumljivo zašto je to mlijeko neupotrebljivo za ishranu.

Kravlje boginje

Uzročnik pripada Poxvirusima. Čovjek se inficira od oboljelih krava. Kontakt je osnovni put širenja bolesti. Mlijeko krava oboljelih od kravljih boginja je neupotrebljivo za ishranu ljudi.

Rikecijske bolesti koje se prenose mlijekom

Q groznica

Q groznica je bolest koju izaziva rikecija *Coxiella burnetii*, a kod ljudi se ispoljava u vidu opšte slabosti, visoke temperature, jake glavobolje. Ovaj mikroorganizam preživljava u obranom mlijeku 42 mjeseca. U bijelom siru živi 42 dana. *Coxiella burnetii* je otporna na zagrijavanje, čak je otpornija i od *Mycobacterium tuberculosis*.

Oboljela goveda i ovce, čak i ako ne pokazuju simptome bolesti mogu izlučivati velike količine rikecija u mlijeku, mokraći izmetu. Kod životinja ova bolest se može ispoljiti u vidu pobačaja i mršavljenja.

Mlijeko životinja oboljelih od Q groznice nije upotrebljivo za ishranu ljudi.

Bakterijske bolesti koje se prenose mlijekom

Najvažnije bakterijske bolesti koje se prenose mlijekom su tuberkuloza i bruceloza. Uzročnici ovih oboljenja se ne razmnožavaju u mlijeku, ali se prenose mlijekom kako na ljude, tako i životinje.

U novije vrijeme, zbog promjene navika u ishrani, čuvanja mlijeka na niskim temperaturama sve veći značaj kao patogene bakterije dobijaju *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter vrste*, *Yersinia* i dr.

Tuberkuloza

Tuberkuloza je zarazno oboljenje ljudi i životinja koje izazivaju bakterije iz roda *Mycobacterium*. Mikobakterije su tanki, pravi ili blago savijeni štapići dosta rasprostranjeni u prirodi. Otporni su na dejstvo kiselih sredstava i alkohola. Najpoznatiji uzročnik tuberkuloze ljudi i životinja je *Mycobacterium tuberculosis*. Pored ovog mikroorganizma, tuberkulozu ljudi i životinja mogu da izazovu *Mycobacterium bovis* i *Mycobacterium avium*.

Tuberkulozu krava karakteriše kašalj, smanjeno lučenje mlijeka i promjene na vimenu.

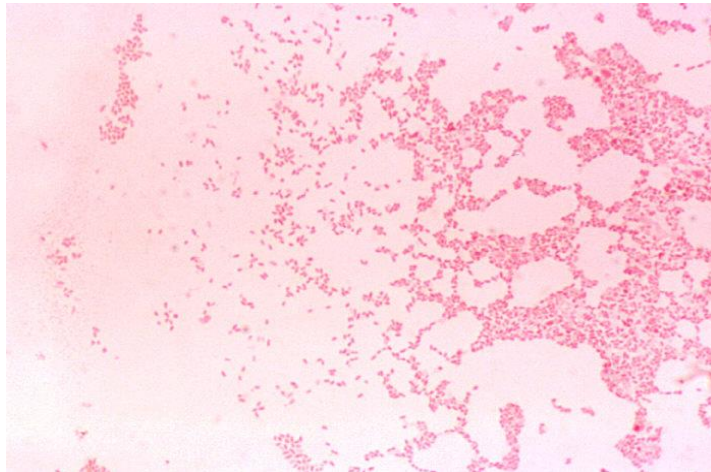
Glavni izvor infekcije ljudi je sirovo mlijeko tuberkuloznih krava. Zato je veoma važna mjera za sprečavanje širenja tuberkuloze pasterizacija mlijeka. To su temperatura 63-65°C u trajanju od 30 minuta, ili kratkotrajna pasterizacija na temperaturi 72-76°C 15-20 sekundi.

Mlijeko životinja oboljelih od tuberkuloze nije upotrebljivo za ishranu ljudi. Životinje za koje veterinarska služba utvrdi da su oboljele od tuberkuloze bivaju ubijene i neškodljivo uklonjene.

Bruceloza

Bruceloza je bolest životinja i ljudi koja se tipično prenosi mlijekom. Uzročnici bolesti su bakterije iz roda *Brucella* (*Brucella abortus*, *Brucella melitensis*). Kod muznih životinja ovi mikroorganizmi najčešće izazivaju pobačaje.

Mikroorganizmi iz roda *Brucella* su gram negativni, tanki štapići koji rastu na specijalnim podlogama. Mlijeko u ranoj fazi oboljenja nije promijenjeno. Pasterizacija uspješno uništava brucele u mlijeku. U mladom siru brucela se održava do 100 dana, u kiselom mlijeku do 30 dana, u kefiru 11, u maslacu 25-142 dana. Pri niskim temperaturama i u smrznutim proizvodima brucele žive i nekoliko godina. Životinje oboljele od bruceloze se ubijaju, a štale i površine koje su bile u kontaktu sa njima se moraju dobro dezinfikovati. Mlijeko životinja oboljelih od bruceloze ne smije se koristiti u ishrani ljudi.



Slika *Brucella spp.*

Salmoneloza

Salmoneloze su oboljenja koja izazivaju bakterije iz roda *Salmonella*. Ove bakterije se prenose sa životinja na ljude i dovode do zapaljenja želuca i crijeva.

Salmonele su gram negativni štapići, tipične bakterije digestivnog trakta, pripadaju porodici *Enterobacteriaceae*.

U Evropi su značajne nekoliko vrsta salmonela: *S. typhimurium*, *S. enteritidis*, *S. dublin*, *S. cholerae*, *S. gartneri*, *S. typhi*, *S. paratyphi*. Optimalan rast salmonele postižu pri 37°C, a mogu da rastu pri temperaturama 6,3-45°C. Mlijeko se najčešće kontaminira kontaktom sa sadržajem crijeva životinja i ljudi. Međutim, pošto salmonele mogu biti i uzročnici zapaljenja vimena krava, tj. mastitisa, moguće je da dospiju u mlijeko izlučivanjem iz vimena oboljelih krava.



Salmonella enteritidis, elektronska mikroskopija

Pošto su salmonele osjetljive na kiselu sredinu, rjeđe se nalaze u kiselomlečnim proizvodima. U sirevima se ovaj mikroorganizam može održati 6-13 meseci, zavisno od uslova čuvanja sira.

Temperatura pasterizacije uništava salmonele.

Salmonele dovode do oboljenja dejstvom endotoksina, koji se oslobađa u crijevima pri raspadanju salmonela.

Mlijeko krava koje su zaražene salmonelama se ne smije koristiti za ishranu ljudi.

Leptospiroza

Leptospiroza je zarazna bolest životinja i ljudi koju izaziva *Leptospira interrogans*. Najznačajniji izvor leptospire su glodari i zemljište.

Leptospira interrogans serotip hardjo je uzročnik pobačaja, rađanja mrtve teladi, zapaljenja vimena i niske plodnosti krava. Inficirane krave izlučuju leptospire mokraćom i mlijekom nekoliko godina. Mlijeko oboljelih krava može biti sa primjesama krvi. U mlijeku pri 4°C mogu ostati žive do dva mjeseca, a u kiselom mlijeku bivaju uništene za 10 minuta. Mlijeko oboljelih životinja se ne smije koristiti za ishranu ljudi.

Uzročnici mastitisa

Mastitis je zapaljenje mliječne žlijezde najčešće izazvano patogenim mikroorganizmima. Mikroorganizmi koji uzrokuju mastitis su štetni i za zdravlje ljudi. Pored toga, svojom aktivnošću dovode do smanjenog lučenja mlijeka koje je lošeg kvaliteta.

Do infekcije mliječne žlijezde mikroorganizmi najčešće dovode prodorom kroz sisni kanal. Najčešći uzročnici mastitisa su: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* i *Streptococcus uberis*. Najčešći izvori infekcije ovim mikroorganizmima su **bolesno vime, koža i izmet životinja, okolina, kontaminirana voda itd.**

Streptococcus agalactiae, streptokok grupe B izaziva zarazno presušenje vimena kod životinja, ali i oboljenja ljudi. Ova bakterija izaziva zapaljenje mozga kod novorođenčadi, kao i upalu materice kod žena. Ove infekcije ljudi se dovode u vezu sa korišćenjem mlijeka oboljelih krava u ishrani.

Listerioza

Listerioza je zarazno oboljenje ljudi i životinja čiji je uzročnik *Listeria monocytogenes*. Manifestuje se nervnim simptomima i veoma često se završava smrću.

Listeria monocytogenes je sve češće **uzročnik oboljenja ljudi izazvanih hranom**. Ova bakterija je psihrotrof, otporan na kiselu sredinu i visoke koncentracije soli i mikroaerofilan je.

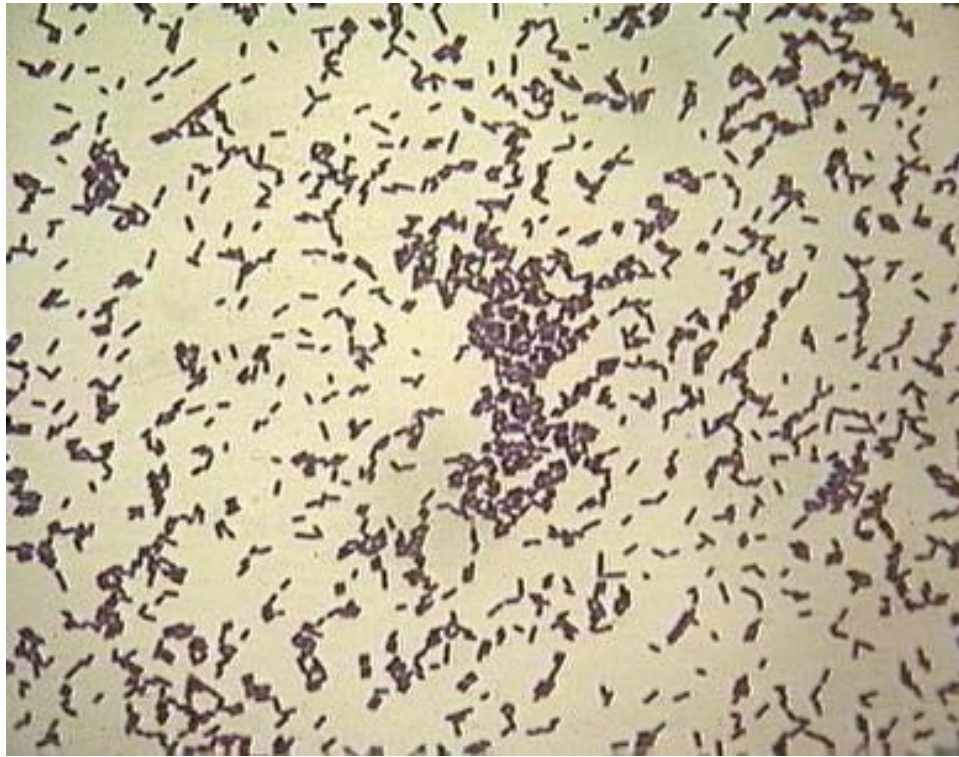
Listerija je nađena **u siru i na opremi za proizvodnju sira**. Naročito često se *Listeria monocytogenes* izoluje iz mekog sira, plavog sira i svježih sireva. Pojačanom higijenom proizvodnje sireva, broj uzoraka sireva zagađenih sa *L. monocytogenes* značajno je smanjen.

Najčešća kontaminacija sireva listerijama nastaje iz svežeg mlijeka koje pri preradi nije termički tretirano, a zatim sa opreme.

U mlekaru se listerije mogu unijeti preko odjeće i obuće radnika, vazduha, glodara i ptica.



Listeria monocytogenes, rast na krvnom agaru



Listeria monocytogenes bojenje po Gramu

Kampilobakterioza

Kampilobakterioza je oboljenje ljudi i životinja koje izaziva bakterija *Campylobacter fetus*. Oboljenje se ispoljava zapaljenjem crijeva pri čemu se javlja temperatura, proliv, bolovi u stomaku, glavi itd.

Temperatura pasterizacije ubija ovaj mikroorganizam, ali se mlijeko može naknadno kontaminirati ovim mikroorganizmom iz spoljne sredine.

Difterija

Uzročnik ove bolesti je *Corynebacterium diphtheriae*, koji dolazi u mlijeko putem sline bolesnih ljudi. Ovaj mikroorganizam je nađen i u ranicama na koži vimena krava. Osjetljiv je na temperaturu pasterizacije.

Rezime

Mlijeko može biti kontaminirano patogenim mikroorganizmima ukoliko je dobijeno mužom bolesnih životinja ili kontaminacijom iz spoljašnje sredine. Takvo mlijeko je neupotrebljivo za ishranu ljudi, jer se njime prenose različite bolesti.

Zato se moraju preduzimati sve mjere koje obezbjeđuju higijensko dobijanje, obradu i prenos mlijeka do potrošača.

Pitanja

1. Na koji način se mlijeko može kontaminirati patogenim mikroorganizmima?
2. Da li se smije mlijeko bolesnih životinja koristiti u ishrani ljudi?
3. Na koji način se može spriječiti kontaminacija mlijeka patogenim mikroorganizmima?
4. Koje su najznačajnije virusne bolesti koje se prenose mlijekom?
5. Koje su najznačajnije bakterijske bolesti koje se prenose mlijekom?
6. Kako se ljudi najčešće inficiraju uzročnikom tuberkuloze?
7. Koliko dugo uzročnici bruceloze mogu opstati u mliječnim proizvodima?
8. Šta je mastitis i zašto je ovo oboljenje značajno?
9. Koja bakterija izaziva zarazno presušenje vimena?
10. Kako uzročnik listerioze najčešće dospjeva u sir?

Intoksikacije i toksoinfekcije

Sadržaj

- Definicija intoksikacija i toksoinfekcija
- Najznačajniji mikroorganizmi koji izazivaju intoksikacije, odnosno toksoinfekcije.
- Mikotoksini u mlijeku i proizvodima od mlijeka

Ciljevi

- Razumijevanje razlike između intoksikacija i toksoinfekcija
- Upoznavanje sa najznačajnijim intoksikacijama i toksoinfekcijama

Osnovni pojmovi

- Intoksikacije
- Toksoinfekcije
- Egzotoksini
- Endotoksini
- Mikotoksini .

Intoksikacije su oboljenja ljudi koja se javljaju nakon uzimanja hrane koja sadrži egzotoksine mikroorganizama. Najznačajniji egzotoksini su toksini bakterija *Staphylococcus aureus*, *Bacillus spp.* i *Clostridium spp.* Ove bakterije ne moraju biti prisutne u hrani da bi došlo do trovanja.

Toksoinfekcije su oboljenja ljudi nastala poslije uzimanja hrane zagađene mikroorganizmima koji oslobađaju endotoksine prilikom raspadanja bakterijskih ćelija u crijevima. Takva trovanja izazivaju bakterije kao što su: *Vibrio cholere*, *E. coli*, *Salmonella* i *Shigella*. Da bi došlo do trovanja, ovi mikroorganizmi moraju biti prisutni u hrani.

Mlijekom i mliječnim proizvodima mogu da se prenesu brojni mikroorganizmi i njihovi toksini na ljude.

Stafilokokna trovanja

Do stafilokoknih trovanja dolazi usled unošenja termostabilnih toksina *Staphylococcus aureus* hranom. Ovi toksini su egzotoksini koji izazivaju smetnje u digestivnom traktu, pa se zato nazivaju i enterotoksini. Najčešći izvor kontaminacije mlijeka ovim mikroorganizmom su ljudi i obolelo vime krava. Znaci trovanja su glavobolja, uznemirenost i pad krvnog pritiska. Bolest obično traje 6-12h, vrlo rijetko dva dana.

Bacilarna trovanja hranom

Bacili su značajni u namirnicama koje se čuvaju na hladnom. Pasterizovano mlijeko i pavlaka bivaju često rekontaminirane bacilima. Razmnožavanjem bacili stvaraju enterotoksin koji izaziva trovanje. Bolest se karakteriše prolivom, bolovima u stomaku koji se javljaju 8-16h od uzimanja namirnice.

Trovanja hranom izazvana toksinom *Clostridium perfringens*

Da bi došlo do trovanja, potrebno je da se hranom unese veliki broj živih bakterijskih ćelija *Clostridium perfringens*. Zahvaljujući otpornosti spora, preživljavaju temperaturu pasterizacije, pa pasterizovano mlijeko često može biti uzrok trovanja.

Botulizam

Uzročnik botulizma je *Clostridium botulinum*. Ova bakterija je rasprostranjena u prirodi, naročito u zemljištu. Stvara veoma jak egzotoksin koji dovodi do trovanja ljudi koja se veoma često završavaju smrću. Mlijeko je rijetko uzrok trovanja ovim mikroorganizmom, jer mlečna kiselina ne dozvoljava razmnožavanje klostridija i stvaranje toksina.. Opisani su slučajevi trovanja ovim mikroorganizmom poslije konzumiranja kotaž sira ili nepravilno sterilisanog konzumnog mlijeka.



Clostridium botulinum, spore i vegetativni oblici

Bacilarna dizenterija-šigeloza

Bacilarna dizenterija, šigeloza, tifus je oboljenje koje izaziva *Shigella dysenteriae*. Znaci bolesti se javljaju nakon unošenja hrane kontaminirane šigelama kao posledica djelovanja enterotoksina. Enterotoksin izaziva sekreciju tečnosti u crijevima, što se ispoljava prolivom.

Kolibakterioze

Uzročnik kolibakterioza je *Escherichia coli*.

E. coli se može naći u svježem mlijeku, termički obrađenom mlijeku i sirevima. Porijeklo *E. coli* u ovim proizvodima može biti od bolesnih životinja i bolesnih ljudi koji je izlučuju preko svojih sekreta i ekskreta.

Postoji nekoliko grupa patogenih *E. coli*. To su: enteropatogene (EPEC), enterotoksogene (ETEC), enteroinvazivne (EIEC) i enterohemoragične (EHEC) *E. coli*.

Enteropatogene *E. coli* stvaraju termostabilni toksin. Važan faktor virulencije ovih *E. coli* je faktor adherencije koji im omogućava kolonizaciju sluznice tankog crijeva. Adherencija predstavlja sposobnost nekih mikroorganizama da se vežu i kolonizuju tkivo domaćina.

Enterotoksogene *E. coli* stvaraju termostabilni toksin i termolabilni enterotoksin. Posjeduju specifični faktor adherencije.

Enteroinvazivne *E. coli* svojim toksinima oštećuju epitelne ćelije tankog crijeva izazivajući zapaljenje sa pojavom erozija.

Enterohemoragične *E. coli* izazivaju krvavi proliv kod ljudi. Izvor infekcije za ljude ove grupe *E. coli* su uglavnom goveda.

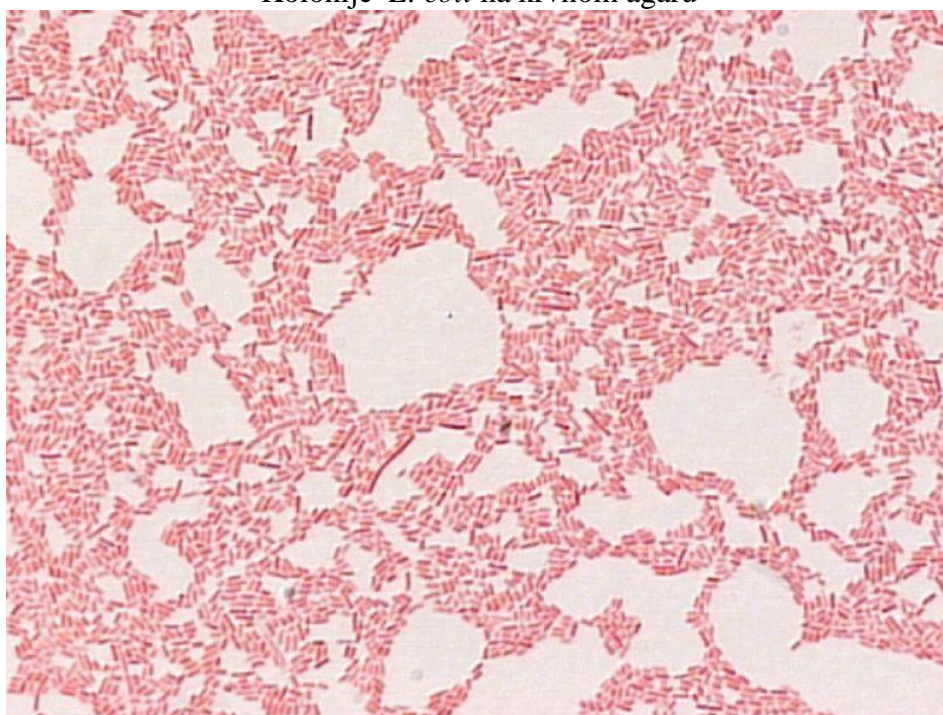
Vozila za prevoz mlijeka mogu se kontaminirati fecesom goveda na farmi, što predstavlja izvor kontaminacije za mljekare.

Virulentni faktori enterohemoragičnih *E. coli* su citotoksin, verotoksin i "shiga-like" toksin sličan onom koji proizvode šigele. Naročito je značajna enterohemoragična *E. coli* O157:H7.

Da bi *E. coli* mogla da dovede do gastroenteritisa, odnosno zapaljenja želuca i crijeva potrebno je da u organizam proдре u velikom broju. To znači da je higijena veoma značajan faktor za sprečavanje pojave oboljenja ovim mikroorganizmom.



Kolonije *E. coli* na krvnom agaru



E. coli, bojenje po Gramu

Jersinioza

Jersinioza je oboljenje koje izazivaju bakterije iz roda *Yersinia*. Oboljenje se manifestuje mučninom u stomaku, prolivom i upalom žučne bešike. Ovaj mikroorganizam se razmnožava na temperaturama od 4 do 37°C. Pri temperaturi od 25°C stvara

termostabilan enterotoksin. Nalazi se u zemlji i vodi, a stanovnik je crijevnog trakta svinja i brojnih drugih životinja, pa se otuda često izoluje iz namirnica. Ne preživljava pasterizaciju.

Mikotoksini u mlijeku i proizvodima od mlijeka

Mikotoksini su toksini koje stvaraju plijesni. Životinje koje se hrane plesnivom hranom izlučuju mikotoksine mlijekom.

Najvažniji mikotoksini koji se mogu naći u mlijeku su **afla toksin** kojeg stvara *Aspergillus flavus* i **ohratoksin** kojeg stvara *Aspergillus ochraceus*.

Aflatoksin može nastati i u sirevima razmnožavanjem plijesni. U sirevima u čijem zrenju učestvuju plijesni (kamember, bri, rokfor, gorgonzola) ne dolazi do stvaranja mikotoksina.

Optimalna temperatura za stvaranje mikotoksina na plesnivim sirevima je **26⁰C**, dok se na temperaturama ispod 10⁰C ne stvaraju.



Kolonije Aspergillus flavus

Rezime

Mlijekom i mliječnim proizvodima mogu da se prenesu brojni mikroorganizmi i njihovi toksini na ljude.

Intoksikacije su oboljenja ljudi koja se javljaju nakon uzimanja hrane koja sadrži egzotoksine mikroorganizama. Najznačajniji egzotoksini su toksini bakterija *Staphylococcus aureus*, *Bacillus spp.* i *Clostridium spp.* Ove bakterije ne moraju biti prisutne u hrani da bi došlo do trovanja.

Toksoinfekcije su oboljenja ljudi nastala poslije uzimanja hrane zagađene mikroorganizmima koji oslobađaju endotoksine prilikom raspadanja bakterijskih ćelija u crijevima. Takva trovanja izazivaju bakterije kao što su: *Vibrio cholere*, *E. coli*, *Salmonella spp.* i *Shigella spp.* Da bi došlo do trovanja, ovi mikroorganizmi moraju biti prisutni u hrani.

Pitanja

1. Šta su intoksikacije, a šta toksoinfekcije?
2. Koje su najznačajnije bakterije koje stvaraju egzotoksine?
3. Koje su najznačajnije bakterije koje stvaraju endotoksine?

4. Koji su najčešći izvori kontaminacije mlijeka sa *Staphylococcus aureus*?
5. Zašto je pasterezovano mlijeko najčešće uzrok trovanja sa *Clostridium perfringens*?
6. Šta su mikotoksini?
7. Kako se mlijeko može kontaminirati mikotoksinima?
8. Koji su najznačajniji mikotoksini koji se mogu naći u mlijeku?

Patogenost mikroorganizama

Sadržaj

- Patogenost mikroorganizama
- Virulencija mikroorganizama
- Infekcija

Ciljevi

- Upoznavanje sa osobinama patogenosti mikroorganizama

Osnovni pojmovi

- Patogeni mikroorganizmi
- Infekcija
- Inkubacija
- Pasivna imunizacija

Mikroorganizmi koji mogu da izazovu oboljenja ljudi, životinja i biljaka nazivaju se **patogeni mikroorganizmi**.

Pojavu bolesti uslovljavaju:

- stepen virulencije,
- broj patogenih mikroorganizama koji inficiraju domaćina,
- oslabljena odbrambena sposobnost organizma.

Infekcija predstavlja proces prodiranja i razmnožavanja mikroorganizama u živo organizmu. Do infekcije organizma dolazi kontaktom zdravog i bolesnog organizma, ili preko namirnica, vode, vazduha, zemljišta, glodara, insekata. Nakon infekcije ne dolazi odmah do pojave bolesti. Vremenski period koji prođe od infekcije do pojave znakova (simptoma) bolesti zove se **inkubacioni period ili inkubacija**. Taj period može trajati, zavisno od vrste bolesti, od nekoliko dana do nekoliko mjeseci.

Većina mikroorganizama ne može da savlada prirodnu odbranu organizma i zovu se **apatogeni ili saprofitni mikroorganizmi**.

Neki mikroorganizmi koji se normalno nalaze na koži i sluzokoži zdravih ljudi i životinja u određenim uslovima mogu da izazovu oboljenje. Takvi mikroorganizmi se nazivaju **uslovno (fakultativno) patogeni mikroorganizmi**. Oni postaju patogeni kada oslabi otpornost organizma usled dejstva različitih faktora, kao što su: životno doba, gladovanje, pretjerani napor, klimatski uslovi.

Patogenost predstavlja sposobnost mikroorganizama da izazovu bolest. Patogenost je stalna i nepromjenljiva osobina izvjesnih vrsta mikroorganizama.

Patogeni mikroorganizmi mogu da uđu samo kroz određena tkiva organizma koja se nazivaju **ulazna mjesta infekcije**. Pored toga, oni mogu da prodru u organizam preko povreda na koži i sluzokoži

Virulencija predstavlja stepen patogenosti. Virulencija je promjenljiva osobina jednog soja mikroorganizma . Ona se u raznim uslovima mijenja. Da li će neki mikroorganizam biti slabije ili jače virulentan zavisi od njegovih osobina kao što su infektivnost, invazivnost i toksigenost. Infektivnost podrazumijeva sposobnost mikroorganizma da stvori početno žarište na mjestu prodora u organizam.

Invazivnost podrazumijeva sposobnost mikroorganizma da se sa početnog mjesta infekcije proširi u dublja tkiva i da u njima nastavi da se razmnožava.

Toksigenost je sposobnost mikroorganizama da stvaraju toksine, odnosno otrovne materije. Mikroorganizmi imaju sposobnost da stvaraju egzotoksine i endotoksine.

Egzotoksini su supstance koje mikroorganizmi nakon sinteze izlučuju u spoljašnju sredinu. Po svojoj strukturi su proteini. Neki egzotoksini imaju osobine enzima.

Endotoksini su supstance koje mikroorganizmi izlučuju u spoljašnju sredinu tek nakon razgradnje njihove ćelije. Imaju složenu građu. Dovode do pojave groznice, pada krvnog pritiska, krvarenja i dr. Izolovani su iz gotovo svih patogenih enterobakterija koje se normalno nalaze u digestivnom traktu. (*Salmonella, Shigella, Escherichia*).

Pored toga, mikroorganizmi mogu stvoriti toksične materije i van svoga tijela, a najčešće stvaraju amine razgrađujući proteine.

Rezime

Patogeni mikroorganizmi su mikroorganizmi koji su sposobni da izazovu oboljenja ljudi, životinja ili biljaka.

Saprofitni (apatogeni) mikroorganizmi su mikroorganizmi koji ne mogu da savladaju prirodnu odbranu organizma, odnosno nijesu sposobni da izazovu bolest.

Uslovno patogeni, odnosno fakultativno patogeni mikroorganizmi su mikroorganizmi koji se normalno nalaze na koži i sluzokoži zdravih ljudi i životinja, ali su u određenim uslovima sposobni da izazovu oboljenje. .

Patogenost predstavlja sposobnost mikroorganizama da izazovu bolest.

Infekcija predstavlja proces prodiranja i razmnožavanja mikroorganizama u živom organizmu. Vremenski period koji prođe od infekcije do pojave znakova (simptoma) bolesti zove se **inkubacioni period ili inkubacija**

Mikroorganizmi imaju sposobnost da stvaraju egzotoksine i endotoksine.

Pitanja

1. Šta su patogeni mikroorganizmi?
2. Šta su apatogeni (saprofitni) mikroorganizmi?
3. Šta su uslovno patogeni mikroorganizmi?
4. Koji faktori uslovljavaju pojavu bolesti?
5. Šta je infekcija?

6. Šta je inkubacija?
7. Šta je patogenost?
8. Šta je virulencija?
9. Od kojih osobina mikroorganizama zavisi virulencija?
10. Definiši infektivnost, invazivnost i toksigenost mikroorganizama.
11. Šta su egzotoksini i endotoksini mikroorganizama?

Imunitet i vrste imuniteta

Sadržaj

- Imunitet i imuni odgovor
- Urođeni mehanizmi odbrane organizma
- Stečeni mehanizmi odbrane organizma
- Imunizacija

Ciljevi

- Upoznavanje sa mehanizmima odbrane organizma

Osnovni pojmovi

- Imunitet
- Mehanizmi odbrane organizma
- Zapaljenje
- Antigeni
- Antitijela
- Imunizacija
- Vakcine

Pojava bolesti zavisi od stepena virulencije i broja patogenih mikroorganizama koji su prodrli u organizam, kao i sposobnosti organizma da se odbrani od bolesti.

Imunitet, odnosno otpornost organizma, podrazumijeva njegovu sposobnost da se odbrani od pojave bolesti. Svaki živi organizam ima mehanizme odbrane od dejstva mikroorganizama.

Postoje urođeni i stečeni mehanizmi odbrane organizma (urođeni i stečeni imunitet). Urođeni mehanizmi reaguju poslije prvog kontakta organizma sa patogenim mikroorganizmom. Najviše zavise od genetskih, dakle urođenih osobina organizma.

Urođeni mehanizmi odbrane organizma su nespecifičan odgovor na invaziju stranih molekula. Čine ih fagocitoza, antimikrobne supstance i faktori zapaljenja.

Fagocitoza

Mikroorganizmi koji su uspjeli da savladaju mehaničke prepreke domaćina (koža, sluzokoža, sekreti) dopijevaju u tkivne tečnosti, tkiva i krvotok gdje bivaju izloženi dejstvu specijalnih ćelija-fagocita (“ćelije koje gutaju”).

One su sposobne da strane molekule unesu u svoju citoplazmu i svojim enzimima ih razlože.

Fagocitoza predstavlja efikasan odbrambeni mehanizam, koji djeluje odmah nakon kontakta sa štetnim činiocem.

U fagocitozi učestvuju dva tipa fagocita, koji predstavljaju specijalizovane leukocite (bijela krvna zrnca).

Polimorfni leukociti (granulociti) su dobili naziv po mnogobrojnim granulama u citoplazmi. Vode porijeklo iz koštane srži i stalno se nalaze u krvi.

Monociti su fagociti koji vode porijeklo iz kostne srži.

Pokretni monociti se nalaze u krvi i limfi.

Nakon što izađu iz cirkulacije postaju nepokretni i takvi se mogu naći u tkivu jetre, slezine i u kostnoj srži. Nepokretni monociti se nazivaju makrofagi.

Antimikrobne supstance

Antimikrobne supstance koje luči organizam, imaju baktericidno ili viricidno dejstvo, a nalaze se:

- u pljuvački,
- sekretu nosne sluzokože,
- suzama i
- različitim tkivnim tečnostima.

Najznačajnija antimikrobna supstanca koju stvara organizam je enzim lizozim. Ovaj enzim razlaže ćelijski zid bakterija.

Zapaljenje

Zapaljenje predstavlja zaštitnu reakciju organizma na prodor mikroorganizama.

Ove reakcije omogućavaju da se fagociti kreću prema mjestu upale gdje fagocituju (“gutaju”) mikroorganizme i djelove raspadnutog tkiva.

Stečeni mehanizmi otpornosti -imuni odgovor

Imunitet u užem smislu predstavlja specifičnu otpornost organizma na prodor mikroorganizama. On se ostvaruje zahvaljujući specifičnim, odnosno stečenim mehanizmima odbrane organizma.

Stečeni mehanizmi odbrane organizma se pokreću poslije ponovnog kontakta patogenog mikroorganizma sa organizmom domaćina.

Imuni odgovor je specifična reakcija organizma na kontakt sa stranom materijom. Ta strana materija zove se antigen.

Organizam na prisustvo antigena reaguje stvaranjem antitijela, koja su po svojoj građi proteini.

U imunom odgovoru učestvuju ćelije i tkiva organizma.

Mikroorganizmi su takođe strane materije za organizam, odnosno antigeni. Ćelijski zid bakterija sadrži O antigen, flagele H antigen, a kapsula K antigen.

Egzotoksini i endotoksini i njihove modifikacije (toksoidi) imaju antigena svojstva.

Antitijela se stvaraju u ćelijama krvi koje se zovu limfociti. Ove ćelije se stvaraju u limfnim organima (limfne žlijezde, slezina, krajnici i dr.).

U toku imunog odgovora limfociti djeluju zajedno sa fagocitima-makrofagima.

Makrofagi u toku fagocitoze i enzimske lize mikroorganizama obrađuju antigene, koji stimulišu stvaranje antitijela u limfocitima.

Postoje B i T limfociti.

Ćelije B tipa sintetisaju i u krv izlučuju specifična antitijela prema antigenu sa kojim su reagovale.

Antitijela se mogu direktno vezati za površinu mikroorganizama i tako omogućiti lakšu fagocitozu.

Ćelije T tipa (T limfociti) stupaju u direktan kontakt sa mikroorganizmima i ubijaju ih.

Proces se naziva ćelijski imuni odgovor.

Imunološko pamćenje:

Kod imunog odgovora može se razlikovati primarni odgovor, koji je rezultat prvog kontakta domaćina sa stranom materijom-antigenom i sekundarni odgovor, koji se javlja kada se antigen ponovo nađe u organizmu domaćina.

Specifične ćelije domaćina "pamte" da su bile u kontaktu sa antigenom i pripremljene su na brz i tačan odgovor.

Imunizacija

Imunizacija je proces stvaranja imuniteta, odnosno otpornosti prema infektivnim bolestima.

Imunizacija može biti **aktivna i pasivna**. Aktivna imunizacija se vrši primjenom vakcina a pasivna primjenom imunih seruma.

Aktivni imunitet se postiže unošenjem antigena u organizam koji izaziva stvaranje antitijela.

Vakcine se pripremaju od živih mikroorganizama (atenuirani mikroorganizmi) čija je virulentnost oslabljena različitim fizičkim i hemijskim agensima, gajenjem na specijalnim podlogama itd.

Druga vrsta su vakcine pripremljene od mrtvih mikroorganizama koji su sačuvali antigena svojstva.



Vakcinacija

Treća vrsta vakcina su **toksoidi**, dobijeni tretiranjem toksina patogenih mikroorganizama toplotom ili hemijskim agensima, što dovodi do gubitka toksičnosti, ali ostaju imunogene determinante. Danas je moguće blagovremenom vakcinacijom spriječiti veliki broj bakterijskih i virusnih bolesti. Egzotoksini su odlični antigeni. Na visokim temperaturama gube toksičnost, ali ne antigenost, zbog čega se novonastale supstance-toksoidi koriste za vještačku imunizaciju.

Pasivni imunitet postiže se davanjem seruma iz jedinke čija krv sadrži već stvorena antitijela, koja reaguju sa antigenom prouzrokovavčem bolesti. “Tuđa” antitijela privremeno štite organizam od određenog mikroorganizma.

Rezime

Imunitet ili otpornost, predstavlja sposobnost organizma da se odbrani od pojave bolesti.

Postoje **urođeni i stečeni mehanizmi odbrane organizma.**

Imuni odgovor je specifična reakcija organizma na kontakt sa stranom materijom. Ta strana materija zove se antigen.

Organizam na prisustvo antigena reaguje **stvaranjem antitijela**, koja su po svojeg građi proteini. U imunom odgovoru učestvuju ćelije i tkiva organizma.

Imunizacija je proces stvaranja imuniteta prema infektivnim bolestima.

Imunizacija može biti aktivna i pasivna.

Aktivna imunizacija se vrši **primjenom vakcina** a pasivna primjenom **imunih seruma.**

Pitanja

1. Šta je imunitet?
2. Koji mehanizmi imuniteta postoje?
3. Šta su urođeni, a šta stečeni mehanizmi odbrane organizma?
4. Koji su urođeni mehanizmi odbrane?
5. Objasni odbrambeni mehanizam fagocitozu.
6. Koje su antimikrobne supstance organizma i gdje se nalaze?
7. Šta je zapaljenje?
8. Koji su stečeni mehanizmi odbrane?
9. Šta je imuni odgovor?
10. Šta su antigeni, a šta antitijela?
11. Šta je imunizacija i kako se vrši?
12. Koje vrste imuniteta postoje?

Hemoterapeutici i antibiotici

Sadržaj

- Hemoterapeutici i antibiotici
- Sinteza antibiotika

Ciljevi

- Upoznavanje sa osnovnim osobinama hemoterapeutika i antibiotika

Osnovni pojmovi

- Hemoterapeutici
- Antibiotici
- Antibiogram

Hemoterapeutici su hemijska jedinjenja koja imaju antimikrobno dejstvo.

Antibiotici su proizvodi metabolizma mikroorganizama koji imaju antimikrobno dejstvo.

Skoro sve antibiotike u širokoj upotrebi sintetišu bakterijski rodovi: *Streptomyces* i *Bacillus* i rodovi gljiva *Penicillium* i *Cephalosporium*.

Bakterije mogu biti osjetljive ili otporne na antibiotike.

Neki antibiotici inhibiraju sintezu proteina, drugi sintezu nukleinskih kiselina, ćelijskog zida ili citoplazmatične membrane mikroorganizama.

Rezistentne, tj otporne bakterije predstavljaju problem pri liječenju antibioticima.

Bakterije mogu steći otpornost, odnosno rezistentnost na antibiotike. Tu osobinu stiču ukoliko dođe do mutacije, ili prenosa plazmida koji nosi gene rezistentnosti na određene antibiotike. U svrhu uspješnog liječenja se ispituje osjetljivost patogenih mikroorganizama na antibiotike.

Metoda za određivanje osjetljivosti bakterija na antibiotike naziva se antibiogram.



Antibiogram

Pitanja

1. Šta su hemoterapeutici?
2. Šta su antibiotici?
3. Koji mikroorganizmi sintetišu antibiotike?
4. Kako antibiotici mogu djelovati na mikroorganizme?
5. Na koji način mikroorganizmi stiču rezistenciju na antibiotike?
6. Šta je antibiogram?

