

Patogeni mikroorganizmi

Alilović, Kristina

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:236355>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Kristina Alilović

Patogeni mikroorganizmi

završni rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Nastavni predmet:

Opća mikrobiologija

Patogeni mikroorganizmi

Završni rad

Predmetni nastavnik: dr. sc. Lidija Lenart, docent

Studentica: Kristina Alilović MB: 3232/09

Mentor: dr. sc. Lidija Lenart, docent

Predano:

Pregledano:

Ocjena:

Potpis mentora:

Patogeni mikroorganizmi

Sažetak

Mikroorganizmi su prisutni svugdje u okolišu, pa čak i u samom čovjeku. Unatoč brojnim korisnim procesima koje izazivaju, mnogi mikroorganizmi su i uzročnici raznih bolesti i epidemija. Takve mikroorganizme nazivamo patogenim mikroorganizmima. Njihova mnogobrojnost u okolišu ukazuje na kompleksnost same klasifikacije mikroorganizama. Mikroorganizmi se mogu podijeliti na bakterije, viruse, gljive, alge i protozoe. Bakterije su dio čovjekove normalne flore te imaju brojne korisne funkcije. Bakterije su bile vrlo bitne i u biološkoj evoluciji. Zajednička karakteristika mikroorganizama je da su vidljivi samo pod mikroskopom. Za uzgoj i rast mikroorganizama potrebni su određeni uvjeti kao što su: optimalna temperatura, pH, vlažnost, odsutnost ili prisutnost zraka. Neki mikroorganizmi se mogu razmnožavati spolno ili nespolno, a neki (primjerice virusi) trebaju stanicu domaćina da bi opstali i bili aktivni. Mikroorganizmi mogu imati prokariotski tip stanice ili eukariotski tip stanice. Prokarioti imaju stanice jednostavnije građe, dok su eukariotske stanice mnogo složenije građe. Mikroorganizmi imaju veliki značaj u "čišćenju" prirode, medicini te procesima u prehrambenoj industriji.

Ključne riječi: čovjek, patogeni mikroorganizmi, bolesti, kompleksnost

Pathogens

Summary

Microorganisms are present everywhere in the environment, and even the man himself. Despite numerous useful processes that they cause, many microorganisms are also causing a variety of diseases and epidemics. Those microorganisms are called pathogens. Their multiplicity in the environment indicates the complexity of the classification of microorganisms. Microorganisms can be divided into bacteria, viruses, fungi and protozoa. Bacteria are part of humans normal flora and have numerous useful functions. Bacteria were also very important in biological evolution. The common characteristic of microorganisms is that they are only visible under a microscope. Microorganisms require certain conditions to occur and to multiply: a suitable temperature, absence or presence of air, moisture and host. Some microorganisms are able to reproduce sexually or asexually, and some (such as viruses) need a host cell to survive and to be active. Microorganisms may be prokaryotes and eukaryotes. Prokaryotes are made up of only one cell, while eukaryotes are made of two or more cells. Microorganisms have great significance in the "cleansing" of nature, medicine and processes in the food industry.

Keywords: man (human), pathogens, diseases, complexity

Sadržaj

1. UVOD	1
2. GLAVNI DIO	2
2.1. MIKROORGANIZMI	2
2.2. BAKTERIJE	3
2.2.1. Općenito o bakterijama	3
2.2.2. Patogenost bakterija	4
2.2.3. <i>Streptococcus spp.</i>	5
2.2.4. <i>Staphylococcus spp.</i>	6
2.2.5. <i>Neisseria spp.</i>	6
2.2.6. <i>Enterobacteriaceae</i>	7
2.2.7. <i>Vibrio. Aeromonas. Plesiomonas</i>	9
2.3. VIRUSI	9
2.3.1. Općenito o virusima	9
2.3.2. Patogenost virusa	11
2.3.3. Enterovirusi	13
2.3.4. Poliovirus	13
2.3.5. Coxsackie virusi	14
2.3.6. Hepatitis A virus	14
2.3.7. Rubella virus	15
2.3.8. Rota virus	15
2.4. GLJIVE	16
2.4.1. Općenito o gljivama	16
2.4.2. Patogenost gljiva	16
2.4.3. <i>Candida</i>	18
2.4.4. <i>Penicillium spp.</i>	19
2.4.5. <i>Mucor</i>	19
2.4.6. <i>Cryptococcus spp.</i>	20
2.4.7. <i>Rhinosporidium seeberi</i>	20
2.5. PROTOZOE	20
2.5.1. Općenito o protozoama	20
2.5.2. Patogenost protozoa	21
2.5.3. Tkivna ameboza	22
2.5.4. <i>Plasmodium spp.</i>	22
2.5.5. <i>Trypanosoma spp.</i>	23

2.6.	PATOGENI MIKROORGANIZMI U HRANI	23
3.	ZAKLJUČAK	26
4.	LITERATURA	27

1. UVOD

Zadatak završnog rada je proučiti i objasniti patogenost mikroorganizama koji u različitim uvjetima, sredinama te pod djelovanjem različitih faktora uzrokuju oboljenja. Virulencija predstavlja stupanj patogenosti pa mikroorganizmi mogu biti jako virulentni, virulentni, slabo virulentni i avirulentni. Postoji više puteva i sredina iz kojih patogeni mogu doprijeti u organizam domaćina. Organizam koristi vlastite mehanizme obrane koji čine čovjekov imunološki sustav i korisne bakterije koje obitavaju u ljudskom organizmu. Međutim, ako na neki način dođe do njihovog oštećenja, tada patogeni mikroorganizmi počinju svoje razmnožavanje u stanicama domaćina te dolazi do različitih bolesti ili epidemija. Patogeni predstavljaju ozbiljnu prijetnju zdravlju i životu ljudi stoga je važno održavati tjelesnu higijenu te higijenu hrane i vode.

Rad daje uvid u građu i karakteristike mikroorganizama te njihovu podjelu na bakterije, viruse, gljive, alge i protozoe. O svakoj skupini se navode općenite značajke, njihovi predstavnici i opisuju brojni procesi koje izazivaju. Objašnjen je utjecaj patogenih mikroorganizama u hrani, a na kraju su dani zaključak i literatura.

2. GLAVNI DIO

2.1. MIKROORGANIZMI

Mikroorganizmi su sićušna bića koja se ne mogu vidjeti golim okom, nego samo pod mikroskopom i to pod povećanjem od 1000 puta. Mikroorganizmi su toliko sićušni da "ih u jednoj kapi vode može biti više milijuna, a u 1 ml vode ili u 1 g zemljišta čak i više milijardi" (Stojanović, 1995.). Oni predstavljaju najmnogobrojniju i najraznovrsniju skupinu živih bića, pored životinja i biljaka. Mikroorganizmi se dijele na bakterije, gljive, alge, protozoe, viruse i druge heterogene organizme. Većina mikroorganizama je malih dimenzija, okom nevidljive. No, postoje i neke vrste gljiva koje dosežu i promjer od nekoliko metara. Građa mikroorganizama može biti jednostanična, višestanična ili acelularna – nestanične građe (virusi). Mikroorganizmi su poznati kao najstariji stanovnici zemlje i prethodnici svih živih organizama.

Mikroorganizmi se prema djelovanju dijele na ljude dijele se na patogene, nepatogene i uvjetno patogene. Patogeni mikroorganizmi su oni mikroorganizmi koji "u najvećem broju slučajeva u domaćina s normalnim obrambenim sposobnostima izazivaju bolest" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.). "Oni koji izazivaju bolest samo u čovjeka s oslabljenom obranom zovu se uvjetno ili potencijalno patogeni" (Kalinić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Nepatogeni ili apatogeni su pak oni koji u "najvećem broju osoba s normalnom obranom ne izazivaju bolest" (Kalinić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Zajedničko im je što se ne mogu osjetiti, vidjeti ili okusiti.

Mikroorganizmi su rasprostranjeni u zraku, vodi, zemljištu, prehrambenim proizvodima i u čovjeku što pokazuje njihovu različitost. Iako se točan broj mikroorganizama ne može još točno odrediti, postoji otprilike oko 100 000 vrsta gljiva, 1600 vrsta bakterija, 17 000 vrsta algi, te više od 2000 virusa. Prisustvo mikroorganizama se bilježi svuda osim u dubokim slojevima zemlje, vulkanskoj lavi, zatvorenim biološkim sistemima poput krvotoka i fiziološki aktivnih tkiva životinja i biljaka.



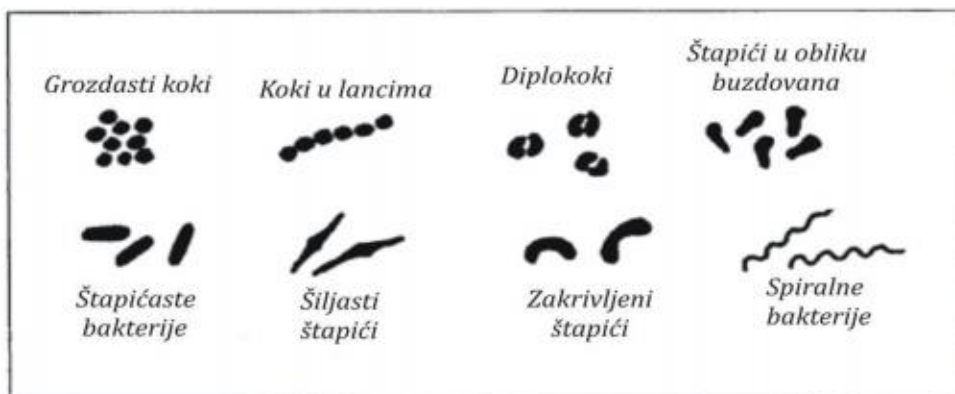
Slika 1. Prikaz pod mikroskopom: A) Bakterije; B) Virusi; C) Gljive; D) Protozoe

2.2. BAKTERIJE

2.2.1. Općenito o bakterijama

Naziv *bakterija* potiče od grčke riječi **bakterion** što znači štapić ili palica. Bakterije su mikroorganizmi koji se nazivaju prokarioti (grčki *protis* – prvi, *karyon* – jezgra). Svrstane su u tu skupinu jer nemaju posebno oblikovanu jezgru. Jezgrina tvar je slobodno ukljopljena u citoplazmu. Jezgra bakterije se "sastoji od jedne jedine dvostruke uzvojnice DNA ili kromosoma s linearnom ligaturom gena, te nešto veznih proteina i ribonukleotida" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Upravo je to ono što ih razlikuje od ostalih živih bića. Njihova duljina se kreće od 0,3 μm do 20 μm . Promjer većine bakterija je 1 μm . Osnovni sastojci bakterijske stanice su citoplazma, stanična ovojnica te vanjski dijelovi (bičevi, kapsula, fimbrije). Bakterije se promatraju svjetlosnim mikroskopom te se tako može odrediti njihova veličina, osnovni oblik i pokretljivost. Postoje četiri oblika bakterijskih stanica:

- kuglaste bakterije – koki
- štapićaste bakterije – bacili
- zavojite bakterije – spirohete
- prijelazni oblici – kokobacili.



Slika 2. Različiti oblici bakterija

Bakterije se u prirodi mogu naći u različitim uvjetima; "ili kao privremeno izdvojena skupina istih jedinki na nekom prostoru ili, češće, zajedno s drugim vrstama mikroorganizama" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Uvjeti za rast bakterija obuhvaćaju različite varijacije u aciditetu, temperaturi i osmotskom tlaku. Razmnožavanje se uvjetuje dostupnošću vode, hrane i veličinom dostupnog prostora, a ograničeno je raznim toksinima. Kako bi se prehranile, u prostoru pronalaze tvari koje su im potrebne za opstanak. To su ugljik, vodik, kisik, dušik, fosfor, sumpor te neki rijedi elementi. Pomoću tih elemenata stvaraju svoje makromolekule.

2.2.2. Patogenost bakterija

U okolini koja okružuje čovjeka nalazi se mnoštvo mikroorganizama. Samo mali broj među njima izaziva bolest. Oni mikroorganizmi koji žive na sluznicama i na koži čovjeka nazivamo njegovom normalnom florom. One bakterije koje izazivaju bolest nazivaju se patogenima prema grčkom nazivu *pathos* – bol i *genao* – rađati, stvarati. Sastavni dijelovi bakterija ili pak njihovi izvanstanični proizvodi su ono što čini bakteriju patogenom, a stupanj patogenosti bakterije nazivamo virulencijom. Virulencija se mjeri "količinom mikroorganizama ili njihovih toksina potrebnom da izazove bolest" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.).

Bakterija i makroorganizam dolaze u interakciju putem adherencije bakterije na kožu ili sluznice u procesu koji je specifičan za bakteriju i stanice domaćina. Kada se bakterija počne umnožavati dolazi do infekcije. Patogene bakterije prodiru u stanice domaćina i šire se u organizmu i oštećuju domaćina svojim toksinima, a domaćin reagira na njihovo postojanje. Tako nastaju infektivne bolesti, tj. oštećenja strukture ili funkcije makroorganizma koje mogu završiti na tri načina: smrću domaćina, domaćin eliminira mikroorganizam, ili nastane stanje ravnoteže (kronična infekcija).

Bakterijske infekcije pronalaze put u domaćina putem intaktne sluznice probavnog, dišnog i spolno-mokraćnog sustava ili putem ozlijeđene kože. Infekcija započinje tako da se bakterija adherencira na stanici domaćina. Vrlo je važna bakterijska pokretljivost u dopiranju bakterije do stanica sluznice jer pokretljivije bakterije lakše svladavaju prepreke poput sluzi na epitelu. Neke od tih bakterija su *Vibrio cholerae* i *Helicobacter pylori*. "Bakterije se na stanicu vežu nespecifičnim hidrofobnim vezama, te pomoću specifičnih adhezina na

komplementarne receptore na površini stanica" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Kada se patogene bakterije adheriraju, one se počinju umnožavati i kada ih se dovoljan broj namnoži, počinju invaziju u tkiva tako što prolaze između epitelnih stanica sluznice (*Salmonella*, *Haemophilus influenzae* tip b) ili ulazeći u epitelnu stanicu procesom endocitoze (*Neisseria meningitidis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Yersinia enterocolitica*). Neke bakterije nakon endocitoze ostaju u vakuoli, a neke izlaze iz nje i rasipaju se po citoplazmi. Iz epitela mogu ići i dublje u tkivo i u krvotok. *Streptococcus pneumoniae* je primjer invazivna bakterija koja kada uđe u krvotok izazove bakterijemiju, i kada na kraju uđe u likvorski prostor središnjeg živčanog sustava izazove meningitis. Određene bakterije koriste svoju toksičnost kako bi djelovale na domaćina. "Bakterijski toksini topljive su tvari koje djeluju na stanice domaćina mijenjajući njihov metabolizam sa štetnim, a nekada i fatalnim posljedicama po stanicu i po domaćina" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Pojedine bakterije proizvode jedan toksin (tetanus, botulizam, kolera, difterija) dok druge bakterije proizvode više ili mnogo različitih toksina. Patogenost bakterija još čine i njihovi ekstracelularni enzimi koji se dijele u dvije skupine: enzimi koji oštećuju ili razaraju tkivo, te IgA1 proteaze.

Vrlo važna skupina činitelja patogenosti bakterija je skupina koja bakterijama omogućuje obranu od obrambenih mehanizama domaćina. Činitelji koji onemogućuju fagocitozu bakterija su: topljive tvari koje inhibiraju pozitivnu kemotaksiju fagocita, strukture, poput kapsule, površinskih proteina koje sprječavaju fagocitozu, mogućnost adsorpcije normalnih komponenti domaćina na svoju površinu, tvari koje sprječavaju spajanje fagosoma i lizosoma, srodnost antigena bakterije s antigenima domaćina, te sposobnost mijenjanja površinske antigene strukture.

2.2.3. *Streptococcus spp.*

Streptokoki su bakterije koje su vrlo proširene u prirodi unatoč tome što žive samo na sluznicama čovjeka i životinja. Naziv su dobili po izgledu, prema grčkoj riječi *streptos* – lančana ogrlica te latinskoj riječi *kokus* – lopta. Oni su "gram-pozitivne, okrugle ili ovalne bakterije, promjera 0,8 – 1,0 μm , složene u paru ili u lancu različite duljine" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 1995.). Oni su anaerobne bakterije, nepokretne i bez spora. Glukozu razgrađuju do mliječne kiseline te se stoga nazivaju bakterijama mliječne kiseline. Osjetljivi su na djelovanje fizičkih i kemijskih agenasa drugih bakterija. Rastu na obogaćenim hranjivim podlogama, a na čvrstim podlogama formiraju sjajne, sitne, okrugle kolonije. Dije se na tri

grupe, ovisno o tipu hemolize koje stvaraju na krvnom agaru: β -hemolitičke, α -hemolitičke i anhemolitičke.

2.2.4. *Staphylococcus spp.*

Stafilokoki su bakterije koje pripadaju porodici *Micrococcaceae*, u koji pripadaju i rod *Staphylococcus*, *Micrococcus* i *Planococcus*. Stafilokoki su gram-pozitivne bakterije, promjera 0,8 – 1,2 μm . Najčešće se nalaze u nepravilnim nakupinama. Oni su paraziti ljudi i životinja, nemaju spore i nisu pokretni. Proizvode veliki broj celularnih i ekstracelularnih supstanci koje su važne u patogenezi oboljenja (Živanović i suradnici, 2009.). Dije se u dvije skupine, prema sposobnosti koagulacije krvne plazme: *Staphylococcus aureus* kao koagulaza pozitivna vrsta i u skupinu koagulaza-negativnih vrsta, kojih ima oko 30. *Staphylococcus aureus* je bakterija koja vrlo lako razvija otpornost prema raznim antibioticima. Danas postoji oko 95% sojeva koji su otporni na penicilin. Skupina toksina koji su označeni alfa-, beta-, gama-, deltatoksin su smrtonosni za životinje. Leukocidin je toksin koji određeni stafilokoki proizvode i ubije granulocite čovjeka i kunića. Nakon poroda stafilokok kolonizira kožu i vestibulum nosa novorođenčeta i često probavni sustav i vaginu te tamo ostaje trajno. Ukoliko dospije u oštećeno tkivo izaziva upalnu reakciju. Stafilokoki također izazivaju trovanje hranom, toksični šok sindrom te sindrom opečene kože. Infekcije stafilokokima mogu se prenositi dodirrom te zrakom, a najveća pojavnost infekcija uzrokovane stafilokokima su u bolnicama (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.).

2.2.5. *Neisseria spp.*

Bakterije roda *Neisseria* su gram-negativni, diplokok, tetrade ili manje nakupine. Nepokretni su i ne stvaraju spore. Oni su intracelularni paraziti te rastu na obogaćenim hranjivim podlogama pri temperaturi od 35 do 37°C. Slabo razgrađuju ugljikohidrate te proizvode enzime katalazu i oksidazu. Nalaze se u sluznici čovjeka. Samo dva tipa iz ove skupine su patogene bakterije, a to su *N. meningitidis* i *N. gonorrhoeae*.

Neisseria meningitidis bakterija zvana meningokok je uzročnik gnojnog meningitisa i nalazi se na sluznici gornjeg dišnog sustava. Meningokok je aerobna bakterija koja se razlikuje od ostalih bakterija iz roda *Neisseria* prema tome što acidira maltozu i glukozu. Čovjek je jedini dimaćin meningokoka, a infekcija se prenosi kapljičnim putem, te je najčešći uzročnik akutnog bakterijskog meningitisa s visokom smrtnošću (Živanović i sur., 2009.).

Bakterije vrste *Neisseria gonorrhoeae*, zvana gonokok, uzročnik je spolne bolesti gonoreje. Isključivo izaziva bolest kod čovjeka. Izvor zaraze je osoba sa supkliničkim oblikom infekcije ili kliconoša bez simptoma bolesti. *N. gonorrhoeae* je gram-negativna bakterija, nepokretni diplokok, te sadrže fimbrije koje su važne za adheriranje i kapsulu različite debljine koja sadrži antigene i antifagocite. (Živanović i suradnici, 2009.) Također je slabo biokemijski aktivna i jedino razgrađuje glukozu. Pojedini sojevi gonokoka za rast zahtijevaju aminokiseline, purine, pirimidine te se tako mogu tipizirati.

2.2.6. Enterobacteriaceae

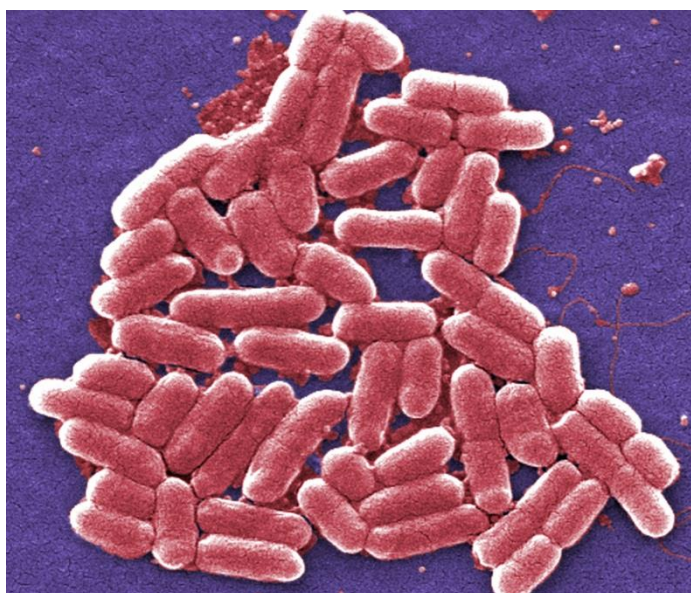
Bakterije porodice *Enterobacteriaceae* su gram-negativne, pokretne štapičaste bakterije koje ne stvaraju spore te su anaerobne. Porodica se sastoji od više od 100 vrsta bakterija, ali samo 25 od njih je patogeno i može izazvati bolesti kod čovjeka. Bakterije iz ove porodice se nalaze kao komenzali u probavnom sustavu čovjeka i mnogih životinjskih vrsta. Ima ih i u tlu, vodi i na biljkama. Kolonije enterobakterije su velike, sjajne i glatke. Mogu fermentirati ugljikohidrate ili koristiti Krebsov oksidacijski ciklus. (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.) Koriste glukozu i reduciraju nitrate u nitrite. Prema antibioticima pokazuju različitu osjetljivost. (Živanović i suradnici, 2009.) Najpoznatiji rodovi ove porodice su: *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Listeria* i bakterija vrste *Escherichia coli*.

Salmonella je rod u porodici *Enterobacteriaceae* i sastoji se od sedam podvrsta. "Unutar svake podvrste salmonele se dijele prema antigenoj strukturi u serotipove, kojih je do sada poznato oko 2.200" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.). Većina serotipova je patogena za čovjeka. Salmonele se nalaze u crijevima kao paraziti kralježnjaka, vrlo su otporne na štetne utjecaje okoline, a mogu dugo preživjeti i u vodi i u tlu. Većina salmonela je pokretna. Imaju mnogo različitih enzima pa mogu razgrađivati razne ugljikohidrate i aminokiseline. Sve *Salmonella* vrste razgrađuju glukozu. Postoje serotipovi koji su adaptirani samo na čovjeka (*S. typhi*, *S. paratyphi A* itd.), samo na životinje (*S. abortusequi*, *S. dublin*, itd.), te serotipovi koji imaju širok raspon domaćina (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.). U ljudskom organizmu izazivaju bolesti kao što su: gastroenteritis, crijevu groznicu i sindrom sepse.

Šigele su štapičaste bakterije koje su nepokretne, gram-negativne, bez kapsule. Slabo fermentiraju ugljikohidrate, patogene su za čovjeka i u bliske su sa vrstom *E. coli*. Do sada su

pronađene samo u probavnom traktu čovjeka i primata. Bolest koju izazivaju je bacilarna dizenterija, a šigele su vrlo infektivne. Vrlo su opasne kod djece i starijih ljudi, gdje mogu izazvati acidozu, dehidraciju i smrt. Odrasle osobe spontano ozdrave u roku od 2 do 5 dana. Neke od vrste šigela su: *S. sonnei*, *S. flexneri* i *S. dysenteriae* tip 1.

Escherichia coli je štapičasta bakterija koja je gram-negativna, asporogena, aerobna i fakultativno anaerobna. Dio je normalne crijevne flore čovjeka, ali se može povezati sa infekcijom gotovo svakog organa i tkiva. Ne živi samostalno u prirodi i široko je rasprostranjena kao crijevni parazit. Energiju dobiva fermentacijom ugljikohidrata. Izaziva enterokolitis, ali i ekstraintestinalne infekcije, neonatalni meningitis i sepsu. Postoje različiti tipovi *E. coli*: enteropatogene *E. coli*, enterotoksične *E. coli*, enteroinvazivne *E. coli*, te enterohemoragične *E. coli*. Gotovo 80% infekcija mokraćnog sustava je izazvano vrstom *E. coli*. *Escherichia coli* se prenosi fekalno-oralnim putem od čovjeka na čovjeka te mlijekom i drugom hranom životinjskog podrijetla koja može biti zaražena. *E. coli* 0157:H7 je poseban soj bakterije vrste *E. coli*, koji može izazvati oštećenje bubrega i ozbiljnu dijareju. Infekcija se može dobiti unošenjem slabo ili nedovoljno pečenog mesa, zagađenog voća i povrća te konzumiranjem nepasteriziranog mlijeka ili voćnog soka. Može se prenijeti i sa osobe na osobu. Posebnog tretmana za liječenje nema pa se većina ljudi oporavi u roku od 5 do 10 dana. (<http://healthvermont.gov/local/rhealth/serbo/Ecoli0157.Serb.pdf>)



Slika 3. Prikaz *E. coli* 0157:H7 pod mikroskopom

Yersinia pestis je uzročnik od jedne od najopasnijih zoonoza – kuge. Nalazi se u prirodi, na glodavcima, posebno štakorima, miševima, vjevericama, zečevima itd. *Yersinia pestis* se može prenijeti na čovjeka sasvim slučajno, buhom sa glodavaca, ali i kapljičnim putem. *Yersinia pestis* je kokobacil, gram-negativan, koji je pleomorfan, fakultativni je anaerob, fermentira glukozu, manitol i arabinozu. Izrazito je virulentna, a izaziva bubonsku kugu, koja se prenosi sa štakorske buhe na čovjeka. *Yersinia enterocolitica* je bakterija koja izaziva gastroenterokolitis, a prenosi se preko mlijeka i mliječnih proizvoda, domaćih životinja i vodom (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.).

2.2.7. *Vibrio*, *Aeromonas*, *Plesiomonas*

Bakterije iz roda *Vibrio* su fakultativno anaerobne, gram-negativne, zavinute štapićaste bakterije podijeljene u četiri roda. Rasprostranjeni su pojedinačno, ali mogu oblikovati i grupacije od 2 do 3 vibriona. Nemaju kapsulu i ne proizvode spore (Živanović i suradnici, 2009.). Većinom su vezane uz vodu, konkretnije more, dok je manji dio *Vibrio* bakterija pronađen u slatkim vodama. Najvažniji pripadnik *Vibrio* roda je *V. cholerae*. Bolesti prouzrokovane *Vibrio* bakterijama se dijele na crijevne i izvancrijevne. Izazivaju koleru, infekciju rana, gnojenje, sepsu (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.).

Vibrio parahaemolyticus je također patogena vrsta. Bakterije roda *Vibrio* se razmnožavaju pri temperaturama od 5 do 43 °C. *Vibrio* je bakterija koja ponekad može preživjeti i termičku obradu hrane. Infekcija se širi fekalno-oralnim putem (Matić, 2009.). *V. cholerae* preko hrane ulazi u probavni trakt i izaziva koleru. Bakterija se nastanjuje u tankom crijevu te je kod bolesnika potrebno odmah početi sa terapijom. Iznos smrtnosti oboljelih od kolere je 60%. Cjepivo protiv ove bakterije nije pronađeno. (Matić, 2009.)

2.3. VIRUSI

2.3.1. *Općenito o virusima*

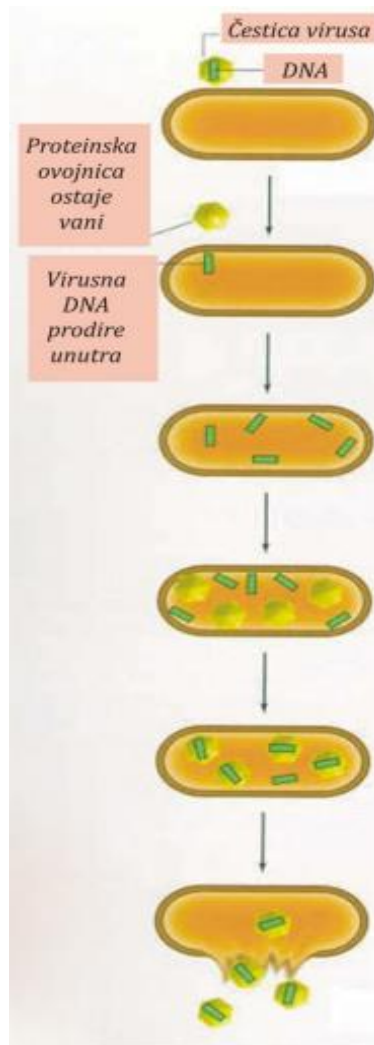
Riječ *virus* potječe od latinske riječi i znači otrov. Oni se ne mogu vidjeti običnim mikroskopom, nego samo elektronskim mikroskopom. Sastoje se od jedne molekule DNA ili RNA, okruženog proteinskim omotačem. Virusi nisu kao ostali mikroorganizmi. Neovisni su i nemaju svoje stanice, te se ne mogu sami razmnožavati. Za to im je potrebna stanica domaćina. Oni na osvojenu stanicu utječu tako da joj mijenjaju funkciju te se ona usredotoči samo na proizvodnju virusa. Virusi su paraziti živih organizama kao što su: bakterije, gljive,

alge, protozoe, više biljke, beskičmenjaci i kičmenjaci. (Šumić, 2009.). Proteinska se stanica pričvrsti za površinu stanice domaćina, ili stanica domaćin uvuče česticu virusa ili se nukleinska kiselina ubrizga iz virusa u stanicu domaćina, kao što je to slučaj kod bakteriofaga i bakterija kao domaćina (Marriott i Gravani, 2006.). Virusi se nalaze u tekućinama i zraku. Izvan stanica domaćina mogu preživjeti samo određeni vremenski period. Izrazito su otporni na hladnoću, ali ih toplina brzo ubija (Buchrieser i Miorini, 2009.). Virusi imaju odlike i živih i neživih bića. Prisutnost nukleinske kiseline i sposobnost njenog mijenjanja te prisutnost proteina su karakteristike živih bića. Karakteristike neživih bića su te što virusi nemaju staničnu građu, nemaju sposobnost obavljanja metabolizma, ne mogu samostalno rasti, razvijati se i funkcionirati. (Matić, 2009.)

Virusi su najčešće građeni od nukleinske kiseline i proteina, a oni zajedno čine nukleokapsid. Sastoji se od nukleinske kiseline DNA ili RNA, koje mogu biti jednolančane ili dvolančane. Nukleinske kiseline su genetski materijal virusa. Svi jednostanični organizmi i višestanični organizmi sadrže obje nukleinske kiseline istovremeno, dok virus sadrži samo jednu. Osobina RNA virusa je i da ona može sadržavati genetski materijal. DNA i RNA su potrebne kako bi se virus reproducirao. Broj i redoslijed nukleotida je drugačiji za svaku vrstu virusa (Koopmans, 2004.), (Matić, 2009.). DNA ili RNA virusa je obavijena proteinskom ovojnicom. Ta ovojnica se naziva kapsid koja se sastoji od kapsomera. Kapsid virusa osigurava strukturu i simetriju virusa, štiti nukleinsku kiselinu od djelovanja enzima domaćina, omogućava prenošenje nukleinske kiseline između stanica domaćina, omogućavaju vezanje virusa za receptore te proteini kapsida imaju svojstva antigena. Klasifikacija virusa se temelji na tome koju nukleinsku kiselinu virus sadrži (DNA ili RNA), na temelju simetrije kapsida, veličine, prisutnosti ili odsutnosti vanjskog omotača. Prema obliku dijele se na: virusne čestice izduženog oblika (anizometrijski virusi), virusne čestice izometrijskog oblika (sferični virusi), te bakteriofagni virusi (specifičnog oblika). Virusi se također mogu dijeliti prema rasporedu podjedinica u kapsidu i načinu njihovog grupiranja i vezivanja: virusi sa spiralnom, kubičnom simetrijom, kompleksno građeni virusi itd. (Jerant-Pantić, 1995. u Matić, 2009.).

Virusi su izvan stanice inertni, virioni. Razmnožavaju se u živoj ćeliji. Virioni prenose virusnu nukleinsku kiselinu od stanice u kojoj je virion proizveden do druge stanice. U unutar-staničnom stanju dolazi do replikacije, odnosno do umnožavanja nukleinske kiseline i

drugih komponenti virusa. Virusi prepoznaju receptore na stanicama domaćina što omogućuje da virus inficira samo određene organizme. Ova osobina naziva se tropizam iz čega proizlazi da animalni virusi inficiraju samo životinje, biljni virusi biljke, a bakteriofagi inficiraju bakterije (Matić, 2009.).



Slika 4. Ulazak virusa u stanicu

2.3.2. Patogenost virusa

Od otkrića virusa pa sve do danas, virusi su najčešći uzročnici bolesti. Preko 70% svih infektivnih oboljenja ljudi izazvano je virusima: akutne respiratorne i gastrointestinalne infekcije virusnog porijekla, virusni hepatitis, herpes virusne infekcije, virusne infekcije koje se prenose seksualnim putem (Jerant-Patić, 1995.), (Matić, 2009.). Virion je infektivna virusna čestica, koja je kompletna i zrela. Ona inficira stanicu domaćina te se ulaskom u

domaćina aktivira. Patogenost virusa proizlazi iz toga što on kada prodre u stanicu, preuzme kontrolu nad stanicom i koristi ju za vlastito razmnožavanje. Stanica tada umjesto da proizvodi materiju potrebnu za vlastito funkcioniranje proizvede čestice virusa. Virusi se zbog toga smatraju unutar-staničnim parazitima (Matić, 2009.). Postoji mogućnost i da neke stanice samo odumru, ali druge nastave svoje normalno funkcioniranje, kao što je to slučaj kod životinja. Kod ljudi, stanica odumire te tako domaćin virusa postaje bolestan. Osoba koja je zaražena i u dodiru s hranom može prenijeti virus putem fekalija i respiratornog traka. Također se virusi mogu prenijeti kapljičnim putem: kašljanjem, kihanjem, dodirivanjem sekreta iz nosa, te neopranim rukama, odnosno "Virusi se mogu prenositi na različite načine: kapljicama i aerosolima (virus influenzae), hranom i vodom (enterovirusi), direktnim kontaktom (virus herpes simplex tip 2), preko pljuvačke (virus rabies), iglama i raznim instrumentima (virus hepatitisa B), seksualnim putem (HIV virus)" (Matić, 2009.).

Mnogo je faktora koji virus čine patogenim. Neki od tih faktora vezani su uz sami virus, a neki uz domaćina. Najvažniji faktori virusne patogenosti su: njegova virulenca, odnosno stupanj njegove patogenosti, karakteristike stanice domaćina koja zavisi od specifičnih receptora za vezanje virusa, selektivnost i tropizam, te imunološki sustav domaćina.

Ukoliko se radi o virusima koji se prenose putem hrane, teško ih je izolirati jer se virusi ne reproduciraju izvan domaćina i vrlo su sitni. Na virusna oboljenja putem hrane se sumnja tek ukoliko su sva bakterijska oboljenja isključena. Razlog tome je velika raznolikost virusa i poteškoće u njihovom otkrivanju i detekciji. Tehnike izolacije virusa su kompleksnije i potrebno je duže vrijeme za izolaciju. Bolesti koje virusi prenose hranom su virozni gastroenteritis ili viralni herpes. U posljednjih 10 godina u restoranima se povećala zaraza hepatitisom A zbog nesanitarnog rukovanja hranom. Rizik od ozbiljnog oboljevanja od virusa prenesih hranom najviše prijete trudnicama, djeci i starijim osobama (Matić, 2009.).

Zbog činjenice da virusne infekcije utječu direktno na stanicu domaćina, oni su izrazito patogeni. No, virusi mogu usmrtniti ćeliju, transformirati ju ili uzrokovati latentnu infekciju. Kako će virus djelovati na stanicu zavisi od tipa virusa, ali i od vrste stanice koju je virus zahvatio. Virusno umnožavanje može blokirati stanicu u kojoj ne postoje komponente potrebne za replikaciju virusa. Stanica tada može preživjeti, a i ne mora. Kod produktivne infekcije, stanica u kojoj se virus razmnožio, ukoliko ne odumre, može nastaviti proizvoditi

virus u malim količinama i time dovesti do dugotrajne infekcije. Latentne infekcije mogu postati aktivne u slučaju stresa, pada imuniteta, povećanja temperature organizma, itd. (Arvin, 2006. u Matić, 2009.). Onkogeni virusi izazivaju neograničeni rast i diobu stanice, te se mase koje tada nastanu nazivaju tumori, koji mogu biti benigni ili maligni. (Jerant-Patić, 1995.)

2.3.3. Enterovirusi

Naziv *enterovirus* potiče od grčke riječi *enteron*, što znači crijevo. Naziv proizlazi iz činjenice da se virus umnožava u stanicama tankog crijeva domaćina. U rod enterovirusa spada 67 tipova humanih enterovirusa i 34 tipa izoliranih iz drugih sisavaca. *Picornaviridi* su jedna od najvećih i najvažnijih rodova ljudskoj medicinskoj virologiji. Enterovirusi nemaju vanjski omotač, malih su dimenzija te sadrže jednolančanu RNA u središnjem dijelu. Prolaze kroz želučani sadržaj jer su postojani u kiseloj sredini, termolabilni su i otporni na veliki broj deterdženata. Većinom ulaze u domaćina kroz gornji probavno-respiratorni sustav inficirajući tkivo ždrijela ili crijeva, gdje se počinje razmnožavati. Nakon toga, virus ulazi u krvotok i širi se do stanica retikuloendotijelnog sustava i organa poput moždane ovojnice, kičmene moždine, kože, itd. Enterovirusi se šire isključivo pomoću čovjeka koji ih izlučuje te hranom i vodom za piće. Virus se može prenijeti fekalno-oralnim te respiratornim putem. Enterovirusi mogu preživjeti i u vodi, otpadnim vodama i u hrani. Mogu izazvati blage bolesti, ali i neke vrlo ozbiljne bolesti. Mala djeca su najčešći prenosnici enterovirusa, a infekcije su češće kod muškaraca nego kod žena.

Neki od najpoznatijih enterovirusa su:

- poliovirus tip 1 i 2
- coxsackie virusi tipa A
- coxsackie virusi tipa B
- echovirusi
- enterovirusi tip 68, 69, 70 i 71 (Matić, 2009.).

2.3.4. Poliovirus

Poliovirus prebiva u inficiranom čovjeku, koji se zarazi preko stolice ili sekreta iz nosa. Infekcija se prenosi kontaktom, ili kontaminiranom vodom i hranom. Poliomijelitis ili dječja

paraliza je bolest koju ovaj virus može izazvati, ali nakon uvođenja cjepiva, u većini zemalja je rijetka bolest. Pojavljuje se u zemljama sa lošim higijenskim uvjetima i bez vakcinacije. Poliovirus se razmnožava u limfnom tkivu ždrijela. Inficirana osoba najčešće ne pokazuje simptome, a virus se razmnožava u lokalnom tkivu. Lakši oblik infekcije ima simptome poput malaksalosti i temperature (Živanović i sur., 2009.). Organizam sam eliminira virus tako da stvori antitijela. Infekcije poliovirusom mogu dovesti do: abortivnog poliomijelitisa (temperatura, malaksalost, mučnina, povraćanje), neparalitičkog poliomijelitisa (aseptični meningitis), paralitičkog poliomijelitisa (Krstić, 1995. u Matić, 2009.). Poliovirus je stabilan u kiseloj sredini, otporan je na žučne soli i brojne organske rastvarače, može preživjeti nekoliko dana na sobnoj temperaturi, na niskim temperaturama može preživjeti vremenski period (Jerant-Patić, 1995. u Matić, 2009.). Zbog IgA najveći broj infekcija završava na Pajеровim pločama te infekcija završava asimptomatski. Lijeka za ovu bolest nema pa je zato preventivno cijepljenje vrlo važno. (Živanović i sur., 2009.)

2.3.5. Cocksackie virusi

Infekcije Cocksackie virusima su široko rasprostranjene po svijetu. Tip A i B su najčešći ljeti. Patogene su ne samo za čovjeka, nego i za primata i miševе (Živanović i suradnici, 2009.). Šire se pomoću oboljelih i kliconoša, a mogu se prenijeti raznim predmetima te hranom i vodom. Cocksackie virusi su pronađeni u bazenskoj vodi (Matić, 2009.). Postoje dvije vrste, koje se dijele po vrsti paralize koju izazivaju: tip A – paraliza zbog upale poprečno-prugaste muskulature, tip B – paraliza zbog upale u mozgu (encefalitis). Vrlo su otporni na kiselinu pa prolaze probavnu barijeru. Razmnožavaju se u orofringusu i Pajеровim pločama. Razmnožavaju se u miševima, a kod majmuna u stanicama bubrega. (Živanović i sur., 2009.) Tip A izaziva vezikularni stomatitis, faringitis i infekcije respiratornog trakta, pneumonije kod male djece i aseptični meningitis. (Živanović i sur., 2009.) Također izazivaju i herpangin – bolest kod male djece (povišena temperatura i upala ždrijela, pleurodiniju, miokarditis – javlja se kod novorođenčadi, ali i kod djece i odraslih (Matić, 2009.). Tip B izaziva bronhomsku bolest, dijabetes te malformacije. Terapije, niti cjepiva ne postoje.

2.3.6. Hepatitis A virus

Hepatitis A je otkriven 1973. godine i do danas postoji više vrsta virusa koji izazivaju akutni virusni hepatitis. Prisutan je u svim dijelovima svijeta i još se naziva "bolest prljavih

ruku". Javlja se kao epidemija, posebno u većim kolektivima. Velik broj slučajeva prolazi asimptomatski, a izlučuje se preko stolice. Infekcija se može prenijeti i zagađenom vodom ili morskim plodovima. Smrtnost od ovog virusa je neznatna, a najčešće se u potpunosti izliječi (Matić, 2009.). Razlikuje se od ostalih enterovirusa jer ima veću otpornost. Može mjesecima preživjeti u kontamiranim vodama, u živim školjkama i osušenom fecesu. Inkubacija Hepatitisa A je od 2 do 6 tjedana. Kod bolesnika se primjećuje povišen bilirubin i transaminaze, a virus je teško izolirati jer simptomi mogu početi puno kasnije nego se dogodila infekcija (Živanović i sur., 2009.).

2.3.7. Rubella virus

Rubella virus je virus iz porodice *Togaviridae*. Sastoji se od jednolančanog RNA, ima ikozaedarni kapsid, dvoslojni lipoproteinski omotač, koji na sebi ima glikoproteinske nastavke odgovorne za hemaglutinaciju i neutralizaciju. Razmnožava se u citoplazmi. U rodu *Togaviridae* još postoje: α -virus, pesti virus, arteri virus. Rubivirus uzrokuje bolest nazvanu rubela. U organizam čovjeka ulazi preko respiratornog trakta. Nalazi se na limfnim nodusima na vratu gdje se intenzivno replicira. Kada dospije u krv, manifestira se u vidu osipa. Kada se stanice inficiraju, smanjuje se imuni odgovor na čimbenike rasta i smanjuje se produkcija kolagena. Kada se plod zarazi rubella virusom, može doći do manjeg rasta srca, mikrocefaliije, gluhoće, dijabetesa, itd. Ukoliko se infekcija dogodi nakon osmog mjeseca trudnoće, ona nije opasna. (Živanović i suradnici, 2009.).

2.3.8. Rota virus

Rota virus se najčešće javlja kod male djece. Ima izražen kapsid, a izvana ima postavljene horizontalne kapsomere. Grupa A iz porodice rota virusa je najčešći uzročnik enterokolitisa kod ljudi. Ulazi u ćelije putem feko-oralno sustava, a razmnožava se u epitelu crijeva. Uzrokuje oko 125 milijuna slučajeva dijareje godišnje kod djece mlađe od 5 godina. Najčešće se pojavljuje u zimskim mjesecima. Izaziva temperaturu i dijareju, s mogućnošću dehidracije. Rotavirusni protein funkcionira kao enterotoksin. Prvi znakovi infekcije javljaju se već nakon 48h. Dehidracija se može brzo razviti, pogotovo kod dojenčadi. (Romić, 2011.)

2.4. GLJIVE

2.4.1. *Općenito o gljivama*

Gljive mogu biti jednostanični ili višestanični organizmi. Jednostanične gljive imaju blastosporu – osnovnu stanicu. Razmnožavaju se pupanjem, putem čega nastaju pseudohife. Višestanične gljive nazivamo eukariotima. Građena je od izdužene stanice, hife, a splet hifa se naziva micelij. Micelij se pojavljuje u dva oblika: kao vegetativni i kao reproduktivni. Gljive se mogu razmnožavati aseksualno i seksualno (Živanović i sur., 2009.). U čovjeku mogu biti prisutne kao kvasac, plijesan i sferula (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.). Kvasac je jednostanična gljiva, veličine od 5 do 7 μm . Oblik može biti okrugao, ovalni ili izduženi. Građena je od višeslojnog staničnog zida, stanične membrane, mitohondrija, ribosoma, glikogenskih zrnaca i vakuole. Plijesan je višestanična gljiva. Ima produžene stanice koje čine cjevastu tvorevinu, hifu. Stanice su dužine od 5 do 50 μm , a širine od 2 do 5 μm . Mogu se stvoriti i klamidokonidije, koje se nalaze između stanica hife i sadrže pričuvnu hranu. Stanica hife je građena kao i stanica kvasca. Sferula je gljiva koju u čovjeku stvara samo jedna vrsta, a to je *Coccidioides immitis*. Promjera je od 15 do 300 μm , omeđena debelim zidom i ispunjena endosporama. Pripada vrsti dimorfnih gljiva: u vanjskoj sredini ima oblik plijesni, a u živom organizmu oblik kvasca ili sferule.

Gljive proizvode energiju oksidacijskim procesima jer ne sadrže klorofil, pa ne mogu izvesti proces fotosinteze i stoga ih nazivamo kemoheterotrofnim mikroorganizmima. Gljive oslobađaju izvanstanične enzime za vrijeme rasta, a ti enzimi se proučavaju u patogenezi gljivičnih oboljenja kao mogućnost korištenja izoenzima u taksonomiji gljiva. Gljive su značajne kao antibiotici i mikotoksini – sekundarni metaboliti. "Mikotoksini su toksični proizvodi mijene tvari nekih vrsta plijesni koje one stvaraju u vanjskoj sredini" (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.).

2.4.2. *Patogenost gljiva*

Gljive mogu živjeti zajedno s makroorganizmom na tri moguća načina: komenzalizam, mutualizam i parazitizam. U suživotu komenzalizma, ono koristi samo jednom od organizama, dok šteti drugome. Kod mutualizma, oba organizma imaju koristi i međusobno su metabolički ovisni. Kod parazitizma, parazit metabolički ovisi o domaćinu, a istovremeno na štetu makroorganizma. Patogenost gljiva je sposobnost da uzrokuje oštećenje i bolest

makroorganizma. Patogene gljive ulaze u makroorganizam gdje se razmnožavaju, savladavaju, izbjegavaju obrambene mehanizme i oštećuju tkivo makroorganizma. U nastanku gljivične bolesti sudjeluju sposobnost adherencije na čovjeka, promjene oblika gljive, kapsula, lučenje toksina i enzima gljiva.

Adherencijom gljiva na stanicu čovjeka počinje koloniziranje sluznice. *Candida* je najbolje proučena u postupku adherencije. Proklizala bakterija *Candida albicans* ima 50 puta bolju sposobnost adheriranja od nekih drugih vrsta gljiva. Gljive prijanjaju na stanice čovjeka pomoću hidrofobne površine gljiva i djelovanja Van der Waalsovih sila.

Sposobnost promjene oblika je također jedan od mnogih čimbenika patogenosti gljiva. Pri tome se misli na prijelaz iz kvašćevog oblika u micelijski oblik ili obrnuto. Za promjenu oblika dimorfnih gljiva nužna je promjena temperature. Temperatura čovjeka omogućuje porast patogenog kvašćevog oblika.

Kapsula gljive igra veliku ulogu u virulenciji pojedinih gljiva. Sojevi koji imaju širu kapsulu su virulentniji od onih koji imaju užu. Polisaharidi od kojih je kapsula građena su učinkoviti u obrani od imunoloških reakcija makroorganizama kod pokušaja sprječavanja bolesti.

Toksini također pridonose patogenosti gljiva. Pojedine plijesni izlučuju mikotoksine-toksične produkte njihova metabolizma. Pojedini toksini izolirani iz plijesni mogu uzrokovati smrt, npr. toksini niske molekularne mase iz soja *Candida albicans*.

Enzimi koji gljivama omogućuju razgradnju stijenke stanica, olakšavaju im prodiranje kroz tkiva, nokte i dlake. Neki od enzima koje gljive luče su: proteinaze, fosfolipaze, lizofosfolipaze, plazmokoagulaze, peptidaze, fenoloksidaze, katalaze, itd. Lučenje enzima, dokazano je brojnim istraživanjima te pridonosi povećanoj virulentnosti gljiva. (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.)

Gljive mogu izazvati tri vrste mikoza kod ljudi: tropske mikoze, dermatomikoze i sistemske mikoze.

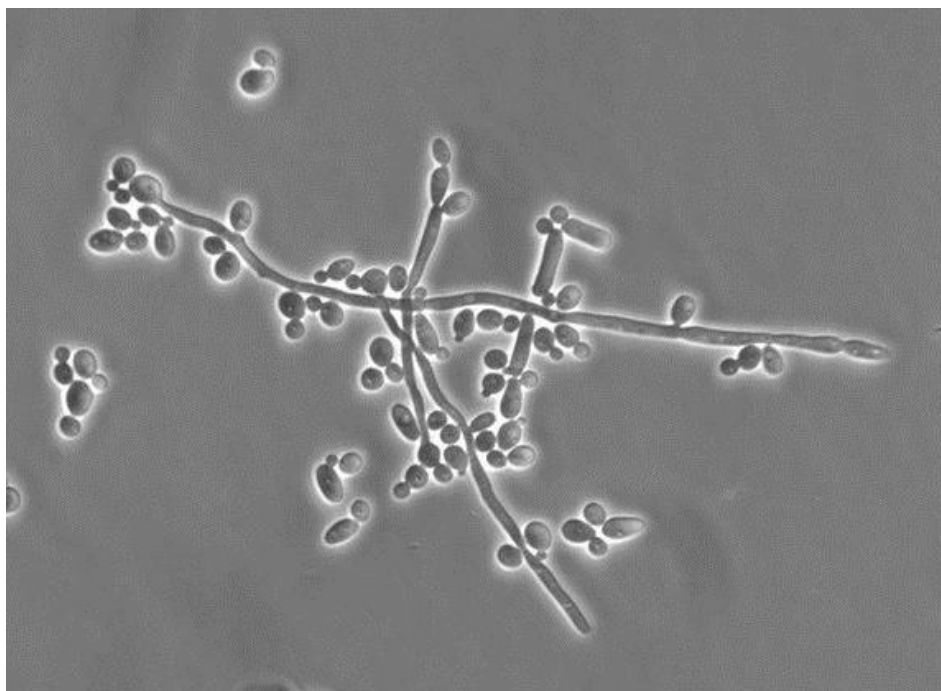
Tropske mikoze izazivaju egzogene infekcije. Ubrajaju se u ubikvitarne gljive, a najbrojnije su u tropskim područjima. Predstavnici ove skupine su: *Spirotrix schenckii*, *Rhinosporidium seeberi*, *Fonsecaea pedrosi*, *Fonsecaea compacta*, *Phialophora verrucosa*, *Egzoophila jeanselmei* i dr.

Dermatomikoze su "oboljenja kože izazvana gljivama iz porodice dermatofita" (Živanović i suradnici, 2009.). Ovoj skupini pripadaju rodovi: *Trichophyton*, *Microsporum* i *Epidermophyton*. Prenose se sa čovjeka na čovjeka, sa životinje na čovjeka ili zaraza iz tla. Vrsta dermatofita se određuje pomoću oblika i veličine makrokonidija i hifa.

Gljive izazivači sistemskih mikoza žive kao endosaprofiti u koži čovjeka i kao egzosaprofiti – u tlu i na biljkama. Najčešće se javljaju kod ljudi sa imunodeficijntnim oboljenjima, poput AIDS-a. (Živanović i suradnici, 2009.).

2.4.3. *Candida*

Candida je rod kvasca koji sačinjava oko 200 vrsta. Gljive iz roda *Candida* se razmnožavaju nesporno, ali se neke od podvrsta mogu razmnožavati i spolno. Kandidoza je bolest koja uzrokuju gljive iz roda *Candida*. Gljive mogu izazvati infekciju na sluznici čovjeka, koži ili jednom ili više unutanjih organa. Može se pronaći u tlu, zraku i u otpadnim vodama. *Candida albicans* je napoznatiji predstavnik roda *Candida*. Postoje i druge, za čovjeka patogene vrste: *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *C. kefyr*, *C. guilliermondii* (Živanović i suradnici, 2009.). *Candida albicans* je gljiva koja je sastavni dio čovjekove normalne flore, a može postati patogena ukoliko dođe do raznih poremećaja zdravlja. Adherira na epitelne i endotelne stanice, posjeduje enzime i toksine koji su ujedno i činitelji virulencije te gljive. Sluznička kandidoza se često pojavljuje kod novorođenčadi, ali se može pojaviti i kod odraslih. Uzrokuje bolno gutanje, osjećaj žarenja i bol ispod prsne kosti. Kožna kandidoza se pojavljuje na vlažnoj, oštećenoj koži i noktima. Kronična kožno-sluznička kandidoza je dugotrajna infekcija u osoba s oštećenom funkcijom T-limfocita. Infekcija jednog unutarnjeg organa se naziva sustavna kandidoza, a infekcija dvaju ili više organa naziva se diseminirana kandidoza. (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.)



Slika 5. *Candida albicans* pod mikroskopom

2.4.4. *Penicillium* spp.

Unatoč tome što se iz gljive *Penicillium* razvio jedan od revolucionarnih lijekova – prvi antibiotik, brojne vrste mogu biti patogene za čovjeka i izazvati razne bolesti kao što su: keratitis, otomycosis, onychomycosis, sistemska penicilioza (Živanović i sur., 2009.). U ovaj rod ubraja se 50 vrsta plijesni. Mogu se pronaći diljem svijeta, u tlu, zraku, otpadnim vodama i biljkama. Mogu uzrokovati mikotoksikozu životinja koje su se hranile krmivom na koje su bile plavo-zelene plijesni. One koje izazivaju bolest u čovjeka su *P. marneffe*, *P. chrysogenum* i *P. citrinum*. Nespolno se razmnožavaju fikalokonidijama, iako je kod nekih vrsta otkriven i spolni način razmnožavanja. Plijesni iz porodice *Penicillium* mogu izazvati bolesti poput hipersenzibilnog pneumonitisa, mogu kolonizirati kožu ili nekrotično tkivo, mogu uzrokovati upalu rožnice, vanjskog uha, a mogu i kolonizirati plućne šupljine koje su nastale zbog djelovanja drugih bolesti. Bolesti koje su uzrokovane plijesni iz roda *Penicillium* nisu prenosive. Gljive iz roda *Penicillium* su najčešći uzrok kvarenja voća i povrća.

2.4.5. *Mucor*

Gljive iz roda *Mucorales* obično infektiraju čovjeka udisanjem njezinih sporangiokonidija. Raširene su u prirodi i mogu se pronaći diljem svijeta. Uzročnici bolesti

kod čovjeka iz ovog reda su: *Rhizopus*, *Absidia* i *Mucor*. Spore se zadrže u nosu ili sinusima ili se spuste u alveole pluća. Vrste iz roda *Mucor* koje su patogene za čovjeka su: *M. ramosissimus*, *M. circinelloides*, *M. hiemalis*, *M. racemosus* i *M. rouxianus*. Uzrokuju bolesti kožne zigomikoze. Može nastati unošenjem sporangiokonidija u kožu. Može izazvati i plućnu zigomikozu, gdje izaziva plućne infarkte i tako se širi dalje kroz krv. To je teška bolest i završava smrću bolesnika. (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.) Najčešće izazivaju bolesti kod osoba sa imunodeficijencijom i acidozom. Gljive ove porodice su fikomicete. (Živanović i sur., 2009.)

2.4.6. *Criptococcus spp.*

Criptococcus spp. je gljiva koja se ubraja u skupinu kvasaca. Tu se ubrajaju: *C. neoformans* var. *neoformans* (serotipovi A i B) i *C. neoformans* var. *gatti* (serotipovi C i D). Nalaze se u prašini, golubljem izmetu, vodi, mlijeku i u stolici zdravih ljudi. Ove vrste su patogene za čovjeka. Najpodložnije osobe infekcijama su imunodeficientne osobe kod kojih *Criptococcus* može izazvati plućnu kriptokokozu sa diesminacijom u male moždanice. (Živanović i suradnici, 2009.)

2.4.7. *Rhinosporidium seeberi*

Vrsta *Rhinosporidium seeberi* je gljiva koja uzrokuje bolesti i čovjeka i životinja. Razmnožava se nespolno, a o životu gljive se jako malo zna. Izaziva kroničnu gljivičnu infekciju sluznice čovjeka. Polipi ove gljive najčešće nastaju na sluznici nosa, ždrijela, dušnika, bronha i oka. Mogu ometati govor i disanje, s obzirom na veličinu i količinu prisutnih sporangija. Liječi se tako da se polipi kirurški odstrane. (Kalenić i Mlinarić-Missoni, 2009.)

2.5. PROTOZOE

2.5.1. *Općenito o protozoama*

Protozoe su jednostanični eukarioti koji se javljaju u cističnom ili vegetativnom obliku. Oko 30 vrsta je patogeno za ljude. Protozoe obavljaju funkcije raznovrsnim organelama. Citoplazma se dijeli na vanjski, gušći dio – ektoplazmu, i unutarnji dio – endoplazmu. Kod nekih protozoa citoplazma može biti bez membrane ili sa membranom. Protozoe se hrane autotrofno ili heterotrofno. Autotrofne protozoe sintetiziraju organske materije iz

neorganskih. Obično žive na mjestu bogatom svjetlom, ugljikovim dioksidom i mineralnim solima. Sastoje se od kromoplasta u kojima se nalazi klorofil. Imaju i pirenoide u kojima se šećeri pretvaraju u škrob. Autotrofne vrste su: *Chrysomonadina*, *Cryptomonadina*, *Dinoflagellata*, *Euglenoidea* te *Phytomonadina*. Kod heterotrofnih protozoa postoje dvije vrste ishrane: kolozojski i saprozojski. Heterotrofne protozoe hranu obuhvaćaju pseudopodijama, uvlači u unutrašnjost i probavlja posebnim organelama. Neke od heterotrofnih protozoa su: *Sarcodina*, *Amoebina*, *Foraminifera* i dr.

Protozoe se razmnožavaju spolno i nesporno. Nespolno se razmnožavaju diobom stanice. Spolno razmnožavanje se obavlja mejozom, gdje nastaje haploidan broj kromosoma u spolnim stanicama, koji se spajaju i stvaraju diploidan broj kromosoma.

Protozoe se dijele na osnovu organela za kretanje i tip razmnožavanja:

- *Sarcomastigophora* – mnoge amebe ove vrste su uzročnici oboljena ljudi, posebno *Entamoeba histolytica* koja izaziva dizenteriju. Bičaći pripadnici ove vrste, poput *Trypanosoma*, mogu izazvati bolest spavanja, zatim *Leishmania* koja izaziva bolest orijentalnih rana.
- *Sporozoa* – pripadnici ovog roda protozoe najčešće imaju dva domaćina. Najpoznatiji predstavnik je *Plasmodium* koji izaziva malariju.
- *Cnidospora* – paraziti životinja
- *Ciliostoma* – u ovu vrstu ulaze složenije protozoe. Najpoznatija od njih je *Paramecium* (papučica). Postoje i protozoe koje žive u želucu i imaju sposobnost rastvaranja celuloze. (<http://sh.wikipedia.org/wiki/Protozoa>)

2.5.2. Patogenost protozoa

Unatoč postojanju brojnih vrsta protozoa, samo oko 30 ih je patogeno za ljude. Raširene su po cijelome svijetu. Neke od njih izazivaju velike epidemije i predstavljaju težak zdravstveni i ekonomski problem. Infekcije protozoama mogu se dogoditi unosom hrane, vodom, prljavim rukama, mehaničkim ili biološkim vektorima. Patogene protozoe se i dijele na protozoe probavnog i urogenitalnog trakta koje izazivaju bolesti lakšeg ili težeg tipa, te protozoe krvi i tkiva koje izazivaju teške bolesti (Živanović i sur., 2009.).

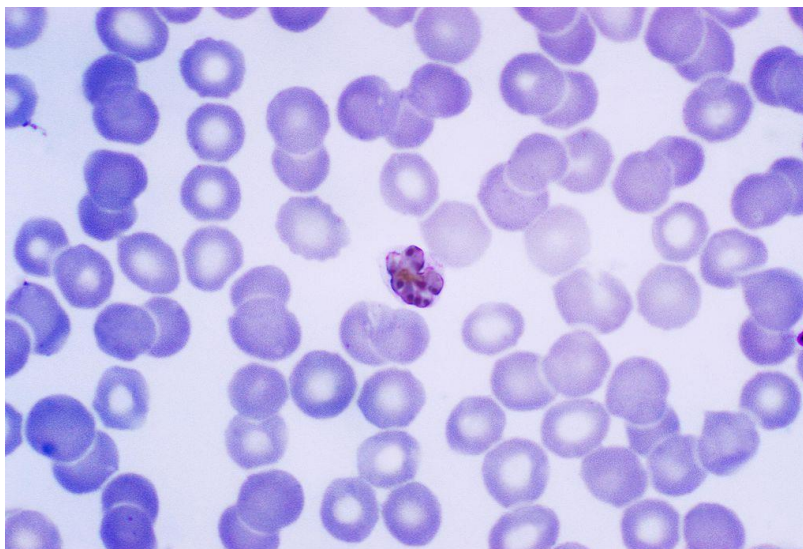
2.5.3. Tkivna ameboza

Uzrok amebne dizenterije je ameba. Čovjek širi amebe izbacujući ih u okolinu izmetom, te gnojem i drugim izlučevinama. Šire se u obliku cista i one su otpornije na utjecaje vanjske sredine. Ciste se održavaju na povrću, vodi i drugim namirnicama do kojih zaraženi izmet može doprijeti. Mogu ih raznositi i muhe i drugi insekti. Za oboljenje je potrebno, uz amebu i nepovoljni uzrok, bilo termički, ekološki ili atmosferski. *Entamoeba histolytica* je dio crijevne flore čovjeka, koji uvjetno postaje patogen. Virusne infekcije ili bakterijske infekcije mogu potaknuti njezinu patogenost. Ova bolest se može prenijeti zaraženom vodom, hranom i kontaktom. Ciste amebe ulaze kroz usnu šupljinu i prodiru u sluznicu crijeva i izazivaju oštećenja. Ponekad mogu ući u krvotok i doći do drugih organa. Bolest je kronična i često se vraća. (<http://www.patient.co.uk/health/amoebiasis-leaflet>, <http://en.wikipedia.org/wiki/Amoebiasis>)

Amebna dizenterija se pojavljuje kod žena tijekom trudnoće, a može se javiti i kod liječenja kortikosteroidima. Neki simptomi ove bolesti su jaka bol u abdomenu, groznica i obilna krvava stolica. (Živanović i sur., 2009.)

2.5.4. *Plasmodium spp.*

Plasmodium spp. je jedan od najpoznatijih protozoa, jer izaziva bolest široko poznatu javnosti – malariju. *P.malariae*, *P.falciparum*, *P.ovale* i *P.vivax* izazivaju malariju kod ljudi. Prenose se preko zaraženih komaraca. Imaju faze seksualnog razmnožavanja i aseksualnog razmnožavanja. Seksualna faza se odvija 1 – 3 tjedna unutar komarca. Kada komarac unese sporozite u krv čovjeka događa se šizogonija, aseksualna faza razvoja. Traje 1 – 2 tjedna u hepatocitima čovjeka koji postaju uvećani i razaraju se tijekom razvoja parazita, nakon čega prelaze u krv. Simptomi malarije su groznica, visoka temperatura te anemija. (Živanović i suradnici, 2009.)



Slika 6. Prikaz *Plasmodium malariae* pod mikroskopom

2.5.5. *Trypanosoma spp.*

Trypanosoma spp. je dio obitelji *Sporozoasida*. Uzrokuju bolest spavanja i američku tripanozomozu. Prenosnik ove protozoe je muha, roda *Glossin*. Nakon ugriza muhe, na tom mjestu se razmnožavaju protozoe, koje nakon 2 – 3 tjedna dopijevaju u krv. U drugom stadiju ove bolesti javlja se groznica i povećanje limfnih žlijezda. Kasnije se javljaju i u krvi. Zadnji stadij je prodiranje parazita u živčani sustav čovjeka gdje oštećuje tkivo toksinima i izaziva simptome meningoencefalitisa.

2.6. PATOGENI MIKROORGANIZMI U HRANI

Hrana je najčešći prijenosik patogenih mikroorganizama. Hrana se može zaraziti neadekvatnim rukovanjem u procesuiranju hrane, ali i nedovoljnom termičkom obradom zaražene životinje čije meso ili proizvode čovjek konzumira. Bakterije i gljivice su dominantne u pogledu kvarljivosti hrane i škodljivosti po čovjeka. U životinjsku hranu mikroorganizmi dopijevaju iz vode i tla.

Vrlo je bitan proces isušivanja hrane, jer ukoliko je vlažnost u stočnoj hrani veća od 13,2% razvijaju se gljivice i plijesni, a ukoliko je vlažnost veća od 20% i bakterije. Kako bi se određene bakterije razvile u stočnoj hrani, potrebna je određena vlažnost, optimalna temperatura i prisutnost ili odsutnost kisika. Utjecaj bakterija na organske materije događa

se procesom lipolize, proteolize i amilolize te tako izazivaju promjene u boji, mirisu, okusu, strukturi i drugim kemijskim svojstvima. Bakterije koje se mogu pronaći u hrani su saprofitne bakterije, bakterije uzročnici trovanja hranom, apsolutno patogene bakterije hrane te bakterije dodaci stočnoj hrani. Saprofitne bakterije se razmnožavaju u hrani, a ne u organizmu životinja. U tu skupinu spadaju: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia*, *proteus*, *Nocardia*, *Flavobacterium* i dr. Za razvoj i aktivnost ovih bakterija najpovoljnija je hrana bogata proteinima životinjskog porijekla. Ove bakterije uzrokuju brojne bolesti u organizmu čovjeka, kao što su: *Sallmonela*, *Listeria*, *Streptococcus*, *Campylobacter* i dr. Bakterije koje uzrokuju trovanje hranom izlučuju vrlo opasne toksine, a razmnožavaju se u hrani. Neke od tih bakterija su: *Cl. botulinum*, *Cl. perfringens*, *Staphylococcus aureus* i dr. Apsolutno patogene bakterije su bakterije koje se prenose i šire stočnom hranom, ali se razmnožavaju u domaćinu. Takve bakterije su iz roda *Escherichia Coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Mycobacterium* i dr. Što se tiče bakterija iz roda *Vibrio*, najčešći prenositelji su svježi ili nedovoljno obrađeni morski plodovi. "Ribe koje su inficirane ovom bakterijom mogu se prepoznati po crvenim pečatima na tijelu i takve ribe ne treba koristiti u ishrani" (Matić, 2009.) Prehrambeni proizvodi koji mogu biti zaraženi bakterijama su: šunka, meso i mesni proizvodi, mlijeko i mliječni proizvodi, salate, puding, preljevi za salte i dr. U mlijeku i mliječnim proizvodima neke bakterije se mogu zadržati i do 28 tjedana. To je slučaj bakterije *Mycobacterium tuberculosis* pronađenu u sirevima, dok se ista bakterija zadržava na primjer u kiselom mlijeku i do 14 dana (Petričić, 1965.). Školjkaši su izrazito opasni što se tiče prenošenja zaraza. Oni mogu filtrirati i do osam litara vode u jednom satu, a pritom u sebi zadržavaju većinu mikroorganizama koje su pokupili iz vode. (Čadež i Teskerdžić, 2005.)

Prema izvješću Hrvatske agencije za hranu "većina procesirane hrane može se smatrati štetnom za zdravlje ukoliko ima velik broj mikroorganizama iako se i oni ne ubrajaju u patogene" (Hrvatska Agencija za Hranu, 2014.). Prisutnost velikog broja mikroorganizama u hrani je pokazatelj kontaminacije ulazne sirovine i zbog toga je proizvod kvarljiv. Postoje i slučajevi obolijevanja od bakterija koje nisu patogene, ali zbog velikog broja su izazvale oboljenje (Hrvatska Agencija za Hranu, 2014.).

Osim bakterija, kvarenje hrane uzokuju plijesni i mikotoksini, odnosno toksini koji plijesni proizvode. Da bi se plijesni razvile na hrani potrebna je pogodna temperatura i vlaga iznad 13%. Gljivice koje se mogu naći u stočnoj hrani uzokuju mikozu domaćih životinja,

parazitske gljivice biljaka, toksične gljivice, te saprofitske gljivice. Djelovanje gljivica na organizam naziva se mikotoksikoza. Hrana koja je plijesniva ima promijenjene osobine. Plijesan može biti zelena, crna, crvena ili bijela. Utječe na promjenu boje hrane. Hrana zahvaćena plijesni je izgubila strukturu, sjaj i konzistenciju, a miris plijesnive hrane je oporan.

Prenošenje virusa pomoću hrane je također moguće. Viruse u hrani je nešto teže dokazati nego bakterije, jer ih je teško izolirati iz hrane ili se oni prestanu razmnožavati nakon što se uklone iz stanice domaćina. Školjkaši se pojavljuju kao poznati prenosnici (Čadež i Teskeredžić, 2005.): virusa hepatitisa A i B, Norwalk virusa, Snow-Mountagent, astro virusa, Cocksackie virusa i dr.

Najveći problem je što hrana od početka pa do čovjeka, prijeđe brojne procese obrade i dođe u dodir sa raznim agensima koji stvaraju potencijalnu mogućnost prenošenja infekcija i zaraza. Na primjer, mlijeko prođe proces od mužnje do posude, zatim prerade, a konačno na kraju do trgovine i potrošača. Na tom putu zrak, ruke i posuđe predstavljaju prenosioce mikroorganizama. (Đorđević, 1954.)

3. ZAKLJUČAK

Mikroorganizmi se nalaze posvuda u prirodi. Najmnogobrojnija su skupina živih bića. Postoje brojne vrste mikroorganizama, a zajedničko im je to što se mogu vidjeti jedino mikroskopom. Neki se mogu vidjeti običnim mikroskopom, dok nam je za druge potreban elektronski. U crijevnoj flori čovjeka mikroorganizmi su normalna pojava. Oni služe za određene procese koji su za ljude i ljudski organizam korisni, poput probiotika. Problem nastaje kada čovjek dođe u kontakt sa patogenim ili uvjetno patogenim mikroorganizmima. Posljedice za čovjeka u nekim slučajevima mogu biti fatalne. Mikroorganizmi mogu uzrokovati i epidemije raznih bolesti, te tako uzrokovati velike zdravstvene i ekonomske probleme. Za većinu patogenih mikroorganizama postoji lijek, a za neke se koriste preventivna cjepiva u mladenačkoj dobi.

Bakterije, virusi, gljive i protozoe su uzročnici i kvarenja hrane i čestog trovanja hranom. Mikroorganizmi koji uzrokuju bolesti mogu biti preneseni na čovjeka iz okoline, putem hrane, vode ili s drugog makroorganizma. Životinje su također česti prijenosnici patogenih mikroorganizama. Kako bi se uspješno izbjegle brojna obolijevanja uzrokovana patogenim mikroorganizmima potrebno je hranu držati na čistom i suhom mjestu, potom pravilna i sterilna proizvodnja, te se hranom treba rukovati oprezno, u čistim uvjetima.

4. LITERATURA

1. Buchrieser V, Miorini T: *Osnove mikrobiologije i infektologije*. 2009.
http://www.wfhss.com/html/educ/training/wfhss-training-1-02_hr.pdf [26.2.2015.]
2. Čadež V, Teskeredžić E: *Patogeni mikroorganizmi i toksini koje prenose školjkaši iz onečišćenih područja – zoonoze*. Croatian Journal of Fisheries, 2005. [1.3.2015.]
3. Đorđević Lj: *Glavni izvori mikroorganizama u konzumnom mlijeku*. Beograd, 1954. [1.3.2015.]
4. Hrvatska agencija za hranu: *Znanstveno izvješće Hrvatske agencije za hranu vezano uz nalaz aerobnih mezofilnih bakterija u uvoznim pakovinama UHT mlijeka*, Osijek, 16. travnja 2013. [1.3.2015.]
5. Kalenić S, Mlinarić-Missoni E: *Medicinska bakteriologija i mikologija*. Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb, 1995. [26.2.2015.]
6. Matić J: *Patogene bakterije u hrani*. Tehnologija hrane, 2009.
<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/patogene-bakterije-u-hrani-12> [26.2.2015.]
7. Matić J: *Virusi*. 2009.
<http://www.tehnologijahrane.com/mikrobiologijahrane/virusi> [27.2.2015.]
8. Petričić A: *Prisustvo štetnih tvari i mikroorganizama u mlijeku i mliječnim proizvodima*. Zagreb, 1965. [1.3.2015.]
9. Romić D: *Rotavirus – najčešći uzročnik virusnog gastroenteritisa*. 2011.
http://pedijatri.org/en/za-roditelje/11-01-18/Rota_virus_-_naj%C4%8De%C5%A1%C4%87i_uzro%C4%8Dnik_virusnog_gastroenteritisa.aspx [27.2.2015.]
10. Stojanović M: *Mikrobiologija*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1995.
<http://www.tehnologijahrane.com/knjiga/mikrobiologija> [26.2.2015.]
11. Šumić Z: *Mikroorganizmi kontaminanti hrane*. 2009.
<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/mikroorganizmi-kontaminanti-hrane> [27.2.2015.]
12. Živanović J, Lukić S, Bogdanović M, Jončić M: *Mikrobiologija*. Autorska skripta za studente medicine, 2009. [26.2.2015.]
13. http://www.medioteka.hr/portal/ss_biologija2.php?ktg=10&mid=33 [26.2.2015.]
14. <http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/7174/Mikroorganizmi-i-infekcije.html> [26.2.2015.]
15. <http://sh.wikipedia.org/wiki/Protozoa> [28.2.2015.]
16. <http://www.patient.co.uk/health/amoebiasis-leaflet> [28.2.2015.]
17. <http://en.wikipedia.org/wiki/Amoebiasis> [28.2.2015.]
18. <http://www.agrif.bg.ac.rs/files/subjectfiles/422/09.%20Mikroorganizmi%20i%20stetocine%20hrane.pdf> [1.3.2015.]

19. <http://imgbuddy.com/candida-albicans-microscopic.asp> [2.3.2015.]
20. <http://healthvermont.gov/local/rhealth/serbo/Ecoli0157.Serb.pdf> [2.3.2015.]
21. <http://publications.nigms.nih.gov/biobeat/09-04-15/> [2.3.2015.]
22. <http://pixshark.com/flu-virus-under-microscope.htm> [2.3.2015.]
23. <http://www.fotolia.com/id/33948655> [2.3.2015.]
24. <http://www.dailymail.co.uk/health/article-1151702/Are-common-drugs-key-asthma-relief.html> [2.3.2015.]
25. <http://pixgood.com/protozoa-under-microscope.html> [2.3.2015.]
26. http://en.wikipedia.org/wiki/Plasmodium_malariae [2.3.2015.]