

- **Rasprostranjenost mikroorganizama u prirodi**
- Mikroorganizmi se nalaze svuda u prirodi - u zemljištu, vodi, vazduhu, na biljkama, životinjama, u hrani, na predmetima itd.
- **Mikroorganizmi u zemljištu**
- Metaboličke aktivnosti mikroorganizama – kruženje hemijskih elemenata u prirodi.

- Hranljivost zemljišta je svakako jedan od najvažnijih uslova.
- Voda – do 40% u zemljištu; neka vrsta podloge u kojoj se nalaze joni K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Fe^{+++} , NO_3 , SO_4 , CO_3 , PO_4 i drugi.
- Difuzija gasa i prisustvo vazduha, odnosno kiseonika i ugljendioksida, je važan faktor za prisustvo određenih vrsta mikroorganizama u zemljištu na različitoj dubini.
- Površinski pH vrednost dobrog zemljišta iznosi 6 do 8 što stvara optimalne uslove za razmnožavanje većine mikroorganizama.

- Pored neorganskih materija, plodna zemljišta sadrže i mnogobrojne organske supstance poreklom od biljaka i životinja, koje mikroorganizmi razgrađuju do neorganskih jedinjenja koristeći ih na taj način kao izvor ugljenika, azota i energije.
- Značajan faktor za razmnožavanje mikroorganizama u zemljištu je temperatura koja zavisi pre svega od klimatskih uslova.
- Većina mikroorganizama u zemljištu se razmnožava pri temperaturama od 15- 45°C - psihrofilne i termofilne vrste.

- U slabijem zemljištu, poput gline, nalazi se oko 200-800 miliona mikroorganizama u 1 g, dotle se u 1 g crnice nalazi oko 5 milijardi bakterija i gljivica, a u đubrenim oranicama njihov broj može dostići i 10 milijardi u gramu.
- Količina mikroorganizama u zemljištu opada sa dubinom.
- Najveći broj mikroorganizama nalazi se u površinskom sloju dubine do 15 cm, a već u dubini od 1-1,5 metra tek ih je oko 100 u 1 gramu zemljišta.

- I u dubljim slojevima, u naslagama uglja, nafti, kao i u vodi arterskih bunara prisutni su mikroorganizmi.
- Mikrofloru zemljišta sačinjavaju alge, lišajevi, nitrifikujuće bakterije, bakterije koje vezuju azot, denitrifikujuće bakterije, sumporne bakterije, mikroorganizmi koji razlažu celulozu, pigmentisani mikroorganizmi, gljivice, protozoe itd.
- **U zemljištu se mogu naći i patogeni mikroorganizmi.**
- Međutim, zemljište **nije pogodna** sredina za većinu patogenih mikroorganizama, jer u njemu im nedostaju neophodni esencijalni metaboliti.

- Pored toga izloženi su nepovoljnim spoljašnjim uticajima, poput sunčanih zraka i sušenja, kao i antagonističkom delovanju drugih mikroorganizama.
- Dužina preživljavanja nesporogenih patogenih mikroorganizama u zemljištu je različita, zavisno od vrste i, svakako, navedenih uslova.
- Spore kako patogenih tako i saprofitnih vrsta bakterija, poput uzročnika tetanusa, botulizma, gasnih otoka, enterotoksemije i antraksa, mogu da prežive u zemljištu znatno duže od nekoliko dana ili nedelja, pa čak i više godina ili decenija.

- U zemljištu imaju prebivalište i mnoge gljivice koji mogu da izazovu različita oboljenja životinja i ljudi.
- Praktično znači da zemljište može biti faktor prenošenja brojnih infektivnih uzročnika bez obzira da li su u pitanju vegetativni oblici ili spore mikroorganizama.

- **Mikroorganizmi u vodi**
- Priroda vode kao staništa za mikroorganizme zavisi od temperature, pH vrednosti, količine svetlosti i rastvorenog kiseonika.
- Broj i vrste mikroorganizama u vodi zavise od stepena kontaminacije vode otpadnim vodama.
- U nekontaminiranim vodama, izvorskim ili tekućim, broj bakterija je obično mali i dostiže oko desetak u ml.

- Ovakva čista voda je manje podesna u pogledu hranljivih materija za mikroorganizme od kontaminirane vode.
- Zbog toga se u njoj razmnožavaju u ograničenoj mjeri saprofiti iz zemljišta koji obično pripadaju grupama *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Leptospira* i drugi.
- To su većinom psihrofilni mikroorganizmi, a neki se od njih razmnožavaju ne samo na nego i ispod temperature od 0°C.

- Kontaminacija voda nastaje izlivanjem otpadnih voda i kanalizacije.
- Mikroflora voda zavisi od stepena zagađenja, a izražava se kao saprobnost, koja obuhvata sve žive organizme u vodi kontaminiranoj ostacima biljaka i životinja.
- **Saprobnost je biološko stanje bilo koje vode u odnosu na količinu i intenzitet biološki razgradivih organskih materija. To je stepen čistoće ili zagađenosti površinskih voda.**

- Vode su podeljene u tri zone. Polisaprobnna zona je jako zagađena voda sa malo kiseonika a bogata organskim materijama.
- Broj bakterija u 1 ml takve vode dostiže 1.000.000 ili više, a dominantnu mikrofloru čine koliformne bakterije - *Escherichia coli* i druge enterobakterije, *Enterococcus* vrste kao i anaerobni mikroorganizmi.

- U zagađenim vodama se odvijaju procesi **truljenja i vrenja** sa pojavom proizvoda karakterističnih za te procese.
- Mezosaprobne zone se karakterišu mineralizacijom organskih supstrata sa intenzivnim procesima **oksidacije i nitrifikacije**.
- Broj bakterija u 1 ml kreće se između nekoliko stotina do nekoliko hiljada a broj koliformnih bakterija je mali.
- Oligosaprobne zone sadrže čistu vodu. Broj bakterija u 1 ml kreće se od nekoliko desetina do nekoliko stotina, i nema koliformnih bakterija.

- Zavisno od stepena zagađenja u vodi se mogu naći i različite patogene bakterije.
- Kako one mogu da prežive u vodi određeno vreme, nekad i dugo, voda može da predstavlja izvor infekcije.
- **U vodama izvora, reka i bunara *Salmonella* vrste mogu da prežive od dva dana do tri meseca, Leptospira 7-150 dana....**

- Kvalitet vode se procenjuje i na osnovu količine i vrsta mikroorganizama u njoj.
- Voda se smatra čistom ako sadrži do 100 mikroorganizama u 1 ml, sumnjiva ako sadrži 100-150 mikroorganizama u 1 ml, i zagađena ako ih je više od 500 u ml.

- Higijenska ispravnost vode procenjuje se na osnovu prisustva *E. coli* i srodnih bakterija.
- Prisustvo ovih bakterija u vodi znači fekalno zagađenje, a utvrđuje se kolititrom i koliindeksom.
- Kolititar predstavlja najmanju količinu vode izraženu u mililitrima koja sadrži jednu *E. coli* bakteriju.
- Koliindeks je broj bakterija *E. coli* u 1 litru vode. Voda se smatra ispravnom ako se kolititar nalazi u granicama od 300-500 a koliindeks 2-3.

- Za određivanje stepena fekalnog zagađenja vode uzima se u obzir i prisustvo *Enterococcus faecalis*.
- Normalno prebivalište ovog mikroorganizma je digestivni trakt toplokrvnih životinja, relativno je rezistentan prema varijaciji u temperaturi i ostalim fizičkim uticajima.
- Smatra se da je prisustvo *Enterococcus faecalis* u vodi merodavnije za procenu fekalnog zagađenja nego prisustvo *E. coli*, koja može da ima i druga prebivalište u prirodi osim digestivnog sistema životinja i ljudi.

- Morska voda sadrži, takođe, mnogobrojne mikroorganizme.
- Oni se mogu podeliti u dve osnovne grupe, mikroorganizme kojima je slana voda normalno prebivalište i razmnožavaju se samo u morskoj vodi, kao i mikroorganizme čije je prebivalište van mora, ali tolerišu izvestan salinitet prilikom razmnožavanja.
- U velikim morskim dubinama od 3000 do 9000 metara otkriveni su barofilni mikroorganizmi koji podnose visoki pritisak.

- **Mikroorganizmi u vazduhu**

- Vazduh nije pravo prebivalište ni za jedan mikroorganizam.
- U vazduhu na visinama od 300-400 metara mikroorganizmi se nalaze na česticama prašine ili sasušene biljne mase koje je vetar podigao.
- Kada je vreme suvo u vazduhu je više mikroorganizama nego posle kiše koja spira čestice prašine.
- Broj i vrste mikroorganizama u atmosferi su različite, što zavisi od mesta uzimanja uzoraka, vremena, brzine i pravca vazdušnih strujanja i olujnih aktivnosti.

- U vazduhu iznad zemlje više je mikroorganizama nego iznad vodenih površina.
- U vazduhu iznad naseljenih mesta, na visini od oko 150-200 metara nađene su spore raznih mikroorganizama: *Bacillus*, *Clostridium*, askospore kvasaca... zatim koliformne bakterije, *Chromobacterium spp.* itd.

- U zatvorenim prostorijama, naročito u štalama, broj bakterija u vazduhu, tj. na česticama prašine, može da bude vrlo visok, i do nekoliko miliona u 1 m³.
- **Vazduh je sredina kojom se prenose mnoge infekcije, naročito infekcije organa za disanje.**
- **Patogeni mikroorganizmi dospevaju u vazduh najčešće kapljicama iskašljanog sekreta iz obolelog respiratornog trakta.**
- **I drugi sekreti organizma koji sadrže patogene mikroorganizme (krv, gnoj, mokraća, fekalije) ako se sasuše, delimično postaju čestice prašine.**

- **Mikroorganizmi u mleku i proizvodima od mleka**
- Mleko koje zdravo vime luči sterilno je.
- Međutim, izvesne saprofitne bakterije čije je prebivalište u spoljašnjoj sredini, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Lactobacillaceae* i *Corynebacteriaceae*, mogu se razmnožavati u sisnom kanalu.
- Pored toga mnogobrojne saprofitne bakterije, kvasci i plesni dospevaju **posle muže** u mleko iz spoljašnje sredine.

- Ukoliko se ne preduzmu potrebne mere pri daljoj obradi mleka, ova saprofitna mikroflora se razmnožava i izaziva kvarenje mleka.
- Najčešći uzročnici pomenutih pojava su mikroorganizmi iz rodova *Streptococcus*, *Pseudomonas* i *Micrococcus* i familije *Enterobacteriaceae*.
- Pojava velikog broja mikroorganizama znak je loših higijenskih uslova pri muži i rukovanju sa mlekom.

- U mleku se ponekad mogu naći **patogeni mikroorganizmi**, čime ono postaje izvor infekcije.
- Pošto je mleko prvenstveno životna namirnica, posebno su značajni mikroorganizmi patogeni za čoveka, uzročnici **zoonoza uključujući *Mycobacterium bovis*, *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Coxiella burnetii*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* ili *Streptococcus* vrste.**

- Proizvodi od mleka, uključujući razne vrste sireva, kiselo mleko, jogurt, kefir a delom i maslac, dobijaju se prvenstveno enzimskim delovanjem odgovarajućih vrsta mikroorganizama u kontrolisanim procesima.
- Tako se jogurt dobija enzimskom aktivnošću *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, a kisela pavlaka *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*.

- **Mikroorganizmi u mesu i proizvodima od mesa**
- Meso je bogato svim neophodnim hranljivim materijama za rast i razmnožavanje bakterija i gljivica, međutim mišićna vlakna su obavijena vezivno-tkivnim omotačem koji ih štiti od prodora mikroorganizama.
- Da bi oni dospeli u dubinu mesa moraju razložiti omotače, a za to su im potrebne znatne količine proteolitičkih enzima koje proizvode samo određene vrste.

- Tokom klanja i prerade mesa stvaraju se uslovi za intenzivniju kontaminaciju mikroorganizmima.
- Pored određenih propusta tokom pojedinih faza tehnološkog procesa, pre svega **skidanja kože, evisceracije i rasecanja, do kontaminacije može doći preko ruku radnika, sa radnih površina ili opreme.**
- Ovu mikrofloru sačinjavaju razne vrste mikroorganizama koje se nalaze i na koži i u digestivnom traktu životinja:
Enterobacteriaceae, Clostridium spp., Enterococcus spp., Pseudomonas spp., Bacillus spp., Micrococcus spp. i Staphylococcus spp.
- Ukoliko se ne preduzmu potrebne mere čuvanja mesa ovi mikroorganizmi mogu da izazovu različite promene na mesu, od promena konzistencije i boje do truležnih procesa.

- **Mikroorganizmi u drugim namirnicama animalnog porekla**
- Sa mikrobiološkog stanovišta riba predstavlja veoma rizičnu životnu namirnicu.
- Ulovljena riba se odmah neotvorena stavlja na led ili zamrzava, jer otvaranjem telesnih šupljina stvaraju se uslovi za kontaminaciju mesa.
- Bakterija koje su prisutne kod riba su iz sledećih rodova:
Acinetobacter, Aeromonas, Alcaligenes, Bacillus, Enterobacter, Escherichia....
- U ribljem mesu se, pored ovih mikroorganizama, mogu naći i mikroorganizmi opasni uzročnici infekcija kod ljudi:
Clostridium botulinum tip D, Clostridium perfringens, Listeria monocytogens, Staphylococcus aureus, Vibrio cholera...

- Na površini jaja mogu se naći različiti mikroorganizmi u zavisnosti od pre svega higijenskih uslova držanja, a same bakterije i gljivice su poreklom iz fecesa, perja, prostirke i drugih spoljnih izvora.
- Najčešće se nalaze *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*....
- **Vertikalno prenošenje** - direktno u belance ili ređe žumance još u jajovodu, što je naročito značajno kada su određeni serovarijeteti *Salmonella enterica* u pitanju.
- Do kvarenja jaja najčešće dovode *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, *Alcaligenes spp.* i *Aeromonas spp.*, **a najopasniji po zdravlje ljudi su *Salmonella enterica* i *Campylobacter jejuni*.**

- **Normalna flora – mikrobiom**
- **Termin normalna ili fiziološka flora** odnosi se na bakterije koje naseljavaju neke delove organizma životinja i ljudi i tu su permanento prisutne.
- Mikroorganizmi normalno nastanjuju kožu, nos, ždrello, debelo crevo, slepo crevo i genitalne organe – prepucijum i vaginalnu sluznicu kao i uretralni kanal.
- **Novi naziv za fiziološku floru je mikrobiom.**

- Broj i vrsta mikroorganizama mikrobioma razlikuje se u zavisnosti od regije organizma, od vrste životinja i njihovog načina ishrane (mesojedi, biljojedi, svaštojedi) ali i od starosti jedinke (sisinčad, odrasle jedinke).
- U crevnom sadržaju u debelom crevu kod ljudi živi oko 1 milijarda bakterija u jednom gramu sadržaja.
- Iako mikroorganizmi naseljavaju veći deo organizma domaćina, određeni organi i regije su primarno sterilni.

- To su krv, parenhimatozni organi (jetra, slezina, bubrezi), nervni sistem.
- Mikrobiom može biti narušen tj. poremećen (promenjen) ukoliko domaćin uzima antibiotike ili neke druge lekove, kod poremećaja ishrane i nekih oboljenja.
- Poremećaj fiziološke flore nekog organa za posledicu može imati poremećaj funkcije tog organa kao i smanjenu otpornost domaćina na infekciju patogenim uzročnicima.

- **Termin kolonizacija** odnosi se na naseljavanje domaćina novim mikroorganizmima koji inače nisu deo mikrobioma ili naseljavanje inače sterilnih organa pripadnicima mikrobioma.
- **Kolonizacija je osnovni preduslov infekcije.**
- **Kolonizovana individua je kliconoša.**
- **Termin kliconoša** se u medicinskoj terminologiji odnosi isključivo na jedinke koje su inficirane patogenim uzročnicima i izlučuju ih u spoljašnju sredinu, a time predstavljaju izvor infekcije za ostale jedinke iz okruženja.

- **Značaj fiziološke flore (mikrobioma)**
- Pripadnici fiziološke flore **zauzimaju ciljna mesta (receptore)** za koja bi se mogli vezati patogeni uzročnici.
- Stoga je prisustvo fiziološke flore značajno za **otpornost jedinki** na infekcije.
- Bakterije koje sačinjavaju **mikrobiom kože**, zajedno sa masnim kiselinama i znojem čine **takozvani zaštitni faktor** kože koji onemogućava vezivanje patogenih bakterija za receptore na koži.
- Bakterije iz crevnog mikrobioma vezane su za **receptore na crevnom epitelu**, patogene bakterije se ne mogu vezati za već zauzete receptore.
- Neke vrste bakterija pripadnici mikrobioma **izlučuju mucine - sluzave materije koje oblažu tkiva i sprečavaju naseljavanje (kolonizaciju) patogenih uzročnika.**

- Pripadnici mikrobioma izlučuju supstancije koje su škodljive za patogene bakterije.
- Na primer, crevne bakterije izlučuju masne kiseline koje inhibitorno deluju na Salmonella vrste.
- Tako je u normalnim uslovima potrebno da domaćin unese približno 10^6 salmonela da bi došlo do infekcije.
- Međutim, kod poremećaja mikrobioma creva dovoljno je i 10^1 do 10^2 salmonela da bi došlo do infekcije.

- Stimulacija **imunskog sistema domaćina**.
- Pripadnici mikrobioma, naročito Gram-negativne bakterije su izrazito **jaki imunogeni**.
- Zbog ukrštene reaktivnosti između srodnih bakterija, imunoglobulini protiv pripadnika fiziološke flore u izvesnim slučajevima mogu da zaštite domaćina i od srodnih patogenih uzročnika.
- Izvor hranljivih supstancija. Bakterije fiziološke flore creva izlučuju **vitamin K** koji je neophodan za sintezu II, VII, X i XI faktora koagulacije.
- Osim toga, neke crevne bakterije produkuju **vitamine B grupe**.

- Stimulacija **epitelizacije** creva.
- Iako pripadnici mikrobioma nisu patogeni tamo gde su lokalizovani, u drugim (susednim) organima oni mogu izazvati patološki proces (oportunističke infekcije).
- To se događa uglavnom kod imunokompromitovanih jedinki.

- Hirurške povrede tkiva (traume) mogu biti kontaminirane tj. inficirane pripadnicima mikrobioma.
- Tipičan primer je hirurška povreda trbušne šupljine (ubod nožem, prsnuće slepog creva) i izlazak bakterija iz lumena creva u peritonealni prostor što gotovo neminovno dovodi do peritonitisa uz mogućnost nastanka sepse i fatalnog ishoda.

- **Gnotobiologija** je dokazala da nedostatak mikroorganizama u organizmu životinje dovodi neminovno do smrti te životinje.
- Životinje bez mikrobioma ne mogu da vare hranu, poremećena im je resorpcija i iskorišćavanje hranljivih materija, imunski sistem im ostaje neaktivan i nerazvijen, većina unutrašnjih organa, a naročito creva takvih jedinki imaju teško poremećenu funkciju i te životinje vrlo brzo umiru.

- Osim toga, poremećaj mikrobioma nekog organa se smatra oboljenjem jer neminovno za posledicu ima i poremećaj funkcije tog organa, a taj poremećaj se može završiti i fatalnim ishodom.
- Tipičan primer je **dugotrajno uzimanje antibiotika kod ljudi** zbog čega posledično može da dođe do ozbiljnog poremećaja u **crevnom mikrobiomu i prenamnožavanja patogene vrste *C.difficile*** – što se u normalnim uslovima ne može dogoditi zbog kompetitivnog pritiska nepatogenih mikroorganizama iz mikrobioma.

- **Mikroorganizmi kao sredstva biološkog rata**
- Biološko oružje se najčešće primenjuje ubacivanjem patogenih mikroorganizama ili njihovih toksina u vodu za piće ili kontaminacijom vazduha, zemljišta i hrane.
- U 4. veku pre ne, Skiti su premazivali vrhove strela psećim fecesom i krvlju bolesnih ljudi kako bi pogodoeni neprijatelji brzo oboleli i umrli od infekcija prostrelnih rana.

- U 18. veku indijanci su bili gotovo u potpunosti uništeni bolestima koje su doneli evropljani u pohodu na Ameriku.
- Poznato je da su amerikanci poklanjali „u ime mira“ indijanskim poglavicama ćebad i maramice kojima su prethodno pokriveni bolesnici oboleli od velikih boginja i na taj način su unesene velike boginje u indijanska plemena.
- Slično tome, maramice u koje su se iskašljavali bolesnici oboleli od tuberkuloze, podmetane su u šatore, džepove od odeće ili ćebad „neprijatelja“.

- Tokom I svetskog rata bilo je zabeleženo više bioloških napada u kojima su najčešće bili upotrebljeni uzročnik maleusa (*Pseudomonas mallei*, današnji naziv *Burkholderia mallei*) i uzročnik antraksa (*Bacillus anthracis*).
- Ovi napadi su uglavnom bili usmereni na životinje, posebno konje koji su bili glavno transportno sredstvo vojnicima.

- Tokom II svetskog rata, najviše bioloških napada zabeleženo je u japansko-kineskim sukobima.
- Dokazano je da su u Japanu u ozloglašenoj jedinici 731 vršeni eksperimenti na ljudima u logorima ratnih zarobljenika.
- Tokom tih eksperimenata, japanski naučnici su uspeali da otkriju način da patogeni uzročnici šire putem buva koje su prethodno takođe bile inficirane patogenim uzročnicima.
- Najveći broj bioloških napada dogodio se tada na kineskoj teritoriji na koju su ubacivane buve inficirane uzročnicima kuge (*Yersinia pestis*), kolere (*Vibrio cholerae*), dizenterije (*Shigella dysenteriae*).
- Eksperimenti sa antraksom (*Bacillus anthracis*).

- Takođe tokom II svetskog rata, u Velikoj Britaniji su vršeni eksperimenti u cilju dobijanja biološke bombe napunjene sporama *B.anthraxis*.
- Međutim, tada je, tokom probnih detonacija, greškom došlo do kontaminacije ostrva na kome su vršeni navedeni eksperimenti (1942. godina, ostrvo Grinard, Škotska) i to je ostrvo ostalo zatvoreno i nenaseljeno sve do 1990. godine kada je izvršeno duboko preoravanje tla i dekontaminacija primenom ogromnih količina formaldehida.

- U periodu nakon II svetskog rata, nekoliko decenija nije bilo zabeleženih napada biološkim oružjem mada su se SAD i Rusija međusobno optuživale tokom godina “hladnog rata”.
- Takođe je više puta postojala sumnja da su neke od arapskih zemalja imale i primenile biološko oružje (Irak, Iran) ali to nikada nije zvanično dokazano.
- Poslednji zvanično zabeleženi biološki napad dogodio se u septembru 2001. godine u SAD kada su stanovnicima SAD na kućne adrese stizala pisma (koverte) u kojima su se nalazile spore *B.anthraxis*.