

## INTERNA SKRIPTA IZ MIKROBIOLOGIJE ZA OBRAZOVANJE ODRASLIH

Jelena Danilović Zurnić, *prof. mentor*

### OSNOVE MIKROBIOLOGIJE (II. RAZRED)

#### UVOD U PREDMET

**MIKROBIOLOGIJA** (grč. *micros* - malen, *bios* - život, *logos* - znanost) - znanost o mikroorganizmima (u daljem tekstu MO).

**MIKROORGANIZMI** - prvi organizmi na Zemlji; ima ih posvuda (voda, zrak, tlo), te u i na tijelu biljaka, životinja i ljudi. MO su nevidljivi golim okom, ali vidljivi pod mikroskopom.

S obzirom na skupine mikroorganizmama koje proučava mikrobiologija se dijeli na:

- **BAKTERIOLOGIJA** (grč. *bakterion* - štapić, *logos* - znanost) grana mikrobiologije koja proučava bakterije, njihova morfološka, fiziološka i uzgojna svojstva. Medicinska bakteriologija proučava patogene bakterije (**uzročnike bolesti**).
- RIKECIJE I KLAMIDIJE** (obavezni unutarstanični MO – sposobni da se kao i virusi razmnožavaju samo unutar stanice) i **MIKOPLAZME** vrlo sitne bakterije kojima nedostaje stanični zid.
- **MIKOLOGIJA** (grč. *mykes* - gljiva, *logos* - znanost) grana mikrobiologije koja proučava gljive. Gljive sudjeluju u mnogim čovjeku važnim tehnološkim procesima (npr. u proizvodnji mliječnih proizvoda, proizvodnji peciva, piva, antibiotika). Medicinska mikologija proučava gljive koje sudjeluju u fiziološkim i patološkim procesima živog organizma.
- **VIROLOGIJA (VIRUSOLOGIJA)** – (grč. *virus* - otrov i *logos* - znanost) grana mikrobiologije koja proučava viruse. Virusi nemaju stanicu, sastoje se od genetskog materijala (DNA ili RNA) unutar proteinskog omotača - **kapsid**. Budući da ne mogu samostalno rasti niti se razmnožavati, smatraju se **obveznim unutarstaničnim parazitima**. Ne mogu se vidjeti svjetlosnim, već samo elektronskim mikroskopom.
- **PROTOZOLOGIJA** (grč. *protos* - prvi, *zoon* - živo biće, *logos* - znanost) grana mikrobiologije koja proučava praživotinje, odnosno protozoe (euglena, ameba, papučica i plasmodium).

## RAZVOJ MIKROBIOLOGIJE KAO ZNANOSTI

I. PREDZNANSTVENO DOBA (teorijska znanja)

II. ZNANSTVENO DOBA - KLJUČNA OTKRIĆA:

**MORFOLOŠKA FAZA** – započinje promatranjem MO.

- ✓ **Antony van Leeuwenhoek (1632.-1723.)** nizozemski trgovac i znanstvenik, pomoću jednostavnog mikroskopa prvi je uočio mikroorganizme "**Otac mikrobiologije**".

**FIZIOLOŠKA FAZA** – započinje uzgoj MO.

- ✓ **Louis Pasteur (1822.-1895.)** francuski kemičar i biolog "**Otac teorije klica i bakteriologije**". Dokazao da mikrobi nastaju samo od mikroba. Uveo pasterizaciju i antiseptičke metode u kirurgiju (fenol). Otkrio cjepivo protiv kolere, bjesnoće, antraksa. Uveo je nazive aerobni i anaerobni.
- ✓ **Robert Koch (1843.-1910.)** njemački bakteriolog, otkrio uzročnika tuberkuloze (Kochov bacil). Razradio je postupke laboratorijskog uzgoja bakterija na hranjivim podlogama i bojanja bakterijskih stanica. Dobio Nobelovu nagradu za medicinu 1905. godine.
- ✓ **Alexander Fleming (1881.-1955.)** škotski biolog, izolirao je antibiotik penicilin iz gljivice *Penicillium notatum*, za što je dobio 1945. godine Nobelovu nagradu.

## PODJELA MIKROORGANIZAMA PREMA DJELOVANJU

### 1. KORISNI MO:

- Održavaju život na Zemlji (razlagači) i sudjeluju u biološkoj evoluciji.
- U simbiozi su s mnogim organizmima - pripadnici tzv. normalne fiziološke flore.
- Koriste se u tehnološkim procesima prehrambene i farmaceutske industrije (pivo, mliječni proizvodi, proizvodnja lijekova i sl.).
- Danas MO imaju veliko značenje u genetičkom inženjeringu.

### 2. ŠTETNI MO:

- Patogeni (uzročnici bolesti).
- Uzrokuju kvarenje hrane.
- MO i njihovi toksini mogu se koristiti kao oružje u biološkom ratu.

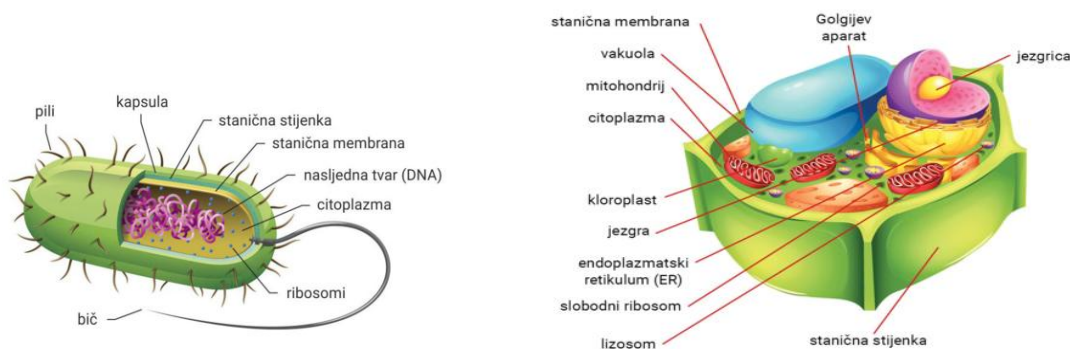
### 3. INDIFERENTNI (NEUTRALNI) MO: niti štete niti koriste.

## MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE BAKTERIJA

**Morfologija** (grč. *morphe* - oblik, *logos* - znanost) proučava vanjski izgled i unutarnju građu MO i ima pretežno opisni karakter.

Stanica je osnovna jedinica građe i funkcije svih živih organizama. S obzirom na razinu organizacije stanice razlikuju se:

1. **PROKARIOTI** - bakterije (nemaju pravu jezgru) i
2. **EUKARIOTI** - praživotinje, gljive (kvasci, plijesni) i alge.



### GRAĐA BAKTERIJSKE STANICE:

- ✓ **Stanična stijenka:** Daje oblik i štiti stanicu (razlika Gram+ i Gram-).
- ✓ **Stanična (citoplazmatska) membrana:** Selektivno propušta tvari.
- ✓ **Citoplazma:** čini najveći dio stanice i u njoj se događaju metabolički procesi.
- ✓ **Nukleoid:** Kružna molekula DNA (genetski materijal).
- ✓ **Ribosomi:** Sinteza proteina.
- ✓ **Dodatne strukture:** Kapsula (zaštita), bičevi (kretanje), pili (prijenos gena), spore (preživljavanje nepovoljnih uvjeta).

### OBLICI BAKTERIJA:

- ✓ **Koki (okrugli):** Monokoki, diplokoki, streptokoki (lanac), stafilokoki (grozd).
- ✓ **Bacili (štapićasti):** Pojedinačni, diplobacili, u lancima ili kao palisade.
- ✓ **Spiralni:** Vibrioni (zarez), spirili, spirohete.



## FIZIOLOŠKE KARAKTERISTIKE BAKTERIJA

**1. Način prehrane (metabolizam)** - Bakterije su vrlo raznolike po načinu ishrane:

**Autotrofne bakterije** – same stvaraju organske tvari: **fotoautotrofne** (koriste svjetlost) i **kemoautotrofne** (energiju dobivaju oksidacijom anorganskih tvari).

**Heterotrofne bakterije** – koriste gotove organske tvari: **saprofiti** (razgrađuju mrtvu organsku tvar), **paraziti** (žive na račun domaćina i uzrokuju bolesti) i **simbionti** (žive u zajednici s drugim organizmima).

**2. Odnos prema kisiku**

- **Aerobne** – trebaju kisik za život
- **Anaerobne** – žive bez kisika, obilgatne (kisik im smeta)
- **Fakultativno anaerobne** – mogu živjeti i s kisikom i bez njega
- **Mikroaerofilne** – trebaju male količine kisika

**3. Temperatura rasta**

- **Psihrofilne** – vole niske temperature (ispod 20 °C)
- **Mezofilne** – optimalno 20–45 °C (većina patogena)
- **Termofilne** – visoke temperature (iznad 45 °C)

**4. pH sredine**

- **Acidofilne** – kisela sredina
- **Neutrofilne** – neutralna (najčešće)
- **Alkalofilne** – bazna sredina

**5. Razmnožavanje i rast**

- Razmnožavaju se **nespolno** – **binarnom diobom**
- Rast prolazi kroz faze:

- ✓ lag faza (prilagodba)
- ✓ log faza (eksponencijalni rast)
- ✓ stacionarna faza
- ✓ faza odumiranja



**6. Stvaranje spora**

- Neke bakterije stvaraju **endospore** (npr. rod *Bacillus*, *Clostridium*)
- Spore su **vrlo otporne** na: toplinu, sušenje, kemikalije

**7. Enzimska aktivnost**

- Bakterije luče enzime koji razgrađuju: proteine, ugljikohidrate, masti.

**8. Pokretljivost**

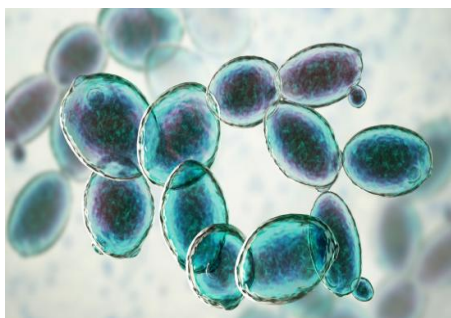
- Neke bakterije su pokretne pomoću **bičeva (flagela)**
- Druge su nepokretne

**9. Osjetljivost na vanjske uvjete**

- Reagiraju na: temperaturu, UV zračenje, dezinfekcijska sredstva
- Mogu razviti **otpornost (rezistenciju)** na antibiotike

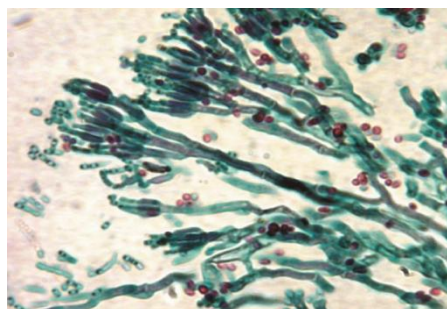
## MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE KVASACA (jednostanične gljive)

- **Oblik stanice:** najčešće okrugao, ovalan ili elipsoidalan
- **Veličina:** veći od bakterija (obično 3–10  $\mu\text{m}$ )
- **Građa stanice:** eukariotska (imaju jezgru, vakuole, mitohondrije)
- **Stanična stijenka:** građena od hitina i polisaharida (glukani, manani)
- **Razmnožavanje:** najčešće pupanjem (**budding**), rjeđe diobom (binarnom fisijom)
- **Mogu stvarati pseudomicelij** (lanac povezanih stanica)
- **Kolonije na podlozi:** glatke, sjajne, kremaste podsjećaju na bakterijske, ali su veće.



## MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE PLIJESNI (višestanične gljive)

- **Građa tijela:** izgrađene od **hifa** (dugih nitastih struktura)
- **Micelij:** mreža hifa koja čini tijelo plijesni
- **Hife mogu biti:** septirane (sa pregradama) i neseptirane (bez pregrada)
- **Stanična stijenka:** također sadrži hitin
- **Razmnožavanje:** **aseksualno:** stvaranjem spora (konidije, sporangiospore) i **seksualno:** spolnim sporama
- **Izgled kolonija:** pahuljaste, baršunaste ili praškaste različitih boja (bijelesne, zelene, crne, plave)
- **Rast:** radialno širenje po podlozi, često se vidi slojevita struktura (micelij + spore).



### OSNOVNA RAZLIKA (KRATKO):

- **Kvasci** → jednostanični, okrugli, pupaju
- **Plijesni** → višestanične, nitaste (hife), stvaraju micelij

## FIZIOLOŠKE KARAKTERISTIKE KVASACA

**Tip prehrane:** heterotrofni organizmi

- **Metabolizam:** mogu biti **aerobni** i **fakultativno anaerobni**. U anaerobnim uvjetima vrše alkoholno vrenje (fermentaciju)
- **Proizvodi metabolizma:** etanol i CO<sub>2</sub>
- **Temperatura rasta:** najčešće 20–30 °C
- **pH:** blago kisela sredina
- **Značaj:** proizvodnja kruha, piva, vina; neki mogu biti oportunistički patogeni



## FIZIOLOŠKE KARAKTERISTIKE PLIJESNI

- **Tip prehrane:** heterotrofni (saprofiti ili paraziti)
- **Metabolizam:** većinom **strogo aerobni** (treba im kisik)
- **Razgradnja tvari:** razgrađuju organske tvari (celulozu, škrob, proteine) pomoću enzima
- **Stvaranje spora:** omogućava preživljavanje u nepovoljnim uvjetima
- **Temperatura rasta:** širok raspon (često niže temperature nego bakterije)
- **pH:** mogu rasti u kiselijim uvjetima
- **Značaj:** razgradnja organske tvari u prirodi; proizvodnja antibiotika (npr. penicilin); kvarenje hrane i proizvodnja mikotoksina.



## OSNOVNA RAZLIKA (KRATKO)

- **Kvasci:** fermentacija, mogu bez kisika.
- **Plijesni:** trebaju kisik, razgrađuju složene tvari.

## LABORATORIJSKE VJEŽBE

### Pravila rada u laboratoriju:

1. Obavezno nošenje kute, rukavica i zaštitnih naočala po potrebi.
2. Zabranjena konzumacija hrane i pića.
3. Rad u sterilnoj zoni (blizu plamenika).
4. Dezinfekcija radne površine prije i nakon rada (70% alkohol ili 5% aseptol).
5. Pravilno odlaganje infektivnog otpada u posebne spremnike.

### Osnovni instrumenti i pribor:

- ✧ **Mikroskop:** Instrument za promatranje morfologije.
- ✧ **Autoklav:** Uređaj za sterilizaciju vodenom parom pod tlakom (obično 121°C).
- ✧ **Inkubator (termostat):** Održava stalnu temperaturu optimalnu za rast (npr. 37°C).
- ✧ **Eza (MO ušica):** Žičani instrument za prijenos i zasijavanje mikroorganizama.
- ✧ **Petrijeve zdjelice:** Posude u kojima se nalaze krute hranjive podloge (agar).

## DEZINFEKCIJA I STERILIZACIJA

**Dezinfekcija** je postupak kojim se uništava većina mikroorganizama (osim bakterijskih spora) s predmeta, površina ili kože (toplina UV zračenje, dezinficijensi).

**Pasterizacija** je toplinska metoda obrade hrane pri temperaturama ispod 100 °C (najčešće 63–72 °C), kojom se uništavaju vegetativni oblici mikroorganizama, dok spore uglavnom ostaju očuvane. Time se produžava trajnost i smanjuje kvarenje hrane (npr. mlijeka).

**Sterilizacija** je postupak kojim se kompletno uništavaju svi oblici mikroorganizama, uključujući i spore (toplina, filtracija, zračenje). Najčešće se provodi suha sterilizacija u plamenu za mikrobiološki pribor (eze, otvori epruveta) i vlažna sterilizacija u autoklavu na 121 °C (15–20 min) za laboratorijski pribor i hranjive podloge, te za konzerviranje hrane.

## PITANJA

1. **Što je mikrobiologija i kako se dijeli s obzirom na skupine mikroorganizme koje proučava?** Mikrobiologija je znanost o mikroorganizmima. Dijeli se na bakteriologiju (bakterije, rikecije i klamidije), mikologiju (kvasci i plijesni), virologiju (*virusi*) i protozoologiju (praživotinje).
2. **Zašto su mikroorganizmi važni za život na Zemlji?** Sudjeluju u razgradnji organske tvari, kruženju elemenata i održavanju ekosustava.
3. **Koja je osnovna razlika između prokariotskih i eukariotskih stanica?** Prokarioti (bakterije) nemaju formiranu jezgru ni organele omeđene membranom, dok eukarioti (gljive, alge, protozoe) imaju jasno definiranu jezgru s genetskim materijalom i složene organele.
4. **Što je sterilizacija i zašto je ključna u mikrobiološkom laboratoriju?** Sterilizacija je proces potpunog uništavanja svih oblika mikroorganizama i njihovih (endo)spora. Ključna je radi sprječavanja kontaminacije uzoraka i osiguravanja točnosti rezultata.
5. **Što je endospora i kada nastaje?** To je otporni oblik bakterije koji nastaje u nepovoljnim uvjetima radi preživljavanja.
6. **Čemu služi bojenje po Gramu?** To je diferencijalna metoda kojom bakterije dijelimo na Gram-pozitivne (ljubičaste) i Gram-negativne (crvene), što nam pomaže u njihovoj identifikaciji na temelju sastava stanične stijenke. **G+ bakterije** imaju **debelu staničnu stijenku** bogatu peptidoglikanom → zato zadržavaju boju i ostaju **ljubičaste**. **G- bakterije** imaju **tanju stijenku + dodatnu vanjsku membranu** → ne zadržavaju boju, pa su **ružičaste**.

Osobina	Gram +	Gram –
Stijenka	debela	tanka
Peptidoglikan	puno	malo
Vanjska membrana	nema	ima
Boja	ljubičasta	ružičasta

7. **Zašto većina patogenih bakterija pripada mezofilima?** Zato što im odgovara temperatura ljudskog tijela (oko 37 °C).

## TEHNOLOŠKA I INDUSTRIJSKA MIKROBIOLOGIJA (III. RAZRED)

**Tehnološka i industrijska mikrobiologija** je grana mikrobiologije koja proučava **primjenu mikroorganizama u proizvodnim procesima** u industriji, s ciljem dobivanja korisnih proizvoda.

### Osnovne karakteristike:

- Koriste se **bakterije, kvasci i plijesni**
- primjenjuje se u kontroliranim uvjetima (temperatura, pH, kisik)
- zasniva se na njihovoj sposobnosti **metabolizma i razgradnje tvari**

**FERMENTACIJA (vrenje)** je proces u kojem mikroorganizmi razgrađuju organske tvari (najčešće šećere) i stvaraju korisne proizvode (alkohol, kiseline, plinove).

**šećer → energija + produkti (alkohol / kiselina / CO<sub>2</sub>)**

### Tipovi fermentacije:

- *Alkoholno vrenje* (proizvodnja etanola pomoću kvasaca).
- *Mliječno-kiselinsko vrenje* (konzerviranje hrane, mliječni proizvodi).
- *Octeno vrenje* (oksidacija etanola u octenu kiselinu).

**Bioreaktori (Fermentori):** Posude u kojima se pod strogo kontroliranim uvjetima (temperatura, pH, kisik) uzgajaju mikroorganizmi.

Područje primjene	Mikroorganizmi	Proces	Proizvodi / Primjeri
Prehrambena industrija	bakterije, kvasci	fermentacija	jogurt, sir, kruh, pivo, vino
Farmaceutska industrija	bakterije, plijesni	biosinteza	antibiotici (penicilin), vitamini, vakcine
Biotehnologija	genetski modificirani MO	genetičko inženjerstvo	inzulin, hormoni
Ekologija	bakterije	bioremedijacija	pročišćavanje voda, razgradnja otpada
Industrijska proizvodnja	bakterije, kvasci	fermentacija	alkohol, organske kiseline, biogoriva

**Prednosti primjene mikroorganizama:**

- brza proizvodnja
- relativno niski troškovi
- ekološki prihvatljivo
- velika raznolikost proizvoda

**Nedostaci primjene mikroorganizama:**

- potreba za strogo kontroliranim uvjetima
- mogućnost kontaminacije
- neki mikroorganizmi mogu biti patogeni

**1. Što je fermentacija (vrenje) u procesnoj industriji?**

To je anaerobni proces u kojem mikroorganizmi (poput kvasaca ili bakterija) razgrađuju organske tvari (šećere) u energiju, pri čemu nastaju korisni nusproizvodi poput alkohola, kiselina ili plinova.

**2. Koja je razlika između alkoholnog i mliječno-kiselinskog vrenja?** Alkoholno proizvodi etanol i CO<sub>2</sub>, a mliječno-kiselinsko mliječnu kiselinu.

**3. Zašto su bioreaktori važni u industriji i koji čimbenici najviše utječu na rast mikroorganizama u bioreaktoru?** Omogućuju kontrolirane uvjete za optimalan rast mikroorganizama i proizvodnju, kao što su optimalna temperatura, pH-vrijednost otopine, dostupnost hranjivih tvari (izvori ugljika i dušika) te prisutnost kisika (za aerobne procese).

**MIKROBIOLOGIJA VODE, ZRAKA I TLA**

Sredina	Prisustvo mikroorganizama	Vrste MO	Značaj	Napomena
Voda	prisutni u slatkim i morskim vodama	bakterije, alge, protozoe, virusi	razgradnja tvari, ali i uzročnici bolesti	kontrola kvalitete pitke vode ( <i>E. coli</i> kao indikator)
Zrak	nema stalne mikroflore	bakterije, spore plijesni, virusi	širenje mikroorganizama i bolesti	prenose se prašinom, kapljicama, vjetrom
Tlo	najbogatije mikroorganizmima	bakterije, gljive, alge, protozoe	razgradnja organske tvari, kruženje elemenata	važni za plodnost tla, neki patogeni

**1. Zašto je važno kontrolirati mikrobiološku ispravnost vode u industriji?**

Voda se koristi kao sirovina ili za pranje sustava, te ako je kontaminirana, može uzrokovati kvarenje finalnog proizvoda ili izazvati koroziju i začepjenja u cjevovodima (biofilm).

**2. Zašto se *Escherichia coli* koristi kao indikator u vodi?** Jer ukazuje na fekalno zagađenje i moguću prisutnost patogena.

## MIKROBIOLOŠKA KONTROLA I HIGIJENA PROCESA (IV. RAZRED)

**MIKROBIOLOGIJA HRANE** proučava mikroorganizme u hrani, njihov utjecaj na **kvalitetu, sigurnost i trajnost** namirnica.

Mikroorganizmi u hrani mogu biti:

- **korisni** (fermentacija – proizvodnja jogurta, sira, kruha)
- **štetni** (uzrokuju kvarenje hrane i bolesti)

**Kvarenje hrane** je proces u kojem mikroorganizmi razgrađuju sastojke hrane, što dovodi do:

- promjene mirisa, okusa i boje,
- promjene teksture,
- nastanka neugodnih plinova i toksina.

Vrsta mikroorganizama	Djelovanje na hranu	Primjeri kvarenja
Bakterije	razgrađuju proteine i šećere	truljenje mesa, kiseljenje mlijeka
Kvasci	fermentacija šećera	alkoholno vrenje, kvarenje sokova
Plijesni	rast na površini hrane	plijesan na kruhu, voću

**Čimbenici kvarenja:** Utjecaj vlage (aktivnost vode), temperatura (najčešće 20–40 °C), kiselost (pH) i prisustvo kisika.

**Patogeni mikroorganizmi:** *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*.

**Kako se sprječava kvarenje hrane:**

- hlađenjem i zamrzavanjem,
- sušenjem,
- soljenjem i konzerviranjem
- pasterizacijom i sterilizacijom.

## **SANITARNA MIKROBIOLOGIJA**

Sanitarna mikrobiologija bavi se **kontrolom mikroorganizama u proizvodnji hrane** s ciljem očuvanja **zdravstvene ispravnosti i sigurnosti proizvoda**. Obuhvaća mjere higijene, dezinfekcije i nadzora u svim fazama proizvodnje.

**HACCP SUSTAV (Hazard Analysis and Critical Control Points)** je preventivni sustav kontrole sigurnosti hrane **koji se temelji na prepoznavanju i sprječavanju potencijalnih opasnosti**.

- analizira **biološke, kemijske i fizikalne opasnosti**,
- određuje **kritične kontrolne točke (CCP)** u procesu proizvodnje,
- omogućava pravovremeno djelovanje prije nego što dođe do kontaminacije.

**Cilj:** spriječiti, a ne samo naknadno otkriti problem.

## **PRANJE I DEZINFEKCIJA (CIP SUSTAVI)**

**CIP (Cleaning In Place) sustavi** omogućuju automatsko čišćenje i dezinfekciju opreme bez njenog rastavljanja.

CIP sustavi se koriste u industriji hrane (mljekare, pivovare, tvornice pića) i obuhvaćaju ispiranje vodom, pranje deterdžentima i dezinfekciju.

**Cilj:** uklanjanje ostataka hrane, smanjenje broja mikroorganizama kao i visoka razina higijene uz uštedu vremena.

## **OSOBNA HIGIJENA DJELATNIKA**

Djelatnici su jedan od najčešćih izvora kontaminacije, zato je osobna higijena ključna. Neophodno je **pravilno i redovito pranje ruku kao i korištenje zaštitne opreme** (rukavice, kape/mrežice za kosu, radna odjeća, održavanje čistoće noktiju i kože kao i zabrana rada u slučaju bolesti.

**Cilj:** spriječiti unakrsnu kontaminaciju između ljudi, opreme i hrane.

## MIKROBIOLOŠKA ANALIZA I UZORKOVANJE

Mikrobiološka analiza služi za **utvrđivanje prisutnosti i broja mikroorganizama u hrani**, sirovinama i proizvodnom procesu. Cilj je osigurati **zdravstvenu ispravnost i kvalitetu proizvoda**.

### Mikrobiološka kontrola procesa

Kontrola se provodi tijekom cijelog proizvodnog procesa:

- **sirovine** → provjera početne mikrobiološke ispravnosti
- **poluproizvodi** → praćenje higijene tijekom proizvodnje
- **gotovi proizvodi** → provjera sigurnosti prije stavljanja na tržište

Redovita kontrola omogućava **pravovremeno otkrivanje kontaminacije** i sprječavanje kvarenja hrane.

Segment	Opis	Cilj / Značaj
Mikrobiološka kontrola procesa	Analiza sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda	Pravovremeno otkrivanje kontaminacije i osiguranje kvalitete
Plan uzorkovanja	Pravilno uzimanje reprezentativnih uzoraka u aseptičnim uvjetima	Dobivanje pouzdanih i točnih rezultata
Metoda razrjeđenja	Serijsko razrjeđivanje uzorka i brojanje kolonija nakon inkubacije	Određivanje broja živih MO (CFU/ml ili g)
Membranska filtracija	Filtriranje tekućine kroz membranu koja zadržava MO	Detekcija malog broja mikroorganizama
Interpretacija rezultata	Usporedba rezultata sa zakonskim propisima	Procjena zdravstvene ispravnosti hrane

### Plan uzorkovanja:

Pravilo	Opis
Reprezentativnost	Uzorak mora predstavljati cijelu seriju
Aseptičnost	Uzorak se uzima bez kontaminacije
Sterilni pribor	Koristi se sterilna oprema
Označavanje	Navodi se vrijeme, mjesto i vrsta uzorka
Čuvanje	Uzorci se drže na odgovarajućoj temperaturi

## METODE BROJANJA MIKROORGANIZAMA

### 1. Metoda razrjeđenja

- uzorak se postupno razrjeđuje (serijska razrjeđenja),
- zasijava se na hranjivu podlogu,
- nakon inkubacije broje se kolonije.

Rezultat: broj živih mikroorganizama u **1 ml ili 1 g uzorka (CFU) - Colony Forming Units** (broj kolonija)

1. **Što su indikatorski mikroorganizmi u kontroli kvalitete?** To su skupine mikroorganizama (npr. koliformne bakterije) čija prisutnost ukazuje na nehigijenske uvjete ili fekalno zagađenje, iako sami ne moraju uvijek biti uzročnici bolesti.

2. **Koja je uloga mikroorganizama u pročišćavanju otpadnih voda kemijske industrije?** Specifični mikroorganizmi u biološkim pročišćavačima (aktivni mulj) koriste organske nečistoće iz otpadne vode kao hranu, pretvarajući ih u biomasu i plinove, čime "čiste" vodu prije ispuštanja u okoliš.

3. **Koja je uloga HACCP sustava?** To je preventivni sustav kontrole sigurnosti hrane koji se temelji na prepoznavanju i sprječavanju potencijalnih opasnosti.

4. **Kako se provjerava učinkovitost pranja i dezinfekcije pogona?** Uzimanjem briseva s radnih površina i opreme ili korištenjem kontaktnih ploča koje se nakon inkubacije provjeravaju na broj poraslih kolonija.

5. **Koja je razlika između dezinfekcije i antiseptika?** Dezinfekcija se primjenjuje na površinama, a antiseptici na živom tkivu.

6. **Što je unakrsna kontaminacija?** Prijenos mikroorganizama s jedne površine, hrane ili osobe na drugu.

7. **Zašto se radi serijsko razrjeđenje?** Da bi se dobio broj kolonija koji se može pouzdano prebrojati.