

# Osnovni parametri uzgoja i rasta mikroorganizama

---

Tajz, Lidija

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:109:732651>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Lidija Tajz

Osnovni parametri uzgoja i rasta mikroorganizama

završni rad

Osijek, 2015.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U  
OSIJEKU  
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA**

Nastavni predmet  
Opća mikrobiologija

**Osnovni parametri uzgoja i rasta mikroorganizama**  
Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Lidija Lenart

---

Studentica: Lidija Tajz

MB: 2925/07

Mentor: doc. dr. sc. Lidija Lenart

Predano (datum):

Pregledano (datum):

---

**Ocjena:**

---

**Potpis mentora:**

---

## **Sažetak:**

Pored životinja i biljaka, mikroorganizmi predstavljaju najbrojniju i najraznovrsniju grupu živih bića na zemaljskoj kugli. Tom svijetu pripadaju bakterije, gljive, alge, protozoe, virusi i drugi heterogeni organizmi različiti po svojoj građi i životnim aktivnostima. Po svojoj građi mikroorganizmi mogu biti jednostanični (bakterije i neke alge), višestanični (većina vrsta gljiva) ili acelularni- nestanične građe (virusi). Rast mikroorganizama podrazumjeva povećanje veličine njihovih stanica, ali i povećanje njihova broja nakon razmnožavanja, što rezultira stvaranjem kolonija. Postoji mnogo različitih čimbenika vezanih za uzgoj i razmnožavanje mikroorganizama, npr. povoljni hranidbeni, energetski, atmosferski i temperaturni uvjeti. Hranjive ili umjetne podloge predstavljaju mješavinu različitih supstanci koje omogućavaju razmnožavanje i normalno odvijanje svih životnih funkcija mikroorganizama pod umjetno stvorenim uvjetima. Hranjive podloge trebaju stvoriti mikroorganizmima uvjete koji su slični uvjetima u kojima žive kada su u svojoj sredini u živom organizmu ili izvan organizma. Ne postoje hranjive podloge na kojima bi se mogle razvijati sve vrste mikroorganizama, jer su zahtjevi pojedinih mikroorganizama za prehranom različiti. Zbog toga se moraju pripremati raznovrsne podloge.

**Ključne riječi:** mikroorganizmi, rast, razvoj, uvjeti, hranjiva podloga

# The basic parameters of breeding and growth of microorganisms

## Summary:

In addition to the animals and plants, microorganisms represent most numerous and most diverse group of living things on earth. To this world belongs: bacteria, fungi, algae, protozoa, viruses and other heterogeneous organisms different in their structure and life activities. According to their composition can be single-celled microorganisms (bacteria and some algae), multicellular (most species of fungi) or acellular - acellular material (viruses). The growth of microorganisms involves increasing the size of their cells, but also increase their number after reproduction, making the formation of colonies. There are many different factors related to the growth and reproduction of microorganisms, for example, preferred food, energy, atmospheric and temperature conditions. Nutrients or artificial surfaces are a mixture of different substances that allow propagation and maintenance of the vital functions of microorganisms under artificially created conditions. The culture medium should create conditions for microorganisms that are similar to the conditions in which they live when they are in their environment inside of a living organism or outside the organism. Condition of the culture medium on which they can develop all kinds of microorganisms, does not exist, because of the demands of certain microorganisms for different meals. Therefore, it is required to prepare a variety of substrates.

**Keywords:** microorganisms, growth, development, conditions, nutrient medium

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	2
<b>2. Glavni dio</b> .....	3
2.1. Podijela i definicija mikroorganizama.....	4
2.2. Rast mikroorganizama prema njihovim potrebama za hranom.....	5
2.2.1. Podijela mikroorganizama prema načinu ishrane.....	5
2.3. Rast i razvoj mikroorganizama ovisno o okruženju u kojem se nalaze....	7
2.3.1. Fizikalni zahtjevi.....	7
2.3.2. Kemijski zahtjevi.....	14
2.3.3. Mikroorganizmi u namirnicama.....	17
2.4. Uzgoj mikroorganizama u laboratorijskim uvjetima.....	18
2.4.1. Podloge za uzgoj mikroorganizama.....	18
2.4.2. Utjecaj različitih faktora na rast mikroorganizama.....	22
2.5. Uzgoj mikroorganizama pri industrijskim uvjetima.....	23
<b>3. Zaključak</b> .....	26
<b>4. Literatura</b> .....	28

## **1. UVOD**

Tema ovog rada su "Osnovni parametri uzgoja i rasta mikroorganizama". Mikroorganizmi predstavljaju organizme mikroskopskih veličina, a međusobno se razlikuju prema: morfološkim, fiziološkim, biokemijskim i serološkim osobinama. Stanovnici su zemljišta, vode i zraka, te se odlikuju velikom rasprostranjenosti na istima (<https://www.scribd.com/doc/133275324/WordHrv-txt>, 2015.).

Zadatak završnog rada je opisati rast i uzgoj mikroorganizama sa gledišta opće mikrobiologije, tj. ovisnost rasta mikroorganizama o različitim uvjetima okoline u kojoj se nalaze. Ovdje je dana definicija mikroorganizama sa mikrobiološkog stajališta, njihov sastav i struktura, te podijela. Opisano je djelovanje različitih fizikalnih i kemijskih čimbenika, kao i uzgoj mikroorganizama pri umjetno stvorenim uvjetima pomoću različitih podloga koje se koriste za uzgoj mikroorganizama u laboratoriju ili industriji.



## **2. GLAVNI DIO**

## 2.1. PODJELA I DEFINICIJA MIKROORGANIZAMA

Mikroorganizmi su oku nevidljivi organizmi koji se nalaze posvuda u prirodi, a prema svojoj građi se dijele na:

- jednostanične (bakterije i neke alge),
- višestanične (većina vrsta gljiva) ili acelularni- nestanične građe (virusi).

Mikroorganizmi se prema djelovanju na ljude dijele na:

- patogene koji izazivaju različite infekcijske bolesti,
- nepatogene koji su bezopasni, neki od njih čak vrlo korisni u očuvanju zdravlja
- uvjetno patogene koji se u nekim dijelovima tijela normalno nalaze ne izazivajući smetnje, ali ako se nađu na drugom mjestu u ljudskom organizmu izazivaju bolest.

([http://www.medioteka.hr/portal/ss\\_biologija2.php?ktg=10&mid=33](http://www.medioteka.hr/portal/ss_biologija2.php?ktg=10&mid=33), 2015.).

Mikroorganizmi su aktivna živa bića. U povoljnim uvjetima oni neprekidno obavljaju reakcije metabolizma, povećavajući svoju veličinu i broj u populaciji. Jednostavno rečeno, mikroorganizmi su metabolički strojevi s golemim potencijalom za umnožavanje. Katkada rast mikroorganizama možemo iskoristiti za dobivanje mnogo vrijednih proizvoda kao rezultat njihovih metaboličkih aktivnosti. Na primjer, samo jedan patogeni streptokok (slučajno unesen pod kožu čovjeka) ubrzo može toliko povećati broj živih stanica u tijelu da prouzroči veliku temperaturu ili čak štoviše i smrtnost. Na sreću, neki mikroorganizmi proizvode antibiotike koji se mogu primjeniti za suzbijanje infekcijske bolesti, pa se tako mogu najbolje iskoristiti njihove osobine, a na najmanju mjeru svesti njihov štetni utjecaj. Stoga, naša sposobnost da uspješno kontroliramo mnoge infekcijske bolesti ovisi, nedvojbeno, o savršenom razumijevanju mikrobnog uzgoja i razmnožavanja. Mikroorganizmi su najstariji stanovnici zemlje i predhodnici su svih živih organizama. Moglo bi se reći da su kosmopolitni organizmi rasprostranjeni u svim životnim sredinama i klimatskim zonama, u zraku, vodi i zemljištu (Duraković, 1991.).

## 2.2. RAST MIKROORGANIZAMA PREMA NJIHOVIM POTREBAMA ZA HRANOM

Mikroorganizmi se razlikuju ne samo u biosintetskim sposobnostima (kao što su različiti enzimski sustavi) nego i prema njihovim zahtjevima za hranjivim tvarima. Izvori kemijskih elemenata i energije, nužni mikroorganizmima za sintezu biokemijskih spojeva, moraju biti raspoloživi u okolišu i pripravnici za upotrebu. Organski izvori obuhvaćaju veliki broj spojeva u nizu od molekula s dva ugljikova atoma, do mnogo kompleksnijih jedinica kao što je škrob koji se sastoji od tisuće ugljikovih atoma. Anorganski su izvori ugljikdioksid, sumporovodik i ostale molekule. Najjednostavniji tip prehrane je onaj što ga obavljaju autotrofi ili "automati" za opskrbljivanje gorivom. Takvi organizmi mogu namiriti sve potrebe na ugljiku upravo s ugljik dioksidom. Nasuprot autotrofima nalaze se heterotrofi, taj tip organizma koristi organske tvari kao izvor ugljika, a može upotrijebiti iste tvari i za zadovoljavanje svojih energetske potrebe. Obje skupine su, osim toga, razdvojene u više specifičnih tipova što se tiče načina prehrane, a u suglasju sa izvorom ugljika i energije koje koriste u njihovu metabolizmu (Duraković, 1991.). Mikroorganizmi najčešće najbolje rastu u tlima i vodama. I autotrofni i heterotrofni organizmi mogu se uzgajati na umjetnim hranjivim podlogama (kemijski definiranim) ako su osigurani svi hranjivi sastojci i uvjeti za rast. Treća skupina mikroorganizama, *hipotrofi*, obvezatni su stanični nametnici koji rastu samo unutar žive stanice domaćina. Hipotrofi obuhvaćaju biljne, životinjske i bakterijske viruse, a i sve rikecije i klamidije. Obuhvaćajući sve patogene, najviše ima kemoheterotrofnih bakterija; one dobivaju ugljik i energiju iz organskih spojeva (Duraković, 1996.).

### 2.2.1. Podjela mikroorganizama prema načinu ishrane

#### Autotrofni mikroorganizmi

##### a) Fotoautotrofi (fotolitotrofi)

-su organizmi koji koriste  $\text{CO}_2$  za opskrbu ugljikom, a svjetlost kao izvor energije. Fotosintetske bakterije imaju klorofile, što su kemijski slični kloru kod biljaka.

**b) Kemoautotrofi (kemolitotrofi)**

-su neofotosintetski organizmi koji se oslanjaju na oksidaciju anorganskih spojeva za dobivanje energije, potrebne za vezanje CO<sub>2</sub> kao izvora ugljika.

**Heterotrofni mikroorganizmi****a) Fotoheterotrofi (fotoorganotrofi)**

-su organizmi koji koriste svjetlost kao izvor energije, dok im organski spojevi služe kao primarni izvor ugljika. Ti su organizmi prilagođeni njihovim zahtjevima za kisikom, a u aerobnim uvjetima mogu rasti samo u mraku.

**b) Kemoheterotrofi (kemoorganotrofi)**

-organizmi koji su potpuno različiti po svom metabolizmu i mogu dobivati ugljik i potrebnu energiju metabolizirajući jednostavne organske spojeve. Ovoj skupini pripadaju sve životinje, gljive i protozoe, te najveći broj bakterija (Duraković, 1996.).

**Tablica 1.** Klasifikacija mikrobnih skupina na osnovi izvora ugljika i energije (<http://zanimljivosti.net/edukativno/hrana-za-mikroorganizme>, 2015.).

<b>Prehrana</b>				
	<b>Način prehrane</b>	<b>Izvor energije</b>	<b>Izvor ugljika</b>	<b>Tipovi organizama</b>
<b>Autotrofi</b>	Fotoautotrofi	Svjetlost	CO <sub>2</sub>	Fotosintetski prokarioti (primjerice, cijanobakterije), biljke, neki protisti (alge)
	Kemoautotrofi	Anorganske tvari	CO <sub>2</sub>	Neki prokarioti (primjerice, sumporne bakterije; <i>Sulfolobus</i> )
<b>Heterotrofi</b>	Fotoheterotrofi	Svjetlost	Organske tvari	Neki prokarioti (primjerice, <i>Rhodobacter</i> , <i>Chloroflexus</i> )
	Kemoheterotrofi	Organske tvari	Organske tvari	Većina prokariota (primjerice <i>Clostridium</i> ) i protista, gljive, životinje i neke biljke

## 2.3. RAST I RAZVOJ MIKROORGANIZAMA OVISNO O UVJETIMA OKRUŽENJA U KOJEM SE NALAZE

Postoje dva načina uzgoja mikroorganizama. Mikroorganizmi kojima smo okruženi rastu u odgovarajućim uvjetima koje im pruža pojedino područje u okolišu kojem su izloženi, ali ih možemo i uzgojiti umjetnim putem u laboratoriju što omogućava da u potpunosti shvatimo kako funkcionira rast i razmnožavanje mikroorganizama, tako smo u mogućnosti da što uspješnije kontroliramo mnoge infekcijske bolesti.

### 2.3.1. Fizikalni zahtjevi

Od fizikalnih čimbenika koji utječu na mikroorganizme značajni su:

- **voda (aktivitet vode), temperatura, osmotski tlak, svjetlost, zračenje, ultrazvuk, zemlja (tlo) i zrak.**

#### ➤ VODA

- Voda je životna sredina koju nastanjuje najraznovrsniji svijet mikroorganizama s obzirom da se odlikuju vrlo različitim osobinama: oceani i mora sa različitim dubinama i visokim sadržajem soli, "slatke" vode rijeka i jezera na kopnu, sa malim salinitetom itd. Voda je najrasprostranjenija sredina, te s obzirom na prostranstvo koje zauzima, mikroorganizmi u njoj svojom brojnošću grade ogromnu biomasu koja premašuje svaku drugu sredinu ( [http://www.medioteka.hr/portal/ss\\_biologija2.php?ktg=10&mid=33](http://www.medioteka.hr/portal/ss_biologija2.php?ktg=10&mid=33) , 2015.). Voda ima odlučujući utjecaj na razvoj i životnu aktivnost mikroorganizama. Svi životni procesi u stanici mikroorganizama vezani su za prisustvo određene količine vode. Ako sadržaj vode padne ispod potrebnog minimuma, životne funkcije se zaustavljaju i mikroorganizmi prelaze u latentno stanje (stanje anabioze), kada prestaje njihovo razmnožavanje. Pri tome prestaje prehrana mikroorganizama, jer bez vode hranjive tvari ne mogu biti unesene u stanicu, niti mogu izaći iz nje kao proizvodi žive djelatnosti. Plijesni trebaju malu količinu vode za razvoj, kvasci nešto više, a bakterijama treba najviše vode. U osušenom stanju neki mikroorganizmi mogu produžiti svoju životnu sposobnost, npr. bakterijske spore i plijesni zadržavaju sposobnost

klijanja i poslije više godina. Asporogene bakterije su znatno osjetljivije. Izuzetak su bakterije mliječnog vrenja koje mogu u osušenom stanju zadržati svoju životnu sposobnost nekoliko mjeseci i do nekoliko godina (Duraković, 1991.).

### **Aktivitet vode ( $a_w$ )**

Uz opće i posebne zahtjeve za izvorom hrane, svim je mikroorganizmima potrebna voda za rast i razmnožavanje. Voda je osnovno otapalo i nužna je za svaku reakciju u živom sustavu, pa stoga udjel vode izrazito utječe na rast mikroorganizama. Aktivitet vode ( $a_w$ ) pokazatelj je one količine vode s kojom mikroorganizam zaista raspolaže u reakcijama metabolizma. Čista destilirana voda ima  $a_w$  – vrijednost 1,0. Faktori što utječu na adsorpciju i topljivost mogu, međutim, reducirati raspoloživu količinu vode i tako smanjiti aktivitet vode. Voda, npr. može biti vezana i stoga beskorisna za mikroorganizme (Duraković, 1996.). Sniženje  $a_w$  prilikom sušenja neke namirnice, pri konstantnoj temperaturi te namirnice, ne mijenja se linearno sa sniženjem udjela vode u namirnici, već takva krivulja u pravilu ima sigmoidalan oblik. U fazi uklanjanja slobodne vode, izoterma desorpcije vode ima oštar nagib, tj. s velikom promjenom udjela vode postiže se relativno skroman pad  $a_w$ . U fazi kad u namirnici prevladava imobilizirana voda, nagib krivulje je blaži, što znači da jednako smanjenje udjela vode izaziva značajniji pad  $a_w$ . Konačno, kad u namirnici prevladava vezana voda, već i malo smanjenje udjela vode rezultirat će značajnim padom  $a_w$ . Mikrobni je rast na različitim površinama velik problem u tropskim područjima, kada je velika relativna vlažnost, pa je ta voda u atmosferi temelj mikrobnog rasta. Gljive, najčešće, mogu rasti pri nižim  $a_w$  – vrijednostima nego ostali mikroorganizmi (npr. bakterije). Stoga gljive rastu na mnogim površinama na kojima raspoloživa voda ne može biti osnova za rast bakterija. Zbog toga na kruhu rastu plijesni, a ne bakterije. Mikroorganizmi ne mogu rasti pri niskim  $a_w$  – vrijednostima pa se ta činjenica primjenjuje u zaštiti mnogih proizvoda (<https://www.scribd.com/doc/242696823/15/AKTIVITET-VODE>, 2015.).

**Tablica 2.** Minimalne vrijednosti aktiviteta vode ( $a_w$ ) za mikrobn razvoj (<https://www.scribd.com/doc/242696823/15/AKTIVITET-VODE>, 2015.).

Mikroorganizmi	$a_w$
bakterije	0,91
kvasci	0,87
plijesni	0,80
halofilne bakterije <sup>1</sup>	0,75
kserofilne plijesni <sup>2</sup>	0,75
saharofilni kvasci <sup>3</sup>	0,60

<sup>1</sup> Prilagođene sredini s visokim udjelom soli (npr. *Staphylococcus aureus*).  
<sup>2</sup> Prilagođene sredini s niskim udjelom vode (npr. *Aspergillus ochraceus*).  
<sup>3</sup> Prilagođeni sredini s visokim udjelom šećera (npr. *Saccharomyces cerevisiae*).

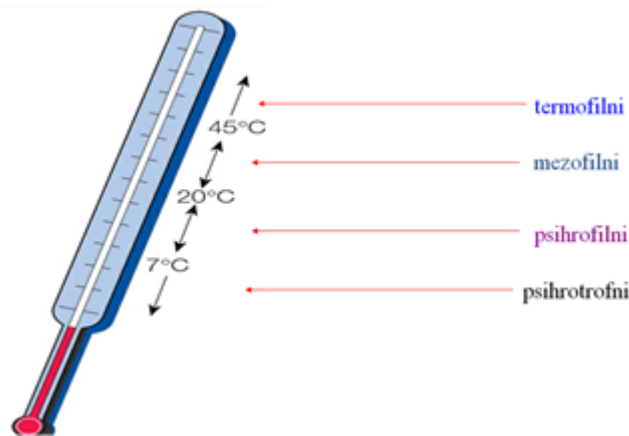
## ➤ TEMPERATURA

U svojim prirodnim staništima mikroorganizmi mogu rasti u temperaturnom rasponu od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $110^{\circ}\text{C}$ .

S obzirom na temperaturu rasta, mikroorganizmi su klasificirani kao:

- a) Psihofili (od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $20^{\circ}\text{C}$ ) - oni koji vole hladno,** Također se nazivaju i **kriofili**. Mogu rasti u antarktičkom i arktičkom ledu i u frižiderima u domaćinstvu. Rastu i u dubokim oceanima. Različiti rodovi algi, bakterija, gljiva i protozoe pripadaju psihofilima.
- b) Mezofili (od  $20^{\circ}\text{C}$  do  $45^{\circ}\text{C}$ ) (oni koji vole srednju temperaturu)** Za nas su zanimljivi jer je u njihovom rasponu temperature rasta uključena i čovjekova tjelesna temperatura. Oni su također prisutni i u zemljištu i u vodi. Mnogi od njih su izazivači različitih bolesti.
- c) Termofilni (od  $45^{\circ}\text{C}$  do više od  $90^{\circ}\text{C}$ ) - oni koji vole topline.** Rastu u vulkanskim izvorima, zemljištu i u vrućim izvorima, kao i u stajskom gnojivu. Neobični termofilni organizmi su opisani 1983. godine, kada su biolozi istraživajući uvjete okoline u morskim dubinama, nalazili *arheobakterije* koje su mogle rasti pod visokim tlakom i pri temperaturi vode od  $250^{\circ}\text{C}$  i višoj. U životu mikroorganizama postoji **minimalna, optimalna i maksimalna temperatura razvoja**, koje nisu iste kod svih mikroorganizama. Ove temperature zavise od niza činilaca, npr. enzimi

organizma, starost, prehrana i različiti uvjeti okoline (Duraković, 1996.; [http://www.b92.net/zivot/nauka.php?nav\\_id=342797](http://www.b92.net/zivot/nauka.php?nav_id=342797), 2015.).



**Slika 1** Podjela bakterija prema povoljnoj temperaturi rasta

(<http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### ➤ OSMOTSKI TLAK

Na rast mikroorganizama također utječe snaga ili tlak koji se javlja kada voda prodire kroz njihove stanične membrane. Snaga koja tjera vodu poznata je kao *osmotski tlak* i rezultat je težnje molekula vode da prolaze kroz membranu radi izjednačavanja koncentracije na obje strane membrane. U svim živim stanicama nalazi se voda koja sadrži otopljene soli, šećere i ostale tvari, a one daju određeni osmotski tlak u tekućini (Duraković, 1996.). Pošto je osmotski tlak jednak koncentraciji otopljenih tvari, u mediju koji sadrži više otopljenih molekula osmotski tlak će biti viši. Ako živu stanicu stavimo u tekućinu u kojoj vlada isti osmotski tlak kao i u stanici, voda ne ulazi u stanicu, niti izlazi iz nje. Takvu otopinu zovemo *izotonična*, a u njoj stanice niti bubrenje niti se skupljaju. Kada se stanice izvade iz izotonične otopine i stave u tekućinu koja ima niži osmotski tlak, voda ulazi u te stanice i uzrokuje bubrenje. Tekućina koja okružuje stanicu tada se naziva *hipotonična*.

U mnogim slučajevima, čvrste stanične stijenke bakterija i gljiva, algi i biljaka omogućuju tim stanicama da se odupru, a ne rasprsnu zbog ulaska vode iz vanjskog okoliša koji je hipotoničan (sadrži manje koncentracije otopljenih tvari). Stanična se stijenka može rastezati samo malo, a to rezultira povećanjem dimenzija stanice. Dolaskom u hipotoničnu otopinu stanica se



bez stanične stijenke rasprsnje, a to se naziva *plazmoptiza* (Duraković, 1996.). Kada se stanice koje imaju staničnu stijenku stave u otopinu sa višom koncentracijom tvari (*hipertonična otopina*), voda izlazi iz stanice u okolinu koja ih okružuje i sadržaj stanice se skuplja. Taj se proces naziva *plazmoliza*. Otopine sa velikom koncentracijom soli ili šećera izvlače vodu iz stanice u okolinu, a kao rezultat toga nastupa *dehidracija* (uklanjanje vode, sušenje) i inhibicija reakcija metabolizma. Ovo isušivanje stanica u hipertoničnim otopinama se primjenjuje radi zaštite mesa i ribe, jer mikroorganizmi koji kvare ove namirnice ne mogu rasti u otopini koja sadrži 30% NaCl-a. Ova činjenica se primjenjuje i kod zaštite džemova, želea i sirupa dodatkom 40 do 60% šećera. Osmotska dehidracija pojašnjava antimikrobna svojstva: slanoga mesa i ribe, ukuhanog voća, meda, mlijeka u prahu, slatkog kondenziranog mlijeka i dr (Duraković, 1991.; [http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove\\_agroekologije/Voda%20i%20temp.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove_agroekologije/Voda%20i%20temp.pdf), 2015.). Mnogi mikroorganizmi ipak rastu samo pri povišenom osmotskom tlaku. Na primjer, morske bakterije rastu pri umjereno velikoj koncentraciji NaCl-a (3,5%). Organizmi koji trebaju velike koncentracije NaCl-a, nazivaju se *halofili* (grč. halos= sol). Ostali organizmi, npr. *Staphylococcus* vrste normalno žive na ljudskoj koži primjer su *halotolerantnih* bakterija; oni mogu rasti pri visokim koncentracijama NaCl-a, ali najbolje rastu u normalnim uvjetima (0,85% NaCl). *Saharofilni* (koji vole šećer) mikroorganizmi mogu u prirodi rasti u medu i ostalim tvarima koje sadrže visoke koncentracije šećera. Ovi se mikroorganizmi zovu još i *osmofilni* (vole visok osmotski tlak). Ovdje spadaju gljive (neki kvasci i plijesni) koji su poznati po tome da mogu rasti u džemu s visokom koncentracijom šećera (Duraković, 1996.; [http://www.b92.net/zivot/nauka.php?nav\\_id=342797](http://www.b92.net/zivot/nauka.php?nav_id=342797), 2015.).

**Saharofilni kvasci su:** *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces* i *Torulopsis*.

**Saharofilne plijesni su:** *Rhizopus* i *Neurospora*. Endospore nekih bakterija npr. *Clostridium botulinum*, lako preživljavaju u osmotski nepovoljnim uvjetima - u medu! Gotovo polovina svih slučajeva trovanja tom bakterijom (botulizam) kod djece uzrokovano je prehranom male djece medom koji je bio kontaminiran endosporama *C. botulinumom*. Općenito gljive se najbolje uzgajaju u podlogama koje sadrže 2% do 4% šećera, a bakterije u podlogama koje sadrže 0,5% do 1% šećera. U nekim izvanrednim osmotskim uvjetima

okoline tri vrste bakterija iz roda *Pseudomonas* mogu rasti u destiliranoj vodi. Postoje i mikroorganizmi kao što su neke asporogene bakterije (*Nocardia* sp.), kvasci (roda *Candida* i *Cryptococcus*) i plijesni (iz rodova *Aspergillus* i *Alternaria*) koji mogu preživjeti u destiliranoj vodi i do 5 godina (Duraković, 1996.; <http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### ➤ SVJETLOST

Najveći broj vrsta mikroorganizama je posebno osjetljiv na djelovanje direktne sunčeve svjetlosti. Neke vrste mikroorganizama brane se od te svjetlosti stvaranjem pigmenata u stanici. Najosjetljivije na svjetlosti su bakterije, posebno one patogene, kvasci su otporniji, a plijesni su najotpornije. Bakterije se dobro razvijaju u odsustvu svjetlosti, tj. u mraku. Otpornost prema svjetlosti zavisi od vrste i stadija razvoja mikroorganizama. Jača i direktna sunčeva svjetlost djeluje smrtonosno na mikroorganizme. Ako se hranjiva podloga sa naciepljenim mikroorganizmima izloži nekoliko sati djelovanju direktne sunčeve svjetlosti, na njima se neće zapaziti porast mikroorganizama jer će biti uništeni. Na njih smrtonosno djeluju nevidljive ultraljubičaste zrake sunčeva spektra. Za neke mikroorganizme koji imaju u svojim stanicama klorofil (alge, lišajevi, neke bakterije), svjetlost je neophodna, jer je koriste kao izvor energije za obavljanje klorofilne asimilacije.

(<http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### ➤ ZRAČENJE

Zrake kratkih valnih duljina u većim dozama djeluju smrtonosno na mikroorganizme, iako su mikroorganizmi, u odnosu na druge organizme, dosta otporniji. U manjim dozama, koje nisu smrtonosne, zrake izazivaju promjene u stanici mikroorganizama. Postoje razlike u načinu djelovanja ultraljubičastog i ionizujućeg zračenja (alfa, beta, gama, X- zrake)

(<http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

➤ **ULTRAZVUK**

Ultrazvuk ima ogromnu razornu moć, pa je svoju primjenu našao i za uništavanje mikroorganizama ili za spriječavanje njihovog razvoja. Ultrazvuk na mikroorganizme djeluje mehanički. Ako se mikroorganizmi nađu u tekućinskoj sredini kroz koju se prostire ultrazvuk, dolazi do njihovog razaranja i odumiranja. Osjetljivost je različita kod pojedinih vrsta i oblika mikroorganizama. Najosjetljiviji na djelovanje ultrazvuka su mikroorganizmi končastog izgleda, a najotporniji loptastog oblika. Što je veći ultrazvučni intenzitet, to je jače njihovo smrtonosno djelovanje na mikroorganizme. Efikasnost djelovanja ultrazvuka ovisi i od dužine djelovanja, kemijskog sastava sredine, temperature i dr. ( <http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

➤ **TLO**

Sa mikrobiološkog stajališta, tlo je jedinstvena prirodna sredina koja sadrži ogromnu populaciju bakterija, aktinomiceta, algi, gljiva i proteina. Populacije mikroorganizama u zemljištu značajne su za razlaganje organske materije i osiguranje hranjivih sastojaka biljkama, te su ključni pokretači sinteze i mineralizacije organske tvari u tlu, a brojnost i zastupljenost pojedinih fizioloških skupina mikroorganizama u tlu rezultira plodnošću tla. Kakva će biti brojnost i zastupljenost ovisi o utjecaju ekoloških faktora, antropogeno djelovanje, tipa vegetacija i međusobnih odnosa unutar mikrobne populacije tla ([http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss\\_bio2&vid=33](http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss_bio2&vid=33), 2015.).

➤ **ZRAK**

Mikroorganizmi kruže u zraku, dospijevaju strujanjem zračnih masa tako da je i u ovoj sredini njihova populacija veoma raznolika. Njihova raznolikost i održivost ovisi o mnogim ekološkim uvjetima, ali prije svega o kvaliteti sunčeve svjetlosti i samog intenziteta topline ([http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss\\_bio2&vid=33](http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss_bio2&vid=33), 2015.).

### 2.3.2. Kemijski zahtjevi

Od kemijskih čimbenika koji utječu na mikroorganizme značajni su:

- kiselost sredine (pH-vrijednost), molekularni kisik i različiti kemijski spojevi.

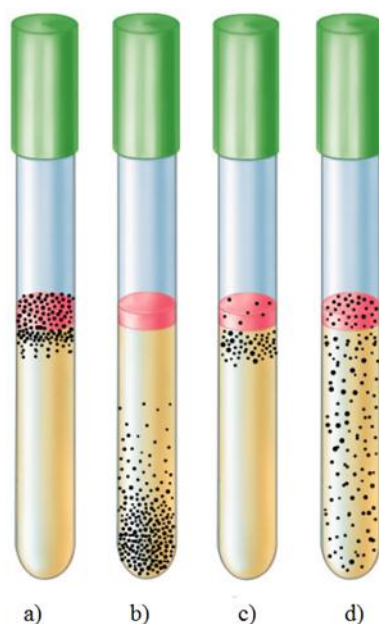
#### ➤ Potrebe za kisikom ili ugljik (IV) oksidom

Mikroorganizmi se također kategoriziraju prema njihovim reakcijama s raspoloživim plinovima, kao što su kisik i CO<sub>2</sub>. Kisik je primalac (akceptor) elektrona u staničnim kemijskim aktivnostima (metabolizmu), CO<sub>2</sub> je esencijalna hranjiva tvar (izvor hrane) za veliki broj mikroorganizama. *Aerobni* organizmi zahtjevaju kisik prema tome koliko ga ima u zraku ili u nekim malim koncentracijama. *Mikroaerofilni* organizmi također zahtjevaju kisik, ali manju koncentraciju od one u zraku (u zraku ima oko 20% kisika). Stoga, oni ne rastu u višim dijelovima tekućih hranjivih podloga jer su bogate kisikom. Ako je kisik uklonjen, nastaje izravna potreba za većom količinom CO<sub>2</sub>, a neznatnija za kisikom. Ti su mikroaerofilni organizmi nazvani *kapnejski mikroorganizmi*. Za njihov rast je nužna atmosfera s CO<sub>2</sub> koncentracije 3-10% (Duraković, 1996.; <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/infektologija/anaerobne-bakterije>, 2015.).

*Anaerobni* mikroorganizmi ne podnose kisik i razmnožavaju se na mjestima sa sniženim oksidacijsko–redukcijskim potencijalom, a klasificirani su kao:

- *striktni* ili *obvezatni anaerobi* ne podnose 0,5% O<sub>2</sub> (*Bacteriodes*, patogene bakterije u ljudi);
- *aerotolerantni anaerobi* podnose 2–8% O<sub>2</sub>, tj. mogu rasti u prisutnosti slobodnoga kisika, iako on nije nužan za njihov metabolizam (streptokoki).

*Fakultativni anaerobi* ne služe se kisikom, ali u njegovoj prisutnosti bolje rastu (*Escherichia coli*) (Duraković, 1996.; <http://zanimljivosti.net/edukativno/hemijski-uslovi-za-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).



**Slika 2** Utjecaj kisika na rast mikroorganizama,

**a)** aerobni mikroorganizmi; **b)** anaerobni mikroorganizmi;

**c)** mikroaerofilni mikroorganizmi; **d)** fakultativni anaerobni mikroorganizmi

(<http://zanimljivosti.net/edukativno/hemijski-uslovi-za-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### ➤ pH- VRIJEDNOST

Jedan od najvažnijih čimbenika za razvoj i biokemijsku aktivnost mikroorganizama je reakcija sredine koja se označava kao kiselost ili alkalnost sredine i izražava se simbolom pH. Prebivališta na kopnu i u vodama razlikuju se kiselošću i bazičnošću što je određena prema tipovima i količini različitih minerala i mikrobiološkom aktivnošću. Mjerenje relativne kiselosti ili bazičnosti otopine, naziva se pH vrijednost, koja je određena brojčanim iznosima od 0 do 14. Čista voda nije kisela ni bazična i ona ima pH vrijednost 7,0 (neutralna je). Kisele tvari imaju pH vrijednost ispod 7,0, dok vrijednosti iznad 7,0 označavaju povećanje bazičnosti. Najniže vrijednosti pH označavaju najvišu koncentraciju vodikovih iona (max. kiselost). Najviše vrijednosti pH označavaju najnižu koncentraciju vodikovih iona (max. alkalnost). pH-vrijednosti su zapravo negativni logaritmi koncentracije vodikovih ( $H^+$ ) iona. Svaka vrsta mikroorganizama za svoj rast zahtjeva određenu koncentraciju vodikovih iona,

odnosno određenu pH vrijednost, koje mogu biti: optimalne (pri kojima se najbolje razvijaju), minimalne i maksimalne (Duraković, 1996.; <http://zanimljivosti.net/edukativno/hemijski-uslovi-za-razvoj-mikroorganizama/> 2015.).

S obzirom na kiselost ili bazičnost supstrata, mikroorganizmi se dijele na:

- 1) neutrofilne** (preferiraju neutralno pH-područje);
- 2) acidofilne** (vole kiselo);
- 3) alkalofilne** (vole bazično).

Najveći broj bakterija najbolje raste u neutralnoj do slabo kiseloj sredini u pH granicama od 6,5 do 8,0. Kvasci i plijesni traže kiselu pH sredinu od 3,0 do 6,0. Sa malim iznimkama, minimalne pH vrijednosti za bakterije iznose 4, a maksimalne 9. Kod plijesni te granice su znatno šire: pH od 1,2 do 11. (jako kisela i jako alkalna sredina). Neke vrste bakterija kisela sredina uništava (vegetativne forme su osjetljivije od spora). Posebno su osjetljive bakterije truljenja (izazivaju razlaganje organskih tvari). Bakterijske vrste koje stvaraju kiselinu (acidogene), npr. bakterije mliječnog i octenog vrenja, znatno su otpornije na kiselu sredinu. U toku rasta mikroorganizama stvaraju se i otpadni produkti mikrobnog metabolizma, koji su često kiseline ili baze, pa mogu brzo smanjiti ili povećati pH. Zato se u toku pripreme hranjivih podloga za uzgoj mikroorganizama često dodaju puferi. Puferi su kemijske tvari koje se opiru promjenama pH-vrijednosti, čak i onda kada se dodaju kiseline ili baze. Pufer je ili donator ili akceptor  $H^+$  iona, odnosno, dodatkom kiseline se ponaša kao baza, a dodatkom baze kao kiselina. Za mjerenje koncentracije  $H^+$  iona upotrebljavaju se različiti indikatori (slabe organske kiseline ili baze) koji promjenom boje pokazuju koncentraciju  $H^+$  iona. Najveći broj mikroorganizama ne može preživjeti ekstremno niske pH-vrijednosti u ljudskom želucu. Samo patogeni mikroorganizmi mogu podnijeti produženu izloženost jake kiseline želuca, te tako izazvati infekcije nakon ulaska u tijelo kroz probavni trakt (Duraković, 1996.; <http://zanimljivosti.net/edukativno/hemijski-uslovi-za-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### ➤ KEMIJSKI SPOJEVI

Kemijski spojevi kao čimbenici u okolišu su neophodni za životnu aktivnost mikroorganizama. Njihova priroda i način djelovanja na mikroorganizme su različiti.

U osnovi oni mogu djelovati:

- stimulativno (stimuliraju rast i razmnožavanje mikroorganizama)
- mikrobiostatski (zaustavljanje razvoja mikroorganizama)
- mikrobicidno (svojim djelovanjem ubijaju mikroorganizme)

(Duraković, 1996.; <http://zanimljivosti.net/edukativno/hemijski-uslovi-za-razvoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### 2.3.3. Mikroorganizmi u namirnicama

Mikroorganizmi, kao što je poznato, nastanjuju prehrambene proizvode u svježem ili prerađenom stanju i to najčešće populacije bakterija i gljiva. Neke od ovih spadaju u korisne vrste (bakterije mliječne kiseline) jer sudjeluju u procesima prerade i sazrijevanja proizvoda, ali neke vrste mogu biti i opasni zagađivači hrane. Zbog svojih prehrambenih vrijednosti, hrana je posebno važna za čovjeka, ali istodobno svojim je hranjivim sastojcima idealan supstrat (podloga) za rast mikroorganizama. Neki mikroorganizmi koje možemo naći u hrani služe za njezinu proizvodnju (sirevi, vina, fermentirani mliječni proizvodi i dr.), neki će pak dovesti do njezina kvarenja, a patogene vrste ili njihovi otrovi uzrokovat će bolest kod ljudi koji ih unesu u organizam. Mikrobiološka analiza hrane provodi se radi utvrđivanja prisutnosti mikroorganizama koji mogu ugroziti zdravlje ljudi kao i utvrđivanje mikrobiološke ispravnosti radi održivosti i ispravnosti za uporabu. S obzirom na niz unutarnjih i vanjskih čimbenika koji utječu na rast mikroorganizama u hrani, infektivnu dozu mikroorganizma, hrana je svrstana u grupe kojima su određene kvantitativne granice za pojedine mikroorganizme. Istodobno, niti jedna vrsta hrane ne smije sadržavati patogene i potencijalno patogene mikroorganizme i njihove otrove u količinama štetnima za zdravlje ljudi. U hrani se mogu naći bakterije, virusi, paraziti, kvasci i plijesni. Kada govorimo o trovanju hranom, najčešće mislimo na bakterije i viruse kao uzročnike

([http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss\\_bio2&vid=33](http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss_bio2&vid=33), 2015.).

## 2.4. UZGOJ MIKROORGANIZAMA U LABORATORIJSKIM UVJETIMA

Rast i razmnožavanje mikroorganizama poticani su različitim postupcima i raznolikom pripravom izvora hrane. Različiti mikroorganizmi trebaju različitu okolinu i kombinaciju hranjivih podloga. Tako su, primjerice, postupak i hranjive podloge za uzgoj anaerobnih bakterija beskorisne za rast virusa. Mikroorganizmi se mogu uzgajati u posudama kao što su Petrijeve zdjelice, pa čak i u velikim čeličnim tankovima (Duraković, 1996.). U prirodnim uvjetima patogene vrste bakterija žive u organizmu ljudi i životinja, na biljkama i drugim oblicima života. U prirodnoj sredini, in vivo (uživo), teško se može pouzdano pratiti njihovo razmnožavanje i druge osobine, naročito ako je broj bakterija mali. Iz ovih i drugih razloga za dijagnostiku bakterijskih oboljenja one se uzgajaju na umjetnim hranjivim podlogama. (<http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### 2.4.1. Podloge za uzgoj mikroorganizama

**Hranjiva podloga**, prirodni ili umjetni medij za uzgoj organizama ili njihovih dijelova (tkiva, stanica), u kojem oni rastu, trošeći tvari potrebne za sintezu staničnih sastojaka i za proizvodnju energije. Preduvjet pouzdanom proučavanju mikroorganizama je mogućnost njihova uzgoja u laboratoriju, dakle na umjetnoj hranjivoj podlozi. Ona se pripravlja prema specifičnim zahtjevima organizama ili stanica, što ovisi o svrsi uzgoja.

Svaka hranjiva podloga treba zadovoljiti slijedeće osnovne uvjete:

- treba sadržavati sve hranjive elemente koji su neophodni za život određene vrste ili grupe mikroorganizama;
- mora imati dovoljno vode kako bi mikroorganizmi mogli usvojiti materiju iz podloge;
- mora biti sterilna, tj. mora biti potpuno čista bez prisustva drugih mikroorganizama;



- mora biti prozirna da bi se lakše mogao pratiti i ispitivati tip rasta mikroorganizama, kao i fizičke promjene koje nastaju u hranjivoj podlozi, kao i rezultat životne djelatnosti mikroorganizma.
- mora imati određenu reakciju sredine pri kojoj se ispitivani mikroorganizmi najbolje razvijaju. Stoga svaka hranjiva podloga ima određenu reakciju i prilikom njene pripreme treba obavezno regulirati pH podloge.

### Hranjivu podlogu čine:

- a) voda;
  - b) izvori biogenih elemenata: (C, H, O, N, P, S );
  - c) mineralne soli: ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Mn^{2+}$  i drugi elementi u tragovima);
  - d) pomoćni faktori rasta: (vitamini, aminokiseline, purini, pirimidini);
  - e) prekursori (spojevi koje mikroorganizmi ne koriste za svoj rast već ih ugrađuju u proizvode sekundarnog metabolizma). Dodatak prekursora u podloge omogućava povećanje prinosa sekundarnih metabolita i ekonomičnost proizvodnje. Najpoznatiji primjer dodavanja prekursora je dodavanje fenil-octene kiseline u proizvodnji penicilina G, propanola za sintezu eritromicina i dr. (<http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).
- Voda je temeljni sastojak hranjivih podloga i preduvjet za održavanje života živih stanica, tj. za odvijanje mnogih biokemijskih reakcija u stanicama. Treba je biti dovoljno, jer rast stanica i odvijanje biokemijskih procesa ovise o tzv. slobodnoj ili raspoloživoj vodi u hranjivoj podlozi. U tome su bakterije općenito zahtjevnije od kvasaca i plijesni.
- Izvori *ugljika* najčešće su glavni hranjivi sastojci podloga, jer služe za biosintezu staničnih sastojaka i kao glavni izvor procesne energije. Ugljikohidrati (glukoza, saharoza, škrob, celuloza) obično su najprikladniji izvor ugljika, a potječu iz voća, šećerne trske i repe, mlijeka, krumpira, žitarica, drva i različitih biljnih stabljika. Osim ugljikohidrata, izvor ugljika mogu biti i biljna ulja, životinjske masti, alkoholi i ugljikovodici. Fotosintetskim organizmima kao izvor ugljika služi ugljikov dioksid, a neki mikroorganizmi mogu uzimati ugljik iz niza drugih organskih spojeva, pa i izravno iz ugljena.

- Izvori *dušika* mogu biti različiti anorganski (amonijeve soli, nitrati) i organski spojevi (urea, amini, aminokiseline, polipeptidi, bjelančevine). Prirodni su izvori organskih dušikovih spojeva sjemenke uljarica i žitarica, kazein, želatina, riblje i mesno brašno.
- *Fosfor* je također bitan sastojak hranjivih podloga. Anorganski fosfati (amonijevi, kalijevi i natrijevi) vrlo su pogodni izvori fosfora. Kompleksni organski izvori ugljika i dušika često su i prikladni izvori fosfora (mikrobna biomasa, kukuruz). Osim ugljika, vodika, kisika, dušika i fosfora, živim su organizmima potrebni i drugi kemijski elementi, pa hranjive podloge trebaju sadržavati i mineralne soli makroelemenata (S, K, Mg, Ca, Zn, Cl) i mikroelemenata (Co, B, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni). No ti su elementi većinom prisutni u dovoljnim količinama u vodovodnoj vodi ili u kompleksnim izvorima ugljika, dušika i fosfora. Po svom se sastavu hranjive podloge mogu bitno razlikovati, tj. mogu biti jednostavne i hranjivim sastojcima siromašne, ili pak složene, hranidbeno bogate, a kemijski dobro definirane, čak i vrlo kompleksne (npr. pri uzgoju životinjskih stanica). Sastavom podloge može se selektivno olakšati ili otežati, pa i spriječiti rast određenih mikrobnih skupina, čime se olakšavaju njihova selekcija, identifikacija i klasifikacija, ocjenjivanje njihove patogenosti, neškodljivosti, uporabljivosti itd.
- (<http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).

### Razlikuju se hranjive podloge:

- **Tekuća podloga** – u osnovi je bujon (pripremljen ekstrakcijom mesa) ili peptonska voda. Na osnovu porasta u ovakvim podlogama nije moguće izvršiti identifikaciju mikroorganizma. Koriste se za umnožavanje bakterija;
- **Polučvrste podloge** – sadrže 0,5% do 1,5% agara. Koriste se za ispitivanje pokretljivosti bakterija;
- **Čvrste podloge** – sadrže 1,5% do 3,0% agara. Hladetinate su konzistencije, jer osim hranjivih sastojaka sadrže i neke bjelančevine (želatina) ili polisaharide (agar, agaroz) koji kuhanjem hidratiziraju i nabubre, a nakon hlađenja očvrstnu i poprime oblik posude. Tako se pripremaju jednostavne hranidbene podloge u obliku čvrstih slojeva (slojnica). Slojnice boljih svojstava mogu se dobiti umetanjem inertnih metalnih ili polimernih mrežica. Rastu sve

vrste bakterija. Na njima je moguće dobiti čistu kulturu bakterija (<http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).

**Prema namjeni, hranjive podloge se dijele na:**

- 1) hranjive podloge za izdvajanje bakterija iz pretraživanog materijala;
- 2) selektivne - omogućuju rast željenih, a koče rast neželjenih bakterija;
- 3) diferencijalne hranjive podloge - služe za brzo i orijentacijsko razlikovanje bakterijskih vrsta;
- 4) hranjive podloge za određivanje biokemijskih osobina bakterija;
- 5) hranjive podloge za čuvanje bakterijskih kultura;
- 6) hranjive podloge za posebne namjene - služe za određivanje osjetljivosti bakterija prema antimikrobnim tvarima ili za proizvodnju specifičnih bakterijskih otrova (Duraković, 1996.;

<http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).

**Prema porijeklu razlikujemo prirodne i sintetičke hranjive podloge**

**1. Prirodne hranjive podloge, mogu biti:**

- a) životinjskog porijekla (krv, tekući ili zgrušan krvni serum, mlijeko, žuč i dr.);
- b) biljnog porijekla (sokovi voća ili povrća, dijelovi krumpira, mrkve, plodovi raznog voća i dr.)

**2. Sintetičke hranjive podloge (imaju točno određen i uravnotežen kemijski sastav te se rade industrijski, npr. bujon) mogu biti:**

- a) organske;
- b) neorganske

**3. Polusintetičke hranjive podloge – predstavljaju kombinaciju prirodnih i sintetičkih podloga (<http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).**

## 2.4.2. Utjecaj različitih faktora na rast mikroorganizama

Veliki broj različitih faktora utječe na mikrobni rast, razmnožavanje i na smrt stanica. Mikroorganizmi imaju veliki raspon tolerancije mnogih faktora. Kada bitni parametri (faktori, mjerila), prekorače raspon tolerancije zaustavlja se rast i razmnožavanje mikroorganizama. Tada poraste broj uginulih mikroorganizama jer u takvim uvjetima ne mogu živjeti, mada ima i slučajeva kada se neki od njih na neki način zaštite i ostanu na životu. Neki mikroorganizmi toleriraju širok raspon vrijednosti parametara rasta, a u ostalih je rast ograničen na vrijednosti bliske optimalnim parametrima. U laboratoriju i industriji mogu se prilagođavati uvjeti u kojima je mikrobni rast optimalan ili u kojima rast prestaje, npr. mikrobne kulture možemo inkubirati pri optimalnoj temperaturi rasta ako želimo maksimalan rast mikroorganizama. Ako ne želimo mikrobni rast, možemo to postići snižavanjem temperature ispod optimalne vrijednosti, povećanjem temperature iznad optimalne vrijednosti ili vršiti sterilizaciju. Mijenjanjem kemijskog sastava podloge za uzgoj mikroorganizama potpomaže se rast odabranih mikroorganizama i sprječava rast nepoželjnih mikroorganizama (npr. dodatkom inhibitornih tvari u hranjivu podlogu). Kombinacija učinaka tih faktora općenito određuje sposobnost mikroorganizama da prežive u prirodnim uvjetima, kao i povećanje ili smanjenje mikrobnog rasta. Prilagođavanje parametara okoliša radi kontrole veličine mikrobnog rasta i uništavanje mikroorganizama primjenjena je u mnogim područjima mikrobiologije. Poznavanjem okolišnih faktora dobiva se slika o raširenosti mikroorganizama u prirodi, što osigurava razvoj metoda u kontroli mikrobnog rasta. Mikrobne populacije imaju razvijene različite sisteme prilagođavanja radi opstanka u različitoj okolini. Npr. mikroorganizmi koji žive u ekstremnoj okolini imaju mehanizme za prilagođavanje koji im dopuštaju preživljavanje i rast u relativno nepovoljnim uvjetima (npr. tvorba spora kod *Bacillus* i *Clostridium* vrsta bakterija) (Duraković, 1996.; <http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>, 2015.).

## 2.5. UZGOJ MIKROORGANIZAMA PRI INDUSTRIJSKIM UVJETIMA

Mikroorganizmi se koriste od davnina, ali znanstvena osnova za iskorištavanje mikroorganizama dobivena je tek u XX. stoljeću. Razrađeni su tehnološki postupci za dobivanje brojnih proizvoda mikrobiološkim putem. Sa laboratorijskog načina sve se više prelazi na rast mikroorganizama u industrijskim razmjerima, a u cilju dobivanja sve veće količine biomase koja se direktno iskorištava, kao i za dobivanje određenih proizvoda metabolizma.

Mikroorganizmi se u procesu rasta veoma brzo razmnožavaju, jer imaju kratko generacijsko vrijeme (vrijeme koje je nužno da se broj u populaciji udvostruči).

U procesu vegetativnog razmnožavanja postoje više načina razmnožavanja:

- dijeljenjem;
- pupanjem;
- sporulacijom;
- fragmentacijom.

Tokom razmnožavanja mikroorganizama može se mjeriti gustoća populacije i dobivaju se vrijednosti koje u zavisnosti od vremena **formiraju karakterističnu krivulju rasta populacije** (<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/rast-mikroorganizama>, 2015.).

Prema brzini porasta i množenja mikroorganizama na krivulji se mogu razlikovati:

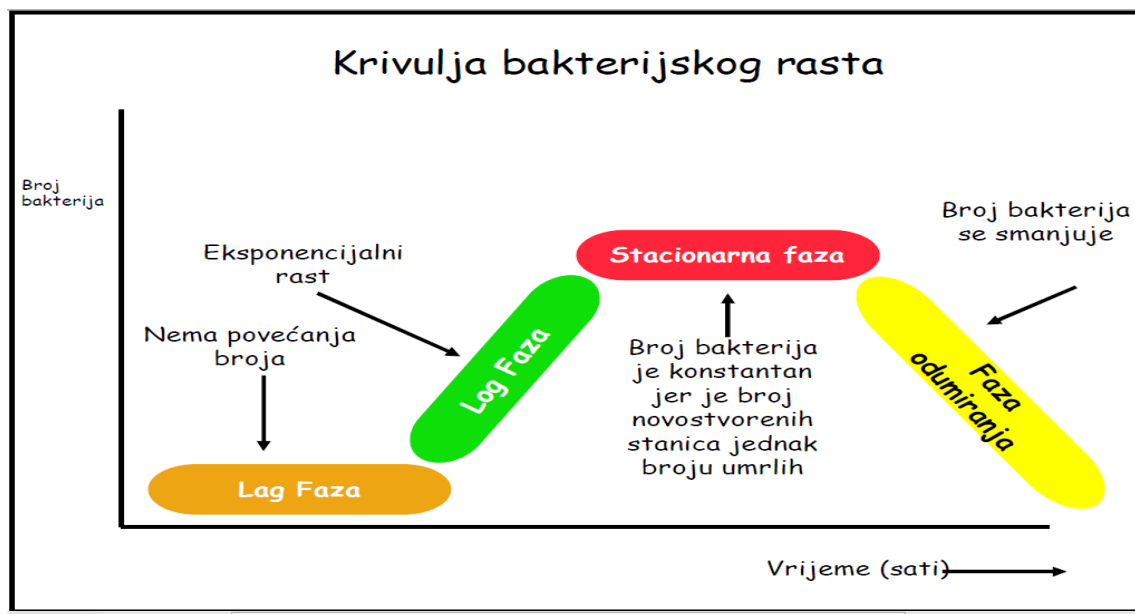
- **Lag faza (eng. lag = zaostajanje): Ovo je faza mirovanja ili početna faza.** Kada se nađu u novoj, svježoj hranjivoj sredini mikroorganizmi se počinju prilagođavati izmjenjenim fizikalno-kemijskim uvjetima. U ovoj fazi nema razmnožavanja, samo povećavanje stanica. U stanici se odigravaju složeni procesi. Vremensko trajanje ove faze zavisi od vrste, roda, starosti kulture, njenog fiziološkog stanja, početnog broja stanica i od fizikalno-kemijskih uvjeta sredine (sastav podloge, pH, temperatura i dr.).
- **Log faza ili eksponencijalna faza: Mikroorganizmi se razmnožavaju geometrijskom progresijom.** Kada su uvjeti okoline prikladni, počinje dijeljenje stanica, a potom ubrzanje rasta. Ova je faza od posebnog značaja

za industrijsku proizvodnju, jer se u njoj stvara najveći broj proizvoda metabolizma. Ovdje nastaje veći broj mikroorganizama nego što nestaje i u ovoj fazi ih je najlakše uništiti djelovanjem visokih temperatura ili kemijskim sredstvima (Duraković, 1996.;

<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/rast-mikroorganizama>, 2015.).

- **Stacionarna faza rasta:** U ovoj fazi **isti broj mikroorganizama nastaje i nestaje (isti je broj živih i mrtvih stanica)**. Ugibanjem velikog broja stanica oslobađaju se hranjive tvari koje služe kao hrana stanicama koje i dalje rastu i razmnožavaju se. Zato krivulja rasta nakon stacionarne faze i ne pada naglo. Mikroorganizmi su manje osjetljivi na djelovanje vanjskih čimbenika, dok neki mikroorganizmi mogu, npr. formirati spore i tako produžavati ovu fazu. U ovoj fazi dolazi do stvaranja vrlo značajnih proizvoda metabolizma određenih mikroorganizama kao što su, npr. vitamini, enzimi i antibiotici.
  
- **Logaritamska faza odumiranja:** **Odumire veći broj mikroorganizama nego što nastaje.** Ova faza može vrlo dugo trajati kod sporogenih formi mikroorganizama. Poslije stacionarne faze životna sposobnost mikroorganizama opada, jer je došlo do pogoršanja uvjeta sredine, koja je pretrpjela znatne fizikalno-kemijske promjene. Brzina odumiranja populacije također zavisi od djelovanja vanjskih čimbenika i svojstava samih mikroorganizama. S vremenom cijela populacija odumire, što može trajati nekoliko dana (asporogene bakterije mliječne kiseline), više godina (sporogene bakterije) (Duraković, 1996.;

<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/rast-mikroorganizama> , 2015.).



**Slika 3.** Krivulja rasta bakterija (<https://www.scribd.com/doc/30071259/15/RAST-I-RAZMNO%C5%BDVANJE-PROKARIOTA>, 2015.).

### **3. ZAKLJUČAK**



Temeljem podataka pronađenih u literaturi i iznesenih u ovom radu može se zaključiti slijedeće:

- Rast i razvoj mikroorganizama ovisi o mnogim faktorima, kako fizikalnim i kemijskim, tako i o samoj okolini u kojoj se oni nalaze. Proučavanje njihove reprodukcije do najmanjih detalja pomaže nam da shvatimo kako oni zapravo funkcioniraju, te na koji ih način možemo koristiti u pozitivnu svrhu čovjekova postojanja.
- Uzgoj mikroorganizama je strašno bitan u svim segmentima našeg života na zemlji jer oni pripadaju grupi živih bića koja su široko rasprostranjena u okolini u kojoj živimo. Njihova široka rasprostranjenost svjedoči o njihovoj ogromnoj ulozi u prirodi. Ako shvatimo način života mikroorganizama u prirodi i faktore koji utječu na njihov rast, lakše ćemo uspjeti u laboratoriju stvoriti „prirodne“ uvjete za uzgoj i njihovo razmnožavanje.
- Mikroorganizmi imaju veliki značaj za čovjeka i u medicini i veterini, također, jer su izazivači brojnih bolesti, a s druge strane se koriste za proizvodnju mnogih lijekova protiv određenih bolesti. Koriste se u industrijskoj proizvodnji alkoholnih pića, preradi mlijeka i dobivanju mliječnih proizvoda, te drugim prehrambenim proizvodima.
- Na temelju samo jednog dijela navedenih zasluga za koje su odgovorni mikroorganizmi, može se zaključiti da bez njih, život kakav poznajemo ne bi mogao postojati.

## **4. LITERATURA**

- Duraković S: *Opća mikrobiologija*, Zagreb, Prehrambeno-tehnološki inženjering, 1996.
- Duraković S: *Prehrambena mikrobiologija*, Zagreb, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Medicinska naklada, 1991.
- [http://www.medioteka.hr/portal/ss\\_biologija2.php?ktg=10&mid=33](http://www.medioteka.hr/portal/ss_biologija2.php?ktg=10&mid=33)  
[21.09.2015.]
- <http://svet-biologije.com/biologija/mikrobiologija/bakterije/otpornostibakterija/dezinfekcija/> [21.09.2015.]
- <http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/rast-mikroorganizama>  
[21.09.2015.]
- <http://www.scribd.com/doc/123991558/Hranjive-podloge#scribd> [21.09.2015.]
- <https://www.scribd.com/doc/161625259/Uzgoj-bakterija-i-metoda-antibiograma>  
[21.09.2015.]
- [http://apfmo.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=765:mikrobiološke-karakteristike-različitih-tipova-tala&catid=121:završni-radovi-smjer-opci&Itemid=132](http://apfmo.org/index.php?option=com_content&view=article&id=765:mikrobiološke-karakteristike-različitih-tipova-tala&catid=121:završni-radovi-smjer-opci&Itemid=132) [24.09.2015.]
- <http://www.msđ-prirucnici.placebo.hr/msđ-prirucnik/infektologija/anaerobne-bakterije> [24.09.2015.]
- <http://classroom.sdmesa.edu/eschmid/Lecture4-Microbio.htm> [24.09.2015.]
- <https://www.scribd.com/doc/133275324/WordHrv-txt> [21.09.2015.]
- <http://zanimljivosti.net/edukativno/hrana-za-mikroorganizme> [23.09.2015.]
- [http://www.medioteka.hr/portal/ss\\_biologija2.php?ktg=10&mid=33](http://www.medioteka.hr/portal/ss_biologija2.php?ktg=10&mid=33)  
[24.09.2015.]
- <http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>  
[23.09.2015.]
- [http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove\\_agroekologije/Voda%20i%20temp.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove_agroekologije/Voda%20i%20temp.pdf) [23.09.2015.]
- [http://www.b92.net/zivot/nauka.php?nav\\_id=342797](http://www.b92.net/zivot/nauka.php?nav_id=342797) [24.09.2015.]

- <http://zanimljivosti.net/edukativno/fizicki-uticaj-na-razvoj-mikroorganizama/>  
[23.09.2015.]
- [http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss\\_bio2&vid=33](http://www.medioteka.hr/portal/print.php?tb=ss_bio2&vid=33) [24.09.2015.]
- <http://zanimljivosti.net/edukativno/hemijski-uslovi-za-razvoj-mikroorganizama/>  
[23.09.2015.]
- <http://zanimljivosti.net/edukativno/podloge-za-uzgoj-mikroorganizama/>  
[23.09.2015.]

