



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA GEOGRAFIJU, TURIZAM I HOTELIJERSTVO
KATEDRA ZA GASTRONOMIJU

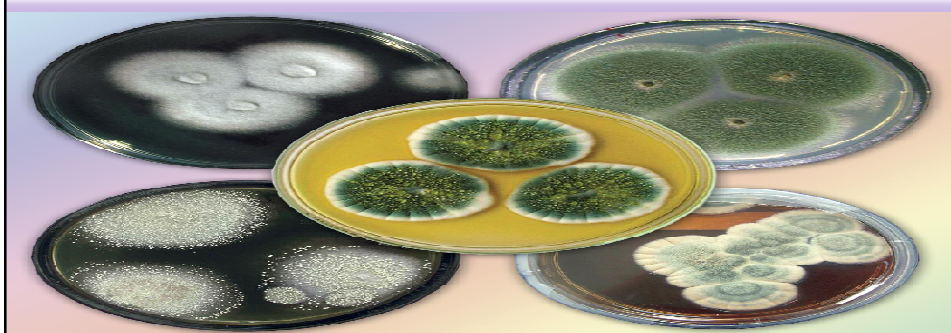
TEHNOLOGIJA ŽIVOTNIH NAMIRNICA



dr Dragan Tešanović, redovni profesor

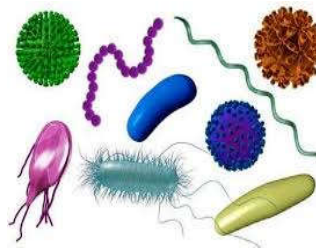
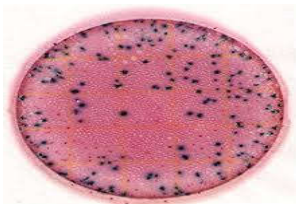
Novi Sad, 2020.

FAKTORI KOJI POTPOMAŽU ILI INHIBIRAJU AKTIVNOST MIKROORGANIZAMA



Promene, do kojih može doći u hrani pod dejstvom mikroorganizama sastoje se, na primer, u hidrolizi kompleksnih ugljenih hidrata u jednostavnije, u razlaganju belančevina u polipeptide, aminokiseline, amonijak i amine, i u razlaganju masti u glicerin i masne kiseline.

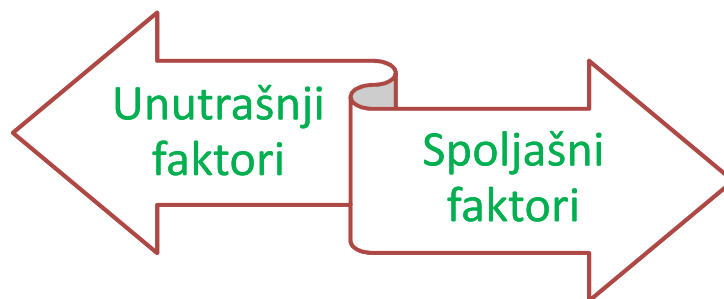
Kao posledica oksido-redukcionih procesa, čiji su izazivači pojedini mikroorganizmi, koji na taj način obezbeđuju energiju neophodnu za sprovođenje njihove metaboličke aktivnosti, dobijaju se proizvodi kao što su: različite organske kiseline, alkohol, aldehidi, ketoni i druga jedinjenja.



Veoma je bitno bolje poznavanje faktora koji potpomaž u ili sprečavaju razmnožavanje mikroorganizama, a time i njihovo prisustvo u hrani.

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

FAKTORI SE MOGU PODELITI



Razmnožavanje mikroorganizama u zavisnosti od faktora.

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs



Aktivnost vode ili a_w vrednost

Aktivnost vode ili a_w vrednost predstavlja sadržaj slobodne vode, koji se nalazi u nekoj namirnici ili drugom supstratu i koji je dostupan mikroorganizmima.

Jednačina za sadržaj slobodne vode u supstratu ili a_w vrednost

$$a_w = P/P_o$$

□ a_w vrednost čiste (obične) vode iznosi 1,00, a molarnog rastvora idealno rastvorene materije 0,9823.

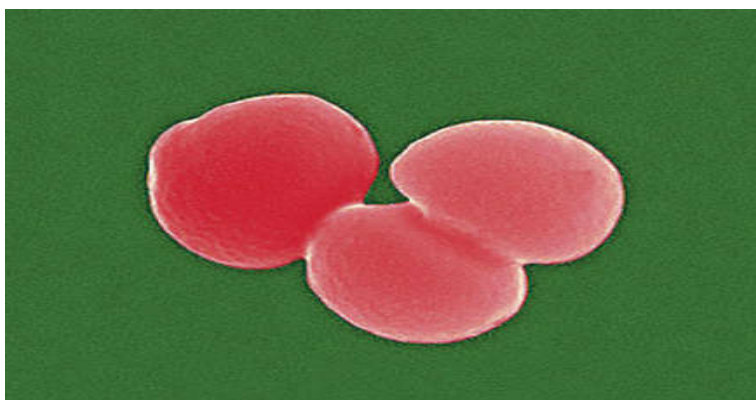


Grupe mikroorganizama i minimalne a_w vrednosti, pri kojima se ovi mikroorganizmi još mogu razmnožavati.

Grupa mikroorganizama	Minimalna a_w vrednost
Većina bakterija izazivača kvara namirnica	0,91
Većina kvasaca izazivača kvara namirnica	0,88
Većina plesni izazivača kvara namirnica	0,80
Halofilne bakterije	0,75
Kserofilne plesni	0,75 (do 0,65)
Osmofilni kvasci	0,60

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Postoje **halotolerantne** i **halofilne** vrste, koje podnose ili se čak optimalno razmnožavaju u sredinama sa povećanom koncentracijom kuhinjske soli. Takva je npr. Enterotoksigena vrsta *Staphylococcus aureus*.



Staphylococcus aureus (elektronski snimak)

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

**Minimalne aw vrednosti pri kojima se mogu
razmnožavati pojedine bakterijske vrste**

Mikroorganizam	Minimalna aw vrednost
Pseudomonas fluorescens	0,97
Klebsiella pneumoniae	0,96
Bacillus cereus	0,95
Salmonella sp.	0,95
Escherichia coli	0,94
Enterobacter aerogenes	0,94
Vibrio chaemolyticus	0,94
Listeria monocytogenes	0,92
Clostridium botulinum	0,91
Bacillus subtilis	0,90
Staphylococcus aureus	0,86

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

**Minimalne aw vrednosti pri kojima se mogu
razmnožavati pojedine vrste plesni**

Vrsta plesni	Minimalna aw vrednost
Alternaria alternata	0,94
Botrytis cinerea	0,94
Rhizopus stolonifer	0,94
Scopulariopsis brevicaulis	0,90
Cladosporium herbarum	0,88
Mucor racemosus	0,88
Aspergillus clavatus	0,86
Aspergillus oryzae	0,86
Penicillium aurantiogriseum	0,84
Penicillium chrysogenum	0,84
Aspergillus ochraceus	0,78
Aspergillus versicolor	0,78
Aspergillus niger	0,77
Eurotium herbariorum	0,72

Minimalne aw vrednosti pri kojima se mogu razmnožavati pojedine vrste kvasaca

Kvasac	Minimalna aw vrednost
Rhodotorula sp.	0,92
Saccharomyces cerevisiae (sl. 2.2)	0,90
Debaromyces hansenii	0,84 (do 0,65)
Zygosaccharomyces rouxii	0,62



Saccharomyces

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs



Rhodotorula

Prehrambeni proizvodi sa aw vrednošću ispod 0,60 ne podležu mikrobiološkom kvaru, jer se mikroorganizmi zbog nedostatka slobodne vode u takvim namirnicama ne mogu razmnožavati.



Vrednost pH sredine

➤ Koncentracija vodonikovih jona ili vrednost pH sredine jedan je od faktora koji značajno utiču na pojavu i razmnožavanje mikroorganizama u pojedinim životnim namirnicama.



pH
metar

Prosečnevrednosti pH sredine najznačajnijih životnih namirnica

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Sredina	Namirnica	pH vrednost
Alkalna, pH $\geq 7,0$	Belance	do 9,6
Neutralna, pH 7,0 – 6,5	Mleko	6,3 – 6,7
	Rakovi	7,0
	Ribe	6,6 – 6,8
	Šunka	6,5
	Živinsko meso	6,2 – 6,4
Slabo kisela, pH 6,5 – 5,3	Sveže goveđe meso	5,4 – 5,8
	Sveže teleće meso	5,4 – 5,8
	Konzervisano povrće	5,4 – 6,4
	Tvrđi sir	5,0 – 7,0
Srednje kisela, pH 5,3 – 4,4	Fermentisano povrće	3,9 – 5,1
	Jogurt	4,6 – 5,0
	Beli sveži sir	4,9 – 5,4
Kisela, pH 4,5 – 3,7	Majonez	3,6 – 4,7
	Paradajz	4,0
	Sok od paradajza	4,5
	Voće (većina)	4,5
Jako kisela, pH $\leq 3,7$	Fermentisani krastavci	3,5 – 3,9
	Citrusi	1,8 - 3,5

Granične pH vrednosti pri kojima se mogu razmnožavati pojedini mikroorganizmi

Mikroorganizam	pH vrednost	
	Minimalna	Maksimalna
Acetobacter acidophilus	2,8	4,3
Escherichia coli	4,4	9,0
Klebsiella pneumoniae	4,4	9,0
Proteus vulgaris	4,4	9,2
Salmonella paratyphi	4,0	7,8
Pseudomonas aeruginosa	5,6	8,0
Vibrio parahaemolyticus	4,8	11,0

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Granične pH vrednosti pri kojima se mogu razmnožavati pojedini mikroorganizmi

Mikroorganizam	pH vrednost	
	Minimalna	Maksimalna
Grampozitivne bakterije		
Bacillus cereus	4,9	9,3
Bacillus subtilis	4,5	8,5
Clostridium botulinum	4,7	8,5
Lactobacillus spp.	3,8 – 4,4	7,2
Micrococcus spp.	5,6	8,1
Staphylococcus aureus	4,0	9,8

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Većina plesni i kvasaca, kao i neke bakterije (bakterije sirćetne kiseline, bakterije mlečne kiseline) optimalno se razmnožavaju u uslovima niskih vrednosti pH sredine, pa se mogu uočiti kao uzročnici kvara voća, voćnih sokova, mlečno-kiselih napitaka i drugih prehrambenih proizvoda sa kiselom sredinom.



dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Oksido-redukциони potencijal (Eh)

Oksido-redukциони potencijal (Eh) neke namirnice predstavlja merilo njene oksidacije/redukcije, odnosno sposobnost primanja elektrona (redukcija) ili njihovog otpuštanja, tj. oksidacije. Pri tome dolazi do razlike u oksido-redukcionom potencijalu, koji se može meriti milivoltima (mV) i koji se označava sa Eh.

Oksidisani supstrati imaju pozitivan, a redukovani negativan redoks potencijal.

Aerobni mikroorganizmi zahtevaju pozitivne, a anaerobni negativne Eh vrednosti.



Vrednosti redoks potencijala nekih životnih namirnica

Namirnica	Redoks potencijal (mV)
Jaja, sveža	+ 500
Mleko	+ 200 do + 340
Voće i neke vrste povrća	+ 74 do + 440
Goveđe meso, sveže	- 55
Svinjsko meso, sveže	- 120 do - 150
Barene kobasice	- 20 do - 100
Konzerve od goveđeg mesa	oko - 100
Zrnevlje (celo)	- 320 do - 360



Hranljivi sastojci



Da bi se metabolički procesi odvijali normalno, mikroorganizmima su neophodni određeni hranljivi sastojci.



Namirnice životinjskog porekla izuzetan su izvor različitih hranljivih materija, a pre svega onih (ugljeni hidrati, proteini, lipidi, vitamini i minerali), neophodnih za rast mikroorganizama.

U mesu i drugim namirnicama životinjskog porekla veoma brzo dolazi do razmnožavanja laktobacila. Razlog je taj, što su laktobacili osetljivi na nedostatak vitamina grupe B, a u mesu i drugim sličnim namirnicama ovi vitamini nalaze se u dovoljnoj količini



dragan.tesanovic@dgt.un

Bioške strukturne osobine namirnica

Mnoge namirnice odlikuju se strukturom koja predstavlja prirodnu zaštitu prodiranju mikroorganizama, čime ih štite od kvara. Takve zaštitne barijere predstavljaju omotači mišića, ljuska jajeta, voća i sl.

Psihrofilni mikroorganizmi npr. veoma su osetljivi na isušivanje površinskog vezivnog tkiva kod mesa, u takvim uslovima ne mogu se razmnožavati i brzo dolazi do njihovog uginuća. Međutim, ukoliko dođe do rasecanja vezivnog tkiva, stvaraju se povoljni uslovi za rast mikroorganizama, pa se takvo meso lakše kvari. To je i jedan od značajnijih uzroka zašto iseckano meso, a pogotovo usitnjeno (mleveno) meso mnogo lakše podleže mikrobiološkom kvaru od mesa u komadu.



dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Antimikrobna jedinjenja

Antimikrobna jedinjenja imaju osobinu da usporavaju ili potpuno sprečavaju (inhibiraju) rast mikroorganizama u hrani. Neka od tih jedinjenja prirodni su sastojci namirnica kako biljnog, tako i životinjskog porekla.

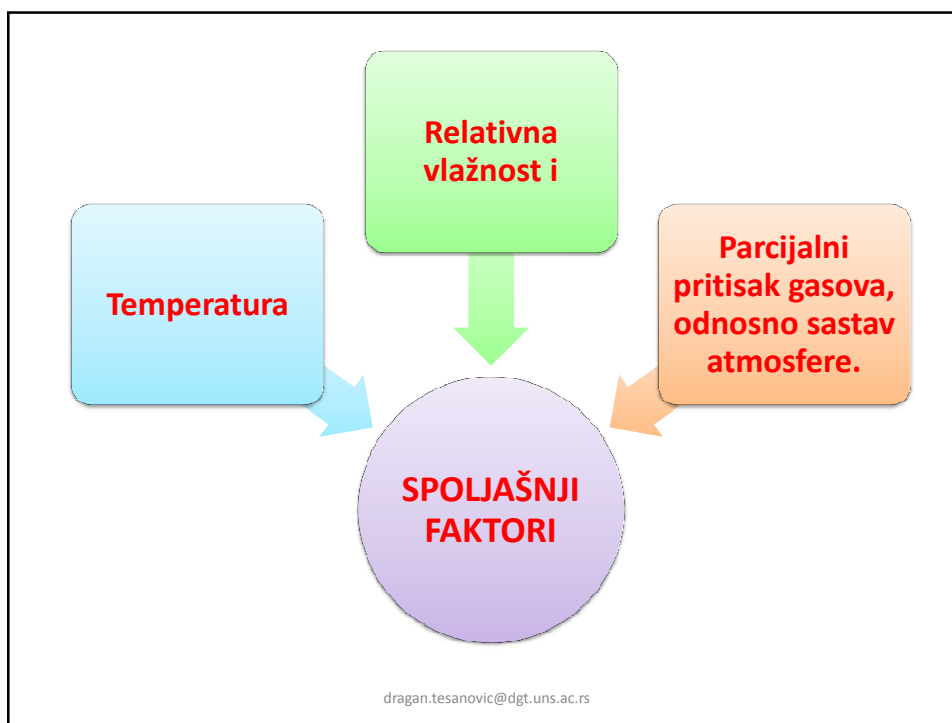
Kao prirodni inhibitori u namirnicama biljnog porekla najčešće se navode eterična ulja, glikozidi i tanini, a u namirnicama životinjskog porekla imunoproteini.



U takva jedinjenja spadaju kuhinjska so, nitriti, polifosfati i drugi aditivi.

*Duža održivost
namirnica*

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

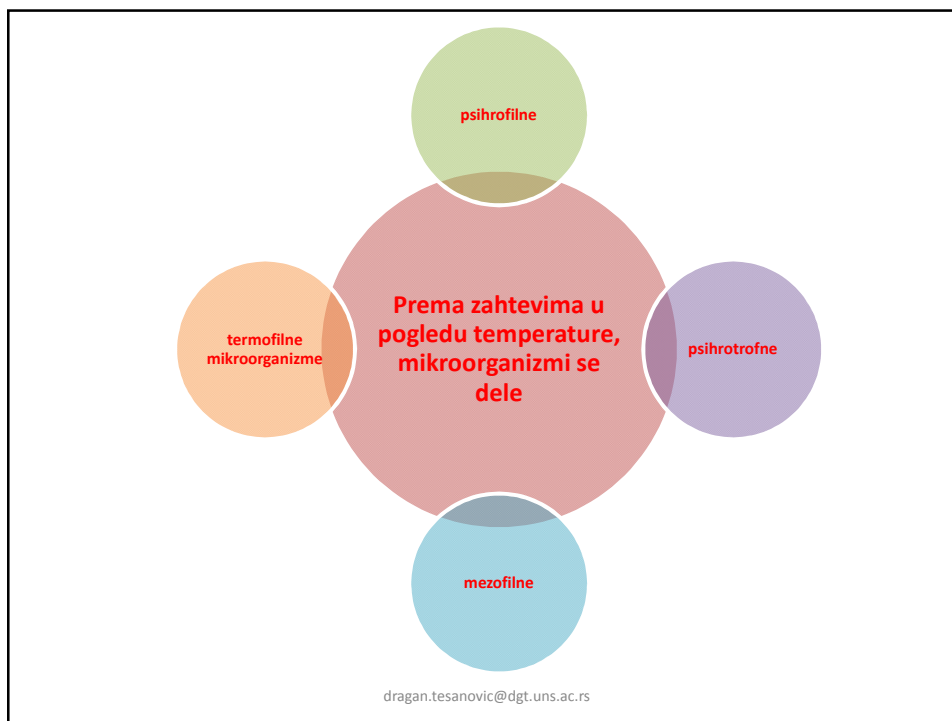


Temperatura

Mikroorganizmi, zavisno od vrste, mogu se razmnožavati u veoma širokom temperaturnom području.

Najniža temperatura, pri kojoj se mikroorganizmi mogu razmnožavati, iznosi -24°C , a najviša $+90^{\circ}\text{C}$.

The illustration shows a variety of microorganisms: a green spherical cluster, a purple chain of cocci, a blue rod, a pink flagellated bacterium, a blue spherical cluster, a brown spherical cluster, a green rod, and a yellow rod. To the right, two thermometers are shown: a red one with a flame (representing high temperature) and a blue one with ice (representing low temperature).



Minimalne, optimalne i maksimalne temperature razmnožavanja mikroorganizama

Grupa	Temperature (°C)		
	minimal.	optimal.	maksim.
Psihrofilni mikroorganizmi	-5 do +5	12 do 15	15 do 20
Psihrotrofni mikroorganizmi	-5 do +5	25 do 30	30 do 35
Mezofilni mikroorganizmi	+5 do 15	30 do 45	35 do 47
Termofilni mikroorganizmi	40 do 45	55 do 75	60 do 90

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Minimalne temperature razmnožavanja nekih mikroorganizama

Temp. (°C)	Mikroorganizmi
+15	<i>Clostridium perfringens</i>
+12	<i>Bacillus cereus</i>
+10	<i>Clostridium botulinum</i> A i B, <i>Staphylococcus aureus</i>
+5	<i>Micrococcus</i> spp., <i>Salmonella</i> spp., <i>Vibrio parahaemolyticus</i>
+3	<i>Clostridium botulinum</i> E i B
+0	<i>Lactobacillus</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp., <i>Klebsiella</i> spp., <i>Proteus</i> spp, <i>Escherichia coli</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>
-4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
-6	<i>Pseudomonas fragi</i> , <i>P. putrefaciens</i>
-7	kvasci
-8	<i>Mucor</i> spp., <i>Rhizopus</i> spp., <i>Thamnidium</i> spp.
-12	<i>Cryptococcus</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp.
-18	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Relativna vlažnost

Relativna vlažnost predstavlja veoma značajan faktor, jer direktno utiče na aktivnost vode (a_w vrednost) namirnica, a time i na mogućnost rasta mikroorganizama na njihovoj površini. Što je relativna vlažnost veća, veća je i a_w vrednost površinskog sloja namirnice, a brže je i razmnožavanje mikroorganizama na njenoj površini.



Kao rezultat toga dolazi do pojave sluzavosti i plesnivosti pojedinih prehrambenih proizvoda (meso, kobasice, sir i dr.).

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Parcijalni pritisak gasova odnosno sastav atmosfere

Zbog efikasnog uticaja na održivost namirnica sve značajnije mesto među tzv. blagim postupcima konzervisanja zauzima pakovanje u kontrolisanoj modifikovanoj atmosferi.

Ovaj postupak posebno je efikasan kada se primenjuje zajedno sa hlađenjem.



dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Modifikovana atmosfera predstavlja delimičnu ili potpunu zamenu kiseonika sa drugim gasovima, npr. ugljendioksidom ili azotom kao inertnim gasom.



Neki mikroorganizmi mogu se još uvek razmnožavati pri neznatnim količinama kiseonika, tj. u tzv. **mikroaerofilnim uslovima**.

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Uticaj kiseonika na razmnožavanje nekih bakterija uzročnika kvara mesa

Mikroorganizam	Kiseonik (%)					
	0,0	0,2	0,8	5,0	20,8	100
Pseudomonas sp.	a	16c	4,8	4,4	4,4	4,0
Microbacterium sp.	b	8,8	9,0	8,5	8,5	8,8
Lactobacillus sp.	9,0	9,0	9,0	9,2	9,0	9,1

a – mikroorganizam se ne razmnožava u toku prve dve nedelje

b – neravnomerno razmnožavanje

c – vreme razmnožavanja mikroorganizma (h)

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs

Pojedini gasovi imaju specifičan uticaj na održivost hrane odnosno na razvoj pojedinih mikroorganizama

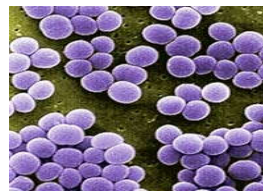
Najefikasniji u tom pogledu smatra se ugljendioksid. Atmosfera sastavljena od 75% ugljendioskida, 15% azota i 10% kiseonika najefikasnije dovodi do inhibicije rasta uzročnika kvara hrane, kao što su *Clostridium perfringens*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas fragi*, što ukazuje na izuzetan značaj koji ima sastav atmosfere u cilju održivosti neke vrste životne namirnice.



Salmonella typhimurium



Clostridium perfringens



Staphylococcus aureus

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs



TEHNOLOGIJA ŽIVOTNIH NAMIRNICA

HVALA NA PAŽNJI!

dr Dragan Tešanović, red. prof.

dragan.tesanovic@dgt.uns.ac.rs