



БИОЛОШКИ И МИКРОБИОЛОШКИ АСПЕКТ ВОДА ЗА РЕКРЕАЦИЈУ

Др Синиша Марков

Квалитет вода за рекреацију, како га постићи и очувати

Б. Далмација и И. Иванчев-Тумбас (уредници),

Универзитет у Новом Саду, ПМФ, Институт за хемију 2001.

Матавуљ М., Гајин С., Петровић О., Свирчев З., Радновић Д.



WHO (2021): Guidelines on recreational water quality. Volume 1: coastal and fresh waters, Geneva,

- повреде или интоксикације, као резултат директног напада предатора или отровних врста **животиња**;
- испољавање инфективне болести пренете организмом чији је животни циклус везан за акватичне екосистеме



Арбовирусне болести – денга вирус, вирус жуте грознице, вирус грознице западног Нила и друге вирусне болести





Превентивне мере против инсеката:

- доминантно повезане са самим купачима,
- често нису део захтева према власницима јавних водених објеката и широј друштвеној заједници ?????

МИКРООРГАНИЗМИ:

Порекло:

- **фекалне материје** – из контаминираног извора воде,
 - услед инцидентних ситуација
 - изливањем фекалне материје од купача



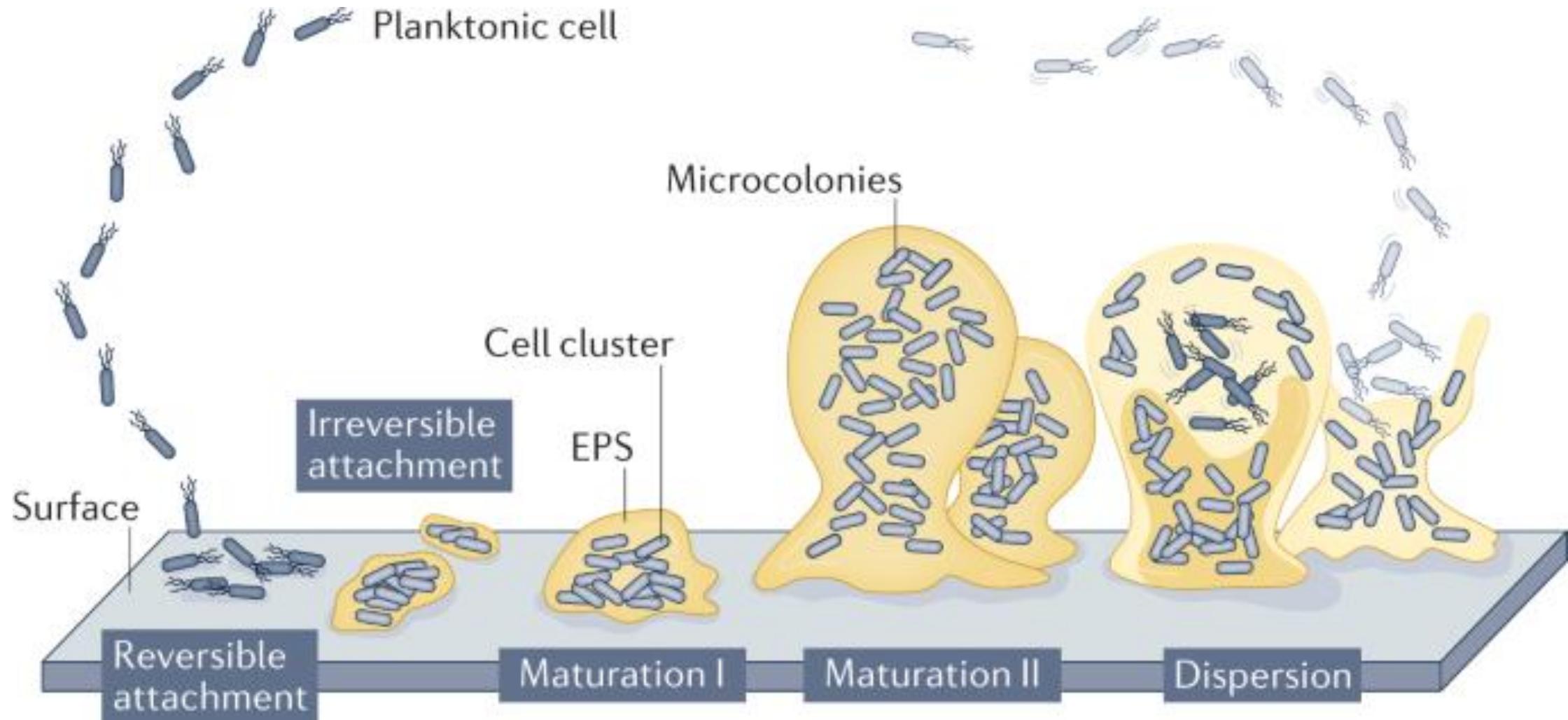
МИКРООРГАНИЗМИ:

Порекло:

- **други загађивачи** – људска кожа, слуз, повраћања или друге излучевине
 - од животиња,
 - материје које су нанете ветром,
 - отицањем кишних вода,
 - природни становници топлих водених средина (као што су цијанобактерије или плаво-зелене алге) које цветају ако се унесу у лоше дезинфекциране рекреационе воде

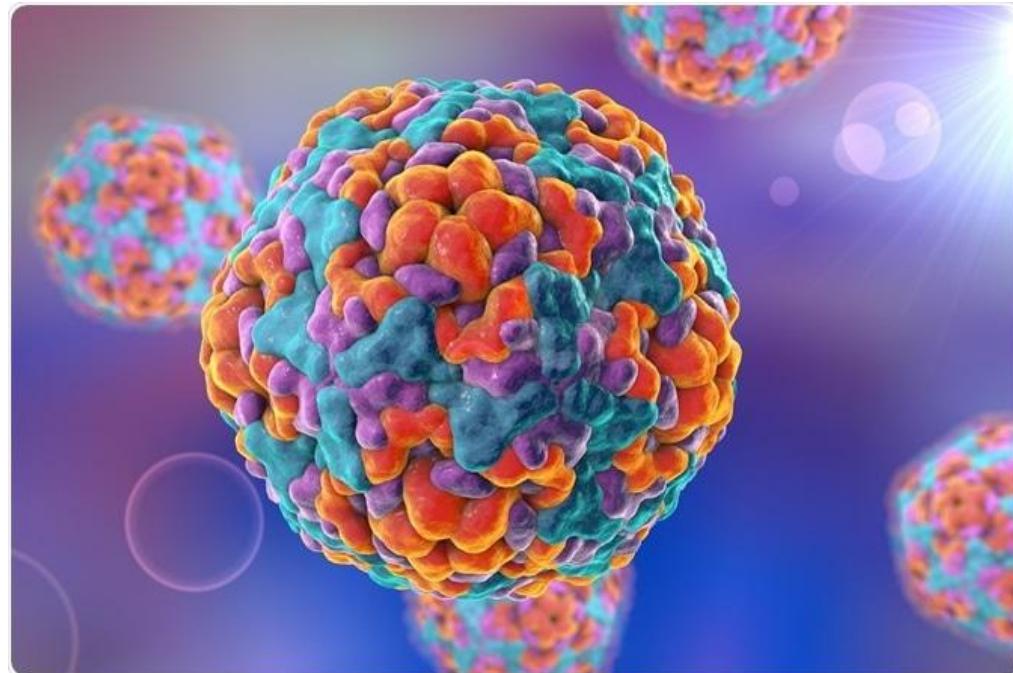
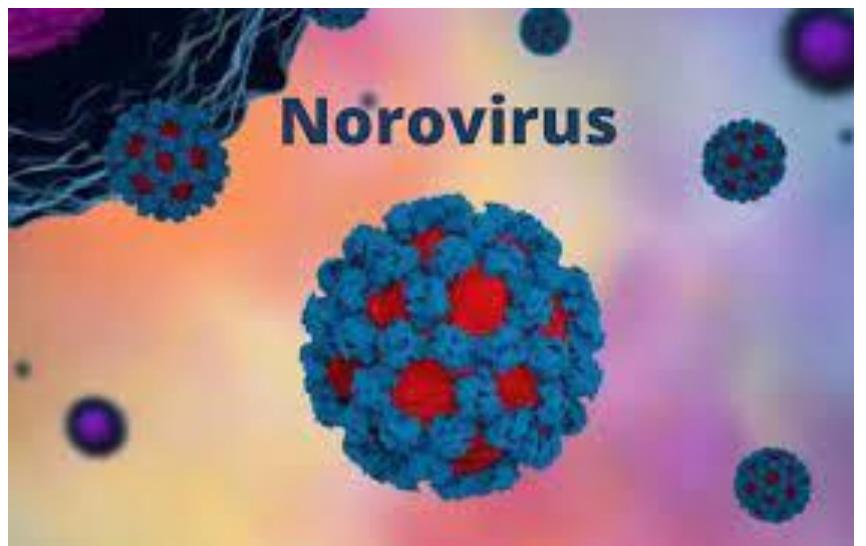
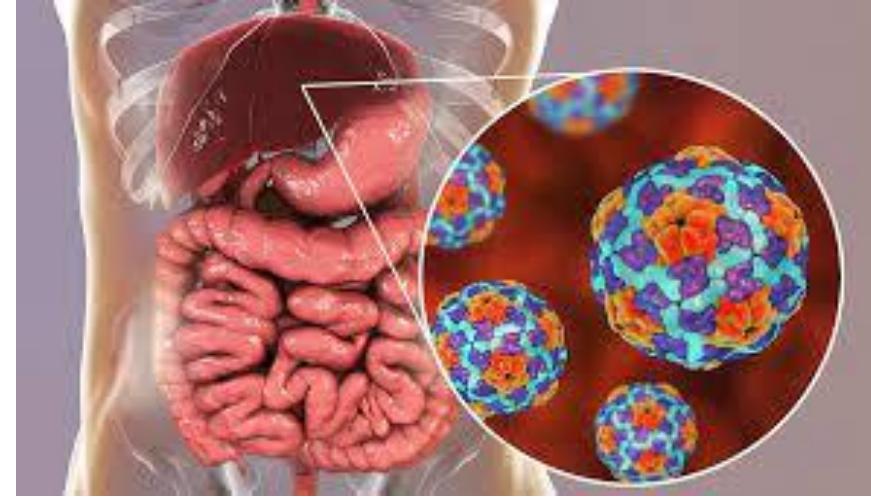
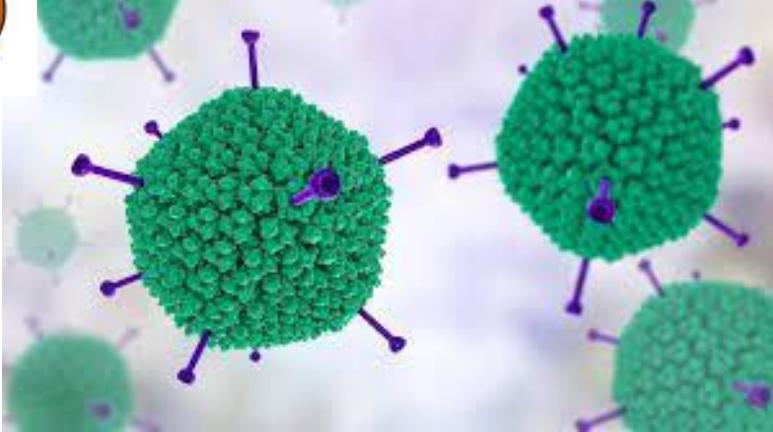


БИОФИЛМОВИ

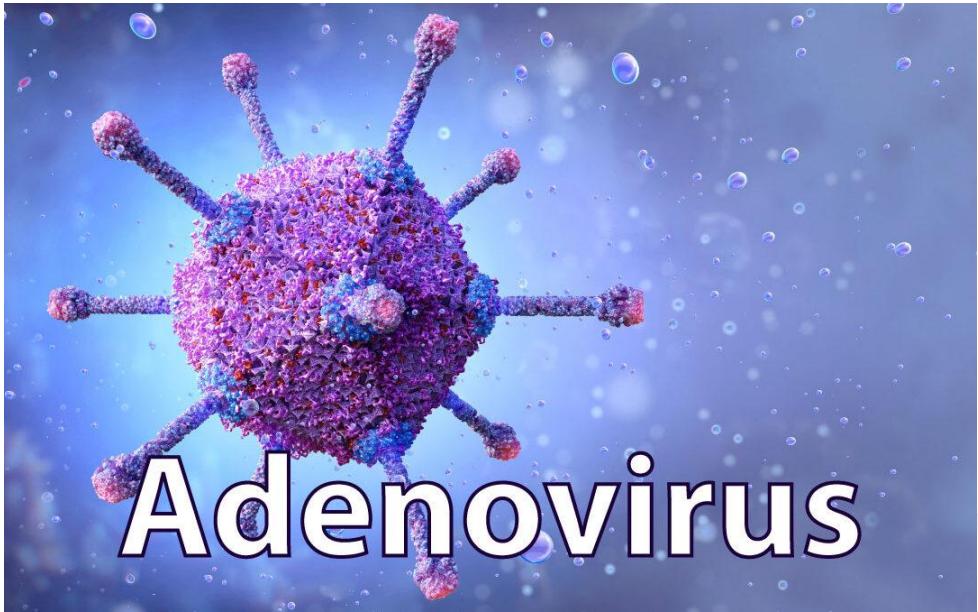




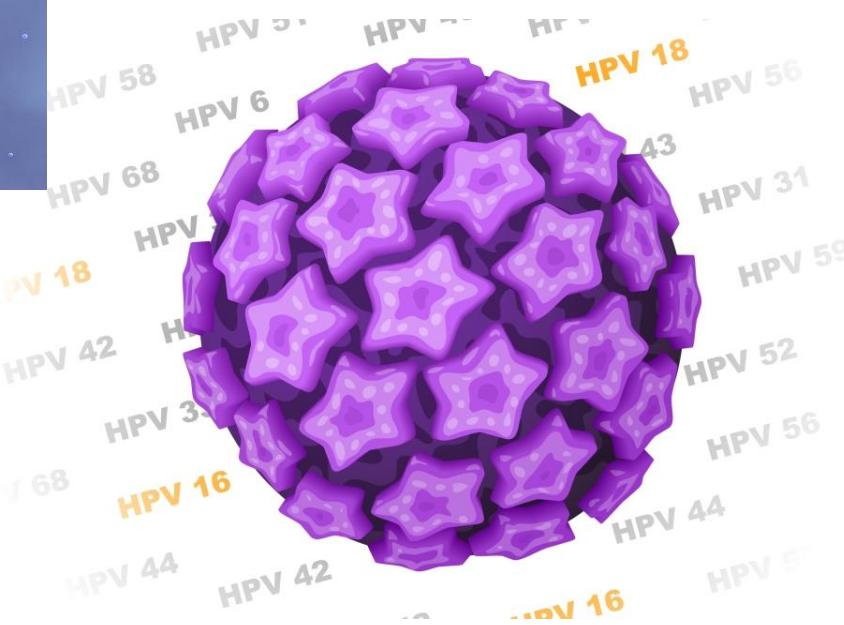
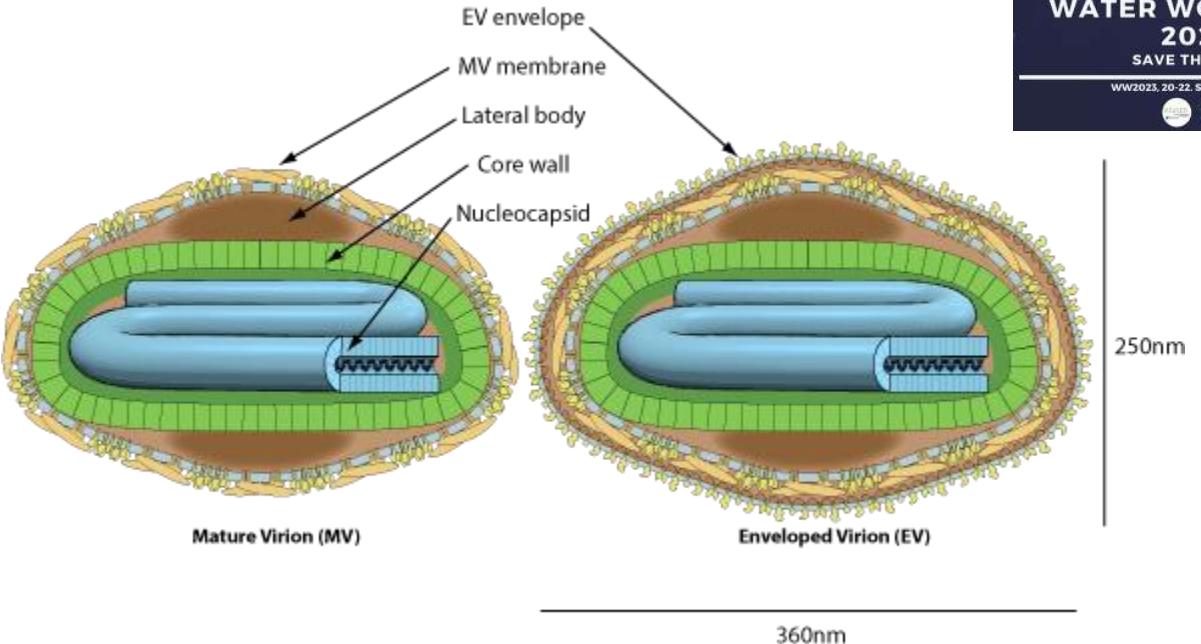
ВИРУСИ



ВИРУСИ



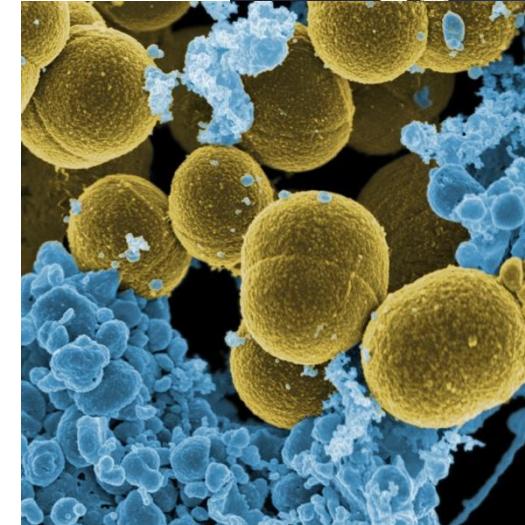
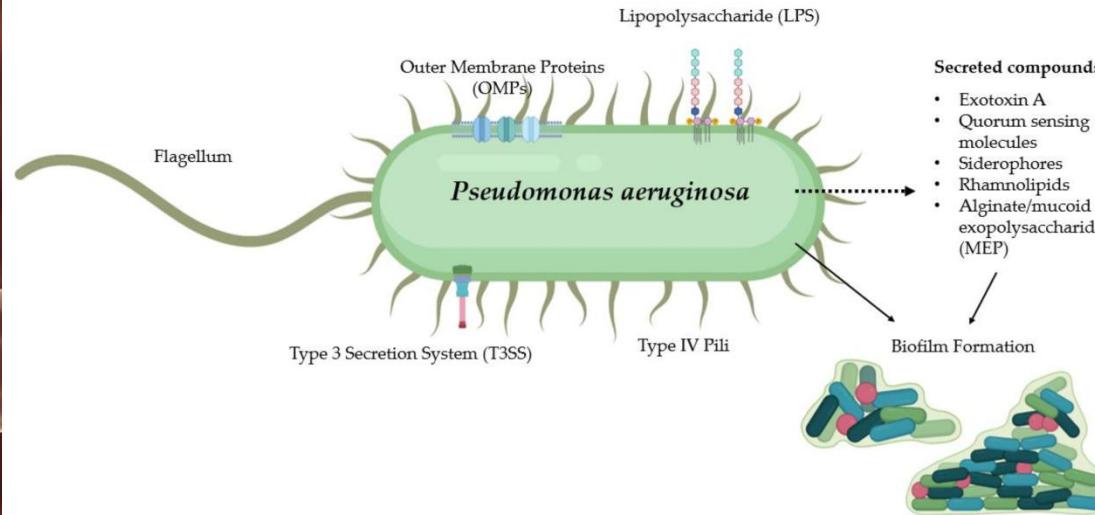
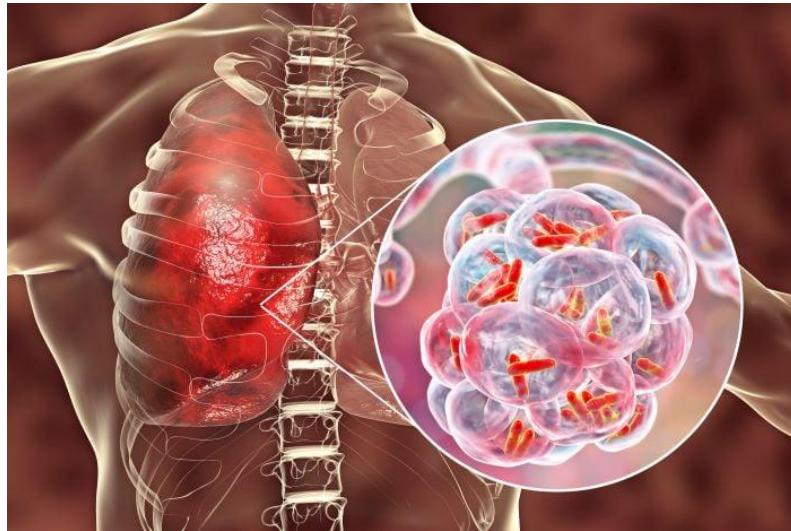
Adenovirus



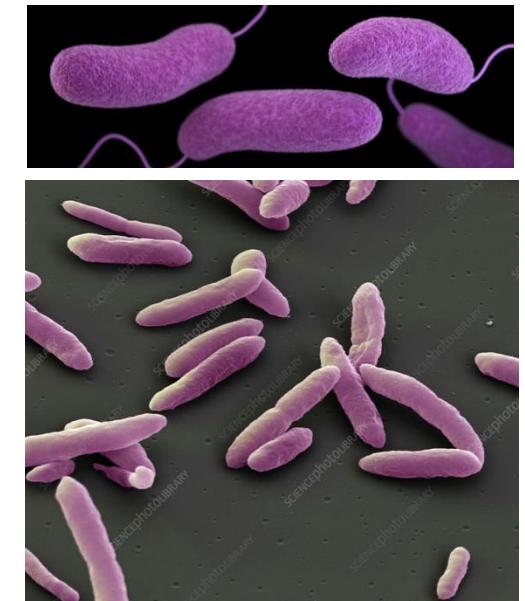
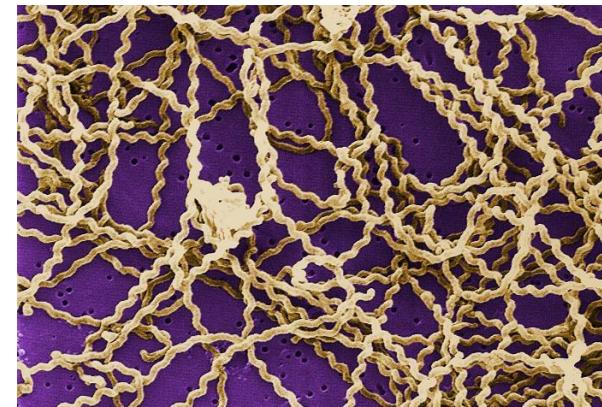
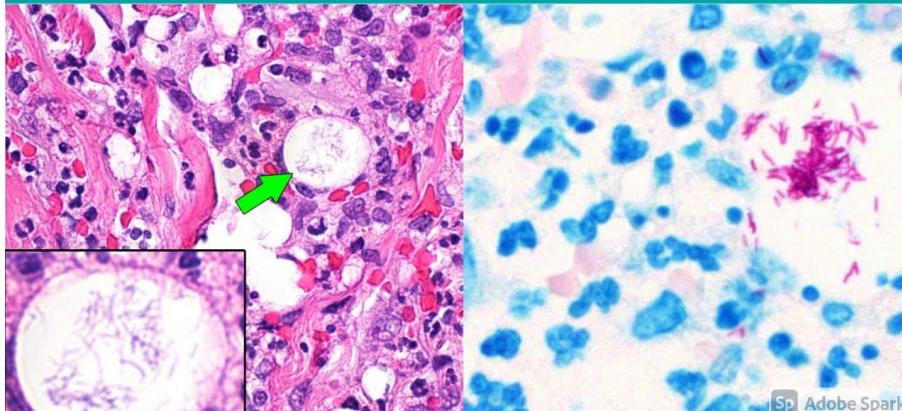
БАКТЕРИЈЕ



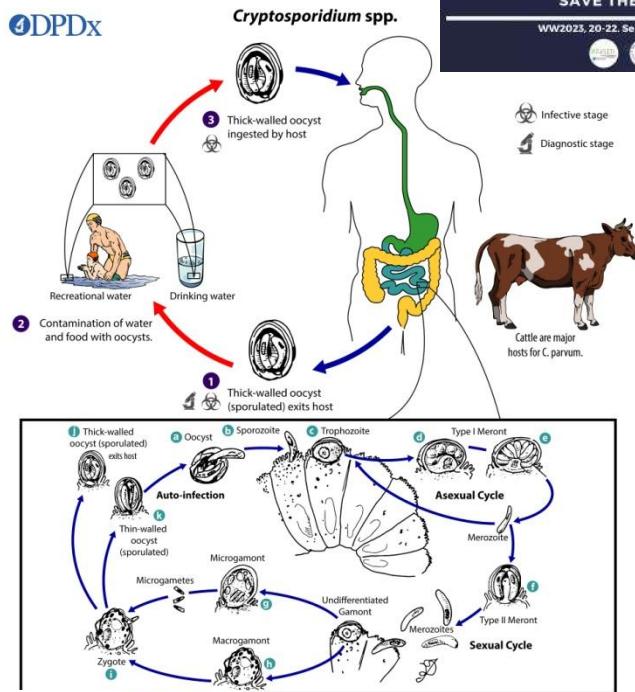
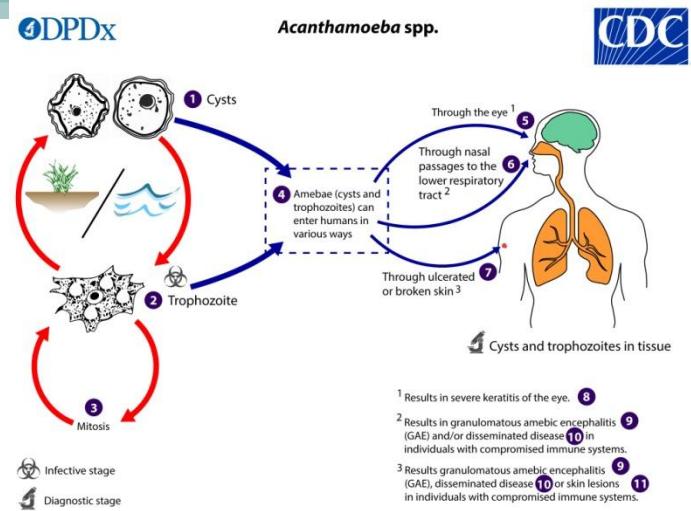
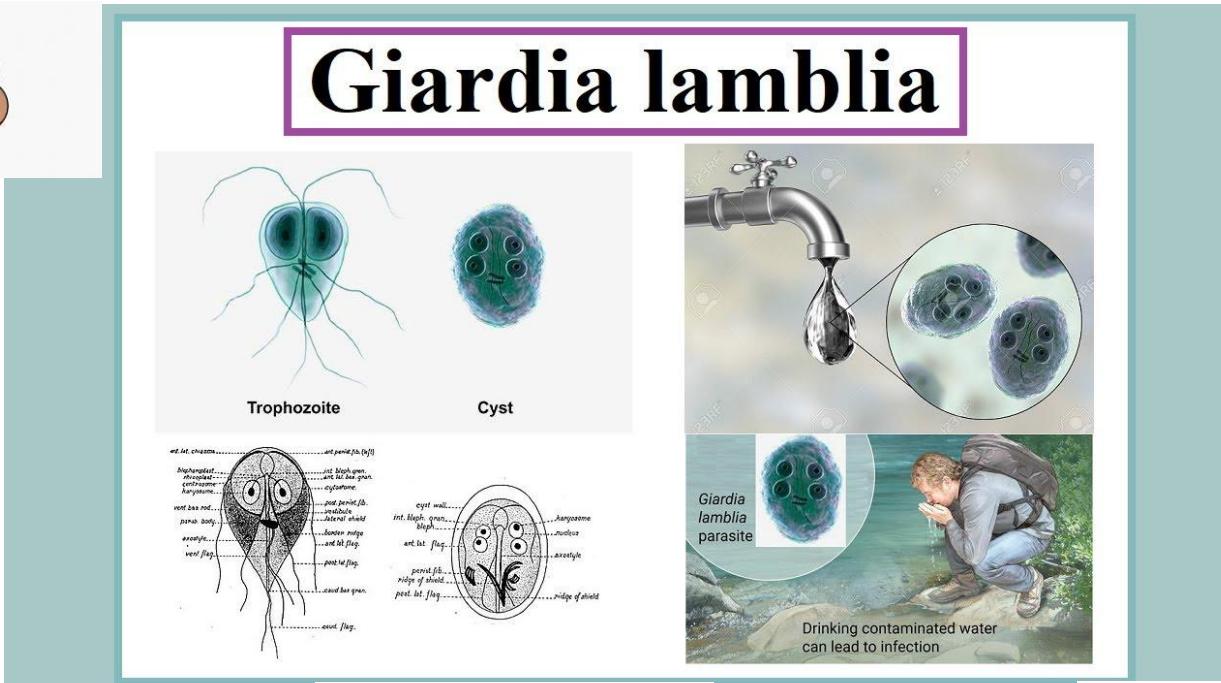
БАКТЕРИЈЕ



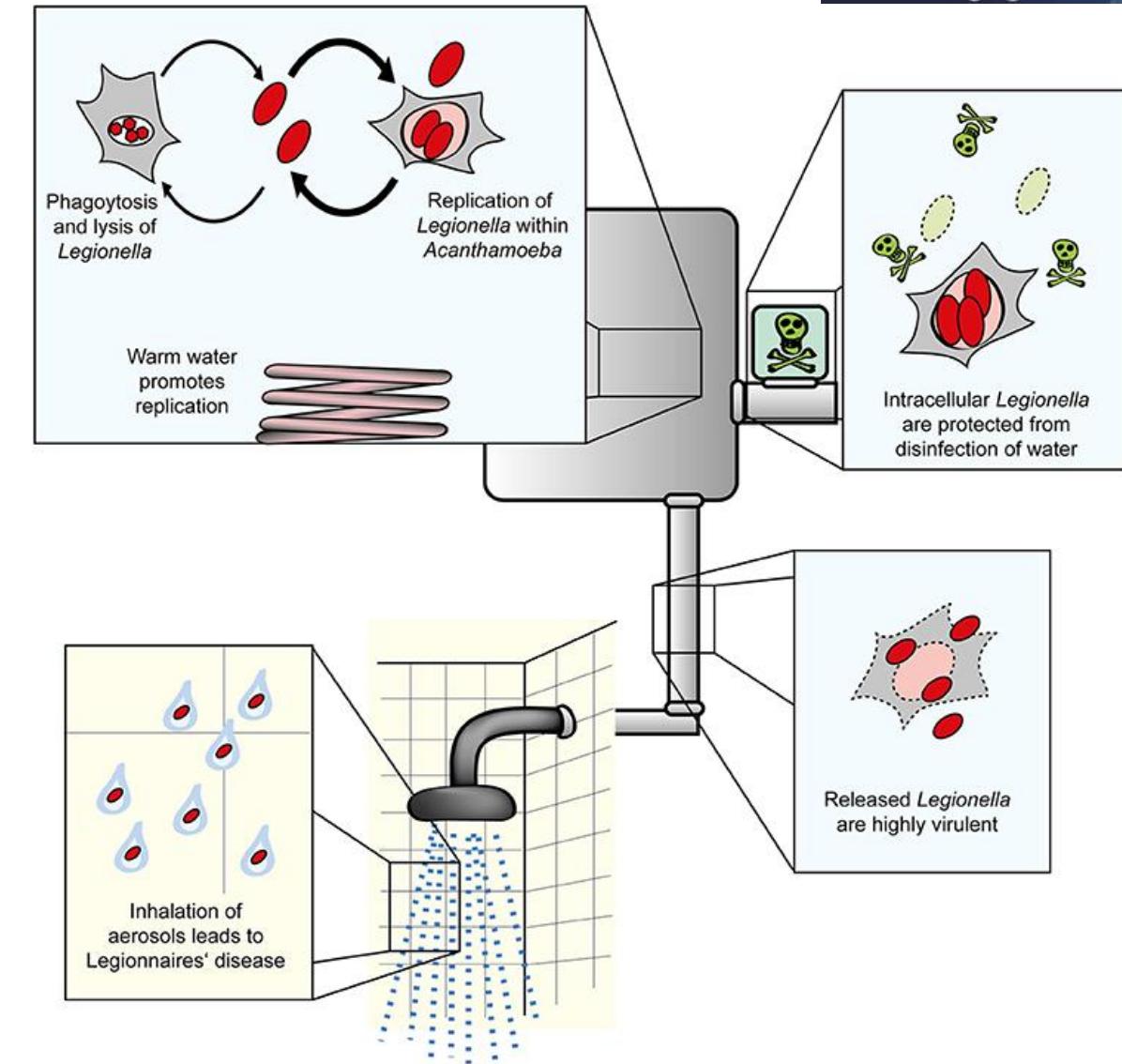
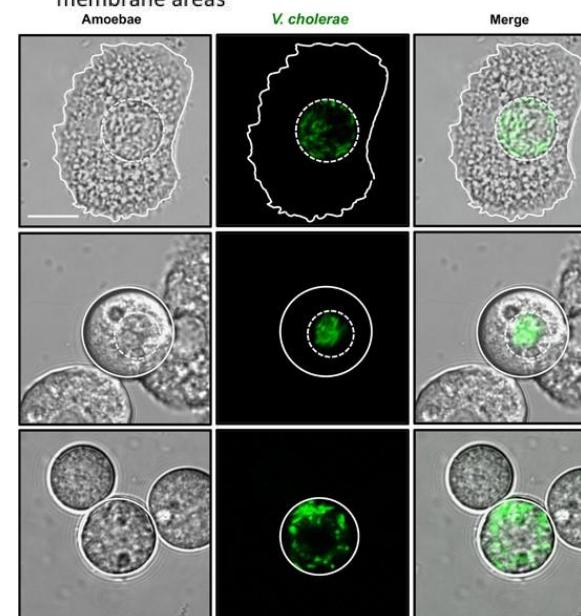
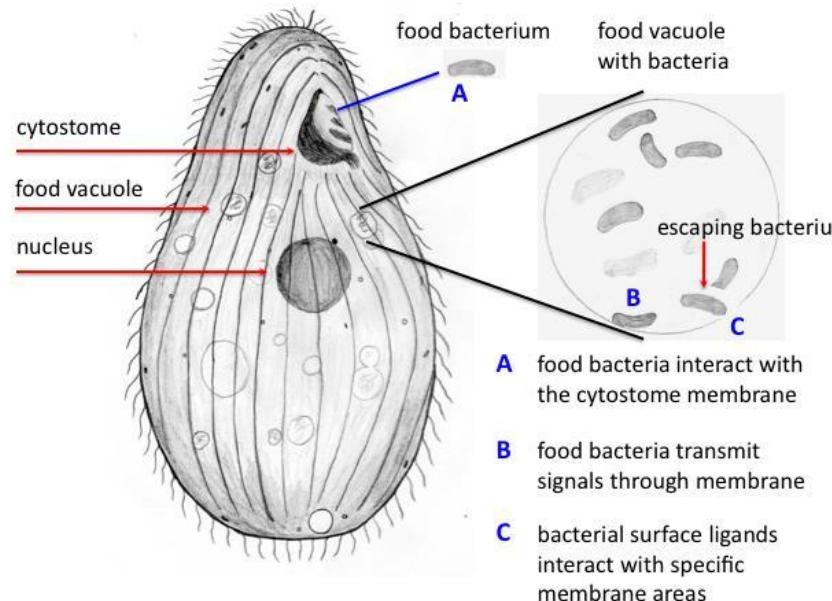
ATYPICAL MYCOBACTERIA



ПРОТОЗОЕ

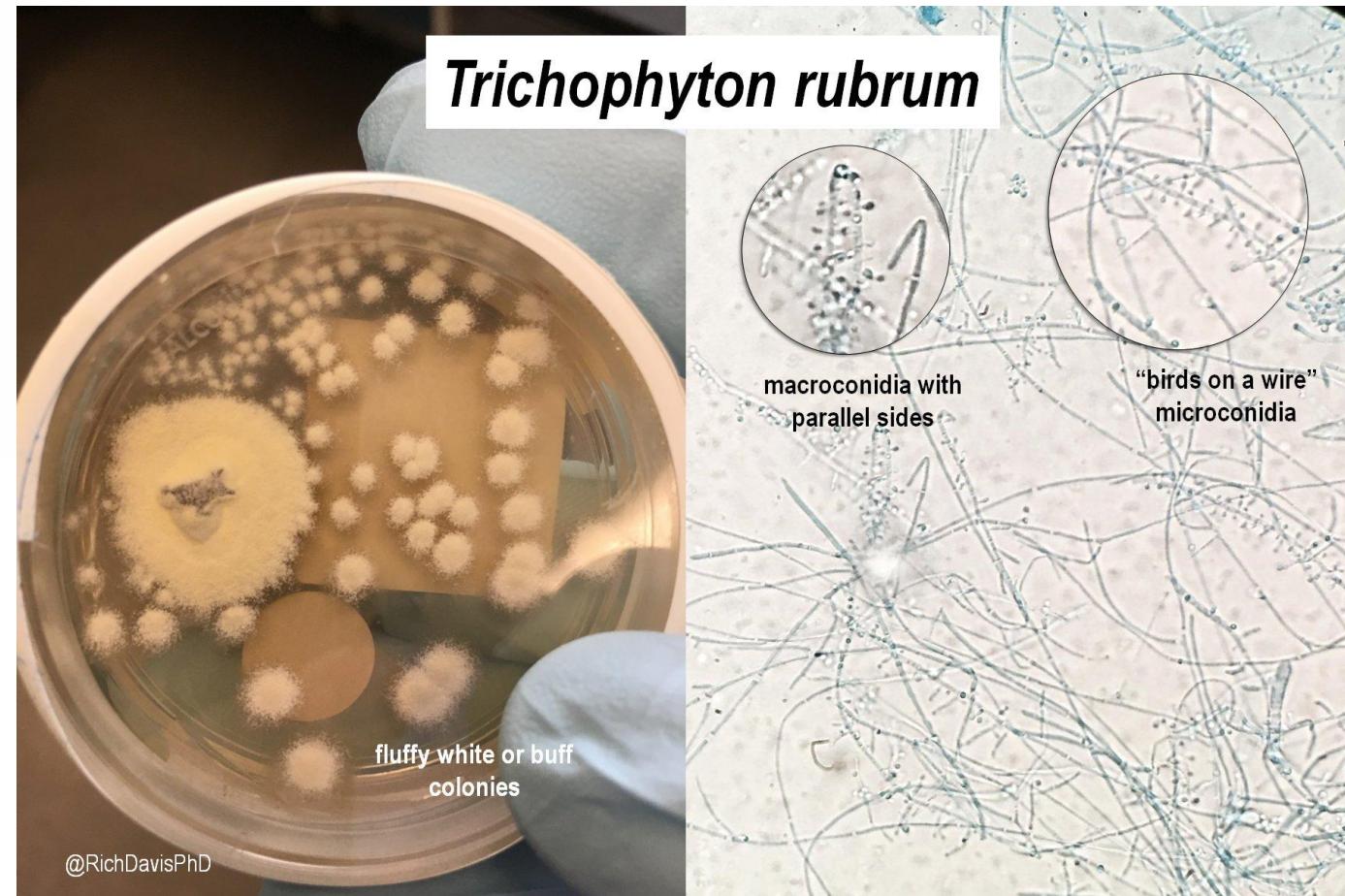
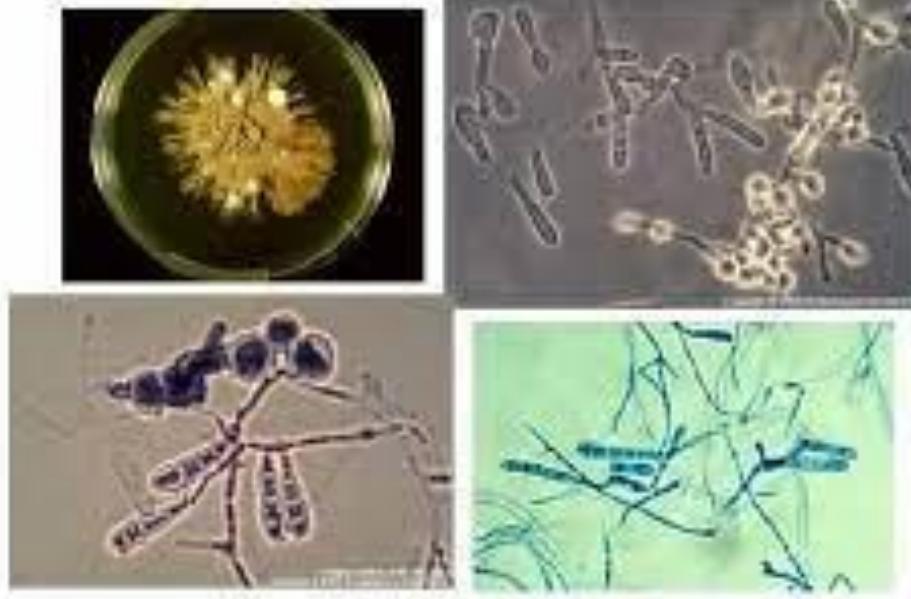


ЕНДОСИМБИОЗА



ГЉИВИЦЕ

Epidermophyton floccosum



ПЛАЖЕ



АЛГЕ ЦИЈАНОБАКТЕРИЈЕ



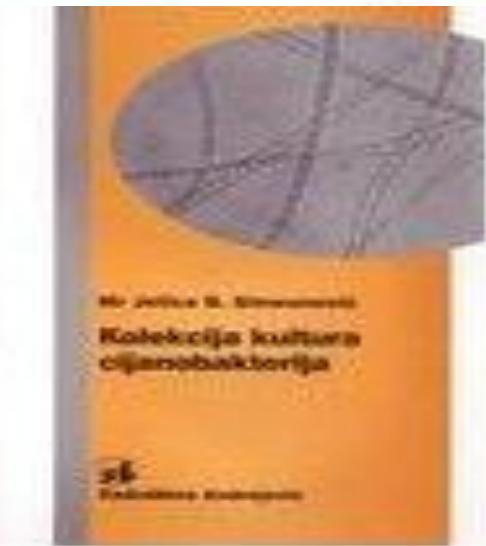
toksične i opasne materije abiotičkog porekla - (ne)svesna ljudska aktivnost
Biotoksini ???

Da li je prisustvo
CIJANOBAKTERIJA I CIJANOTOKSINA
“iznenadujuća informacija” ili?

Poređenje toksičnosti raznih biotoksina (Falconer i sar. 1999)

Toksin	Vrsta- producent	Letalna doza (LD50; µg po kg)
BOTULINUM	<i>Clostridium botulinum</i> (bakterija)	0,00003
TETANUS	<i>Clostridium tetani</i> (bakterija)	0,0001
RICIN	<i>Ricinus communis</i> (biljka)	0,02
DIPHTHERIA TOXIN	<i>Corynebacterium diphtheriae</i> (bakterija)	0,3
KOKI TOXIN	<i>Phyllobates bicolor</i> (žaba)	2,7
TETRODOTOXIN	<i>Sphaeroides rubripes</i> (riba)	8
SAXITOXIN	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (cijanobakterija)	9
COBRA TOXIN	<i>Naja naja</i> (kobra)	20
NODULARIN	<i>Nodularia spumigena</i> (cijanobakterija)	30-50
MICROCYSTIN-LR	<i>Microcystis aeruginosa</i> (cijanobakterija)	50
ANATOXIN-a	<i>Anabaena flos-aquae</i> (cijanobakterija)	200
MICROCYSTIN-RR	<i>Microcystis aeruginosa</i> (cijanobakterija)	300-600
CURARE	<i>Chondodendron tomentosum</i> (brazilska biljka)	500
STRYCHNINE	<i>Strychnos nux-vomica</i> (biljka)	500
AMATOXIN	<i>Amanita phalloides</i> (gljiva)	600
MUSCARIN	<i>Amanita muscaria</i> (gljiva)	1100
PHALLATOXIN	<i>Amanita phalloides</i> (gljiva)	1800
GLENODIN TOXIN	<i>Peridinium polonicum</i> (dinoflagelatna alga)	2500
SODIUM CYANIDE		10000

Cijanobakterije i cijanotoksini, dr Jelica Simeunović



Šta su cijanobakterije?

Cijanobakterije su nazivane, a i danas je taj termin u upotrebi - modro-zelene alge usled sličnosti sa zelenim algama po morfologiji, staništu i fotosintetskim mogućnostima (*Cyanobacteriophyta*)

u današnjem vremenu poznato nam je oko 2000 vrsta i većina su ubikvitarni organizmi; neke su i ekstremofili (od -190 do +70 °C)

BIOLOŠKA KLASIFIKACIJA

Kriterijumi podele - velika raznovrsnost oblika i veličine, kao i načina razmnožavanja razvrstane u 150 rodova, tj. 5 redova

MIKROBIOLOŠKA KLASIFIKACIJA

Po Bergey-u: Phylum BX: Cyanobacteria; Eubacteria, gram-negativne



- sve cijanobakterijske vrste koje učestvuju u pojavi cvetanja NISU producenti toksina (u 15.-tak rodova); čak svi sojevi unutar vrste ne moraju biti toksikogeni , a među toksikogenim velike razlike u nivou produkcije ali i mogućnost produkcije više različitih formi i vrsta toksina

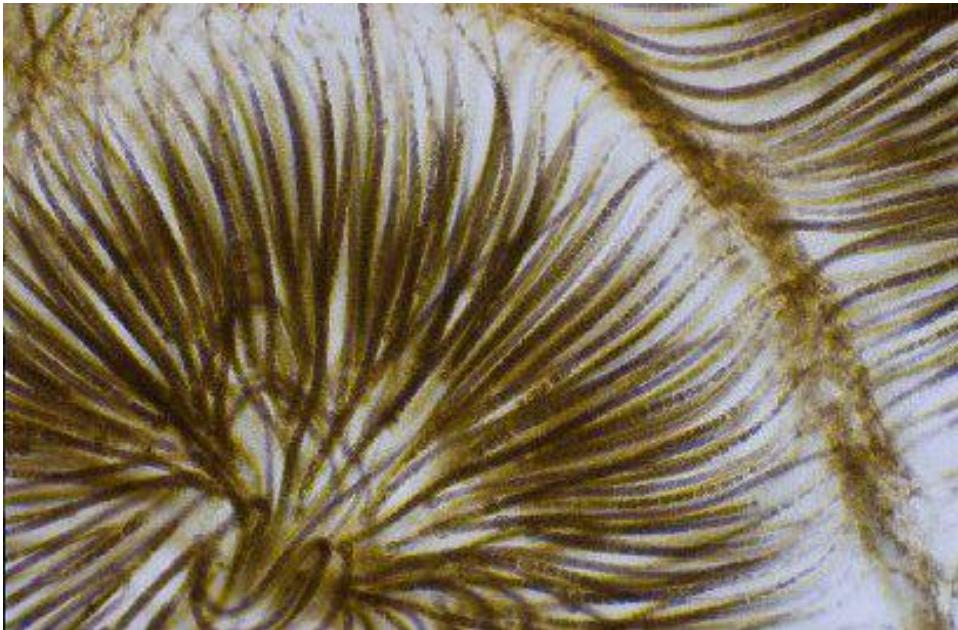


photo: Littler & Littler. 2000. Caribbean Reef Plants.

Osnovne grupe cijanobakterijskih toksina i njihovi izvori (Codd i sar., 2005)

Toksin	Broj strukturnih varijanti	Struktura i aktivnost	Toksični rodovi
HEPATOTOKSINI			
Mikro-cistini	71	ciklični heptapeptidi; hepatotoksični, inhibitori protein-fosfataza, promoteri tumora, narušavaju celovitost membrane i provodljivost	<i>Microcystis, Anabaena, Nostoc, Aphanizomenon, Anabaenopsis, Planktothrix, Oscillatoria, Hapalosiphon</i>
Nodularini	9	ciklični pentapeptidi; hepatotoksini, inhibitori protein-fosfataza, narušavaju celovitost membrane i provodljivost, promoteri tumora, karcinogeni	<i>Nodularia, Theonella</i> (sundjer koji sadrži cijanobakterijske simbionte)
Cilindrospermo-psini	3	guanidni alkaloidi; izazivaju nekrotične povrede jetre (takođe bubrega, slezine, pluća, creva), inhibitori sinteze proteina, genotoksični	<i>Cylindrospermopsis, Aphanizomenon, Umezakia, Anabaena, Raphidiopsis</i>

Toksin	Broj strukturnih varijanti	Struktura i aktivnost	Toksični rodovi
NEUROTOKSINI			
Anatoksin-a (uključujući homoanatoksin-a)	5	alkaloidi; postsinaptički, depolarizirajući neuromuskulatorni blokatori	<i>Anabaena, Oscillatoria, Phormidium, Aphanizomenon, Raphidiopsis</i>
Anatoksin-a (s)	1	estar guanidin metil fosfata; inhibitor acetilholinesteraze	<i>Anabaena</i>
Saksitoksini	20	karbamat alkaloidi; blokatori natrijumovih kanala	<i>Aphanizomenon, Anabaena, Lyngbya, Planktothrix, Cylindrospermopsis</i>
DERMATOTOKSINI I CITOTOKSINI			
Lingbia- toksin-a	1	alkaloidi; inflamatorni agensi, aktivatori protein kinaze C	<i>Lyngbya, Schizothrix, Oscillatoria</i>
Aplazia-toksini	2	alkaloidi; inflamatorni agensi, aktivatori protein kinaze C	<i>Lyngbya, Schizothrix, Oscillatoria</i>
ENDOTOKSINI			
Lipopolisaharidi	nekoliko	lipopolisaharidi; inflamatorni agensi, gastrointestinalni iritanti	svi

Cijanotoksi i njihova akutna toksičnost (WHO, 1998)



Cijanotoksin	LD ₅₀ čistog toksina
Hepatotoksi	45-1000 µg/kg
Mikrocistin-LR	60 (25-125) µg/kg
Mikrocistin-YR	70 µg/kg
Mikrocistin-RR	300-600 µg/kg
Nodularin	30-50 µg/kg
Neurotoksi	
Anatoksin-a (alkaloid)	250 µg/kg
Anatoksin-a (organofosfat)	40 µg/kg
Saksitoksi	10-30 µg/kg
Citotoksi	
Cilindrospermopsin	200 µg/kg/ posle 5-6d

Internacionalna agencija za istraživanje kancera (IARC) toksin MCYST-LR klasificuje u 2B grupu supstanci (moguće karcinogene supstance za čoveka)

Procentualna zastupljenost toksičnih cijanobakterija u uzorcima vode

Zemlja	Broj analiziranih uzoraka	% uzoraka sa toksičnim cijanobakterijama
Engleska	78	70
Finska	188	44
Holandija	29	79
Mađarska	35	82
Nemačka	80	90
Danska	96	72



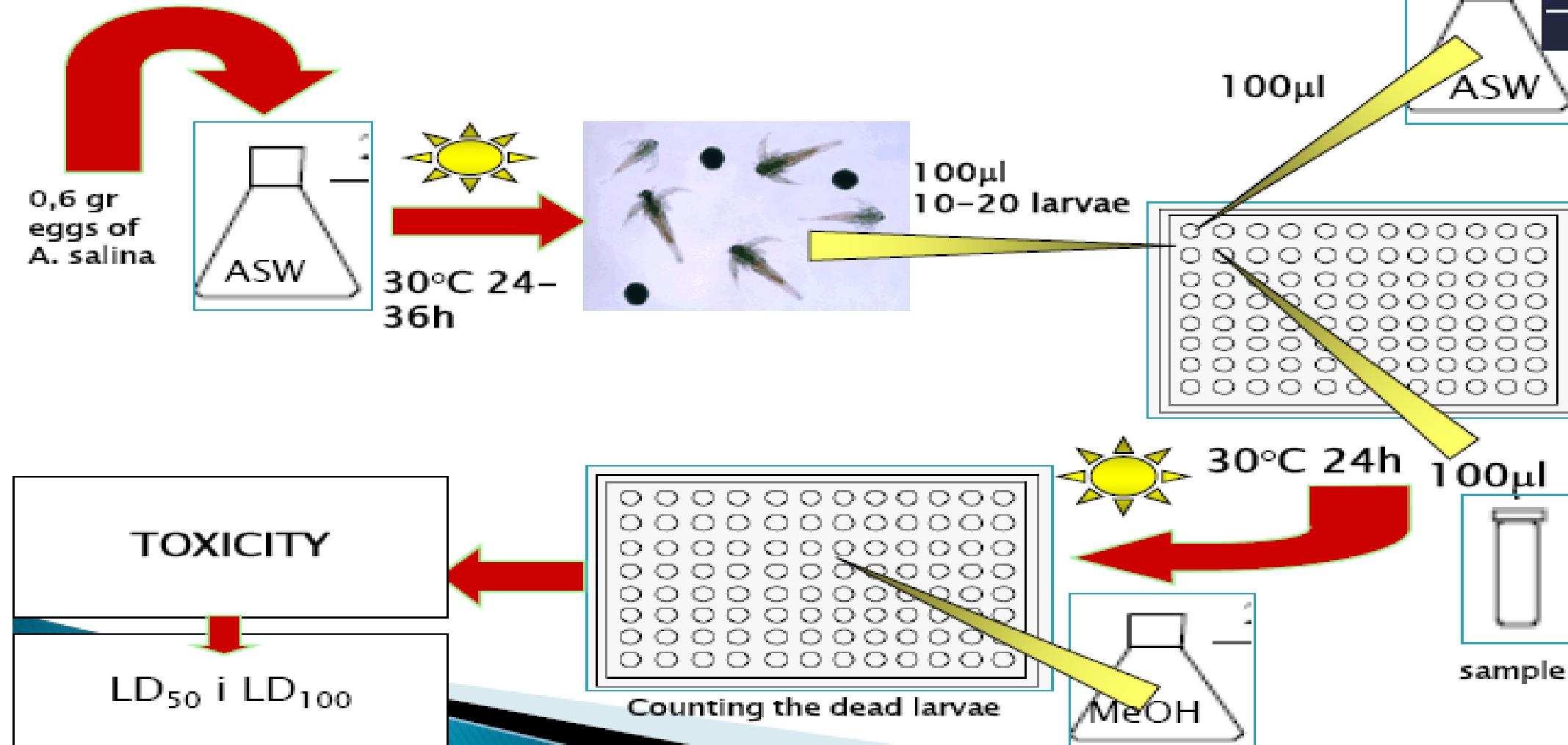
Najveće detektovane (HPLC metoda) koncentracije cijanotoksina u vodenim sredinama sa cvetanjem

Toksin	Koncentracija ($\mu\text{gg-1 suve mase}$)	Lokalitet
mikrocistin	7.300	Kina i Portugalija
nodularin	18.000	Baltičko more
cilindrospermopsin	5.500	Australija
anatoksin-a	4.400	Finska
saksitoksin	3.300	Australija
anatoksin a (s)	3.300	SAD

Analitičke metode za detekciju cijanotoksina (Boyer i Dyble, 2007)

Opšte (lumpers) metode	Posebne (splitters) metode
MIKROCISTINI bioeseji (npr. miševi, <i>A. salina</i>) PPIA ELISA	HPLC-PDA LC-MS (/MS)
CILINDROSPERMOPSIN bioeseji ELISA	HPLC-PDA LCMS
ANATOKSIN-A bioeseji ELISA	HPLC-FD LC-MS
PST toksini bioeseji ELISA	HPLC-FD LC-MS

Artemia salina bioassay



komercijalni standardi cilindrospermopsina, nekih mikrocistina, nodularina, anatoxin-a, i saksitoksina

Хвала на пажњи.

