

TOXINY SINIC ve vodním prostředí

Ondřej Adamovský

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

BIOTOXINY

Toxin	Producent	Skupina	LD50 (µg/kg)
aphantoxin (saxitoxin)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	sinice	10
anatoxin-a(S)	<i>Anabaena flos-aquae</i>	sinice	20
microcystin-LR	<i>Microcystis aeruginosa</i>	sinice	50
nodularin	<i>Nodularia spumigena</i>	sinice	50
botulin	<i>Clostridium botulinum</i>	bakterie	0,001
tetanový toxin	<i>Clostridium tetani</i>	bakterie	0,002
tetrodotoxin	<i>Tetraodon fahaka</i> aj. (čtverzubec - „fugu“)	ryba	8
akonitin	<i>Aconitum napellus</i> (oměj šalotounek)	vyšší rostlina	100
jed kobry	Naja naja (kobra indická)	plaz	315
jed štíra	<i>Centruroides suffusus</i>	členovec	430
tubokurarin (kurare)	<i>Chondrodendron tomentosum</i>	vyšší rostlina	500
strychnin	<i>Strychnos nux-vomica</i>	vyšší rostlina	980
falloidin	<i>Amanita phalloides</i> (muchomůrka zelená)	houba	2000
afلاتoxin	<i>Aspergillus flavus</i>	houba	9500

Hodnoty LD50 různých toxinů v testech na myších. LD50 je střední smrtelná dávka (v µg/kg živé váhy), š. množství toxinu, které způsobí smrt poloviny pokusných jedinců. Čím nižší je hodnota LD50, tím vyšší je toxicita látky.

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

CYANOTOXINY

! LIDSKÉ AKTIVITY !

nárůst koncentrace CO₂ v atmosféře, nárůst UV radiace

spalování
zemědělství, odpadní vody

eutrofizace vodních ekosystémů

sinice (cyanobaktérie)

masový rozvoj sinic (vodní květy)

CYANOTOXINY

GLOBÁLNÍ ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉM

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

CYANOTOXINY

- sekundární metabolity sinic s různými typy biologické aktivity
- rozmanitá skupina látek – chemicky (heterocykly, lineární a cyklické peptidy, lipidické sloučeniny...) i toxikologicky (široká škála mechanismů účinku – vliv na základní procesy buněk nebo i na specifické fyziologické pochody – přenos nervového vzruchu apod.) – základní členění:
 - klasické cyanotoxiny**⁴ (microcystiny, nodulariny, anatoxiny, saxitoxiny, cylindrospermopsin, lipopolysacharidy)
 - Ostatní cyanotoxiny** - mají nízkou akutní toxicitu, ale vykazují různé typy biologické aktivity – antivirální, antibakteriální, alelopatická, protinádorová, inhibice různých enzymů a buněčných procesů

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

CYANOTOXINY

- nejvýznamnější (cyanotoxiny) jsou: microcystiny a nodulariny (homo)anatoxin-a anatoxin-a(S) saxitoxiny cylindrospermopsin
- nejvýznamnější rody produkující cyanotoxiny (dosud identifikováno cca 50 druhů produkujících tyto látky):
 - Anabaena** (microcystiny, anatoxiny, anatoxin-a(S), saxitoxiny, cylindrospermopsin)
 - Aphanizomenon** (anatoxiny, saxitoxiny, cylindrospermopsin)
 - Microcystis, Nodularia** (microcystiny a nodulariny)
 - Planktothrix/Oscillatoria** (microcystiny, anatoxiny, saxitoxiny)
 - Cylindrospermopsis** (cylindrospermopsin, saxitoxiny)
- toxicitu vykazují také sinicové lipopolysacharidy – součást buněčných stěn všech sinic

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

MICROCYSTINY

- producenti *Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Nostoc*, *Hapalosiphon*
- zřejmě nejrozšířenější cyanotoxiny
- cyklické heptapeptidy

- přes 80 strukturálních variant

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

Hypotézy o vzniku microcystinů

3. Obrana proti predátorům

- Zooplankton (přirodní koncentrace rozpuštěného MCs neúčinné)
- Synergické působení více toxinů
- Produkce zvyšována v prostředí s predátory (nebo látkami které vylučují)
- Eukaryota později (MC cíl je Protein fosfatázy)
- Sinice bez MC odolávají predáční tlakům
- Je to varovný signál? Organismy jej nejsou schopny rozlišit

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

Hypotézy o vzniku microcystinů

4. Alelopatické působení

- Jen některé fotoautotrofní organismy jsou ovlivněny již v přírodních koncentracích MC
- Inhibice růstu, fotosyntézy, ox.stres, inhibice enzymů a buněčných procesů
- Řada z fotoautotrofní ovlivnitelná až při vysokých koncentracích
- Hlavní konkurenti řasy – žádné účinky v přírod. podmínkách
- Řasy = eukaryota
- Většina MCs uvnitř buněk sinic

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

NODULARIN

- cyklický pentapeptid produkovaný *Nodularia spumigena*
- strukturně, toxikologicky i evolučně velmi podobný microcystinům
- závažné problémy v **Baltském moři** (detailní studie z let 1999-2003):
 - největší brakický ekosystém světa (370 000 km²)
 - vysoce eutrofizováno, masový rozvoj sinic (~50 000 km²)
 - celková roční produkce nodularinu odhadována až na **40 tun**



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

NODULARIN

- vodní květy *Nodularia* v Baltickém moři

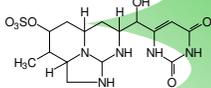


CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

CYLINDROSPERMOP SIN

- syntéza NRPS/PKS, ale je to heterocyklická látka (ne peptid)
- producenti *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Aphanizomenon ovalisporum*, *Aph. flos-aquae*, *Raphidiopsis curvata*, *Anabaena bergii*, *A. laponica*, *Umezakia natans*, *Lyngbya wollei*
- zřejmě dva mechanismy účinku – ireverzibilní **inhibice proteosyntézy** (pomalý účinek, pravděpodobně samotný CYN) + rychlé účinky (mj. i **genotoxické poškození**) způsobené produkty bioaktivační cylindrospermopsinu činnosti CYP450

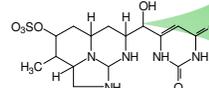
- primární poškození jater a ledvin u savců
- pravděpodobný lidský karcinogen!



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

CYLINDROSPERMOP SIN

- CYN představuje narůstající problém - **invazivita** *Cylindrospermopsis* (druh šířící se ze subtropů a tropů do mírného pásu), nově identifikován i v druhích tvořících vodní květy v mírném pásu (*Aphanizomenon flos-aquae*)
- V dnešní době se již pracuje na **odvození limitních koncentrací** pro CYN ve vodě (Brazílie – dop. limit 15 µg/L apod.)
- Vliv na volně žijící organismy (ekotoxikologie), přirozená funkce této látky = ???



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
 RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

NEUROTOXINY

- 3 základní typy **heterocyklických sloučenin** (vzájemně nepříbuzné)
- zodpovědné zejména za **smrtelné otravy** volně žijících nebo domestikovaných terestrických obratlovců (**neuromuskulární systémy**)
- nejsou tak časté v prostředí jako microcystiny, **nejsou tak stabilní**, jejich chronická toxicita je nízká
- ekotoxikologie i ekofyziologická funkce poměrně málo probádána

Anatoxin-a

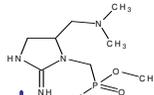


- producenti: **Anabaena** (*A. circinalis*, *A. flos aquae*, *A. planktonica*, *A. spiroides*), *Aphanizomenon* sp., *Arthrospira fusiformis*, *Lyngbya wollei*, *Oscillatoria formosa*, *Oscillatoria* sp., *Planktothrix rubescens*, *Phormidium favosum*, *Raphidiopsis mediterranea*
- terestrické i bentické sinice
- V **periferních cholinergních nervových zakončeních se ireverzibilně váže na receptory pro acetylcholin**

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECETOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

NEUROTOXINY

Anatoxin-a(S)

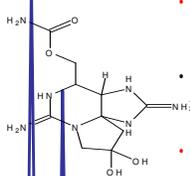


- s anatoxinem-a má podobné jen jméno, jinak je to **chemicky i toxikologicky odlišná látka**
- producenti: **Anabaena flos-aquae**, **Anabaena lemmermannii**, **Anabaena spiroides**
- **unikátní ester kyseliny fosforečné inhibující acetylcholinesterázu** (enzym zodpovědný za přenos vzruchu v nervových synapsích) – stejný mechanismus účinku jako mají některé bojové látky (např. sarin, VX)
- Dokumentována řada otrav zejména ptáků, jinak v prostředí není moc častý
- (pozn. velmi nedávno byly z *Nostoc* izolován alkaloid **nostocarboline**, který je strukturálně odlišný, není to organofosfát, ale taktéž inhibuje AChE)

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECETOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

NEUROTOXINY

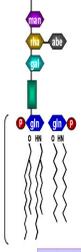
Saxitoxiny (PSP)



- **tzvané paralytic shellfish poisons**
- **karbamové alkaloidy** (cca 20 variant) produkované sinicemi **Anabaena lemmermannii**, **Anabaena circinalis**, **Aphanizomenon flos-aquae**, **Cylindrospermopsis raciborskii**, **Planktothrix** sp.
- Kromě sinic produkovány také **mořskými obrtčkami** (**Gymnodinium**, **Alexandrium**, **Pyrodinium**) – bioakumulace v tělech mořských živočichů (hlavně mlži) -> častý zdroj otrav lidí konzumujících ušťice apod.
- Existují limity pro jejich koncentrace v potravinách a někde jsou již navrhovány i limity pro koncentrace ve vodě (Brazílie – 3 µg/L)
- Fungují jako **blokátory sodíkových kanálů** v membránách nervových buněk (byly použity k detailnímu prostudování jejich funkce)

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECETOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

LIPOPOLYSACHARIDY



- součást buněčné stěny všech sinic (sinice = **gramnegativní eubakterie**, které **obsahují** v buněčné stěně právě LPS)
- **dráždivé** (kůže, sliznice, GIT), **pyrogenní** (**symptomu „chřipky“**) a **imunomodulační účinky**
- **biologická aktivita sinicových LPS je mnohem menší než u LPS patogenních bakterií (Salmonella) ale srovnatelná s LPS běžných (nepatogenních) G- baktérií**
- jejich biologická aktivita je zřejmě silně závislá na struktuře (lipid-A region) a je vysoce variabilní i v rámci jednoho druhu sinic
- v případě vodních květů **přítomny v prostředí v obrovských množstvích** – mohou být toxikologicky **velmi významné**
- Osud v prostředí? Toxikologie a ekotoxikologie? Zdravotní rizika? -> **velmi málo prostudováno**

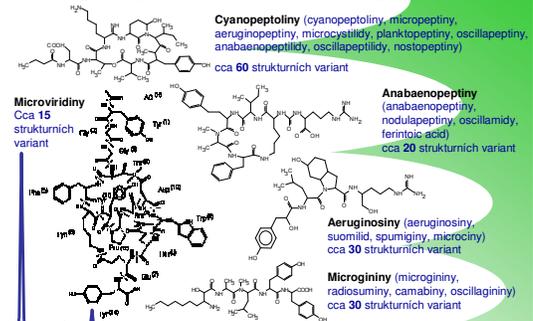
CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECETOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

další CYANOTOXINY

- desítky biologicky aktivních **nebo toxických látek sinicového původu** (cyklické a lineární peptidy a depsipeptidy, heterocyklické látky, lipidické látky)
- Podle mnoha indicií existuje mnoho dalších **dosud neobjevených toxických metabolitů sinic** (sinice jsou často toxické i když neobsahují žádný z dosud identifikovaných cyanotoxinů!!!)
- **farmakologicky slibné látky**
- **Tříděné látek, nomenklatura..... nejednotné**

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECETOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Biologicky aktivní metabolity sinic



CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECETOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Biologicky aktivní metabolity sinic

Dendroamidy (microcyclamide, banyascyclamide, tenuescyclamide, westliellamide, nostocyclamide) cca 5 dalších hepta, octa a nonapeptidů cca 13 strukturálních variant

Maleamidy cca 3 strukturální varianty

Microcoliny a miramibidy cca 10 strukturálních variant

CTT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

Biologicky aktivní metabolity sinic

Aplysiatoxin

Lyngbyatoxin

Mirabizol

geosmin

mueggelone

calothrixin A

glykolipidy

CTT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

BMAA

ALS-PDC (=amyotrophic lateral sclerosis/parkinsonism-dementia complex of Guam) je chronické neurodegenerativní onemocnění vysoce prevalentní mezi domorodci na ostrově Guam v západním Pacifiku

- BMAA (beta methylamino-L-alanin) je považován za látku způsobující ALS-PDC
- BMAA je produkováno symbiotickými sinicemi *Nostoc* v kořenech cykasu *Cycas micronesica*
- BMAA se bioakumuluje/bioobohacuje v cykasech a zejména v kaloních (*Pteropus*), kteří jsou konzumováni domorodci

CTT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

BMAA

Bioobohacování BMAA na Guamu
 (podle Murch et al. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101(33) (2004), 12228-12231)

Part	domorodci (7-20g/g)	domorodci (627-197g)
kaloně	33500µg/g	1184µg/g
semena cykasů	91µg/g	891µg/g
sinice	0.31µg/g	72µg/g

Nemusí jít jen o lokální problém !!!

- Nostoc* je běžná sinice
- BMAA byl nalezen také v jiných tropických rostlinách se symbiotickými sinicemi (*Azolla*, *Gunnera*) a podle nejnovějších výzkumů v mnoha dalších běžných rodech sinic
- BMAA byl nalezen nejen v mozcích domorodců, kteří zemřeli na ALS-PDC, ale rovněž v mozcích některých pacientů z Kanady s diagnózou Alzheimerovy choroby (nebyli na Guamu, nekonzumovali kaloně – existují jiné zdroje BMAA ???)

CTT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

Farmakologicky významné metabolity sinic

- některé extrakty a exudáty ze sinic **vykazují farmakologicky zajímavé efekty – antivirální, antibakteriální, protinádorová aktivita**
- některé zajímavé sloučeniny identifikovány, vyzolovány, charakterizovány
- z hlediska farmakologického využítá zatím nejslibnější **cryptophycin** (léčba nádorů), **cyanovirin** a **scytovirin** (proti viru HIV)

CTT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

Farmakologicky významné metabolity sinic

Cryptophyciny

- první izolovány ze sinice *Nostoc ATCC53798*, silné **inhibitory polymerace tubulinu** → inbibice buněčného dělení (antiproliferativní látky) → tedy i dělení nádorových buněk (tumorselektivní cytotoxiny)
- několik desítek isomerů, strukturálně příbuzné sloučeniny jsou obsaženy i v *Lyngbya majuscula* (majusculamid) anebo některých měkkých a houbách (dolastatiny, arenastatiny)
- synetický analog LY355703 (cryptophycin 52) je v současné době testován v klinických studiích na lidech (již ve fázi II. klinických zkoušek)**

CTT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
 Botanický ústav Akademie věd České republiky

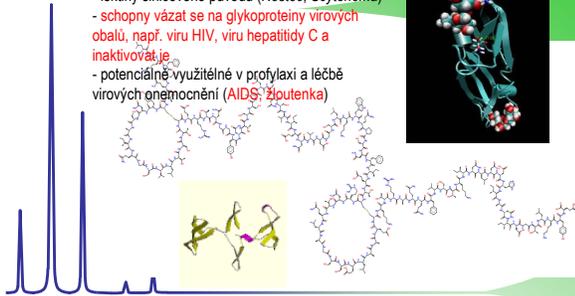
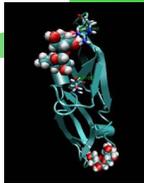
Farmakologicky významné metabolity sinic

Cyanovirin, scyotvirin

- lektiny sinicového původu (*Nostoc*, *Scytonema*)

- schopny vázat se na glykoproteiny virových obalů, např. viru HIV, viru hepatitidy C a inaktivovat je

- potenciálně využitelné v profylaxi a léčbě virových onemocnění (AIDS, žlutenka)



CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

CYANOTOXINY = zdravotní riziko ?



CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Expozice pitnou vodou

Year	Location (source)	Cyanobacteria	Toxin	Health outcomes
Drinking water				
1931	USA, Ohio river	<i>Microcystis</i>	?	Gastroenteritis, abdominal pain, vomiting
1960-1965	Zimbabwe, Harare	<i>Microcystis</i>	?	Gastroenteritis
1975	USA, Pennsylvania	<i>Schizothrix</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Phormidium</i>	?	Gastroenteritis
1979	Australia, Palm Island	<i>Cylindrospermopsis</i>	CYN	Gastroenteritis, liver, kidney and intestine damage
1981	Australia, Armidale	<i>Microcystis</i>	MC	Liver damage
1977-1996	China	<i>Microcystis</i>	MC	Colorectal cancer, deaths
1972-1990	China	<i>Microcystis</i>	MC	Primary liver cancer, deaths
1988	Brazil, Itaparica dam	<i>Microcystis</i> , <i>Anabaena</i>	?	Gastroenteritis, diarrhoea, deaths
1994	Sweden, Malmö	<i>Planktothrix</i>	MC	Gastroenteritis, fevers, abdominal and muscular pain

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Expozice při rekreaci

Year	Location (source)	Cyanobacteria	Toxin	Health outcomes
Recreational/occupational water contact				
1959	Canada, Saskatchewan	<i>Microcystis</i> , <i>Anabaena circinalis</i>	?	Headache, nausea, muscular pain, vomiting, diarrhoea
1980-1981	USA, Pennsylvania and Nevada	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Anabaena</i>	?	Eye and ear irritation, flu like symptoms
1989	UK, England, Staffordshire	<i>Microcystis</i>	MC	Gastroenteritis, sore throat, blistered mouth, vomiting, abdominal pain, fever, pulmonary consolidation, diarrhoea
1995	Australia	<i>Microcystis</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Nodularia</i>	?	Gastroenteritis, flu like symptoms, blistered mouth, fever, eye and ear irritation, vomiting, diarrhoea
1996	UK	<i>Planktothrix</i>	MC	Rashes, fever
1996-1998	Australia (coastal sea)	<i>Lyngbya</i>	?	Contact dermatitis, eye and ear irritation, respiratory irritation
2002-2003	Finland	<i>Anabaena lemmermannii</i>	STX	Fever, eye irritation, abdominal pain, rashes

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Expozice při dialýze

Year	Location (source)	Cyanobacteria	Toxin	Health outcomes
Drinking water				
Haemodialysis				
1974	USA, Washington	Present	LPS	Fever, myalgia, chills, vomiting
1996	Brazil, Canuaru	Present	MC, CYN	Visual disturbance, tinnitus, nausea, vomiting, liver damage, deaths
2001	Brazil, Rio de Janeiro	<i>Anabaena</i> , <i>Microcystis</i>	MC	Visual disturbance, tinnitus, nausea, vomiting, liver damage

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Expozice kontaminovanými potravinami

- kromě saxitoxinů, které se mohou z hlavně z mořských obrněnek hromadit v těle měkkýšů (limit pro STX v EU je 80 ug/g masa) je bioakumulace známá především u microcystinů

- koncentrace microcystinů v mase mohou dosáhnout až xxx ug/g FW, což by při dlouhodobé konzumaci mohlo představovat potenciální zdravotní riziko (překročení TDI definovaného WHO) (nízkové jsou koncentrace nad 160 ng/g FW pokud by člověk konzumoval pouze rybi maso ze zdroje kontaminovaného microcystiny)

- rovněž zavlažování vodou se sinicemi může vést k ulpívání toxinů na povrchu rostlin nebo k jejich příjmu do rostlin

CCT - Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX - Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Potravinové doplňky ze sinic

- netoxických druhů (*Spirulina*), (*Aphanizomenon flos-aquae*)

- možnost kontaminace toxickými sinicemi, zvláště v případě pěstování sinic v otevřených systémech (lake Klamath – rok 1996 kontaminace populace *Aphanizomenon* vodním květem *Microcystis aeruginosa*)

- např. v USA byly 85 z 87 vzorků doplňků ze sinic detekovány microcystiny, v 73% případů v koncentraci vyšší než 1 µg/g (limit státu Oregon pro koncentraci -, detekované maximum činilo 16.4 µg/g



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Potravinové doplňky ze sinic

- v další studii realizované v Kanadě – microcystiny v 7 z 12ti vzorků v koncentracích až 4.72-6.2 µg/g

- Německo a Švýcarsko – microcystiny ve všech 17ti vzorcích v koncentracích <1-8 µg/g

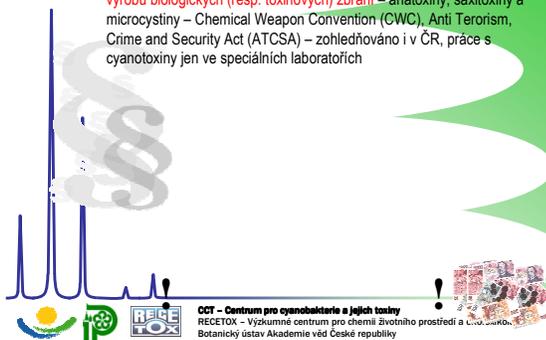
- vliv dalších látek ze sinic (synergismus nebo antagonismus?), celkově však může být přínos těchto doplňků označen za diskutabilní



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Sinicové toxiny - bioterorismus?

Sinicové toxiny jsou považovány za látky **potenciálně zneužitelné pro výrobu biologických (resp. toxinových) zbraní** – anatoxiny, saxitoxiny a microcystiny – Chemical Weapon Convention (CWC), Anti Terrorism, Crime and Security Act (ATCSA) – zohledňováno i v ČR, práce s cyanotoxiny jen ve speciálních laboratořích



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Sinicové toxiny - bioterorismus?

Zákon 281/2002 Sb. - o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní

Vyhl. 474/2002 Sb. - prováděcí vyhláška k zákonu 281/2002 Sb. - v příloze č. 1 (Seznam vysoce rizikových biologických agens a toxinů) uvedeny cyanotoxiny:

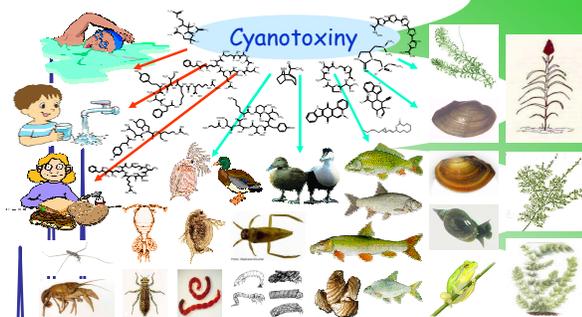
ANATOXINY
MICROCYSTINY
SAXITOXINY

Nakládání s těmito látkami jen na **povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost** (Odbor pro kontrolu zákazu chemických a biologických zbraní)

„Požadována speciální bezpečnostní opatření (hlídaná budova, oddělená místnost s bezpečnostními dveřmi a zámky, umístění látek v trezoru...), přísná **evidence a kontrola** v případě porušení zákona **pokuty 100.000-100.000.000 Kč**“

CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Cyanotoxiny - zdravotní a ekologická rizika ?



CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Vodárenství

- Studie obsahu MCs v upravené a surové vodě
- Vzorky vod ze 17 vodáren
- Studie mezi léty 1999-2005
- Analýza surové a upravené vody ukázala snížení koncentrací MCs, ale nedošlo k úplnému odstranění

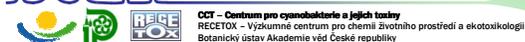
CCT – Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny
RECE TOX – Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii
Botanický ústav Akademie věd České republiky

Vodárenství

V upravené vodě detekovány microcystiny
27% z toho v 9% nad 1 ug/L MC-LR

- Klasická technologická úprava : koagulace
sedimentace
filtrace

účinnost 49-100 % (medián 97%)

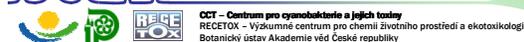


Vodárenství

- Nejúčinnější technologická úprava
Ozonizace
Sorbce na aktivní uhlí → 100% odstranění

Účinnější technologie v případě, že se obsah buněk
nevylije do prostředí = vysrážet buňky

U vodáren se stanovil MC-LR, ale co ostatní varianty ??



Děkuji za pozornost

společné pracoviště Recetox (PřF MU) a
Botanického ústavu (Akademie věd ČR)

