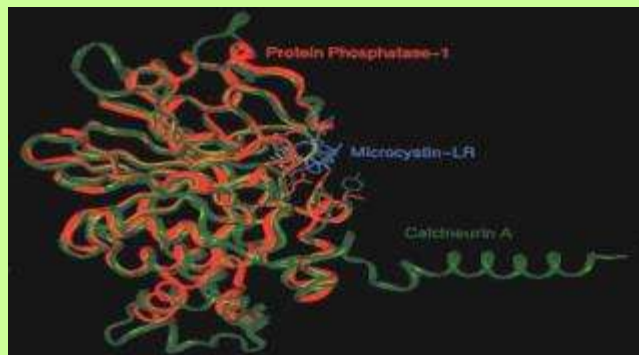


MOŽNOSTI ODSTRAŇOVÁNÍ CYANOTOXINŮ VODÁRENSKÝMI TECHNOLOGIEMI



Eliška Maršálová a Blahoslav Maršálek

*Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny,
Kamenice 3, 625 00 Brno, e-mail:*

sinice@sinice.cz

Zdroje nesourodých informací o cyanotoxinech ve vodárenských systémech

- známe velké množství různých cyanotoxinů a nelze tedy hovořit obecně – **vždy musíme uvést který toxin – jeho variantu** (např. který např. z 84 microcystinů) je konkrétní technologií odstraňován (a za jakých podmínek)
- Metod pro redukci cyanotoxinů bylo publikováno desítky (v 95% se jedná o microcystiny)
- mnoho publikací zaměřených na odstraňování cyanotoxinů byly zpracovávány v naprosté většině případů **v laboratorních podmínkách** a týkají se v naprosté většině **pouze microcystinů**. Některé publikace lze označit více za firemní reklamu, než seriózní informaci o účinnosti
- a když jde o seriózní publikaci, je nutno mít stále na paměti, že sami **autoři upozorňují na rizika, která jsou spojena s přenášením dosavadních skromných experimentálních výsledků do praktického provozu úpraven**
- reálně a odpovědně rozhodovat o alternaci a kombinacích úpravárenských technologií **lze pouze na základě konkrétních analýz o množství cyanotoxinů v surové vodě a po jednotlivých technologiích**

Pozor na neadekvátní porovnávání účinnosti technologií v nesrovnatelných podmínkách!!!

- **výsledky jsou platné jen pro danou lokalitu**, protože každý experimentátor přizná, že kdyby stejná technologie měla redukovat cyanobakterie a jejich toxiny jiného původu (zásadní rozdíly jsou mezi **Microcystis s velkými koloniemi a Planktothrix s malými vlákny**) **bude výsledek nesrovnatelný.**
- Proto se tak bráníme jakémukoliv srovnávání technologií z literárních údajů, protože tyto studie a jejich **výsledky byly realizovány většinou za zcela nesrovnatelných podmínek a prosté srovnání % redukce koncentrace toxinu může přinést neadekvátní hodnocení dané technologie.**

Odstraňování microcystinů ÚV

- microcystiny jsou endotoxiny – uvolní se do vody při lyzi buněk:
 - lyzována přírozenou cestou (stáří)
 - působením mechanických vlivů (střižných sil, tlaku v technologii úpravny a při dopravě vody surové ap.)
 - působením chemických vlivů (v úpravárenském procesu)

MCs extracelulární a cell-bound

- Klasické a běžně citované výsledky o tom, že mladá intenzivně rostoucí kultura má 100% MCs v buňce, kdežto senescentní kultura sinic má uvnitř buněk pouze 30-40% MCs **již dnes neplatí, protože tyto poznatky pochází z laboratorních kultur.**
- **Především na počátku masového rozvoje je mimobuněčný microcystin až na úrovni jednotek mikrogramů v 1 litru surové vody, což je pro vodárenskou úpravu zcela nový poznatek.**

Základ úspěchu je odstranit neporušené buňky cyanobakterií hned v 1. st. ÚV

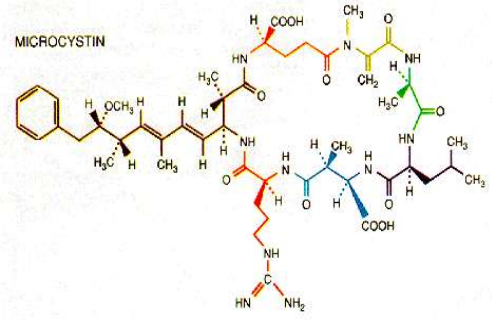
- **Zpracovaná optimalizace pro klasické schéma** obsahující koagulaci, flokulaci, následnou sedimentaci a filtraci
- **nepoužívat předozonizaci** (nebo maximálně 0,3mg/l)
- **zcela vyřadit předchloraci!!!!**
- Jako nejvhodnější první separační stupeň je doporučitelná flotace rozpuštěným vzduchem (DAF – dissolved air flotation)
- **membránová filtrace** jako koncovka 2.st. je zkoušena hl. pro malé úpravní

Technologie pro rozpuštění MC

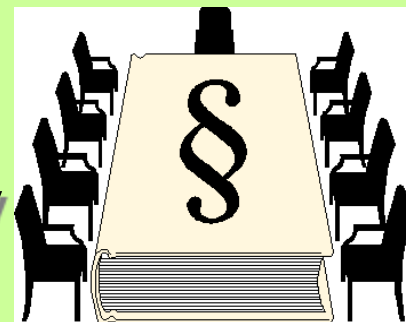
- **Oxidace** (účinnost závisí na koncentraci a době zdržení)
 - chlor, chlornany (30-85%)
 - chloramin (15-18%)
 - manganistan draselný (65-90%)
 - ozon (70-95%)
 - peroxid vodíku (15-20%)
 - oxid titaničitý a UV záření (20-75%, 30min až 90%)

Další funkční principy:

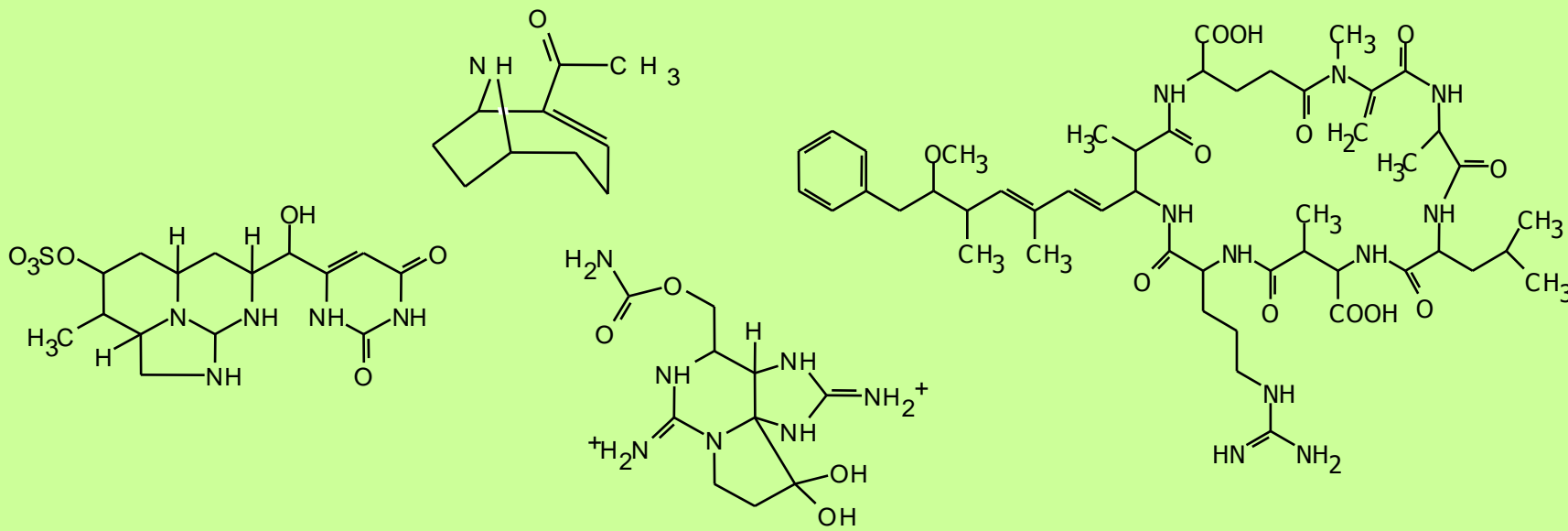
- aktivní uhlí (20-95%)
- pomalá písková filtrace (tzv. „angličáky“)
 - princip biodegradace,
 - levné,
 - účinnost 80-98%
 - vhodné pro menší zdroje
- kombinace technologií - optimalizovaný proces až 95-98%



Originální vývoj v CCT : on-line systémy kontroly



- **Detekce biomasy sinic** – surová voda – ultracitlivý fluorimetr pro odlišení sinic a řas
- **Detekce peptidických cyanotoxinů** – upravená voda – kontinuální vzorkování



Základní pravidla pro ÚV:

- odstranit celé kolonie a buňky v 1. stupni úpravy
- každý vodárenský zdroj je jiný!
- nutnost opírat se o analýzy sledovaných cyanotoxinů (ne o tabulky, a doporučení z jiných lokalit)
- klasické 1-2 stupňové ÚV cyanotoxiny neodstraní (ALE KOLONIE A BUNKY ANO)
- ŽÁDNÁ TECHNOLOGIE NEODSTRANÍ 100% CYANOTOXINŮ
- **v případě vodních květů je realističtější (hygienicky a ekonomicky) ZDROJ ALTERNOVAT, ODSTAVIT!**
- **Mít připravený systém detekce – screening a potvrzení pozitivních nálezů**
- **MC-LR není jediný microcystin ani není jediný cyanotoxin!!!!**
- **Vhodná kombinace technologií - optimalizovaný proces až 95-98%**

Závěry 1:

- Základní principy redukce MC v ÚV jsou známy
- Moderní poznatky vyvrací tradovaná data o vázaných a volných MC!!!
- Reálné rozhodování je možné jen na základě reálných analýz
- Tento příspěvek záměrně nekommentuje jednotlivé vodárenské technologie a jejich účinnost při redukci cyanotoxinů. Zájemci o tyto informace je mohou najít na informačním portálu Centra pro cyanobakterie a jejich toxiny www.sinice.cz , kde lze najít také další související informace.

Závěry 2:

- CCT realizuje vlastní vývoj metod pro
 - **ultracitlivou a on-line detekci** cyanobakterií v surové vodě
 - Kontrolní kontinuální vzorkování toxinů v upravené vodě – Vodárenská společnost bude moci **prokázat čistotu produkce jedinou analýzou za týden**
 - Tyto systémy umožňují také kontrolu produkce a **ochranu před bioterrorismem** (detekce i ochratoxinů, aflatoxinů, T2, pesticidů atd).
- Prakticky orientovaný výzkum CCT je otevřen spolupráci s praxí a přivítá nabídky pro aplikace