



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

MOŽNOSTI ODSTRAŇOVÁNÍ CYANOTOXINŮ VODÁRENSKÝMI TECHNOLOIEMI

Eliška Maršálová a Blahoslav Maršálek

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

sinice@sinice.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Možné zdroje a vstupy cyanotoxinů do lidského organismu

- **Pitnou vodou**
- **Potravou** (ryby z nádrží s vodním květem sinic, tzv. zdravotní doplňky – Spirulina z nekontrolované produkce apod.)
- **Při rekreaci a sportu** (plavání, windsurfing, vodní lyže atd.)
- **Respirací vodního aerosolu z městských kašen** s masovým rozvojem cyanobakterií, především pikocyanobakterií
- **Trestnou činností**



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)
- 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!!!

- Metod pro redukci cyanotoxinů bylo publikováno desítky (v 95% se jedná o microcystiny)
- **výsledky jsou platné jen pro danou technologii**, 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 (střížných sil, tlaku v technologii úpravy a při dopravě vody surové ap.)
 - působením chemických vlivů (v úpravárenském procesu)
- **ŽÁDNÁ TECHNOLOGIE NEODSTRANÍ 100% CYANOTOXINŮ!!!**



MCs extracelulární a cell-bound

- Klasiké 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 predozonizaci** (nebo maximálně 0,6mg/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



Další technologie pro rozpuštěný 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%



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 BUŇKY 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%**
- **Pozor_ mnoho publikací referuje pouze o MC, pouze z laboratorních pokusů, výsledky nereálné, reklamní!!!! KONTROLA - ANALÝZY**

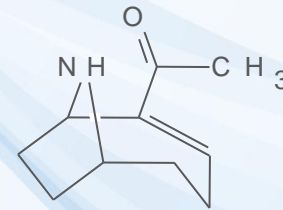


Originální vývoj v CCT : on-line systém kontroly

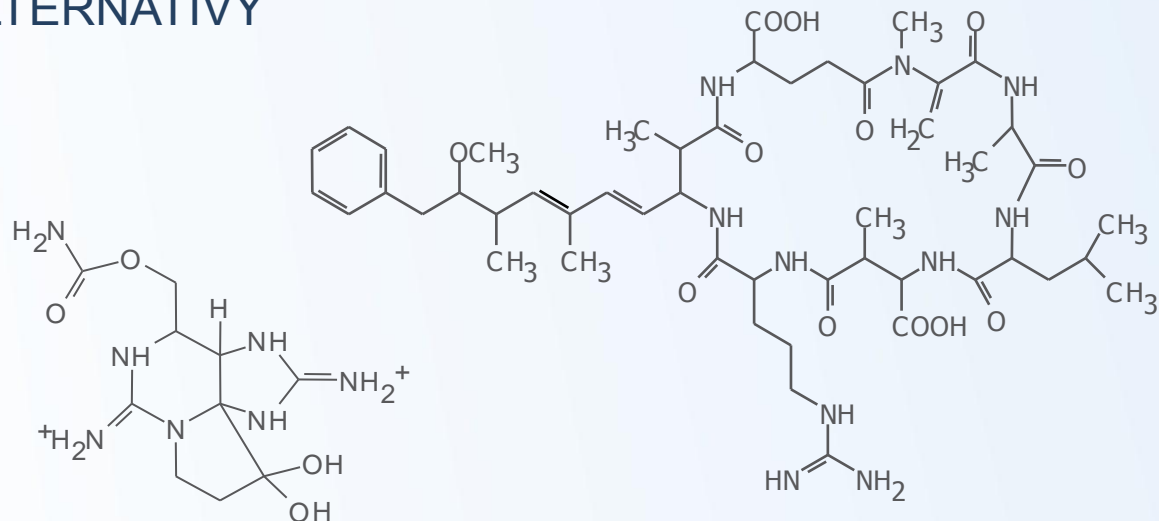
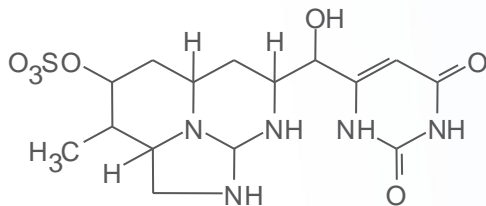
- Microcystin LR je ve vyhlášce

ALE

- **Microcystin LR NENÍ JEDINÝ, ANI NENÍ NEJTOXIČTĚJŠÍ microcystin**
- Ale především : Microcystiny nejsou jediné **CYANOTOXINY**



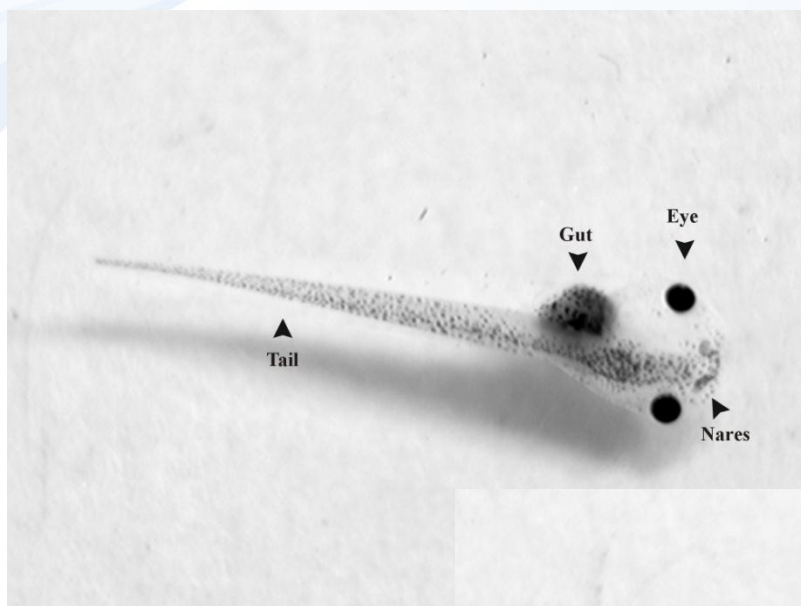
- **PROTO HLEDÁME ALTERNATIVY**



Summary characteristics of MCYST concentrations in the Microcystis dominated blooms in the Czech Republic

	MCYST-LR				Total MCYST			
	Median	Percentiles			Median	Percentiles		
		50	75	90		50	75	90
All samples, n=449 ⁽¹⁾	404	404	659	837,6	810	810	1232	1563
M. wesenbergii excluded, n=43 ⁽²⁾	487	487	680	848,4	1030	1030	1278	1695

Malformace indukované biomasou sinic BEZ MC!!!(Dvorakova, Maršálek, Bláha 2003, Env. Tox)

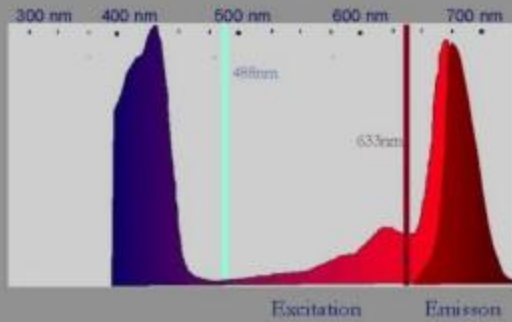


Jaké máme alternativy pro odhad rizik spojených s CT

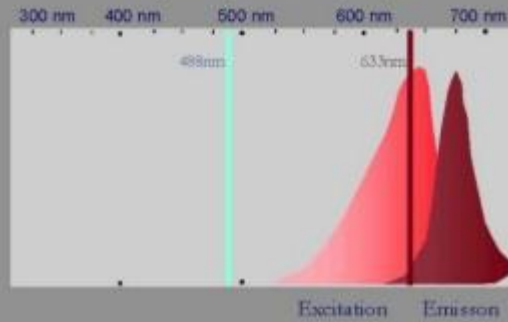
- **Základní idea:** všechny sinice obsahují nějaké toxiny, takže
- **VŠECHNY CYANOBACTERIE JSOU ZDRAVOTNÍ RIZIKO**
- Kvantifikace biomasy cyanobacterií:
 - **Molecular tools** (DGGE, mcyB, PCR...)
 - Powerful, but not ready yet for routine laboratories
 - Detekce založená na **složení pigmentů**
 - » **Phycocyanin**
 - » **Chlorophyll**
 - **Pro rutinní detekci slibné a praktické!!**



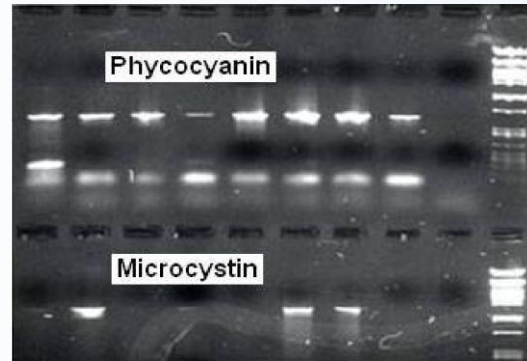
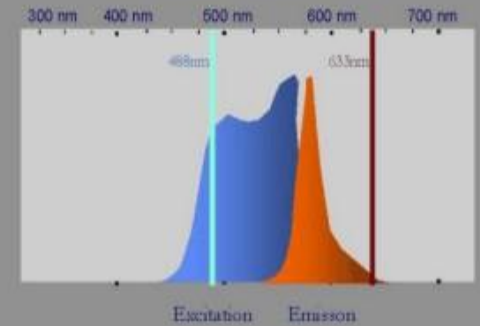
Chlorophyll a



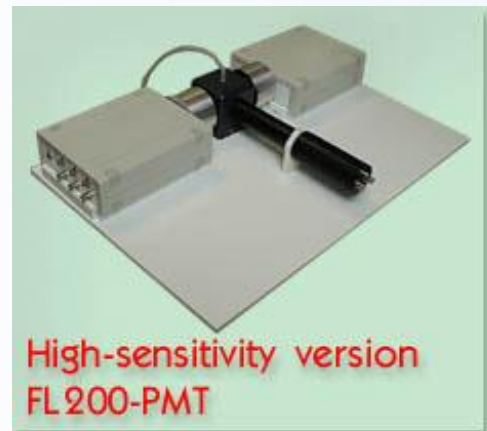
Phycocyanin (PC)



Phycoerythrin (PE)



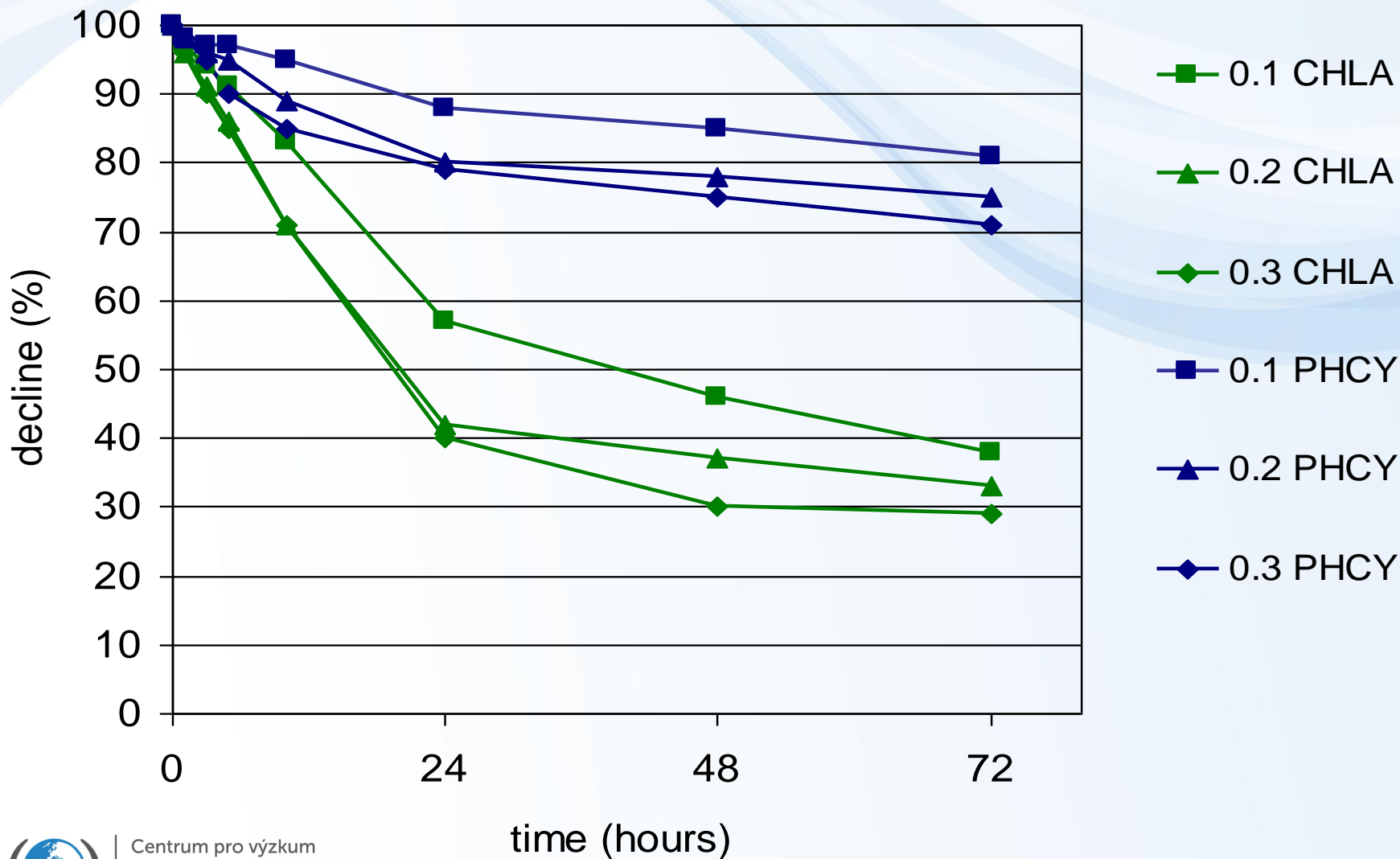
Surová voda



Upravená voda

„on-line“ – kontinualní
a automatické!!!

Effect of chlor-dioxide (0.1, 0.2 and 0.3 mg/L) on chlorophyll-a and phycocyanin depletion in drinking water pipelines





System kontinuální kvantifikace sinic v surové vodě může být zařazen a využit obdobně jako obdobné systémy včasného varování na ÚV



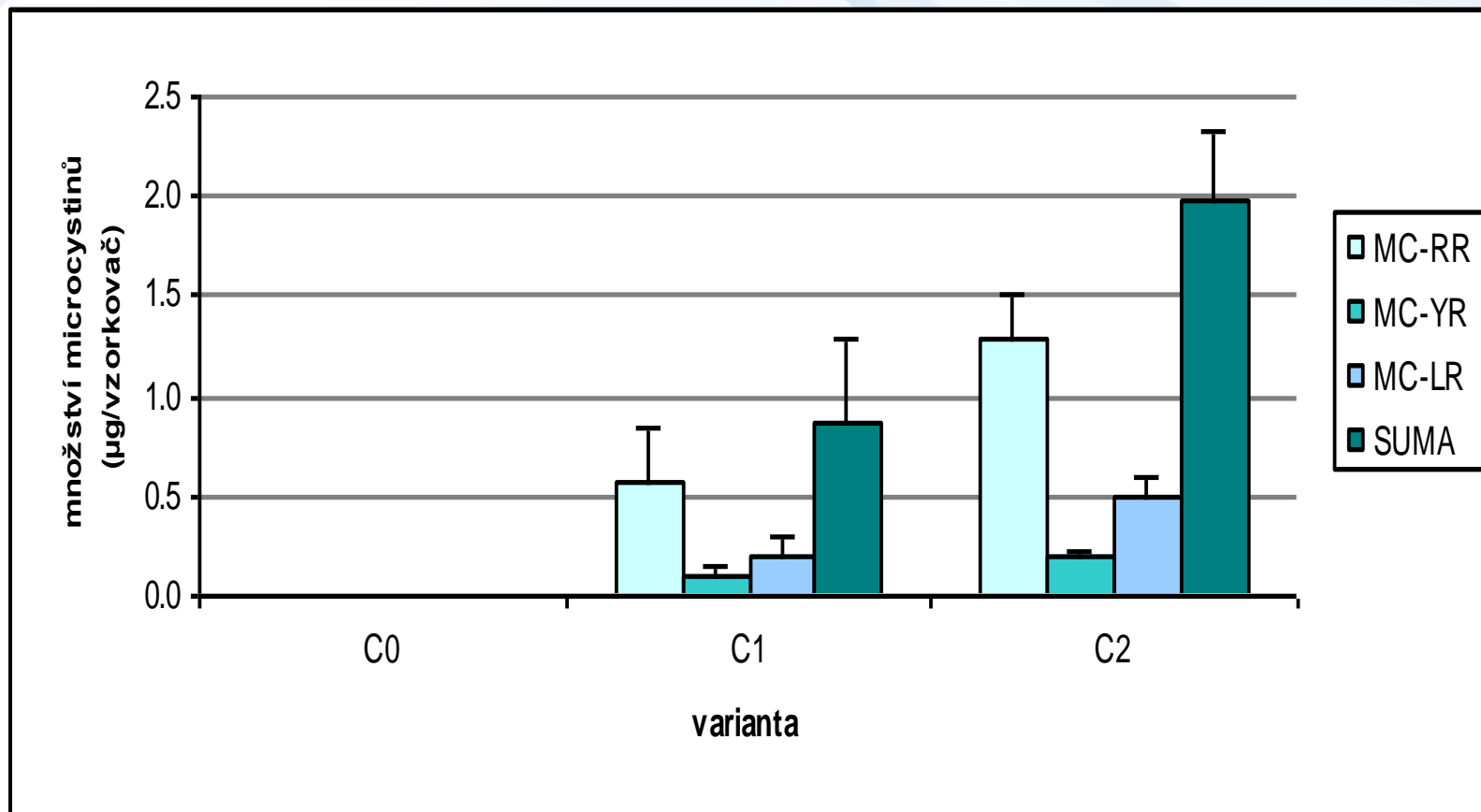
Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Vývoj integračních vzorkovacích technik pro detekci cyanotoxinů v povrchové a pitné vodě

- Použitý pasivní vzorkovač byl konfigurován tak, aby obsahoval **chemicky inertní filtr a selektivní sorbent**.
- Schopnost **zakoncentrovat i ultra-stopové, ale toxikologicky významné koncentrace** analytů na detekovatelnou úroveň
- zachytit **residua z episodních událostí**, jež jsou pomocí konvenčních vzorkovacích metod prakticky nemožné.
- **Patent CCT**



Zařízení je schopno reagovat citlivě v závislosti na dávce



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 bioterorismem** (detekce i ochratoxinů, aflatoxinů, T2, pesticidů atd).
- Prakticky orientovaný výzkum CCT je otevřen spolupráci s praxí a přivítá typy pro aplikace





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí