

Zagrożenia wynikające z obecności mikrocytyn w wodzie: wytyczne WHO Risk of microcystins occurrence in water, guidelines of WHO

Małgorzata Tarczyńska¹, Joanna Mankiewicz-Boczek²

¹Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki; ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

²Międzynarodowe Centrum Ekologii, PAN; ul. Tylna 3, 90-364 Łódź

e-mail: mankiew@biol.uni.lodz.p

Streszczenie

Występowanie toksycznych zakwitów sinicowych wpływa na jakość wody rekreacyjnej i wody pitnej. Obecnie rozpoznano i sklasyfikowano cztery główne grupy substancji toksycznych, które mogą być produkowane przez sinice w wodach śródlądowych: hepatotoksyny, neurotoksyny, cytotoksyny i dermatotoksyny. Najlepiej poznaną toksyną produkowaną przez sinice, należąca do hepatotoksyn jest mikrocytyna-LR, której limit w wodzie pitnej, ustalony przez WHO, wynosi $1 \mu\text{g dm}^{-3}$. Wartość ta została wyliczona na podstawie tolerowanej dawki dziennej (TDI) toksyny. Od 19 listopada 2002 roku podobny limit $1 \mu\text{g dm}^{-3}$ MC-LR w wodzie pitnej obowiązuje również w Polsce (Ministerstwo Zdrowia 2002). W wodzie rekreacyjnej natomiast dopuszcza się ilość sinic nie powodującą zmiany koloru, zapachu lub smaku wody (Ministerstwo Zdrowia 2002). Monitoring zakwitu sinicowego w wodzie poddawanej uzdatnianiu i w wodzie na kąpielisku może być oparty o najprostsze i powszechnie stosowane analizy tj. mikroskopowe zliczanie liczby komórek oraz pomiar stężenia chlorofilu-*a*. Te parametry służą ocenie potencjalnego zagrożenia związanego z obecnością toksyn sinicowych w wodzie. Dlatego też WHO w celu praktycznej oceny zagrożenie ze strony sinic określiła dwa poziomy alertu zarówno dla wody pitnej i rekreacyjnej uzależnione od ilości komórek sinic w wodzie i stężenia chlorofilu-*a*.

Słowa kluczowe: sinice, toksyny sinicowe, woda pitna, rekreacja, monitoring, prawodawstwo

Abstract

The occurrence of toxic cyanobacterial blooms induces potentially negative effect for drinking and recreational water quality. At present, the toxins (cyanotoxins) which are produced by freshwater cyanobacteria can be classified as four main groups: hepatotoxins, neurotoxins, cytotoxins and dermatotoxins. Microcystin-LR is the best-known toxin produced by cyanobacteria, classified as hepatotoxin. This hepatotoxin is one of the cyanotoxins most toxic and dangerous for human. In the context of the guideline value of microcystin-LR concentration in drinking water ($1 \mu\text{g}^{-3}$) recommended by the World Health Organization (WHO), in 2002 the Polish Ministry of Health has legalised it at the same level (Ministerstwo Zdrowia 2002). In Polish law the quality of recreational water is not acceptable if cyanobacteria cause a change of water colour, odour or change of water taste (Ministry of Health - Ministerstwo Zdrowia 2002). Cyanobacterial monitoring of drinking or recreational water can be done using a simple and common methods, such as microscopic counting of cells and chlorophyll-*a* measurement. These parameters are useful tools for assessment of potential health risk from cyanobacteria and their toxins. Therefore, WHO described two levels of alert for drinking and recreational water, which are depended on amount of cyanobacterial cells and chlorophyll-*a* concentration.

Key words: cyanobacteria, cyanotoxins, drinking water, recreation, monitoring, legislation

Zastosowanie mikrobiotestów do kontroli toksyczności zakwitów sinicowych

Application of microbiotests to monitoring of toxicity of cyanobacterial blooms

Agata Drobniewska¹, Małgorzata Tarczyńska¹, Joanna Mankiewicz-Boczek², Tomasz Jurczak¹, Maciej Zalewski^{1,2}

¹ Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

² Międzynarodowe Centrum Ekologii PAN, ul. Tylna 3, 90-364 Łódź

e-mails: agadrob@biol.uni.lodz.pl, mankiw@biol.uni.lodz.pl, tjurczak@biol.uni.lodz.pl, mzal@biol.uni.lodz.pl

Streszczenie

Toksyczne zakwity sinic są powszechną konsekwencją eutrofizacji zbiorników i jezior. Ze względu na dużą aktywność toksyn sinicowych bardzo ważne jest ich kompleksowe monitorowanie obejmujące metody biologiczne i chemiczne.

Oobecne badania dążą do optymalizacji warunków przeprowadzania biotestów. Prezentowana praca miała na celu modyfikację standardowych warunków przeprowadzania testów Artoxkit M i Thamnotoxkit FTM w celu znalezienia warunków podwyższających wrażliwość testowanych organizmów na ekstrakty sinicowe. Otrzymane wyniki wykazały, iż najwyższą efektywność dla Artoxkit M stwierdzono w wariancie z wydłużonym czasem inkubacji do 48 h w 25°C. Wariant z 24 h inkubacją w temperaturze 27°C w ekstrakcie zawierającym metanol okazał się najbardziej efektywny dla Thamnotoxkit FTM.

Słowa kluczowe: mikrocyistyny, toksyczność, DMSO, bezkręgowce, wrażliwość

Abstract

Cyanobacterial blooms are one of the most common consequences of the increasing eutrophication of surface water. Toxic cyanobacterial blooms are formed during the eutrophication processes. Due to strong activity of cyanobacterial toxins their monitoring based on analytical and biological methods is necessary. Microbiotest with invertebrates offers a possible approach for rapid and straightforward assessment of cyanobacterial bloom toxicity. Biotests with invertebrates can be used to determine bioactivity and interaction among toxic substances in water. The principal aim of this study was to find conditions increasing sensitivity of organisms used in toxkits: Artoxkit M and Thamnotoxkit FTM. In Artoxkit M the most effective was an extension of incubation time to 48 h. The variant with methanol in 27°C was the most effective for Thamnotoxkit FTM.

Key words: microcystins, toxicity, DMSO, invertebrates, sensitivity

**Metody oceny toksyczności i genotoksyczności hepatotoksycznych
zakwitów sinicowych w wodach powierzchniowych**

Methods of toxicity and genotoxicity assessment of cyanobacterial blooms in
surface water.

Joanna Mankiewicz-Boczek¹, Małgorzata Tarczyńska²

¹Międzynarodowe Centrum Ekologii, PAN; ul. Tylna 3, 90-364 Łódź
e-mail: mankiew@biol.uni.lodz.pl

²Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki; ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Streszczenie

Ocena hamowania aktywności fosfatazy białkowej (PPIA) oraz test ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) to szybkie oraz bardzo czułe metody skryningowe umożliwiające ocenę aktywności biologicznej (toksyczności) oraz stężenia mikrocyzyn (hepatotoksyn sinicowych) przy detekcji dziesięciokrotnie niższej niż dawka dopuszczalna 1 µg dm⁻³ mikrocyzyn w wodzie pitnej. Do oceny genotoksyczności hepatotoksycznych zakwitów sinicowych stosować można krótkoterminowe testy bakteryjne tj. SOS Chromotest i test Amesa. W tym przypadku wskazana jest jednak analiza porównawcza z wykorzystaniem komórek eukariotycznych np. w teście kometowym, metodzie stosowanej coraz powszechniej do biomonitoringu potencjalnych czynników genotoksycznych. Ponadto wprowadzenie monitoringu molekularnego – analizy genów z rodziny *mcyABCDEFGHJIJ* odpowiedzialnych za syntezę mikrocyzyn przez sinice z rodzaju *Microcystis*, *Anabaena* czy *Planktothrix* (*Oscillatoria*) może umożliwić przewidywanie okresów pojawiania się i dominacji toksycznych szczepów sinic w wodzie.

Słowa kluczowe: sinice, mikrocyzyny, toksyczność, genotoksyczność, geny *mcyABCDEFGHJIJ*

Abstract

Protein phosphatase inhibition assay (PPIA) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) are rapid and sensitive screening methods for determination of biological activity (toxicity) and concentration of microcystins (cyanobacterial hepatotoxin). Both methods enable detection of very low doses of microcystins, even ten times below the guideline value 1 µg dm⁻³ microcystin-LR for drinking water. The short-term bacterial tests, i.e. SOS Chromotest and Ames test, are a useful tool for cyanobacterial genotoxicity assessment. However, the results obtained in a bacterial test should be confirmed by other tests or methods with eucaryotic cells, e.g. comet assay, the method useful for human biomonitoring of potential genotoxic compounds. Moreover, introduction of molecular monitoring, the analysis of genes cluster of *mcyABCDEFBHIJ*, makes possible an early detection and control of water reservoirs on the presence of toxic strains of cyanobacteria producing microcystins i.e. *Microcystis*, *Anabaena* or *Planktothrix* (*Oscillatoria*).

Key words: cyanobacteria, microcystins, toxicity, genotoxicity, *mcyABCDEFGHJIJ* genes

Wykorzystanie pomiarów fluorescencji *in vivo* do monitoringu dynamiki fitoplanktonu ze szczególnym uwzględnieniem sinic

Application of *in vivo* fluorescence measurement for monitoring of phytoplankton dynamics with a special emphasis on cyanobacteria

Katarzyna Izydorczyk¹, Małgorzata Tarczyńska²

¹Międzynarodowe Centrum Ekologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Tylna 3, 90-364 Łódź

e-mail: kizyd@biol.uni.lodz.pl

²Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Streszczenie

Tradycyjne metody analizy fitoplanktonu takie jak mikroskopowe określanie biomasy czy oznaczanie stężenia chlorofilu metodą spektrofotometryczną mogą być uzupełnione o pomiary fluorescencji *in vivo* barwników fotosyntetycznych. Pomiary fluorescencji chlorofilu *in vivo* są najczęściej wykorzystywane do analizy przestrzennego rozmieszczenia fitoplanktonu w zbiornikach wodnych. Jednakże, pomiary fluorescencji chlorofilu *a* nie dostarczają informacji o strukturze taksonomicznej próby, a zwłaszcza o obecności, szczególnie niepożądanych z punktu widzenia użytkownika zbiornika, sinic. Pomiary fluorescencji fikocyjaniny *in vivo* mogą posłużyć jako cenny wskaźnik obecności sinic w próbach fitoplanktonowych.

Słowa kluczowe: fitoplankton, fluorescencja *in vivo*, chlorofil, fikocyjanina

Abstract

The method of microscopic enumeration of phytoplankton biomass and structure and the chlorophyll *a* extraction method could be complemented by *in vivo* fluorescence technique. The mapping of chlorophyll concentration is the most common application of measured chlorophyll *in vivo* fluorescence. However, using chlorophyll *in vivo* fluorescence measurement do not describe the composition of the phytoplankton community. It is especially important to detect cyanobacteria selectively in the mixed phytoplankton assemblages. Measurement of phycocyanin *in vivo* fluorescence seems to be a useful indicator of the presence of cyanobacteria in water samples

Key words: phytoplankton, *in vivo* fluorescence, chlorophyll, phycocyanin

Zastosowanie metod chromatograficznych w oznaczaniu mikrocystyn
Application of chromatographic methods in determining of microcystins

Tomasz Jurczak*, Małgorzata Tarczyńska

Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki, Banacha 12/16, 90-237 Łódź,

*e-mail: tjurczak@biol.uni.lodz.pl

Streszczenie

Obecnie znanych jest wiele metod służących do analizy toksyn sinicowych. Jednymi z prostszych są metody biotestowe określające ogólną toksyczność próbki zakwitów tj. biotesty na myszach czy bezkręgowcach. Pozwalają one na oszacowanie potencjalnego zagrożenia wynikającego z obecności zakwitów w zbiorniku. Bardziej dokładnymi metodami są tzw. biotesty: inhibicji fosfataz białkowych (PP1A, PP2A) oraz immunobiotest ELISA. Pozwalają one na ilościowe wykrywanie hepatotoksyn sinicowych na bardzo niskim poziomie (pg), co pozwala na wykrywanie mikrocystyn w próbkach wody bez potrzeby ich wcześniejszego zateżnienia. Zarówno do analizy jakościowej jak i ilościowej toksycznych zakwitów sinicowych, ze względu na wysoką ich toksyczność oraz niskie stężenia, znalazły szerokie zastosowanie metody chromatograficzne oparte głównie na wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC (ang. high performance liquid chromatography) oraz na znacznie bardziej wyrafinowanych technikach takich jak na przykład chromatografia cieczowa w połączeniu z detekcją masową (LC-MS). Metodą najczęściej stosowaną do jakościowej i ilościowej analizy toksyn sinicowych jest wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją diodową (HPLC-DAD), która pozwala na identyfikację mikrocystyn w oparciu o ich charakterystyczne widma absorpcji przy analitycznej długości fali 238 nm. Praca stanowi przegląd metod analitycznych stosowanych powszechnie w oznaczaniu mikrocystyn.

Słowa kluczowe: metody analityczne, HPLC, sinice, toksyny sinicowe, mikrocystyny

Abstract

A number of techniques are available for determining of cyanotoxins in water. For microcystins these range from toxicity tests (mouse bioassays, invertebrate bioassays), immunological or biochemical screening techniques based on ELISA and enzyme activity (protein phosphatase inhibition) assays respectively, to quantitative chromatographic techniques based on high performance liquid chromatography (HPLC) and more sophisticated liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS). The HPLC coupled with photodiode-array UV detection (DAD) has been used for the identification of microcystins basing on their characteristic UV spectra with a maximum at 238 nm. Less common analytical techniques of capillary electrophoresis (CE) and MALDI-TOF mass spectrometry have also been evaluated in some laboratories. The aim of this paper is to review analytical methods used commonly for microcystin identification.

Key words: analytical methods, HPLC, cyanobacteria, cyanotoxins, microcystins.

Monitorowanie toksycznych skażeń wody metalami ciężkimi przy pomocy kiełkowania nasion

Monitoring of the toxic heavy metals in water by seed germination

Mieczysław Grzesik¹, Zdzisława Romanowska-Duda²

¹Zakład Szkółkarstwa i Nasiennictwa Roślin Ozdobnych, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, ul Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice
e-mail: mgrzesik@insad.pl

²Katedra Ekofizjologii i Rozwoju Roślin, Uniwersytet Łódzki, ul Banacha 12/16, 90-237 Łódź
e-mail: romano@biol.uni.lodz.pl

Streszczenie

W związku z nasilającą się degradacją i zwiększającym stopniem zanieczyszczenia środowiska w ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie metodami monitorowania toksycznych skażeń ekosystemu oraz dążeniem do opracowania szybkich i tanich metod ich oceny. Celem opracowania szybkiego i taniego testu bioindykacji toksycznych skażeń środowiska solami metali ciężkich, badano wpływ ołowiu, cynku, kadmu i miedzi na kiełkowanie nasion i wzrost siewek. Nasiona pomidora, rzodkiewki i soi kiełkowano na bibule zwilżonej roztworami, azotanu kadmu, siarczanu cynku i siarczanu miedzi w różnych dawkach, od 0,5 do 1280 mg dm⁻³. Codziennie podliczano liczbę skielkowanych nasion oraz mierzono długość korzeni i hypokotyli. Uzyskane wyniki wykazały, że wzrastające dawki badanych soli metali w większości przypadków sukcesywnie zmniejszały zdolność kiełkowania, czego jednak nie potwierdziły metody statystyczne.. Wyjątkiem był siarczan miedzi, który tylko w najwyższych dawkach zmniejszył zdolność kiełkowania rzodkiewki i soi. Natomiast u pomidora, gatunku bardziej wrażliwego na metale, najwyższe dawki wszystkich soli zmniejszyły liczbę skielkowanych nasion i spowolniły kiełkowanie. Toksyczny wpływ badanych soli stwierdzono natomiast ewidentnie na podstawie wzrostu korzeni. Po 3-4 dniach od wysiania nasion długość korzeni była mniejsza niż w kontroli w stopniu uzależnionym od dawki, badanej soli oraz gatunku rośliny. Wymienione sole nie wywołały istotnych zmian we wzroście hypokotyli.

Słowa kluczowe: kiełkowanie nasion, metale ciężkie, monitorowanie, pomidor, rzodkiewka, soja, toksyczne skażenia

Abstract

The effects of lead, zinc, cadmium and copper on seed germination and growth of seedlings were investigated, in order to elaborate the fast and not expensive bioindication test of toxic pollution in environment. Seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum*), radish (*Raphanus sativus*) and soybean (*Glycine max*) were germinated on the filter paper moistened with solutions of lead and cadmium nitrate, zinc sulphate and copper sulphate, in dosages of 0,5 - 1280 mg dm⁻³ H₂O. The number of the germinated seeds and length of root and hypocotyls were measured every day. The research showed that the increasing of the solutions dosages from 0,5 to 1280 mg dm⁻³ decreased germination, although it was not significantly confirmed. Exception were only the effects of the highest dosages of copper sulphate on radish and soybean and the effects of the high dosages of all used salts on tomato, which decreased number of the protruded seeds and speed of germination. The toxic effects of the solutions were observed in growth of roots, which were shorter 3 and 4 days after sowing than in control. The inhibition in growth of roots depended on seeds, dosage and the used metal salts.

Key words: monitoring, toxic pollution, seed germination, heavy metals, tomato, radish, soybean

Badanie wpływu czynników środowiskowych na efektywność zakwitów i biosyntezę toksyn sinicowych

Effect of environmental factors on effectiveness of blooms and synthesis of cyanotoxins

Andrzej K.M. Kabziński¹, Helena Grabowska², Jerzy Cyran², Renata Juszcak¹,
Dominik Szczukocki¹, Konrad Szczytowski¹, Alicja Zawadzka³

¹Pracownia Badań Środowiskowych i Biomedycznych, Uniwersytet Łódzki, Katedra Chemii Ogólnej i Nieorganicznej, ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź,

e-mail: chromat@chemul.uni.lodz.pl; andrzej-kmk@wp.pl

²Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi Sp.z o.o., Wydział Produkcji Wody - Sulejów, Kalinko koło Rzgowa, ul. Wierzbowa 52, 90-133 Łódź

e-mail: hgrabowska@zwik.lodz.pl; jeyran@zwik.lodz.pl

³Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, ul. Wólczańska 213, 90-924 Łódź

e-mail: zawadzka@wipos.p.lodz.pl

Streszczenie

Sinice (cyjanobakterie, niebiesko-zielone algi) wchodzące w skład fitoplanktonu należą do królestwa *Procaryota*, tworząc grupę gram-ujemnych fotosyntezujących. Sinice w dogodnych warunkach tworzą zakwity, mające niekorzystny wpływ na środowisko wodne. Wprowadzają duże ilości materii organicznej, zmniejszają przejrzystość wody oraz ilość rozpuszczonego tlenu, nadawać też mogą charakterystyczny nieprzyjemny zapach oraz barwę. Zakwity są też źródłem dużej ilości różnego typu związków o wysokiej toksyczności (hepatotoksyny, neurotoksyny, cytotoksyny, itp.). Z tego powodu w prawidłowym gospodarowaniu zasobami wód powierzchniowych potrzebna jest dobra znajomość czynników mających wpływ na wielkość zakwitów oraz efektywność biosyntezy toksyn sinicowych oraz mechanizmów ich uwalniania. W pracy, na podstawie materiałów zebranych w sezonie letnim 2001 ze Zbiornika Sulejowskiego, podjęto próbę określenia wpływu różnego typu czynników środowiskowych na efektywność zakwitu oraz produkcji hepatotoksyny sinicowej – mikrocyستyny-LR. Prowadzone badania potwierdziły istnienie korelacji pomiędzy temperaturą w obserwowanym zakresie, a efektywnością przyrostu biomasy sinic i produkcji mikrocyستyny. Uzyskano też statystycznie znaczące korelacje (ujemne) w przypadku pH, zawartości tlenu rozpuszczonego oraz twardości wody. W przypadku pierwiastków biogennych uzyskano pozytywne korelacje dla jonów amonowych, azotanowych(III) oraz fosforanów. W zakresie stężeń kationów metali potwierdzono wcześniejsze dane literaturowe o pozytywnej korelacji z biomasą sinic i produkcją mikrocyستyny dla jonów miedzi i żelaza, oraz negatywnej dla toksycznego ołowiu.

Słowa kluczowe: zakwity sinicowe, toksyny sinicowe, czynniki środowiskowe, mikrocyستyna

Summary

Cyanobacteria (blue-green algae) belong to phytoplankton community and *Procaryaota* kinkdom and create a gram-negative group. Cyanobacteria are often present in water ecosystem in which at good conditions they form blooms. The blooms have an unfavorable influence on water ecosystem producing organic matter, reducing water transparency and oxygen concentration. They produce odor substances, create unpleasant smell and characteristic color of water depending on dominated species. Cyanobacteria produce variety of substances of high toxicity (hepatotoxins, neurotoxins and cytotoxins). For this reason knowledge about factors influencing cyanocetarial blooms development and toxin biosynthesis is specially important in water management. The present paper is a continuation of experiments on Sulejów Dam Reservoir determinating the influence of environmental factors on intensity of blooming and sythesis of hepatotoxin - microcystins. The obtained results show correlation between temperature in its observed range and biomass of cyanobacteria and concentrations of microcystin. Negative correlations for pH, oxygen concentration and hardness of water were also observed. For biogenic elements good correlations were shown between

concentrations of ammonium, nitrate(III), or phosphorane ions and biomass of cyanobacteria and microcystin concentrations. In range of metal cations concentrations positive correlations were obtained for Cu and Fe ions and negative correlation for Pb ion.

Key words: cyanobacterial blooms, cyanotoxins, environmental factors, microcystin

Fosfataza alkaliczna: rola w regeneracji fosforu i tworzeniu zakwitów sinicowych

Alkaline phosphatase: role in phosphorus regeneration and cyanobacterial blooms formation

Adriana Trojanowska

Międzynarodowe Centrum Ekologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Tylna 3, 90-364 Łódź,,
e-mail: adat@mcepan.lodz.pl

Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-650 Łódź,
e-mail: adat@biol.uni.lodz.pl

Streszczenie.

Fosfataza alkaliczna (APA) katalizuje hydrolizę estrów fosforowych z uwolnieniem jonów ortofosforanowych (PO_4^{3-}) ze związków organicznych. APA wydzielana przez organizmy planktonowe, głównie fitoplankton i bakterioplankton w warunkach niedoboru ortofosforanów stanowi potencjalnie znaczący mechanizm regeneracji fosforu w ekosystemach wodnych. Wysoka aktywność APA jest rozważana jako istotny czynnik zwiększający tempo wzrostu fitoplanktonu i okresowo sprzyjający powstawaniu zakwitów sinicowych. Pomiar APA, z pewnymi ograniczeniami, może być stosowany jako ekofizjologiczny wskaźnik deficytu fosforu oraz stanu troficznego wód.

Słowa kluczowe: fosfataza alkaliczna, deficyt fosforu, regeneracja fosforu, zakwity sinicowe

Abstract

Alkaline phosphatase (APA) catalyzes hydrolysis of phosphate esters, liberating orthophosphate ions (PO_4^{3-}) from organic compounds. APA released by planktonic organisms, mostly phytoplankton and bacterioplankton, in response to orthophosphate scarcity is potentially significant mechanism of phosphorus regeneration in water ecosystems. High APA activity is considered as important factor increasing phytoplankton growth rate and periodically favoring cyanobacterial blooms formation. APA, under some restrictions, might be applied as ecophysiological indicator of phosphorus deficiency in planktonic populations as well as for examination of waters trophic status.

Key words: alkaline phosphatase, phosphorus deficit, phosphorus regeneration, cyanobacterial blooms

Efektywność usuwania mikrocytyny-LR w procesie uzdatniania wód powierzchniowych na przykładzie Wodociągu Sulejów-Łódź

Effectiveness of microcystin-LR removal in water treatment process: a case study of the Sulejów-Łódź water supply system.

Jerzy Cyran¹, Przemysław Senderecki¹, Helena Grabowska¹, Andrzej Kabziński²

¹Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Łodzi, ul. Wierzbowa 52, 90-133 Łódź

²Uniwersytet Łódzki, Katedra Chemii Ogólnej i Nieorganicznej, ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź

e-mails: jcyran@zwik.lodz.pl; psenderecki@zwik.lodz.pl; hgrabowska@zwik.lodz.pl; andrzej-kmk@wp.pl

Streszczenie

Niniejszy artykuł przedstawia problem toksyn sinicowych pojawiających się w okresowo w wodzie powierzchniowej ujmowanej ze Zbiornika Sulejowskiego dla celów wodociągowych. W okresach występowania intensywnych zakwitów sinic w 2001 i w 2002r. prowadzone były badania stężeń mikrocytyny-LR w wodzie ujmowanej, wodzie po ozonowaniu i wodzie na odpływie do miejskiej sieci wodociągowej. Przeprowadzone badania wykazały, że woda po uzdatnieniu w stacji uzdatniania wody Wodociągu Sulejów-Łódź spełnia w tym zakresie aktualne wymagania przepisów krajowych i wytycznych WHO dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Stwierdzone stężenia mikrocytyny-LR w wodzie po uzdatnieniu zawierały się w zakresie od 0 do 32 $\mu\text{g dm}^{-3}$, co stanowi max. 32% wartości dopuszczalnej. Stosowany proces uzdatniania (w tym ozonowanie końcowe) redukował efektywnie stężenie mikrocytyny-LR w zakresie od 84% do 100% (w porównaniu do stężeń w próbkach wody powierzchniowej pobranych na ujęciu).

Słowa kluczowe: glony, mikrocytyny, ozonowanie, uzdatnianie wody

Abstract:

The problem of cyanobacterial toxins which appear during periods of blue-green algae (*Cyanophyta*) blooming in the surface water taken in for the needs of the Sulejów-Łódź Water Supply System is discussed. In the periods of strong blooming in 2001 and 2002 analyses were carried out for the presence of microcystins-LR in the taken in water, in the water after ozonation, and in the water flowing in the distribution network. The water treated in the facilities of the Sulejów-Łódź Water Supply System met both the national standards and the WHO directives for potable water quality with respect to microcystins-LR concentration, which ranged between 0 and 0,32 μgdm^{-3} and thus accounted for 32% of the admissible value. The treatment processes applied (and this includes ozonation) yielded an efficiency of microcystins-LR removal varying from 84 to 100% (compared to the samples collected from the water intake).

Keywords: algae, microcystin, ozonation, water treatment.

Techniki membranowe w procesach uzdatniania wody: usuwanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i ftalanów za pomocą nanofiltracji.

Membrane techniques in water treatment processes: removal of polycyclic aromatic hydrocarbons and phthalates using nanofiltration.

Krystyna Luks-Betlej¹, Mariusz Dudziak²

¹Śląska Akademia Medyczna w Katowicach, Wydział Lekarski w Zabrze, Katedra i Zakład Chemii, 41-808 Zabrze, ul. Jordana 19.

e-mail: kluksbetlej@slam.katowice.pl

²Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Instytut Inżynierii Wody i Ścieków, Zakład Chemii Sanitarnej i Procesów Membranowych, 44-100 Gliwice, ul. Konarskiego 18.

e-mail: mariusz.dudziak@polsl.pl

Streszczenie

Badano proces membranowego usuwania zanieczyszczeń takich jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i ftalany. Testowano dwie nanofiltracyjne membrany: NF-SF10 i NF-DS5DK filtrując wody zawierające mieszaniny wzorców WWA i ftalanów, których stężenia sumaryczne mieściły się w zakresie 55 - 2300 ng dm⁻³ (WWA) a ftalanów 120 - 1400 µg dm⁻³. Stężenia te zostały tak dobrane aby odpowiadały wodom mało, średnio i silnie zanieczyszczonym badanymi grupami mikrozanieczyszczeń. Obecność ksenobiotyków w filtrowanych wodach kontrolowano metodami chromatograficznymi.

Obie membrany nanofiltracyjne efektywnie usuwały zarówno WWA jak i ftalany z badanych wód. Uzyskane współczynniki retencji (*R*%) w tych warunkach były wysokie i wynosiły dla WWA blisko 90% a dla ftalanów – prawie 100%. Wpływ na tak wysoki stopień usuwania tego rodzaju zanieczyszczeń miało prawdopodobnie zjawisko adsorpcji tych związków na powierzchni badanych membran.

Słowa kluczowe: uzdatnianie wody, nanofiltracja, WWA, ftalany

Abstract

The removal of pollutants such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and phthalates by membrane processes were investigated. The two nanofiltration membranes: NF-SF10 and NF-DS5DK were examined. Membranes were filtering water containing mixtures of PAHs and phthalates standards which total concentration ranged: 55 - 2300 ng dm⁻³ (PAHs) and 120 - 1400 µg dm⁻³ (phthalates). These applied concentration levels represented waters of a weak, medium and strong contamination with analyzed group of pollutants.

The presence of xenobiotics in filtrated waters were controlled by chromatographic methods.

Both types of the nanofiltration membranes were efficiently removing PAHs as well as phthalates from the analyzed waters. The retention factors (*R*%) attained very high values of: 90% for PAHs and almost 100% for phthalates. Probably the absorption phenomenon in these processes responsible for such a high degree of removal of the pollutants on the surface of membranes.

Key words: water treatment, nanofiltration, PAHs, phthalates.