

SESJA V
EKOTOKSYKOLOGIA WÓD

NIEBEZPIECZNE ZAKWITY WÓD
– PROBLEM NIE TYLKO HYDROBIOLOGICZNY*

MARCIN PLIŃSKI

Institut Oceanografii, Uniwersytet Gdański
al. Marszałka Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia, e-mail: ocomp@univ.gda.pl

Zakwity wody jako zjawisko przyrodnicze znane jest od bardzo dawna. Związane jest ono z intensywnym rozwojem i masowym występowaniem glonów w wodzie. Zjawiskiem powszechnym, jako wynik eutrofizacji wód naturalnych są toksyczne zakwity fitoplanktonu. W morzach głównymi producentami toksyn są bruzdnice i złotowiciowce, zaś w zbiornikach śródlądowych sinice. Zakwity spowodowane przez sinice są niebezpieczne zarówno dla zwierząt, jak i dla zdrowia ludzi, gdyż wiele z nich to potencjalni producenci toksyn. Przypadki padnięć zwierząt, w tym ptaków i ryb towarzyszące zakwitom sinicowym, lub spowodowane toksynami sinicowymi notowane były od ponad stulecia. Najczęściej toksyny produkowane są przez gatunki z rodzaju *Microcystis* oraz *Anabaena*, *Planktothrix*, *Aphanizomenon* i *Nodularia*. Alkaloidowe neurotoksyny anatoksyna-a i homoanatoksyna-a są czynnikami blokującymi nerwowo-mięśniowe receptory powodując śmierć poprzez zahamowanie oddychania. Również o charakterze alkaloidowym dwie inne toksyny: saksitoksyna i neosaksitoksyna są czynnikami blokującymi kanały sodowe i powodującymi porażenie. Objawy towarzyszące zatruciu neurotoksynami powodują drgania pęczkowe mięśni, letarg, zapaść, sinicę, stupor u ptaków i konwulsje. Hepatotoksyny to cykliczne heptapeptydy (mikrocystyny) oraz mniej liczne pentapeptydy (nodularyny); działają one wolniej niż neurotoksyny. Śmierć zwierząt w wyniku zatrucia hepatotoksynami następuje przez szybkie i nieodwracalne uszkodzenie wątroby, co jest spowodowane masowym napływem krwi do wątroby i szokiem krwotocznym. Dotychczas nie odnotowano natychmiastowych śmiertelnych zatruc u ludzi. Jednak spożycie wody zawierającej hepatotoksyny powoduje takie objawy, jak: wysypkę na skórze, gorączkę z wymiotami oraz biegunkę i ostre uszkodzenia wątroby. Dotychczas nie opracowano efektywnych metod technicznych zapobiegających zakwitom sinic. Rekomenduje się więc powszechną edukację w zakresie potencjalnego zagrożenia wynikającego z kontaktu z wodą mającą znamiona zakwitu sinicowego.

* referat wprowadzający

WPLYW ZAKWITÓW SINICOWYCH W NIZINNYM ZBIORNIKU ZAPOROWYM
NA RZEKĘ PONIŻEJ PIĘTRZENIA

MAGDALENA GRABOWSKA¹, HANNA MAZUR-MARZEC²

¹Zakład Hydrobiologii, Instytut Biologii, Uniwersytet w Białymstoku,
ul. Świerkowa 20B, 15-950 Białystok, e-mail: magra@uwb.edu.pl

²Zakład Biologii i Ekologii Morza, Instytut Oceanografii, Uniwersytet Gdański
Al. Marszałka Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia, e-mail: biohm@univ.gda.pl

Badania fitoplanktonu, toksyn sinicowych i parametrów fizyczno-chemicznych wody prowadzono na dziewięciu stanowiskach. Pierwsze z nich zlokalizowane było w zbiorniku Siemianówka przy zaporze czołowej, a pozostałe osiem na ponad 130 km odcinku rzeki Narew poniżej zapory. Trzy ostatnie stanowiska rzeczne są położone na terenie Narwiańskiego Parku Narodowego. Próbkę wody do analiz pobierano w odstępach miesięcznych, w okresie od lipca do października 2008 r. Pobieranie próbek ze wszystkich stanowisk odbywało się w ciągu jednego dnia. Jedynie w sierpniu badania rozszerzono na cztery kolejne doby, w celu uwzględnienia czasu potrzebnego na przemieszczanie się wody między kolejnymi stanowiskami.

W ciągu całego okresu badań w fitoplanktonie rzeki notowano dominację tych samych gatunków, które kształtowały strukturę fitoplanktonu zbiornikowego. Wskazuje to na decydującą rolę zbiornika w formowaniu planktonu rzecznoego. Na wszystkich stanowiskach zdecydowanie dominującą grupą były nitkowate sinice. Stałym składnikiem fitoplanktonu zbiornikowego i rzecznoego były również zielenice, okrzemki i kryptofity, ale ich udział w liczebności i biomacie fitoplanktonu był niewielki (śr. < 10%). Okresowo notowano też eugleniny, sprężnice i złotowiciowce. Zaobserwowano tendencje stopniowego spadku udziału sinic i wzrostu okrzemek z biegiem rzeki. Skład gatunkowy sinic podlegał małym zmianom sezonowym. Już od lipca zaznacza się dominacja *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis et Komarek. Początkowo dość licznie towarzyszą jej gatunki z rodzaju *Aphanizomenon*. Stale obecne są też nitkowate sinice *Limnotherix redekei*, *Planktolyngbya* i *Pseudanabaena limnetica*. W kolejnych miesiącach wzrasta przewaga *Pl. agardhii* nad pozostałymi sinicami oraz przedstawicielami innymi grup glonów.

W trakcie badań stwierdzono występowanie hepatotoksyn sinicowych w biomacie fitoplanktonu. W kolejnych miesiącach, z wyjątkiem września, wykazano obecność kilku kongenerów tych toksyn. Stężenia sumy mikrocytyn na wyznaczonych stanowiskach wahały się w szerokim zakresie od < 0,1 $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ do 14,3 $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Największe stężenia mikrocytyn odnotowano w październiku i w lipcu w zbiorniku i/lub na stanowiskach rzecznych w bliskiej odległości od zapory, co podobnie jak skład fitoplanktonu, sugeruje dużą presję zbiornika na rzekę poniżej piętrzenia.

AKTYWNOŚĆ ENZYMÓW ANTYOKSYDACYJNYCH
W MAŁŻACH *Mytilus galloprovincialis*,
POCHODZĄCYCH Z WÓD BASENU MORZA ŚRÓDZIEMNEGO

KRZYSZTOF GWOŹDZIŃSKI¹, MARTA GONCIARZ¹, EWA KILAŃCZYK¹
ALEKSANDRA KOWALCZYK¹, ANNA PIENIAŻEK, GERARD BRICHON²

¹Katedra Biofizyki Molekularnej, Uniwersytet Łódzki
ul. Banacha 12, 90-237 Łódź, e-mail: kgwozdz@biol.uni.lodz.pl

²Institute Michel Pacha, Universite de Lyon

Organizmy morskie, takie jak małże czy ryby są w ostatnim czasie z sukcesem wykorzystywane jako biomarkery do określania biologicznego efektu chemicznego zanieczyszczenia wód.

Celem niniejszej pracy było porównanie aktywności enzymów antyoksydacyjnych: katalazy – CAT, peroksydazy glutationowej – GPx, poziomu glutationu, peroksydacji lipidów i aktywności dehydrogenazy mleczanowej – DH w małżach kontrolnych (dostęp otwartego morza) oraz w małżach, które żyły w wodzie zanieczyszczonej metalami ciężkimi (teren stoczni). Do przeprowadzenia niniejszych badań wykorzystywane były małże z gatunku *Mytilus galloprovincialis* pochodzące z wód Morza Śródziemnego w okolicach Tamaris na południu Francji.

Małże pochodzące z terenów skażonych charakteryzowały się wysoką aktywnością katalazy – CAT i peroksydazy glutationowej – GPx, odpowiednio 161,76 i 45,36 U · mg⁻¹ białka w porównaniu do małży kontrolnych – 98,68 i 28,94 U · mg⁻¹ białka. Peroksydacja lipidów była również wyższa w trzustko-wątrobie skażonych małży (9,32 nmol MDA · mg⁻¹ białka) w porównaniu do małży kontrolnych (7,57 nmol MDA · mg⁻¹ protein) w przeciwieństwie do poziomu zredukowanego glutationu – GSH, który był niższy w małżach zanieczyszczonych (2,85 μmol GSH/ mg białka) w porównaniu do kontrolnych (5,81 μmol GSH/ mg białka). Nie było istotnie statystycznych różnic w aktywności dehydrogenazy mleczanowej – LDH w obu populacjach/typach małży.

Wiele rodzajów zanieczyszczeń takich jak, metale śladowe oraz związki organiczne nasilają stres oksydacyjny w organizmach. Wysoki poziom reaktywnych form tlenu prowadzi do peroksydacji lipidów i wzrostu aktywności enzymów antyoksydacyjnych oraz spadku poziomu zredukowanej formy glutationu (GS).

ŚLAD SINICOWYCH ZAKWITÓW W RDZENIACH OSADÓW DENNYCH JEZIOR

BARBARA PAWLIK-SKOWROŃSKA^{1,2}, RYSZARD KORNIJÓW¹, JACEK PIRSZEL²¹Katedra Hydrobiologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Dobrzańskiego 37, 20-262 Lublin, e-mail: pawlik@poczta.umcs.lublin.pl, ryszard.kornijow@up.lublin.pl²Centrum Badań Ekologicznych PAN Dziekanów Leśny
Stacja Badawcza ul. Niecała 18, 20-080 Lublin, e-mail: j.pirszel@wichir.waw.pl

W żyznych zbiornikach wodnych, zarówno biomasa nadmiernie rozwijających się sinic, jak również toksyny przez nie produkowane mogą częściowo odkładać się w osadach dennych. Założono, że pozostałości mikrocystyn są obecne w głębszych warstwach osadów i mogą posłużyć jako znacznik stanu trofii w przeszłości jezior, w których obecnie występują zakwity *Microcystis* spp. *Anabaena* spp. oraz *Planktothrix agardhii*.

Badania zawartości Adda – aminokwasu obecnego we wszystkich izoformach mikrocystyn przeprowadzono w 1 cm warstwach rdzeni osadów pobranych w latach 2004–2005 w dwóch jeziorach Lubelszczyzny – j. Głębokiego Uścimowskiego i Syczyńskiego. Analizy wykonano techniką GC/MS.

W obu zbiornikach stwierdzono znaczne ilości pozostałości mikrocystyn (MC) w osadach. W jez. Głębokim w warstwach rdzenia 1–40 cm stężenia MC wzrastały w zakresie 11–950 µg równoważnika MC-LR · kg s.m.⁻¹ i wskazują na nasilającą się stopniowo (przez ok. 350 lat) eutrofizację zbiornika. W osadach (1–50 cm) jez. Syczyńskiego zakres stężeń MC w warstwach starszych niż 110 lat i warstwach młodszych niż 30 lat, był podobny. Uzyskane wyniki wskazują, że MC odkładane w osadach dennych mogą oddziaływać na organizmy bentosowe, oraz że ich ślady obecne w tych osadach mogą być przydatne w badaniach paleoekologicznych jezior.

INTERACTION OF ALGAL (*Chlorella vulgaris*) DENSITY AND HEAVY METAL (LEAD OR CADMIUM) CONCENTRATION ON THE POPULATION GROWTH OF *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851) (ROTIFERA: BRACHIONIDAE)

S.S.S. SARMA*, GERARDO CERÓN MARTÍNEZ, S. NANDINI

Laboratory of Aquatic Zoology, Building UMF, Division of Research and Postgraduate Studies
National Autonomous University of Mexico, Campus Iztacala
Av. de los Barrios, No. 1, Los Reyes, Iztacala
Postal Code 54090, Tlalnepantla, State of Mexico, Mexico, e-mail: sarma@servidor.unam.mx

Contamination of freshwater bodies by heavy metals is global problem and is also the case in Mexico. Rotifers are often used as bioassay organisms to quantify the effect of stressors in aquatic systems. Among the many species of Brachionidae, *Anuraeopsis fissa* is the smallest rotifer, often found in ponds lakes and reservoirs. In this work, we evaluated the combined effects of green algal density and heavy metal concentrations (Pb or Cd, separately) on the population dynamics of *A. fissa*. Our data on the median lethal concentration (LC50, 24 h) were 0.73 mg · L⁻¹ for Pb

and $0.45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ for Cd (both metals as chlorides), respectively. The results of chronic toxicity evaluation indicated that very low concentrations of the heavy metals ($0.0008 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ for Cd and $0.0064 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ of Pb) allowed a positive population growth of the tested rotifer species. Alga in high densities, in general, reduced the toxicity of Cd or Pb to *A. fissa*. However, at high concentrations of the heavy metals ($0.1024 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ of Pb and $0.0128 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ of Cd), the algal density did not have any impact and the rotifers showed negative population growth rates.

*Presenting author

MIKROCYSTYNY SINIC I ICH AKUMULACJA W ICHTIOFAUNIE ZASIEDLAJĄCEJ HIPERTROFICZNE JEZIORO

MAGDALENA TOPOROWSKA¹, BARBARA PAWLIK-SKOWROŃSKA^{1,2}

¹Katedra Hydrobiologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Dobrzańskiego 37, 20-262 Lublin, e-mail: magda.wis@interia.pl

²Stacja Badawcza Centrum Badań Ekologicznych PAN
ul. Niecała 18, 20-080 Lublin, e-mail: pawlik@poczta.umcs.lublin.pl

Zakwity sinic (Cyanobacteria) produkujących cyjanotoksyny stały się problemem w wielu eutroficznych zbiornikach w Polsce. Jak dotąd istnieje niewiele doniesień na temat przemieszczania się cyjanotoksyn w łańcuchu pokarmowym w naturalnych warunkach.

Celem pracy było zbadanie dynamiki rozwoju i rozmieszczenia przestrzennego sinic produkujących mikrocystyny (MC) w hipertroficznym jeziorze oraz kumulacji MC w tkankach ryb zasiedlających badany zbiornik.

Próby wody Jeziora Syczyńskiego (Poj. Łęczyńsko-Włodawskie) pobierano w latach 2006–2007. Analizowano fitoplankton oraz oznaczano stężenia MC (GC-MS).

W jeziorze we wszystkich sezonach, również zimą, stwierdzono występowanie potencjalnych producentów MC z rodzajów *Planktothrix*, *Planktolyngbya*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Snowella*. Silny zakwit *Planktothrix agardhii* ($>10^7$ nici $\cdot \text{dm}^{-3}$) obserwowano od maja do listopada 2006 r., jednakże nawet pod lodem stwierdzono $1,2 \times 10^5$ trichomów *P. agardhii* $\cdot \text{dm}^{-3}$. Stężenie MC w wodzie jeziora było silnie skorelowane z liczebnością dominującej *P. agardhii* ($R^2 = 0,85$). Zagęszczenie *P. agardhii* oraz stężenia MC pozakomórkowych w kolumnie wody były dość równomierne, zaś stężenia MC wewnątrzkomórkowych były wyższe w powierzchniowych warstwach wody niż w przydennych. Zimą w wodzie dominowały MC pozakomórkowe (96% całkowitego stężenia MC; max. $0,82 \mu\text{g}$ równ. MC-LR $\cdot \text{dm}^{-3}$), zaś latem wewnątrzkomórkowe (98%; max. $123,6 \mu\text{g}$ równ. MC-LR $\cdot \text{dm}^{-3}$). W 2007 r., w związku ze spadkiem stężeń $\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{PO}_4\text{-P}$, odnotowano znaczny spadek liczebności sinic oraz stężeń MC. Stwierdzono, że zarówno wszystkożerne karasie jak i drapieżne okonie kumulowały w tkankach MC. U karasi najwyższe stężenia MC odnotowano w wątrobie i mięśniach (np. 420 i $20 \mu\text{g}$ równ. MC-LR $\cdot \text{kg}^{-1}$ m.m. tkanki, odpowiednio), u okoni w skrzelach i mięśniach (np. 350 i $20 \mu\text{g}$ równ. MC-LR $\cdot \text{kg}^{-1}$ m.m. tkanki, odpowiednio). Pomimo stwierdzonego zahamowania rozwoju sinic i spadku stężeń MC w wodzie w 2007 r., zawartość MC w tkankach ichtiofauny była nadal wysoka, co może mieć wpływ nie tylko na stan zdrowotny ryb, ale i ich konsumentów.

CZY TOKSYCZNE ZAKWITY *Nodularia spumigena*
OGRANICZAJĄ INWAZJĘ BABKI BYCZEJ (*Neogobius melanostomus*)?

ILONA ZŁOCH, MARIUSZ SAPOTA, AGNIESZKA HEBEL, HANNA MAZUR-MARZEC,
MARCIN PLIŃSKI

Zakład Biologii i Ekologii Morza, Uniwersytet Gdański
al. Marszałka Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia
e-mail: ilonaz@ocean.univ.gda.pl

Jak dotychczas, nie jest znana odpowiedź na pytanie, dlaczego sinice produkują toksyny. Sinice reagują różnie w zależności od warunków środowiskowych, a poziom produkcji ich toksyn waha się w czasie i może być tłumaczony jako wypadkowa czynników panujących aktualnie w środowisku. Koncentracja toksyn waha się w szerokim zakresie od < 1 do $8600 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ suchej masy materiału sinicowego. Toksyny uwalniane są w sposób naturalny podczas cyklu komórkowego, bądź też w wyniku rozpadu komórki. Powstało wiele prac traktujących o toksycznych zakwitach sinic, ale nasza wiedza o ekologicznych konsekwencjach obecności toksyn produkowanych przez sinice w środowisku wodnym jest nadal uboga.

Stopień, w jakim ryby narażone są na działanie toksyn, jest trudny do określenia i zależy m.in. od poziomu stężenia toksyn i czasu trwania zakwitu. Pomimo trudności, możliwe jest jednak określenie potencjalnego ryzyka: obniżenie kondycji osobniczej ryb w wyniku akumulacji toksyn w ich organach.

Jaki jest wpływ nodularyny na ryby? Odpowiedź na to pytanie jest nadal nieznana. Celem autorów badań było: określenie stopnia akumulacji nodularyny w organach babki byczej, gatunku inwazyjnego w Zatoce Gdańskiej, ustalenie stopnia oddziaływania dawek nodularyny niższych od dawki letalnej na funkcjonowanie babki byczej, określenie czy toksyczne zakwity sinic są w stanie powstrzymać inwazję babki byczej w Zatoce Gdańskiej.

Osobniki babki byczej zostały poddane ekspozycji w trzech subletalnych stężeniach nodularyny 50, 500, $1000 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Po 24, 48, 72 h i 1 tygodniu ekspozycji pobierano od uśmierconych osobników wycinki z wątroby, mięśni, układu pokarmowego, gonad, gruczołu cementowego, mózgu, śledziony. Zliofilizowane wycinki przygotowano do testów ELISA oraz PP1. Akumulacja we wszystkich tkankach, oprócz gonad i układu pokarmowego, korelowała dodatnio wraz z czasem. Największe wartości zakumulowanej nodularyny odnotowano w układzie pokarmowym, skrzelach, wątrobie oraz gonadach.