

Ocena stanu troficznego dwóch stawów Parku Północnego w Tychach na podstawie wybranych wskaźników zooplanktonowych

Oskar Bochenek¹, Anna Cudak^{2*}

¹ Śląski Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej, ul. Jedności 8, 41-200 Sosnowiec

² Zespół Szkół nr 1 im. Gustawa Morcinka, ul. Wejchertów 20, 43-100 Tychy

Streszczenie

Celem badań była ocena jakości wody dwóch stawów, zlokalizowanych w Parku Północnym w Tychach na podstawie wybranych wskaźników trofii wody, opartych o strukturę zespołów wrotków (Rotifera). Eutrofizacja ma szczególnie duże znaczenie w odniesieniu do śródmiejskich stawów, pełniących funkcję rekreacyjną oraz rybacką, ponieważ obniża się jakość ich wody. Ze względu na ważną rolę stawów śródmiejskich dla człowieka i środowiska, celowe wydaje się monitorowanie jakości ich wody. Próby pobierano w każdym ze stawów na dwóch stanowiskach 3-krotnie w okresie letnim, poprzez cedzenie 10 dm³ wody przez siatkę planktonową o średnicy oczek 50 µm. Na podstawie otrzymanych wyników, dotyczących składu i zagęszczenia gatunków wrotków, obliczono 4 wskaźniki trofii wody (ogólne zagęszczenie wrotków w litrze wody, udział % bakteriożerców w liczebności ogólnej, udział % formy tecta w populacji *Keratella cochlearis*, udział gatunków wskaźnikowych wysokiej trofii w liczebności zespołu wskaźnikowego). Uzyskane wyniki poddano analizie i oszacowano na ich podstawie stopień zeutrofizowania wody. Badania wskazują na niską eutrofię wód stawu I oraz wysoką mezo-eutrofię stawu II.

Słowa kluczowe: wskaźniki trofii wód, wrotki, stawy śródmiejskie

1. Wstęp

Eutrofizacja jest to zwiększenie poziomu trofii, czyli żyzności wód. Jest efektem nadmiernego dopływu substancji odżywczych (troficznych, biogennych), które w nadmiarze stanowią jeden z rodzajów zanieczyszczeń [Kajak 2001]. Eutrofizacja ma szczególnie duże znaczenie w odniesieniu do drobnych zbiorników, takich jak śródmiejskie stawy, które pełnią funkcję rekreacyjną oraz rybacką, ponieważ obniża się jakość ich wody. W wyniku eutrofizacji spada również bioróżnorodność stawów, co jest ważne ze względu na to, że zbiorniki te są miejscem bytowania wielu zwierząt [Kubiak 2005, Ignatiuk i Dacy-Ignatiuk 2008].

Ze względu na ważną rolę stawów śródmiejskich dla człowieka i środowiska, celowe wydaje się monitorowanie jakości ich wody. W ostatnim czasie obserwuje się tendencję do stosowania wskaźników biologicznych częściej niż fizyczno-chemicznych dla określania stanu troficznego wód [Ścigała i in. 2015]. Wskaźniki

biologiczne, wykorzystywane w monitoringu środowiska, powinny charakteryzować się łatwością poboru prób do badań, prostą analizą materiału oraz łatwością opracowania i analizy wyników [Ejsmont-Karabin 2012].

Zooplankton, ze względu na relatywnie szybkie tempo metabolizmu, może szybko reagować na zmiany w środowisku. Dlatego też już sam skład gatunkowy zespołów zooplanktonu bywa używany w celu ustalenia statusu troficznego jezior [Ejsmont-Karabin 2013]. Spośród dwóch grup taksonomicznych zooplanktonu: wrotki (Rotifera) i skorupiaki (Crustacea), ta pierwsza wydaje się być wyraźnie przydatniejsza dla celów oceny trofii wody, ponieważ zagęszczenie i skład gatunkowy zespołu wrotków są kontrolowane przede wszystkim przez zasoby pokarmowe, w mniejszym zaś stopniu przez presję drapieżników lub konkurencję o pokarm. Dzięki wrotkom

*Corresponding author.

E-mail address: anna.cudak@lo4.tychy.pl (A. Cudak).

(Rotifera) można w łatwy i dość miarodajny sposób określić stan trofii wody [Ejsmont-Karabin 2013]. Wielu różnych autorów wykazało skuteczność określania stanu troficznego jezior na podstawie wskaźników opartych na strukturze zespołów wrotków planktonowych [Mäemets 1983, Karabin 1985, May i O'Hare 2005]. Dzięki pracom wielu badaczy wykazano, że w zależności od trofii wody w zbiornikach występują różne gatunki [Bērziņš i Pejler 1989]. Zaobserwowano też, że wraz ze wzrostem trofii, wzrasta zagęszczenie wrotków, natomiast spada ich różnorodność. Większa trofia skutkuje ponadto większym udziałem bakteriożerców (*Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*, *Pompholyx sulcata*) oraz dominacją formy *tecta* w przypadku gatunku *K. cochlearis* [Ejsmont-Karabin 2013].

Celami niniejszej pracy były:

1. Ocena i porównanie jakości wody w dwóch stawach Parku Północnego w Tychach w oparciu o strukturę zgrupowań wrotków (Rotifera),
2. Ocena wpływu sposobu użytkowania stawów na stopień zeutrofizowania badanych stawów,
3. Analiza zmian jakości wody w badanych stawach w sezonie letnim,
4. Ocena przydatności stosowania wskaźników trofii, opartych o analizę struktury wrotków w małych zbiornikach antropogenicznych, takich jak stawy śródmiejskie.

2. Materiał i metody

Badania były prowadzone w dwóch stawach śródmiejskich, zlokalizowanych w Parku Północnym w Tychach. Są to zbiorniki o charakterze głównie dekoracyjnym, ale służą również jako stawy hodowlane oraz lęgowiska ptaków wodnych, głównie kaczek krzyżówek (*Anas platyrhynchos* L.), a także jako miejsca rozrodu żaby wodnej (*Pelophylax* kl. *esculentus* L.) i ropuchy szarej (*Bufo bufo* L.) [Ignatiuk i Dacy-Ignatiuk 2008]. Stawy różnią się wielkością – staw I ma większą powierzchnię niż staw II, a także sposobem użytkowania. Staw I jest typowym stawem hodowlanym, woda w nim jest spuszczana na zimę. Staw II stanowi przede wszystkim funkcję dekoracyjną oraz siedlisko

dla ptactwa wodnego. Woda w nim jest utrzymywana przez cały rok. Jest on w części południowej mocno porośnięty rzęsą drobną (*Lemna minor* L.). Do badań wyznaczono w każdym stawie dwa stanowiska.

Badania prowadzono w okresie od czerwca do sierpnia 2018 r. Próby pobrano trzykrotnie w odstępach 1 miesiąca. Z każdego z wyznaczonych stanowisk, w odległości 2 m od brzegu, każdorazowo pobierano jedną próbę zooplanktonu, będącą próbą zmieszaną z dwóch podpróbek. Podpróby pobierano poprzez cedzenie 5 dm³ wody przez siatkę planktonową o średnicy oczek 50 µm, a następnie utrwalało 4% roztworem formaliny. Analiza jakościowa obejmowała oznaczenie do gatunku wrotków, będących wskaźnikami trofii [według Ejsmont-Karabin 2013]. Do oznaczeń taksonomicznych wykorzystano odpowiednie opracowania [Ejsmont-Karabin 2013, Radwan i in. 2004] Analizy ilościowej dokonano poprzez zliczanie osobników wrotków poszczególnych gatunków w komorach Kolkwita o pojemności 1 cm³. Z każdej próby liczono trzy komory, wyniki następnie uśredniano i przeliczono na 1 dm³ wody.

Do zbadania trofii wody badanych stawów wykorzystano cztery wskaźniki, umożliwiające oszacowanie stanu troficznego zbiorników niezależnie od ich mikcji (WST_{rot}) na podstawie zagęszczenia i struktury gatunkowej zespołu Rotifera [Ejsmont-Karabin 2013]:

1. Ogólne zagęszczenie wrotków w litrze wody ($WST_{rot1}=5.38\ln(N)+19.28$),
2. Udział procentowy bakteriożerców w liczebności ogólnej ($WST_{rot2}=0.23BAK+44.30$),
3. Udział procentowy formy *tecta* w populacji *Keratella cochlearis* ($WST_{rot3}=0.19TECTA+50.38$),
4. Udział gatunków wskaźnikowych wysokiej trofii w liczebności zespołu wskaźnikowego ($WST_{Rot4}=0.20WWT+40.00$).

Uzyskane wartości wskaźników zostały uśrednione. Na podstawie uzyskanych wyników określono stan trofii wody, zgodnie ze skalą podaną w Tabeli 1. Istotność różnic między wskaźnikami trofii w badanych stawach określono na podstawie nieparametrycznego testu dla dwóch prób niezależnych U Manna-Whitneya. Wyboru

testu dokonano po wcześniejszym sprawdzeniu normalności rozkładów testem Shapiro-Wilka.

Analizy statystycznej dokonano z wykorzystaniem programu Statistica 13.

Tabela 1. Wykaz stanów trofii odpowiadających wartości wskaźników oszacowanych na podstawie analizy struktury zespołów zooplanktonu [Ejsmont-Karabin 2013]

Table 1. List of trophy states corresponding to index values estimated on the basis of zooplankton communities structure analysis [Ejsmont-Karabin 2013]

Wartość zooplanktonowego wskaźnika stanu trofii (WST) Zooplankton value trophy state indicator (TSI)	Stan trofii Trophy state
poniżej 35 (below 35)	oligotrofia (oligotrophy)
od 35 do 45 (from 35 to 45)	mezotrofia (mezotrophy)
od 45 do 50 (from 45 to 50)	niska mezo-eutrofia (low mezo-eutrophy)
od 50 do 55 (from 50 to 55)	wysoka mezo-eutrofia (high mezo-eutrophy)
od 55 do 60 (from 55 to 60)	niska eutrofia (low eutrophy)
od 60 do 65 (from 60 to 65)	wysoka eutrofia (high eutrophy)
powyżej 65 (above 65)	politrofia (politrophy)

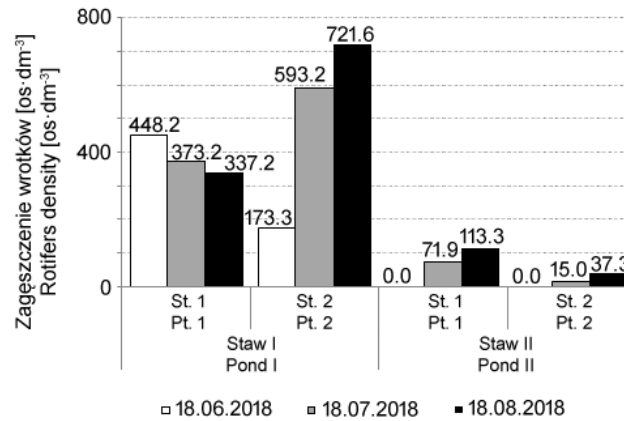
3. Wyniki

Badane stawy różniły się znacząco pod względem zagęszczenia planktonowych wrotków (Rys. 1, Tabela 2). Obserwowano także wyraźne zmiany w kolejnych miesiącach badań. Na stanowisku 1 stawu I zagęszczenie nieznacznie spadało przez cały okres letni (od 448.2 os·dm⁻³ w czerwcu do 337.20 os·dm⁻³ w sierpniu), natomiast na stanowisku 2 znacząco rosło od 173.30 os·dm⁻³ w czerwcu do 721.60 os·dm⁻³ w sierpniu. W porównaniu do stawu I w stawie II odnotowano bardzo niewielkie zagęszczenie wrotków. W czerwcu nie stwierdzono zupełnie wrotków, w małej ilości zaczęły pojawiać się w kolejnych miesiącach. Maksymalne zagęszczenie osiągnęły w sierpniu na stanowisku 1 – 113.30 os·dm⁻³.

W stawie I odnotowano 7 gatunków wskaźnikowych dla wysokiej trofii wód, z czego największym udziałem odznaczał się gatunek *Keratella cochlearis* f. *tecta*. W stawie II odnotowano jedynie 4 gatunki wskaźnikowe dla wysokiej trofii wód, wśród których najliczniej występowała również *K. cochlearis* f. *tecta*.

Wartości wskaźnika trofii wód, opartego na podstawie zagęszczenia wrotków wskazują na oligotrofię zbiorników (Tabela 3). Z kolei wartości procentowego udziału bakteriożerców w badanych zbiorowiskach wrotków wskazują na wysoką eutrofię w ciągu całego okresu badań w stawie I oraz okresową niską eutrofię w stawie II (Tabela 4). Na politrofię zbiorników wskazują natomiast wartości wskaźnika procentowego udziału *Keratella cochlearis* f. *tecta* (WST_{rot3}) w stawie I oraz w sierpniu w stawie II (Tabela 5). Z kolei udział gatunków wskaźnikowych dla wysokiej trofii (WST_{rot4}) w badanych zespołach wrotków wskazują na niską eutrofię w obu zbiornikach (w stawie II jedynie w sierpniu, Tabela 6).

Zestawienie wszystkich uwzględnionych w badaniach wskaźników trofii można stwierdzić, że staw I charakteryzuje się niską eutrofią przez cały sezon letni, natomiast w stawie II w sierpniu ustalił się stan wysokiej mezo-eutrofii (Tabela 7). Różnice między wartościami wszystkich wskaźników w obu stawach były istotne statystycznie (Tabela 8).



Rys. 1. Zmiany zagęszczenia wrotków [os·dm⁻³] w kolejnych miesiącach na poszczególnych stanowiskach badanych stawów

Fig. 1. Changes in rotifers density [os·dm⁻³] in subsequent months at individual positions of the studied ponds

Tabela 2. Zagęszczenie poszczególnych gatunków wrotków [os·dm⁻³] w badanych stawach

Table 2. Density of individual rotifers species [os·dm⁻³] in the studied ponds

Gatunki wrotków Rotifera species	18.06.2018				18.07.2018				18.09.2018			
	Staw I Pond I		Staw II Pond II		Staw I Pond I		Staw II Pond II		Staw I Pond I		Staw II Pond II	
	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2
	<i>Anuraeopsis fissa</i> (GOSSE)*	10.8	1.7	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0
<i>Ascomorpha ovalis</i> (BERGENDAL)**	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Brachionus angularis</i> GOSSE*	46.7	36.7	0.0	0.0	9.3	23.3	0.0	0.0	16.0	38.4	0.0	0.0
<i>Keratella cochlearis</i> f. <i>tecta</i> GOSSE *	314.7	83.3	0.0	0.0	264.8	283.3	20.0	0.0	252.0	528.0	49.3	18.7
<i>Keratella cochlearis</i> f. <i>typica</i> GOSSE *	20.0	3.3	0.0	0.0	23.3	43.3	5.3	0.0	1.3	11.7	10.7	1.3
<i>Keratella quadrata</i> MÜLLER*	2.7	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pompholyx sulcata</i> HUDSON*	1.3	0.0	0.0	0.0	23.3	78.3	13.3	0.0	25.3	66.7	14.7	0.0
<i>Trichocerca pusilla</i> LAUTERBORN*	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.3	0.0	0.0	1.7	1.3	0.0
Pozostałe	50.7	48.3	0.0	0.0	44.3	163.3	32.0	15.0	42.6	73.4	37.3	17.3

*gatunki wskaźnikowe dla wysokiej trofii

* indicator species for high trophy

**gatunki wskaźnikowe dla niskiej trofii

**indicator species for low trophy

Tabela 3. Wartości wskaźnika zagęszczenia (WST_{rotl}) na poszczególnych stanowiskach badanych stawów

Table 3. Values of density index (TSI_{rotl}) at individual positions of the studied ponds

Data poboru próby Sampling date	Staw I Pond I				Staw II Pond II			
	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state
18.06.2018	33.5	31.3	32.4 ± 1.6	oligotrofia oligotrophy	0.0	0.0	0.0 ± 0.0	oligotrofia oligotrophy
18.07.2018	33.1	34.2	33.6 ± 0.8	oligotrofia oligotrophy	29.3	25.6	27.4 ± 2.6	oligotrofia oligotrophy
18.08.2018	32.9	34.6	33.8 ± 1.2	oligotrofia oligotrophy	30.3	27.7	29.0 ± 1.8	oligotrofia oligotrophy

Tabela 4. Wartości wskaźnika procentowego udziału bakteriożerców (WST_{rot2}) na poszczególnych stanowiskach badanych stawów**Table 4.** Values of percentage of bacteriovores index (TSI_{rot2}) at individual positions of the studied ponds

Data poboru próby Sampling date	Staw I Pond I				Staw II Pond II			
	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state
18.06. 2018	64.5	60.9	62.7 ± 2.5	wysoka eutrofia high eutrophy	0.0	0.0	0.0 ± 0.0	oligotrofia oligotrophy
18.07.2018	64.2	60.9	62.6 ± 2.3	wysoka eutrofia high eutrophy	56.7	0.0	28.4 ± 40.1	oligotrofia oligotrophy
18.08.2018	64.4	64.9	64.6 ± 0.4	wysoka eutrofia high eutrophy	59.4	56.6	58.0 ± 2.0	niska eutrofia low eutrophy

Tabela 5. Wartości wskaźnika procentowego udziału *Keratella cochlearis* f. *tecta* (WST_{rot3}) na poszczególnych stanowiskach badanych stawów**Table 5.** Values of percentage of *Keratella cochlearis tecta* form index (TSI_{rot3}) at individual positions of the studied ponds

Data poboru próby Sampling date	Staw I Pond I				Staw II Pond II				
	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state	
18.06. 2018		67.9	68.3	68.1 ± 0.3	politrofia polytroph	0.0	0.0	0.0 ± 0.0	oligotrofia oligotrophy
18.07.2018		67.6	66.6	67.1 ± 0.7	politrofia polytroph	65.2	0.0	32.6 ± 37.6	oligotrofia oligotrophy
18.08.2018		69.0	68.6	68.8 ± 0.3	politrofia polytroph	65.8	67.9	66.9 ± 1.5	politrofia polytroph

Tabela 6. Wartości wskaźnika procentowego udziału gatunków wskaźnikowych wysokiej trofii w liczebności zespołu wskaźnikowego (WST_{rot4}) na poszczególnych stanowiskach badanych stawów**Table 6.** Values of percentage of high trophy indicator species in the indicator group's numbers index (TSI_{rot4}) at individual positions of the studied ponds

Data poboru próby Sampling date	Staw I Pond I				Staw II Pond II			
	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state
18.06. 2018	59.3	59.7	59.5 ± 0.3	niska eutrofia low eutrophy	0.0	0.0	0.0 ± 0.0	oligotrofia oligotrophy
18.07.2018	56.2	58.3	57.2 ± 1.4	niska eutrofia low eutrophy	57.6	0.0	28.8 ± 40.7	oligotrofia oligotrophy
18.08.2018	60.0	60.0	60.0 ± 0.0	niska eutrofia low eutrophy	57.0	59.0	59.0 ± 1.4	niska eutrofia low eutrophy

Tabela 7. Średnie wartości wskaźników stanu trofii na poszczególnych stanowiskach badanych stawów
Table 7. Average values of trophy state indicators at individual positions of the studied ponds

Data poboru próby Sampling date	Staw I Pond I				Staw II Pond II			
	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state	St. 1 Pt. 1	St. 2 Pt. 2	Średnia ± odch. st. Average ± SD	Stan trofii Trophy state
18.06.2018	56.3	55.0	55.7 ± 0.9	niska eutrofia low eutrophy	0.0	0.0	0.0 ± 0.0	oligotrofia oligotrophy
18.07.2018	55.3	53.9	55.1 ± 0.2	niska eutrofia low eutrophy	52.2	5.1	28.7 ± 33.3	oligotrofia oligotrophy
18.08.2018	56.6	57.0	56.8 ± 0.3	niska eutrofia low eutrophy	53.1	52.8	53.0 ± 0.2	wysoka mezo-eutrofia high mezo-eutrophy

Tabela 8. Istotność różnic pomiędzy wartościami poszczególnych wskaźników stanu trofii w badanych stawach na podstawie testu U Manna-Whitneya (wartości prawdopodobieństwa p , poziom istotności $\alpha=0,05$)

Table 8. The significance of differences between the values of individual trophic state indicators in the studied ponds based on the U Mann-Whitney test (probability values p , significance level $\alpha = 0.05$)

Wskaźnik Indikator	WST _{rot1} TSL _{rot1}	WST _{rot2} TSL _{rot2}	WST _{rot3} TSL _{rot3}	WST _{rot4} TSL _{rot4}
wartość p p value	$p=0.005$	$p=0.005$	$p=0.016$	$p=0.031$

4. Dyskusja

Analizując zmiany w strukturze i zagęszczeniu zespołów wrotków planktonowych spróbowano ocenić jakość wód dwóch stawów śródmiejskich Parku Północnego w Tykach. W obu stawach stwierdzono występowanie gatunków wskaźnikowych dla wysokiej trofii. W stawie I było 7 takich gatunków, natomiast w stawie II - 4 gatunki. W obu stawach najliczniej występującym gatunkiem był gatunek *K. cochlearis*, a zwłaszcza forma *tecta*. Zagęszczenie wrotków w stawie I w ciągu całego okresu badań było wyraźnie wyższe niż w stawie II (Rys. 1).

Wartości poszczególnych wskaźników wrotkowych w stawie I były w miarę stałe w ciągu całego okresu badań, natomiast w stawie II wyraźnie się zmieniały (Tabela 3-7). Analiza średniej wartości wskaźnika stanu trofii wykazała podczas pierwszego poboru niską eutrofię wody w stawie I, natomiast w stawie II oligotrofię. Podczas drugiego poboru na stanowisku 2 stawu I trofia wzrosła do niskiej eutrofii, a na stanowisku 1 stawu II do wysokiej mezo-eutrofii. Podczas poboru 3 staw I cechował się niską eutrofią,

a staw II wysoką mezo-eutrofią (oba stanowiska).

Istotnym wynikiem jest całkowity brak wrotków w pierwszym etapie badań w stawie II. Taki wynik spowodował, że wskaźniki stanu trofii przyjęły wartości zerowe, odpowiednie dla oligotrofii, a także znacząco wpłynęły na uśrednione wartości wskaźników. Dlatego dla tego stawu nie można jednoznacznie określić rzeczywistego poziomu zeutrofizowania. Powierzchnia wody tego stanowiska porośnięta była gęsto rzęsą drobną (*L. minor*), która jest uznawana za wskaźnik wysoko zeutrofizowanych wód [Szozkiewicz i in. 2010]. Utrzymujące się płyty rzęsy być może wpłynęły na pogorszenie warunków świetlnych wody w stawie II, co mogło spowodować zmniejszenie ilości drobnego fitoplanktonu, będącego pokarmem wielu gatunków wrotków. Gatunki wrotków, które pojawiły się w dalszym okresie badań były bakteriożercami (*P. sulcata*, *T. pusilla*, *K. cochlearis*).

Całkowity brak wrotków jest sytuacją nietypową, ponieważ wrotki są organizmami, które ze względu na ogromne zdolności adaptacyjne, od-

znaczają się szerokim rozprzestrzenieniem i masowym występowaniem [Radwan i in. 2004, Bielańska-Grajner 2009]. Opanowały prawie wszystkie środowiska wodne – zarówno słone, jak i słodkie [Pejler 1995]. Stanowią jedną z podstawowych grup zooplanktonu zbiorników i cieków wodnych [Bielańska-Grajner 2003], ale licznie zamieszkują wszystkie środowiska wodne, w tym morza, jeziora, stawy, rzeki, okresowe kałuże, wilgotne rośliny czy wilgotną glebę [Radwan i in. 2004, Bielańska-Grajner 2009].

Aby dokładnie określić przyczynę braku wrotków w tym stawie konieczne byłyby dłużej prowadzone badania, zwłaszcza w okresie wiosennym, a także analiza fizyko-chemiczna wody. W niniejszej pracy okres badań wyznaczono na czas letni, w oparciu założenia metodyczne zawarte w pracy Ejsmont-Karabin [2013]. Według autorki w jeziorach o różnej mikcji wystarczy jeden pobór wody w środku sezonu wegetacyjnego. Stawy śródmiejskie są zbiornikami o niewielkiej powierzchni, które powstały w wyniku zamierzonej działalności człowieka, podobnie jak inne zbiorniki wodne na terenie Wyżyny Śląskiej [Rzętała 1995]. Tak utworzone zbiorniki wodne charakteryzują się dużą dynamiką – panujące w nich warunki fizyko-chemiczne podlegają ciągłym zmianom, co sprawia, że stanowią jedno z trudniejszych środowisk życia. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki sugerują, że w przypadku małych zbiorników, takich jak stawy śródmiejskie, analizę trofii powinno opierać się o badania prowadzone w dłuższym okresie czasu. Ponadto wskaźniki oparte na strukturze zespołów wrotków powinny być stosowane w połączeniu z innymi wskaźnikami.

Niewielka powierzchnia i głębokość oraz brak stałości warunków w stawach śródmiejskich są też przyczyną szybko postępującego procesu eutrofizacji. Zbiorniki takie są bardzo podatne na wpływy lądu i atmosfery, m.in. zmienność temperatury, dopływ różnych substancji z lądu czy zacinienie. Usytuowanie na obszarze parku powoduje także, że w wodach badanych stawów gromadzi się dużo szczątków roślinnych (m.in. opadające liście drzew), co także przyczynia się do przeżyźnienia wód [Kajak 2001].

Zbiorniki wodne stanowią niezbędny element krajobrazu miasta, będąc miejscami wypoczynku

ludności, zaspokajając jej potrzeby zarówno rekreacyjne, jak i estetyczne, a także będąc miejscem bytowania bogatej flory i fauny, wpływając na wzrost bioróżnorodności w ubogim krajobrazie miejskim [Świerk i Szpakowska 2009]. Badane stawy są zbiornikami śródmiejskimi, przez co narażone są na nadmierne obciążenie wód związkami azotu i fosforu w wyniku urbanizacji oraz innej działalności człowieka. Jest to przyczyną nadmiernego użyźnienia zbiorników wodnych [Kubiak 2005].

Wydaje się, że rzeczywisty poziom trofii badanych stawów najlepiej odzwierciedlają wartości wskaźników odnotowane w wyniku badań prowadzonych w sierpniu. W ostatnim poborze stan trofii stawu I został określony na poziomie niskiej eutrofii, natomiast staw II na poziomie wysokiej mezo-eutrofii. Oba stawy odznaczają się zatem wysokim użyźnieniem. Eutrofizacja stawów powoduje przyspieszenie przyrostu biomasy, co uniemożliwia optymalne wykorzystanie powierzchni wodnej. Zwiększenie żyzności wody skutkuje zmniejszeniem przejrzystości wody [Machowski i Nitkiewicz-Jankowska 2003].

W przeżyźnionych zbiornikach występuje obniżenie jakości wody do celów komunalnych, rekreacyjnych oraz rybackich, co może generować skutki ekonomiczne. Wzrost trofii jest też zagrożeniem dla bioróżnorodności siedlisk słodkowodnych [Kubiak 2005].

5. Podsumowanie i wnioski:

1. Staw I charakteryzował się znacząco wyższym zagęszczeniem wrotków niż staw II,
2. Poszczególne wskaźniki wykorzystane w analizach nie dają jednoznacznego obrazu stopnia zeutrofizowania wód badanych stawów śródmiejskich.
3. Na podstawie uśrednionych wartości analizowanych wskaźników zooplanktonowych stopień zeutrofizowania wód stawu I oceniono na niską eutrofię, natomiast stawu II na wysoką mezo-eutrofię.
4. W przypadku niewielkich i płytkich zbiorników wodnych o niestabilnych warunkach środowiska, takich jak hodowlane stawy śródmiejskie, analizy trofii wód w oparciu

o wskaźniki zooplanktonowe należy dokonywać na podstawie wyników uzyskanych z więcej niż jednego poboru prób w sezonie.

- Ocena stanu trofii wód w małych, niestabilnych zbiornikach wodnych powinna opierać się na różnych wskaźnikach (biologicznych i fizyko-chemicznych) i być stale monitorowana.

Podziękowania

Artykuł został przygotowany w oparciu o pracę badawczą przygotowaną na 48 Olimpiadę Biologiczną. Składam podziękowania pani dr Annie Cudak za opiekę i cenne uwagi podczas przygotowania manuskryptu.

Literatura

- Bērziņš, B., Pejler, B. (1989). Rotifer occurrence and trophic degree. *Hydrobiologia*, 182, 171-180.
- Bieleńska-Grajner, I. (2003). Wrotki na Górnym Śląsku. *Przyroda Górnej Śląska*, 32, 6-11.
- Bieleńska-Grajner, I. (2009). Typ: wrotki – Rotifera. [W:] Błaszczak C. (red.). *Zoologia. Bezkręgowce, Tom 1* (s. 278-289). Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Ejsmont-Karabin, J. (2012). The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: rotifer trophic state index. *Polish Journal of Ecology*, 60(2), 339-350.
- Ejsmont-Karabin, J. (2013). Ocena stanu troficznego wód jeziornych na podstawie zooplanktonu, [W:] Ciecierska H., Dynowska M. (red.). *Biologiczne metody oceny stanu środowiska, Tom 2, Ekosystemy wodne, UWM, Olsztyn*, 129-149.
- Ignatiuk, D., Dacy-Ignatiuk, K. (2008). Rola miejsc przyrodniczo cennych na obszarze zurbanizowanym w procesie budowania świadomości ekologicznej młodzieży. *Dokumentacja Geograficzna*, 38, 24-27.
- Kajak, Z. (2001). *Hydrobiologia-limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Karabin, A. (1985). Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea) variation in the proces of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features. *Ekologia Polska*, 33, 567-616.
- Kubiak, J., Tórz, A. (2005). Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na pomorzu zachodnim. *Śląskie Prace Biologiczne*, 2, 17-36.
- Machowski, R., Nitkiewicz-Jankowska, A. (2003). Jakość wód antropogenicznych zbiorników wodnych z obszaru Garbu Tarnogórskiego. [W:] Szczypek T., Rzętała M. [red]. *Człowiek i Woda* (s. 82-90). Sosnowiec, Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Katowicki.
- Maemets, A. (1983). Rotifers as indicators of lake types in Estonia. *Hydrobiologia*, 104, 357-361.
- May, L., O'Hare, M. (2005). Changes in rotifer species composition and abundance along a trophic gradient in Loch Lomond, Scotland, UK. *Hydrobiologia*, 546, 397-404.
- Pejler, B. (1995). Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia*, 313/314, 267-278.
- Radwan, S. (red.) (2004). Wrotki (Rotifera). *Fauna słodkowodna Polski*, 32, Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne, Uniwersytet Łódzki. Oficyna Wydawnicza Tercja.
- Rzętała, M. (1995). Zróżnicowanie występowania zbiorników wodnych na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, 20, 5-10.
- Szoszkiewicz, K., Jusik, S., Zgoła, T. (2010). *Klucz do oznaczania makrofitytów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych*. Warszawa. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Ściagała, K., Cudak, A., Bieleńska-Grajner, I. (2015). Wskaźniki zooplanktonowe w ocenie stanu troficznego zbiorników zaporowych typu nizinnego na przykładzie Jeziora Goczałkowickiego. [W:] Gwoździński K. (red.). *Bory Tucholskie i inne obszary leśne, ochrona monitoring, edukacja III* (s. 49-58). Łódź. Wydawnictwo Pa-Res Publishing Sp. z o.o.
- Świerk, D., Szpakowska, B. (2009). Ocena wartości rekreacyjnej wybranych zbiorników miejskich a funkcjonowanie strefy litoralnej. *Nauka, Przyroda, Technologie*, 3 (1), 1-11.

Evaluation of trophic state of two ponds in the Północny Park in Tychy based on selected zooplankton indicators

Abstract

The aim of the study was to evaluate the water quality of two ponds located in the Northern Park in Tychy on the basis of selected water trophy indicators, based on the structure of rotifers (Rotifera). Eutrophication is particularly important in relation to downtown ponds, which have a recreational and fishing function, as their water quality decreases. Due to the important role of downtown ponds for humans and the environment, it seems appropriate to monitor the quality of their water. Samples were taken in each pond at two stands 3 times in the summer, by straining 10dm³ of water through a plankton mesh with a 50µm mesh diameter. On the basis of the results obtained, regarding the composition and density of rotifers, 4 water trophy indicators were calculated (overall density of rotifers in one liter of water, percentage of bacteriophores in the total number, percentage of

tecta form in the population of *Keratella cochlearis*, share of high trophy species in the indicator group). The obtained results were analyzed and the degree of water eutrophication estimated on their basis. Research indicates low eutrophication of pond no.I water and high meso-eutrophy of pond no.II.

Keywords: water trophy indicators, rotifers, downtown ponds