

ZOOPLANKTON SKORUPIAKOWY JEZIOR HARMONIJNYCH WIGIERSKIEGO PARKU NARODOWEGO A TROFIA WÓD

Maciej Karpowicz, Andrzej Górniak

Karpowicz M., Górniak A., 2013: Zooplankton skorupiakowy jezior harmonijnych Wigierskiego Parku Narodowego a trofia wód (*Crustacean zooplankton of harmonious lakes in Wigry National Park and relationship with the trophic state*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 14, s. 97–101.

Zarys treści: Zaprezentowano przydatność zooplanktonu skorupiakowego w ocenie stanu trofii jezior na podstawie wieloletniej serii danych z jeziora Wigry, a także oceniono warunki panujące w głównych częściach tego akwenu. Struktura zooplanktonu skorupiakowego posłużyła również do oceny trofii pozostałych jezior harmonijnych Wigierskiego Parku Narodowego.

Słowa kluczowe: zooplankton skorupiakowy, wskaźniki stanu trofii, jezioro Wigry.

Key words: crustacean zooplankton, trophic state index, Lake Wigry.

Maciej Karpowicz, Uniwersytet w Białymstoku, Instytut Biologii, Zakład Hydrobiologii, ul. Świerkowa 20 B, 15-950 Białystok, m.karpowicz@uwb.edu.pl

Andrzej Górniak, Uniwersytet w Białymstoku, Instytut Biologii, Zakład Hydrobiologii, ul. Świerkowa 20 B, 15-950 Białystok, hydra@uwb.edu.pl

1. Wprowadzenie

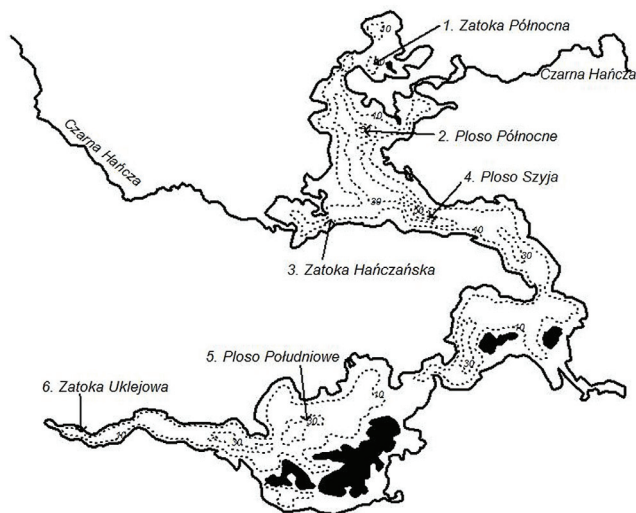
Zooplankton skorupiakowy pełni ważną rolę w funkcjonowaniu ekosystemów wodnych. Z jednej strony odfiltruje z wody detrytus, bakterie i fitoplankton, co w fazie intensywnego rozwoju tych zwierząt (tzw. fazie czystej wody) poprawia przejrzystość wody w zbiorniku. Z drugiej – stanowi bazę pokarmową ryb planktonożernych i narybku większości gatunków ryb słodkowodnych. Od kilkudziesięciu lat w jeziorze Wigry prowadzone były systematyczne i intensywne zarybiania sielawą i sieją, dzięki czemu odbudowano wysoką liczebność populacji obu gatunków. Akcja zarybieniowa przyniosła również negatywne skutki – spowodowała zastąpienie siei rasy wigierskiej *Coregonus lavaretus lavaretus* (forma rzadkofiltrowa) formą obcą – tzw. sieją pejpuską, *Coregonus lavaretus generosus* (forma gęstofiltrowa z zarybień). Obecnie żyje w Wigrach sieja z gęstym aparatem filtracyjnym,

która odżywia się głównie zooplanktonem (Osewski 2003). Nadmierna presja ryb na duży zooplankton może powodować intensywny rozwój fitoplanktonu. Szczególnie podczas intensywnych zarybień planktonożernymi gatunkami, powinien być prowadzony monitoring zooplanktonu skorupiakowego. Dodatkowym uzasadnieniem jest fakt, iż zooplankton skorupiakowy jeziora Wigry jest przedmiotem badań od niemal stu lat. Od utworzenia w 1920 roku nad jeziorem Wigry pierwszej stacji hydrobiologicznej do 1939 roku opublikowano kilkanaście prac dotyczących zooplanktonu Wigier, jak i sąsiadujących zbiorników (m.in. Lityński, Adlerówna, Bowkiewicz, Koźmiński, Minkiewicz). Po II wojnie światowej w latach 1981–1995 badania planktonu skorupiakowego jezior wigierskich prowadzili Andrzej Karabin i Jolanta Ejsmont-Karabin. Obecnie badania są kontynuowane przez Uniwersytet w Białymstoku.

2. Obszar i metody badań

Wigry to jezioro rynnowo-wytopiskowe, otoczone od północy, zachodu i wschodu wałem moren czołowych, kemów i ozów. Wcinają się one w wodę, tworząc półwyspy, lub cofają się, robiąc miejsce zatokom, przesmykom i ujściom strumieni. Jezioro jest akwenem bardzo zróżnicowanym pod względem batymetrii i kształtu misy jeziornej. Liczne płycizny przeplatają się z podwodnymi dolinami, uskokami i toniami o wyrównanym dnie. Części głębokie i rynnowe wskazują niską trofnię, zatoki zaś – cechy eutroficzne. Dzięki temu Wigry nie posiadają jednolitego charakteru biologicznego, co wpływa na zadziwiającą różnorodność przyrody oraz bogactwo gatunkowe fauny i flory (Karpowicz i in. 2010).

Badania zooplanktonu jeziora Wigry prowadzone były w czasie stagnacji letniej w latach: 2007, 2009, 2011, 2012 na trzech głównych płosach oraz w dwóch zatokach reprezentujących odmienne części akwenu (ryc. 1). Natomiast badania zooplanktonu skorupiakowego pozostałych jezior harmonijnych Wigierskiego Parku Narodowego prowadzono w czasie stagnacji letniej w 2012 r. Wodę pobierano 5-litrowym czepaczem Bernatowicza oddzielnie dla każdej warstwy wody: epilimnionu, metalimnionu i hypolimnionu. Próby zagęszczono, filtrując je przez siatkę o średnicy oczek ok. 50 μm , a następnie utrwalono 4-procentową formaliną. Do taksonomicznej identyfikacji zooplanktonu wykorzystano powszechnie stosowane metody i klucze. Zmierzono po 10 osobników każdego gatunku, a następnie określoną średnią masę ciała poszczegól-



Ryc. 1. Mapa jeziora Wigry z rozmieszczeniem stanowisk poboru prób

Fig. 1. Map of the Wigry Lake and zooplankton sampling stations

gólnych gatunków na podstawie zależności długość/ciężar (Baluszkińska, Winderg 1979). Na podstawie struktury zooplanktonu skorupiakowego w epilimnionie jezior wyliczono stan trofii (WST) poszczególnych części jeziora, wykorzystując wzory regresji (Karabin 1985):

– dla udziału procentowego Cyclopoida w biomacie zespołu skorupiakowego (CCB):

$$WST_{CCB} = 20,93 CCB^{0,278}$$

– dla stosunku biomasy Cyclopoida do Cladocera (BR):

$$WST_{BR} = 62,18 BR^{0,215}$$

– dla udziału grupy gatunków wskaźnikowych wysokiej trofii w liczebności wszystkich gatunków wskaźnikowych (IS, %):

$$WST_{IS} = 39,1 e^{0,0043 IS}$$

Z uzyskanych wartości tych wskaźników obliczany jest następnie średni zooplanktonowy wskaźnik dla jeziora. Zbiorniki charakteryzujące się wartościami WST poniżej 45 uważa się za mezotroficzne, między 45 i 55 – za mezoeutroficzne, zaś powyżej wartości 55 za eutroficzne.

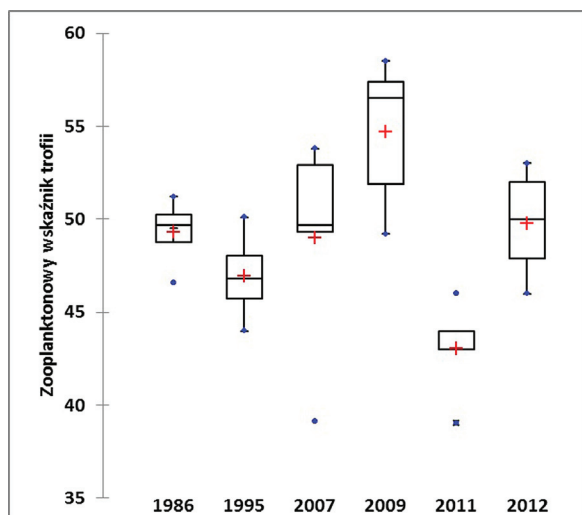
W celu wyliczenia wskaźników trofii (TSI) według Carlsona (1977) wykonano następujące analizy fizykochemiczne: widzialności krążka Secchiego, stężenia chlorofilu a, stężenie fosforu.

3. Wieloletnie zmiany zooplanktonu skorupiakowego jeziora Wigry

Skład gatunkowy zooplanktonu skorupiakowego jeziora Wigry w pierwszej połowie XX wieku był typowy dla dużych zbiorników mezotroficznych (Adlerówna 1929). Badania przeprowadzone w latach 1981–1986 wykazały przekształcenia struktury zespołów zooplanktonu skorupiakowego świadczące o postępującym wzroście żyzności wód jeziora. Wyrażało się to: wzrostem liczby gatunków Cyclopoida z czterech gatunków tego rzędu w latach 20., do ośmiu gatunków w latach 80., a także zanikaniem bądź spadkiem znaczenia gatunków rzadkich i typowych dla niskiej trofii, takich jak: *Eurytemora lacustris* (Poppe), *Heterocope appendiculata* Sars, *Bythotrephes longimanus* Leydig (Karabin, Ejsmont-Karabin 1992). W ostatnich latach (2011 i 2012), kiedy obserwowano niskie wartości zooplanktonowych wskaźników trofii (ryc. 2), rzadkie i typowe dla niskiej trofii gatunki Copepoda (*E. lacustris*, *H. appendiculata*) stwierdzano na większości stanowisk jeziora Wigry, a ich liczebność była istotnie statystycznie większa niż w poprzednich latach (ryc. 4). Przy nieco wyższych wartościach trofii wód w latach 2007 i 2009 (ryc. 2) oba typowe dla niskiej trofii gatunki Copepoda spotykane były sporadycznie (ryc. 4). W ostatnich la-

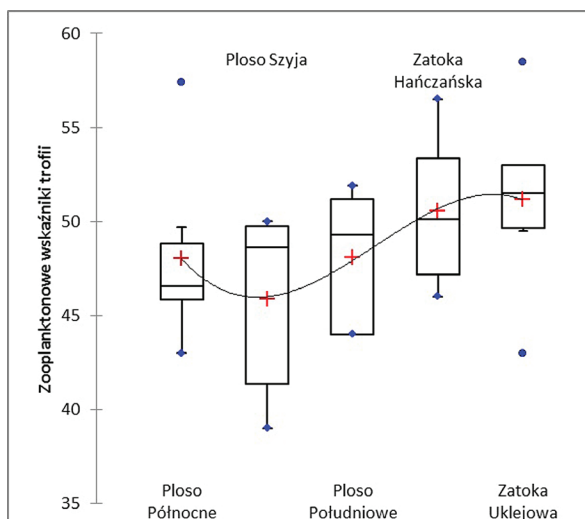
tach na szczególną uwagę zasługuje występowanie *Heterocope appendiculata* Sars na większości stanowisk (ryc. 4), która w latach 80. i 90. spotykana była sporadycznie (Karabin, Ejsmont-Karabin 1999).

Z uzyskanych danych wynika, że struktura zooplanktonu skorupiakowego jeziora Wigry jest stabilna w okresie ostatnich 30 lat i mimo fluktuacji wskazuje na mezoeutroficzny charakter jeziora. Jedynie w 2011 r.



Ryc. 2. Wieloletnie zmiany zooplanktonowych wskaźników trofii opartych na strukturze Crustacea jeziora Wigry (•1986 i 1995 według: Karabin A., Ejsmont-Karabin J., 1999: *Jezioro Wigry – wieloletnia sukcesja zespołów Rotifera i Crustacea*. W: B. Zdanowski (red.). Funkcjonowanie i ochrona ekosystemów wodnych na obszarach chronionych. Wyd. IRŚ, Olsztyn, 371–388)

Fig. 2. Long term changes of trophic state index based on the crustacean zooplankton of the Wigry Lake



Ryc. 3. Horyzontalne zmiany zooplanktonowych wskaźników trofii jeziora Wigry (2007–2012)

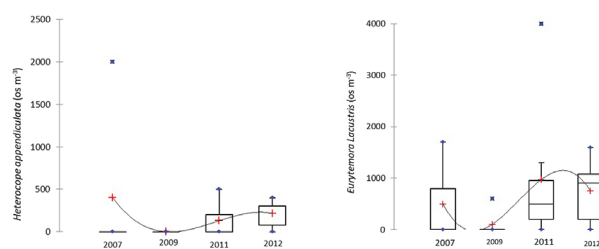
Fig. 3. Horizontal changes of trophic state index based on the crustacean zooplankton of the Wigry Lake

struktura zooplanktonu wskazywała na warunki zbliżone do mezotrofii, natomiast w 2009 r. zooplankton skorupiakowy wskazywał na warunki zbliżone do eutrofii (ryc. 2).

4. Horyzontalne zmiany zooplanktonowych wskaźników trofii jeziora Wigry

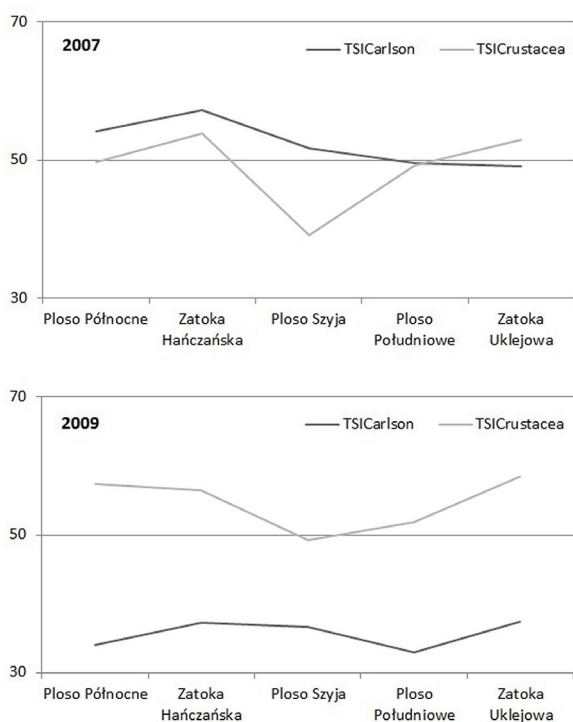
Już w latach 20. stwierdzono znaczne różnice w zespołach zooplanktonu skorupiakowego pomiędzy poszczególnymi częściami zbiornika świadczące o różnicowaniu warunków panujących w jeziorze (Karabin, 1985). Struktura zooplanktonu w ostatnich latach wskazuje najniższą trofję w najgłębszym Płosie Szyja (ryc. 3). Od wielu lat cechą wyróżniającą jest tutaj zdecydowanie najniższa liczebność zooplanktonu skorupiakowego (Karabin, Ejsmont-Karabin 1999). Niską trofję stwierdzano również w głównych płosach: Północnym i Południowym, a wyższe wartości zooplanktonowych wskaźników trofii stwierdzono w zatokach (ryc. 3). Na uwagę zasługuje poprawa warunków Płosa Północnego w ostatnich latach, które w latach 80. i 90. charakteryzowało się wyraźnie wyższą trofją (Karabin, Ejsmont-Karabin 1999).

Trofia wód jeziora Wigry wyrażona zooplanktonowymi wskaźnikami trofii i TSI Carlsona miała podobne wartości w 2007 r. Natomiast w 2009 r. TSI Carlsona wskazywały na warunki zbliżone do oligotrofii na wszystkich stanowiskach (ryc. 5). Wpływ na to miał zapewne wilgotny okres letni. Pomimo niskich liczebności zooplanktonu skorupiakowego odnotowanych w 2009 r., jego struktura była podobna jak w poprzednich latach. Z uzyskanych danych wynika, że struktura Crustacea jest stabilna w okresie ostatnich lat, mimo fluktuacji składu chemicznego wód i zmienia się w sytuacji wyraźnej, przy długotrwałej tendencji zmian stanu troficznego jeziora.



Ryc. 4. Występowanie rzadkich gatunków Copepoda (*Heterocope appendiculata*, *Eurytemora lacustris*) w hypolimnionie jeziora Wigry

Fig. 4. The density of rare species Copepoda (*Heterocope appendiculata*, *Eurytemora lacustris*) in hypolimnion zones of the Wigry Lake



Ryc. 5. Porównanie wskaźników trofii Carlsona do wskaźników opartych na strukturze zooplanktonu skorupiakowego jeziora Wigry w 2007 i 2009 roku

Fig. 5. Comparison of the Carlson's Trophic State Index to the trophic state index based on the crustacean structure in the Wigry Lake in 2007, 2009

5. Ocena trofii jezior harmonijnych WPN na podstawie struktury zooplanktonu

Struktura zooplanktonu skorupiakowego posłużyła również do wyznaczenia trofii pozostałych 18 jezior harmonijnych WPN (tab. 1). Najniższą trofię stwierdzono w jeziorze Czarne koło Gawrych Ruda. Tutaj występowała zdecydowana dominacja populacji *Bosmina longirostris* (Müller), która stanowiła około 90% ogólnej biomasy Crustacea. Jeziora: Gałęziste, Białe Wigierskie, Długie Wigierskie, Królówek zostały zaklasyfikowane, jako akweny mezoeutroficzne. W jeziorach tych w strukturze zooplanktonu dominowały „efektywne filtratory”, które są bardziej aktywne w pobieraniu pokarmu i zmniejszaniu zakwitów glonów planktonowych. Pozostałe jeziora zostały zaklasyfikowane jako akweny eutroficzne, w strukturze pokarmowej zooplanktonu dominowały organizmy odżywiające się mniejszymi cząstkami pokarmowymi (< 5 µm), w skład których wchodzi głównie zawieszina detrytusowo-bakteryjna.

Ogólna liczebność zooplanktonu skorupiakowego w powierzchniowych warstwach wody (epilimnion w jeziorach stratyfikowanych i cały słup wody w pły-

Tab. 1. Zooplanktonowe wskaźniki trofii oparte na strukturze Crustacea jezior harmonijnych Wigierskiego Parku Narodowego

Tab. 1. Crustacean trophic state index of lakes in the Wigry National Park

	TSI _{Crustacea}
Czarne k. Gawrych Ruda	39,9
Gałęziste	46,8
Białe Wigierskie	52,4
Długie Wigierskie	54,2
Królówek	54,8
Białe Pierciańskie	56,2
Okragłe	56,4
Leszczewek	56,5
Postaw	56,9
Mulaczysko	57
Pierty	57,3
Muliczne	58,2
Kłonek	59,1
Ślepe Krzyżańskie	60,3
Samle Duże	60,6
Samle Małe	62
Omólówek	65,3
Przetaczek	67,5

kich, niestratyfikowanych zbiornikach) wahała się w granicach od 39 (Białe Wigierskie) do 660 (Królówek) os. l⁻¹. Większe koncentracje zooplanktonu skorupiakowego obserwowano w epilimnionie jezior eutroficznych (średnia 348 os. l⁻¹) niż w jeziorach mezoeutroficznych (średnia 148 os. l⁻¹). Największą różnorodność gatunkową stwierdzono w jeziorze Białe Wigierskie (19 gatunków) – występowały tu chłodnolubne, rzadko spotykane gatunki skorupiaków, m.in. *Eurytemora lacustris* (Poppe), *Heterocope appendiculata* Sars, *Bythotrephes longimanus* Leydig.

6. Podsumowanie

Zooplankton jest ważnym ogniwem w ekosystemach słodkowodnych i jest dobrym wskaźnikiem zmian zachodzących w jeziorze, a mimo to nie został uwzględniony jako użyteczny wskaźnik liczbowy w ocenie stanu ekologicznego jezior, prowadzonej w nowym stylu jako wdrożenie Dyrektywy Wodnej. Z wieloletnich danych wynika, że struktura zooplanktonu skorupiakowego jeziora Wigry jest stabilna w okresie ostatnich lat, mimo fluktuacji składu chemicznego wód, i zmienia się w sytuacji wyraźnej przy-

długotrwałej tendencji zmian stanu troficznego jeziora. Dlatego w polskiej praktyce limnologicznej winna być wykorzystywana w celu zobjektywizowania prowadzonych ocen stanu środowiska jeziornego.

7. Literatura

- Adlerówna G., 1929:** *Przyczynek do znajomości ustosunkowania ilościowego skorupiaków planktonowych Wigier.* Arch. Hydrobiol. i Ryb. 4(3-4): 169-276.
- Balushkina E.V., Winderg G.G., 1979:** W: G.G. Vinberg (red.) The basis of aquatic ecosystem investigations. Nauka, Moskwa, 273 [In Russian].
- Carlson R. E., 1977:** *A trophic state index for lakes.* Limnology and Oceanography 22: 361-369.
- Karabin A., 1985:** *Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea). Variation in the process of lake eutrophication.* I. Structural and quantitative features. Ekol. Pol. 33 (4): 567-616.
- Karabin A., Ejsmont-Karabin J., 1992:** *Zooplankton jeziora Wigry.* W: B. Zdanowski (red.). Jeziora Wigierskiego Parku Narodowego. Stan eutrofizacji i kierunki ochrony. Zesz. Nauk. Komitetu Naukowego PAN, „Człowiek i Środowisko”, 3: 101-115.
- Karabin A., Ejsmont-Karabin J., 1999:** *Jezioro Wigry – wieloletnia sukcesja zespołów Rotifera i Crustacea.* W: B. Zdanowski, M. Kamiński (red.) Funkcjonowanie i ochrona ekosystemów wodnych na obszarach chronionych, 371-388.
- Karpowicz M., Górniak A., Cudowski A., 2010:** *Struktura zespołów zooplanktonu skorupiakowego oraz ocena aktualnej trofi jeziora Wigry.* W: A. Matusiewicz (red.). Rocznik Augustowsko-Suwałski. T. X. Materiały z Konferencji Edukacyjno-Naukowej „Jezioro Wigry”. Augustowsko-Suwałskie Towarzystwo Naukowe, Suwałki, 11-20.
- Osewski M., 2003:** *Sielawa i sieja – słynne ryby wigierskie.* Wigry, nr 2.

CRUSTACEAN ZOOPLANKTON OF HARMONIOUS LAKES IN WIGRY NATIONAL PARK AND RELATIONSHIP WITH THE TROPHIC STATE

Summary

Zooplankton is an important level in the trophic chain in freshwater ecosystems and is a good indicator of changes in the lake, and yet it was not considered as a useful index in the Water Framework Directive. The long-term data from Lake Wigry show that the structure of crustacean zooplankton is stable in recent years, despite fluctuations in the chemical composition of water. The zooplankton structure changes only in the situation with a clear long-term trend in the trophic status of lakes. Therefore, zooplankton should be used to assess the ecological status of lakes.

