

SEZONOWE ZMIANY PRODUKCJI PIERWOTNEJ I KONCENTRACJI
CHLOROFILU-A GLONÓW ŚRÓDJEZIERZA I STREFY PRZYBRZEŻNEJ
MEZOTROFICZNEGO JEZIORA PIASECZNO W LATACH 2001–2002

Artur Serafin, Krzysztof Czernaś

Katedra Ekologii Ogólnej, Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: aserafin@agros.ar.lublin.pl, kczeko@agros.ar.lublin.pl

Streszczenie. Pośrednimi wskaźnikami intensyfikacji procesów eutrofizacyjnych w zbiornikach jeziornych są wartości produktywności fitoplanktonu, określane na podstawie globalnej produkcji pierwotnej oraz stężenia chlorofilu-a. Na ich podstawie według wzoru Tallinga można wyliczyć wartości liczby asymilacyjnej, której odpowiednie zakresy wyznaczają stopnie intensywności procesów użytkowania. Celem niniejszej pracy było zbadanie sezonowych zmian produktywności zbiorowisk glonów w strefie przybrzeżnej i pelagicznej mezotroficznego jeziora Piaseczno (Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie). Badania przeprowadzono w sezonach badawczych wiosna, lato i jesień w latach 2001-2002, w sektorach: rekreacyjno-polnym (płd.-wsch. część jeziora przylegająca do terenu wykorzystywanego wypoczynkowo i w mniejszym stopniu rolniczo); torfowiskowym (płn.-zach. część jeziora przylegająca do zdegradowanego torfowiska przejściowego) i w pelagialu. Pomiarów produkcji pierwotnej dokonano metodą „jasnych” i „ciemnych” butelek, natomiast wyniki wartości koncentracji chlorofilu-a uzyskano przy użyciu metody Nuscha. Zestawione wyniki badań i wyliczone wartości liczby asymilacyjnej w latach 2001-2002, świadczą o nasilających się procesach eutrofizacji, głównie w sezonach letnim i jesiennym, w obu badanych latach.

Słowa kluczowe: jezioro, glony, produkcja pierwotna, chlorofil-a, eutrofizacja

WSTĘP

Jednym z najczystszych i najgłębszym (38,8 m) jeziorem na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim jest jezioro Piaseczno, do końca lat 50. XX w. określane jako oligotroficzne. Zmiana warunków siedliskowych spowodowana głównie intensywną agropresją oraz rozwojem rekreacji indywidualnej i stacjonarnej zde-terminowała zjawiska związane z eutrofizacją. Efektem tych procesów była zmiana statusu troficznego jeziora w kierunku mezotrofii, a następnie eutrofii [9].

Charakter przemian użytkowania zlewni z rolniczej w bardziej rekreacyjną z jednej strony wiązał się z zahamowaniem dopływu biogenów pochodzenia rolniczego, ale jednocześnie przyczynił się do napływu nutrientów związanych z turystyką, głównie stacjonarną.

Pomimo nadania temu obiektowi statusu użytku ekologicznego (1992), poziom eutrofizacji nie zmalał, o czym świadczą wyniki badań fizyczno-chemicznych, a także wartości liczby asymilacyjnej [6]. W związku z powyższym istnieje konieczność udokumentowania aktualnego stanu środowiska naturalnego ekosystemu jeziora Piaseczno w celu prześledzenia tempa zmian związanych z nadmiernym użyźnieniem. Pozwoli to na opracowanie wstępnego planu ochrony tego zbiornika, a w konsekwencji na podjęcie działań renaturyzacyjnych i prewencyjnych, wyznaczających optymalne wartości zdolności kompensacyjnych tego obiektu, a także jego pojemność rekreacyjną.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2001–2002 w sezonach badawczych wiosna, lato, jesień w comiesięcznych terminach od maja do października (z wyjątkiem sierpnia; w lipcu – dwa terminy) w sektorach badawczych: rekreacyjno-polnym we wschodniej części jeziora z turystyczno-rolniczą formą użytkowania zlewni; torfowiskowym w północno-zachodniej części jeziora przylegającej do torfowiska przejściowego i w pelagialu, gdzie głębokość wynosiła ok. 38 m. Dotyczyły one pomiarów globalnej produkcji pierwotnej glonów pelagialu i strefy przybrzeżnej metodą „jasnych” i „ciemnych” szklanych naczyń [10], gdzie ilość wydzielonego w procesie fotosyntezy tlenu określono metodą miareczkową według Winklera [3] w trzech powtórzeniach.

Stanowiska badawcze usytuowano w najbardziej reprezentatywnych miejscach sektorów badawczych, w których eksponowano naczynia z wodą jeziorną w pelagialu na głębokościach: 0,75 m i 2,5 m, a w strefie przybrzeżnej na głębokości 0,75 m. Ekspozycja trwała od godz. 10.00 do godz. 14.00. Wyniki produkcji pierwotnej wyrażono w ilości węgla zasymilowanego ($C_{ass} \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$), przyjmując, że 1 g wydzielonego tlenu odpowiada 0,312 g zasymilowanego węgla [8].

W celu określenia koncentracji chlorofilu-a pobrano ze stanowisk badawczych wodę jeziorną, a następnie w trzykrotnych powtórzeniach po 1 dm³ wody przefiltrowano przez sączi z włókna szklanego GF/C Whatman. Odfiltrowaną zawiesinę homogenizowano wraz z sączkiem GF/C i ekstrahowano gorącym 90% alkoholem etylowym [7]. Przy pomocy kolorymetru spektralnego „Specol” (Ze-

iss) dokonano pomiarów ekstynkcji roztworu w zakresie 665 i 750 nm (z uwzględnieniem feofityn), a stężenie chlorofilu-a obliczono wykorzystując wzór Nusha [7]. Końcowe wartości koncentracji chlorofilu-a przedstawiono w $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Na podstawie uzyskanych wyników badań produkcji pierwotnej i koncentracji chlorofilu-a dla każdego stanowiska badawczego wyznaczono wartość liczby asymilacyjnej [4] obliczonej według wzoru [10]:

$$L_{\text{ass}} = \frac{\text{mgC}_{\text{ass}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}}{\text{mg chl. a} \cdot \text{m}^{-2}} \quad (1)$$

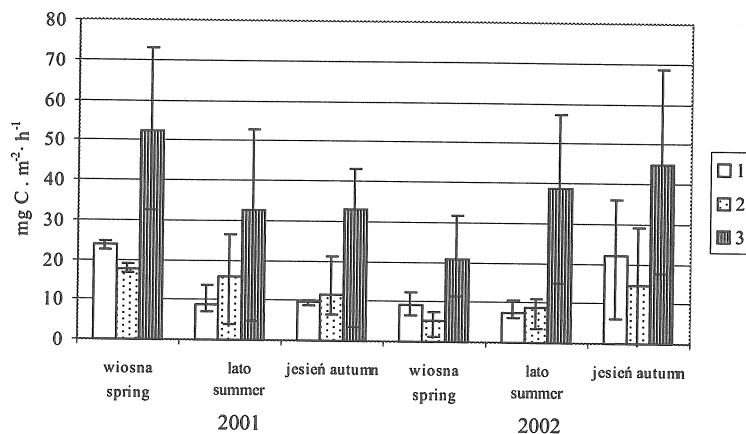
WYNIKI I DYSKUSJA

Produkcja pierwotna zbiorowisk glonów planktonowych, oraz koncentracja chlorofilu-a określające poziom troficzny jeziora w latach 2001–2002 wykazywały zróżnicowane wartości, co może świadczyć o destabilizacji homeostazy środowiskowej tego ekosystemu [1, 2].

Analiza średnich wartości globalnej produkcji pierwotnej w sezonach badawczych ujawniła, że w roku 2001 najwyższą wartość zanotowano wiosną w pelagialu – $52,11 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, a najniższą w sektorze rekreacyjno-polnym – $8,91 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ (Rys. 1). Średnia roczna wartość produkcji w 2001 r. dla wszystkich stanowisk wynosiła $22,73 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$. W roku 2002 najwyższą wartość tego wskaźnika zanotowano w pelagialu jesienią – $44,87 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, a najniższą wynoszącą – $5,43 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ wiosną w sektorze torfowiskowym, przy średniej rocznej wynoszącej $19,061 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ (Rys. 1).

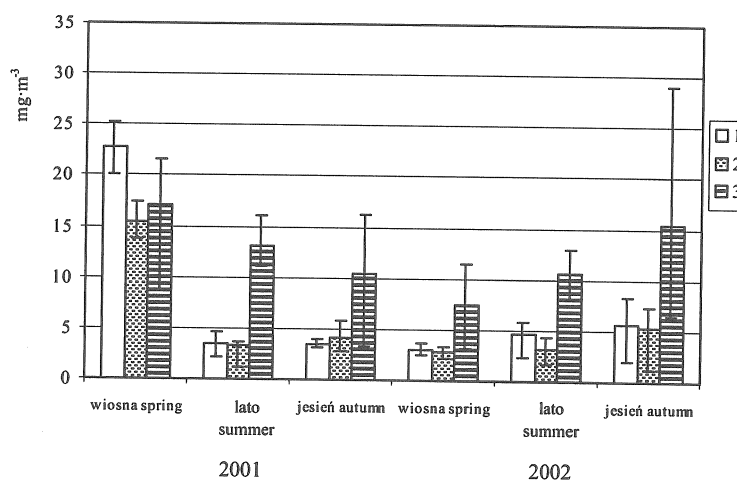
W latach 70. ub. w. wartości produkcji pierwotnej zbiorowisk glonów planktonowych były bardzo niskie i niewiarygodne dla tej metody (błąd metodyczny był wyższy niż otrzymywane wyniki – wartości ujemne) [6]. Natomiast od roku 1985 w strefie eufotycznej, wynoszącej 12,5 m zanotowano jej gwałtowny wzrost, aż do wartości typowych dla jezior eutroficznych [5] – $410 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ w roku 1993 [6].

Wartości koncentracji chlorofilu-a wykazywały podobne tendencje zmian, z wyjątkiem sezonu wiosennego w 2001 roku w porównaniu do wartości produkcji pierwotnej i wahały się one w granicach od 3,33 do $22,68 \text{ mg chl. a}\cdot\text{m}^{-2}$ w roku 2001, oraz od 2,76 do $15,47 \text{ mg chl. a}\cdot\text{m}^{-2}$ w roku 2002 (Rys. 2).



Rys. 1. Średnie sezonowe wartości produkcji pierwotnej brutto w sektorach: rekreacyjno-polnym (1) i torfowiskowym (2) oraz w pelagialu (3)

Fig. 1. Seasonal means of the gross primary production values in research sectors as: recreational-field sector (1), peat-boggy sector (2), and in pelagial zone (3)



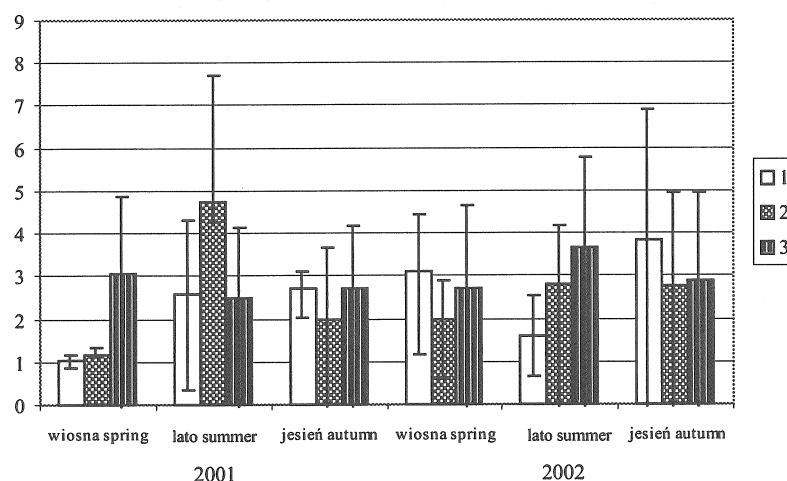
Rys. 2. Średnie sezonowe wartości koncentracji chlorofilu-a w sektorach: rekreacyjno-polnym (1) i torfowiskowym (2) oraz w pelagialu (3)

Fig. 2. Seasonal means of the chlorophyll-a concentration values in research sectors as: recreational-field sector (1), peat-boggy sector (2), and in pelagial zone (3)

Dla porównania stężenie chlorofilu-a w latach 1972-1985 kształtowało się na poziomie $40 \text{ mg chl. a} \cdot \text{m}^{-2}$, wzrastając w latach 90. aż do wartości $100 \text{ mg chl. a} \cdot \text{m}^{-2}$ [6]. Stężenie chlorofilu-a w latach 1972-1985 kształtowało się na poziomie 40

mg chl. $a \cdot m^{-2}$, wzrastając w latach 90. aż do wartości $100 \text{ mg chl. } a \cdot m^{-2}$ [6]. Jakkolwiek wartości produkcji pierwotnej glonów jeziora i stężenie chlorofilu-a w latach 2001-2002, wyliczone pod 1 m^2 w słupie wody do głębokości 2,5 m, zanotowano jako dużo niższe w porównaniu do lat 80. i 90., co mogłoby świadczyć o zahamowaniu procesów eutrofizacji, to jednak bardziej wiarygodnym wskaźnikiem tego zjawiska jest wartość liczby asymilacyjnej [4].

W latach 1985-1988 zakresy wartości tego wskaźnika (1,3-2,5) były charakterystyczne dla jezior mezotroficznych, a następnie konsekwentnie wzrastały do wartości typowych dla jezior eutroficznych – 4,4 w roku 1993 [6]. Natomiast w latach 2001-2002 dla pelagialu wahały się w granicach od 2,48 do 3,15 w roku 2001, oraz od 2,73 do 3,63 w roku 2002 (Rys. 3), wskazując na dalsze utrzymywanie się procesu użyźniania związanego prawdopodobnie ze sływem substancji biogenych pochodzenia rekreacyjnego.



Rys. 3. Średnie sezonowe wartości liczby asymilacyjnej w sektorach: rekreacyjno-polnym (1) i torfowiskowym (2) oraz w pelagialu (3)

Fig. 3. Seasonal means of the assimilation number values in research sectors as: recreational-field sector (1), peat-boggy sector (2), and in pelagial zone (3)

WNIOSKI

Porównanie wyników badań przeprowadzonych w latach 2001-2002 z wynikami badań z lat 80. i 90. XX w. wskazuje na zmniejszanie się wartości produkcji pierwotnej i koncentracji chlorofilu-a, jednak przy zachowanej wyso-

kiej wartości liczby asymilacyjnej. Zjawisko to sugeruje dalszy wysoki poziom procesów eutrofizacyjnych związanych ze zmianą użytkowania zlewni z presji rolniczej w kierunku presji rekreacyjnej, o czym mogą świadczyć najwyższe wartości produktywności glonów w sezonach letnim i jesiennym.

Na podstawie zróżnicowanych wyników badań można wnioskować o zaburzeniach w strukturach biocenotycznych jeziora warunkujących utrzymanie homeostazy środowiskowej.

PIŚMIENNICTWO

1. **Burchardt L.:** Zmiany populacyjne fitoplanktonu Jeziora Świętokrzyskiego na tle zmian warunków środowiskowych. Wyd. UAM, Ser. Biol. 44, ss. 90 1987.
2. **Burchardt L.:** Instability or hypertrophy. *Variability and Evolution*. 2/3: 93-101, 1993.
3. **Hermanowicz W., Dożańska K., Dojlido J., Koziorowski R.:** Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków. Wyd. Arkady, Warszawa, ss. 846, 1976.
4. **Ichimura S.:** Phytoplankton photosynthesis. *Algae, man and the environment*. Syracuse, 1968.
5. **Kajak Z.:** *Hydrobiologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. Wyd. Nauk. PAN, Warszawa, ss. 355, 1994.
6. **Krupa D., Czernaś K.:** Długoletnie badania zbiorowisk glonów planktonowych i ich produktywności w jeziorach Piaseczno i Moszne. [w:] *Współczesne kierunki ekologii. Ekologia behawioralna*, T. Puszkarski i L. Puszkarska (red.). Wyd. UMCS, PTE, Lublin, 293-299, 1997.
7. **Nusch A. E.:** Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limn.* 14, 14-36, 1980.
8. **Strickland J. D. H.:** Measuring the production of marine phitoplankton. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 125, 1-182, 1960.
9. **Wojciechowski I., Czernaś K., Krupa D.:** Biotyczne walory jezior Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny i ich uwarunkowania. [w:] *Ochrona ekosystemów wodnych w Poleskim Parku Narodowym i jego otulinie*, S. Radwan (red.). AR Lublin, TWWP: 38-45, 1995.
10. **Vollenweider R. A.:** A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook 12, Oxford-Edinburgh, 1969.

SEASONAL CHANGES OF THE ALGAL PRIMARY PRODUCTION
AND THE CHLOROPHYLL-A CONCENTRATIONS
OF THE MESOTROPHIC PIASECZNO LAKE'S PELAGIAL
AND COASTAL ZONE IN 2001–2002

Artur Serafin, Krzysztof Czernaś

Department of General Ecology, University of Agriculture
Akademicka 15 str., 20-950 Lublin, Poland
e-mail: aserafin@agros.ar.lublin.pl, kczeko@agros.ar.lublin.pl

Summary. The intermediate indicators of the eutrophic processes intensification in the lake reservoirs are the values of the phytoplankton productivity defined as the global primary production as well as the chlorophyll-a concentration. It was the theoretical foundation, where according to the Talling formula the assimilation numbers were calculated and its suitable ranges marked the degree of fertilizing processes intensification. The main purpose of this paper is to determine the seasonal changes in the productivity of planctic algal community in the pelagic and coastal zones of the mesotrophic Lake Piaseczno (Łęczna–Włodawa Lakeland, East Poland). The examinations were carried out in spring, summer and autumn 2001–2002, in the pelagial zone, as well as in the near-shore zones of lakebasin bordering on the parts of catchment area used in different ways: recreation and extensive agriculture, and degraded blanket peat bog. The primary production of phytoplankton was measured using the oxygen method with "light" and "dark" bottles, while the concentrations of chlorophyll-a were analysed with the method according to Nush. The compared research results as well as the assimilation numbers testify about intensifying eutrophic processes mainly in summer and autumn seasons in 2001 and 2002.

Key words: lake, algae, primary production, chlorophyll-a, eutrophication

