

# ZAWARTOŚĆ CHLOROFILU $\alpha$ I FEOFITYNY W GLONACH PLANKTONOWYCH ZALEWU SZCZECIŃSKIEGO JAKO ELEMENT MONITORINGU ŚRODOWISKA

**Henryk JANUKOWICZ**

Zakład Geologii i Paleogeografii, Uniwersytet Szczeciński

*Słowa kluczowe: chlorofil, eutrofizacja, feofityna, monitoring*

## Streszczenie

W latach 2002–2004 badano zawartość chlorofilu  $\alpha$  i feofityny w glonach planktonowych Zalewu Szczecińskiego. Zawartość chlorofilu była bardzo zmienna w ciągu roku. Współczynnik zmienności wynosił maksymalnie 66,0%. W sezonie wegetacji glonów planktonowych kontrolne pomiary zawartości chlorofilu  $\alpha$  powinno się wykonywać, gdy temperatura wody osiągnie 8,5°C, ponieważ w tym okresie zawartość barwnika jest mało zmienna i zbliża się do zawartości średnich w ciągu roku. Stosunek zawartości feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$ , proponowany jako wskaźnik fizjologicznego stanu planktonu powierzchniowego, zmieniał się w przedziale od 0,30 do 1,62.

## WSTĘP

Wskaźnikiem oceniającym ilość biomasy glonów planktonowych jest zawartość chlorofilu  $\alpha$  w wodach. Zmiany zawartości tego pigmentu w wodach eutroficznych są spowodowane sukcesją sezonową fitoplanktonu i są duże [FRANCE, PETERS, 1992; SIWEK, WYBIERSKI, GAŁCZYŃSKA, 2001]. Sezonowy rozwój glonów planktonowych w wodach zbiorników naturalnych jest mniej różnorodny niż w rzekach. W wodach płynących fitoplankton może utrzymywać się przez cały rok na takim samym poziomie albo tworzyć jeden lub dwa szczyty ilościowe w okresie wegetacji [SIWEK, WYBIERSKI, GAŁCZYŃSKA, 2001].

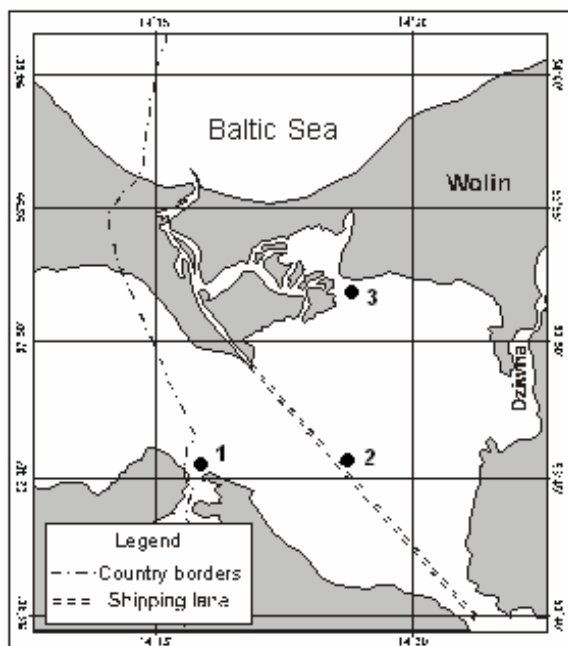
---

Adres do korespondencji: dr inż. H. Janukowicz, Zakład Geologii i Paleogeografii, Uniwersytet Szczeciński, ul. Felczaka 3a, 71-412 Szczecin; tel. +48 (91) 444-15-81

Zawartość chlorofili w glonach planktonowych można oznaczać spektrofotometrycznie, fluorometrycznie lub metodą wysoko sprawnej chromatografii cieczowej. Podejmowane są próby oznaczania chlorofili bezpośrednio w wodach powierzchniowych metodami teledetekcyjnymi, których stosowanie wymaga wielu drogich wstępnych badań specyficznych charakterystyk optycznych danego akwenu, które zdaniem GALLIE i MURTHA [1992] oraz SIWEK, WYBIERSKIEGO i GALCZYŃSKIEJ [2001], ciągle wykazują dużą niepewność pomiaru. Rutynowe pomiary zawartości chlorofili przeprowadza się najczęściej tanią i szybką metodą spektrofotometryczną, za pomocą której chlorofile można oznaczać sumarycznie z feofityną metodą trójkromatyczną [JACOBSEN, RAI, 1990] lub osobno, bez produktów ich rozpadu [LORENCEN, 1967].

Celem pracy jest przedstawienie propozycji uzupełnienia procedury monitoringu wód w Zalewie Szczecińskim o badanie zawartości chlorofilu  $\alpha$ . Ocena jakości wód przeprowadzono na podstawie stosunku zawartości feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$ , który jest wskaźnikiem stanu fizjologicznego fitoplanktonu powierzchniowego.

## MATERIAŁ I METODY



Rys. 1. Lokalizacja punktów badań

Fig. 1. Location of sampling sites

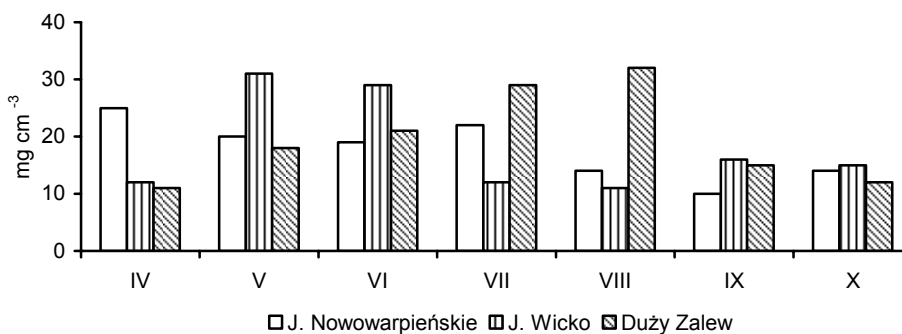
Badania prowadzono w latach 2002–2004 w trzech punktach Zalewu Szczecińskiego (rys. 1), tj. na Jeziorze Nowowarpieńskim – przystań promowa w Nowym Warpnie (pkt. 1), na jeziorze Wicko – przystań żeglarska w Wapnicy (pkt. 2) oraz na tzw. Dużym Zalewie przy drugiej boi toru wodnego (pkt. 3).

Próbki wody pobierano raz na dekadę z warstwy powierzchniowej. W każdej próbie oznaczano zawartość chlorofilu  $\alpha$  i feofityny metodą kolorymetryczną proponowaną przez LORENZENĄ [1967]. Wyniki analizowano dla następujących okresów sezonu wegetacyj-

nego: IV–X – okres obejmujący rozwój glonów planktonowych bez ich różnicowania, IV–V – sezon wiosenny obejmujący dominację okrzemek oraz VI–VIII – sezon letni obejmujący gwałtowny rozwój zielenic w wodach powierzchniowych.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zmiany zawartości chlorofilu  $\alpha$  w wodzie Zalewu Szczecińskiego w cyklu roku hydrologicznego wykazują wyraźną sezonowość. Zawartość chlorofilu  $\alpha$  w sezonie zimowym była mała, typowa dla wód eutroficznych strefy umiarkowanej. W sezonie wegetacyjnym wystąpiły dwa wyraźne szczyty zakwitów glonów planktonowych: wiosenny, w którym dominowały okrzemki i letni, z przewagą zielenic. W jeziorach Nowowarpieńskim i Wicko poziom chlorofilu  $\alpha$  był najwyższy w sezonie wiosennym, natomiast w Dużym Zalewie – w sezonie letnim. Średnia roczna zawartość chlorofilu  $\alpha$  w Jeziorze Nowowarpieńskim wynosiła  $16,25 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , a w jeziorze Wicko i w Dużym Zalewie odpowiednio  $15,88$  i  $17,24 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Poziom zawartości chlorofilu  $\alpha$  był bardzo zmienny. Największe zawartości chlorofilu  $\alpha$  odnotowano w sezonie wegetacji glonów planktonowych, dlatego też dalszą analizę wyników przeprowadzono dla okresu od kwietnia do października (rys. 2). W Jeziorze Nowowarpieńskim zawartość chlorofilu  $\alpha$  wynosiła  $10,9$ – $24,0$ , w jeziorze Wicko –  $12,0$ – $31,2$ , a w Dużym Zalewie –  $12,1$ – $33,0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zawartość chlorofilu  $\alpha$  w wodach Zalewu Szczecińskiego była większa niż odpowiadająca I klasie czystości wód przez cały okres badań (ponad  $10 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

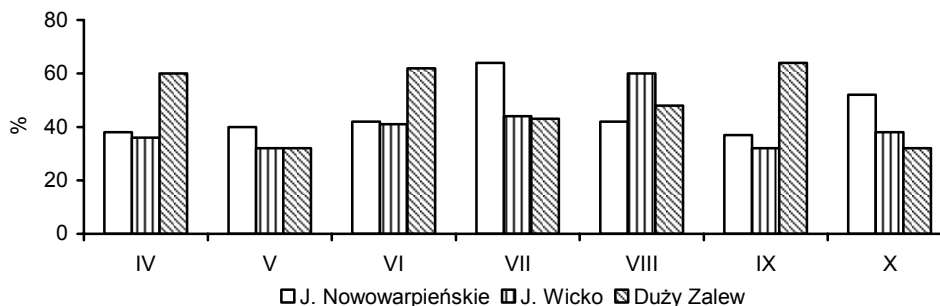


Rys. 2. Średnia miesięczna zawartość chlorofilu  $\alpha$  w wodzie

Fig. 2. Monthly mean concentration of chlorophyll  $\alpha$

W jeziorze Wicko współczynniki zmienności zawartości chlorofilu  $\alpha$  były mniejsze niż w Jeziorze Nowowarpieńskim oraz w Dużym Zalewie, z wyjątkiem sierpnia (rys. 3). W jeziorze Nowowarpieńskim najniższy średni współczynnik

zmienności chlorofilu  $\alpha$  odnotowano we wrześniu (35,6%), a najwyższy w lipcu (66,4%). W jeziorze Wicko najniższy współczynnik zmienności chlorofilu  $\alpha$  odnotowano w maju (29,4%), a najwyższy w sierpniu (58,8%). W Dużym Zalewie najniższy współczynnik zmienności chlorofilu  $\alpha$  odnotowano w maju (29,8%), a najwyższy we wrześniu (66,0%).



Rys. 3. Średnie miesięczne współczynniki zmienności chlorofilu  $\alpha$

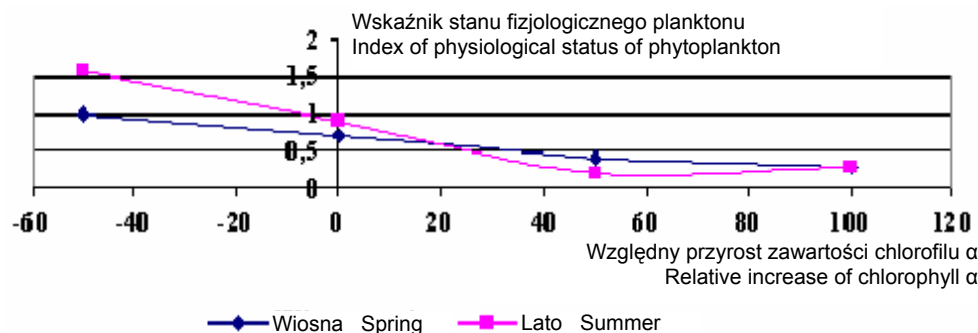
Fig. 3. Monthly mean coefficient of variation for chlorophyll  $\alpha$

Ze względu na dużą zmienność zawartości chlorofilu  $\alpha$  badania kontrolne wód akwenu nie powinny ograniczać się do pojedynczych sezonowych pomiarów. W przypadku rzek SIWEK, WYBIERSKI, GAŁCZYŃSKA [2001] oraz FRANCE i PETERS [1992] zalecają wykonanie przynajmniej 5–7 pomiarów w sezonie wegetacji glonów planktonowych. Pomiary te mogą być obciążone szczególnie dużym błędem w przypadku opóźnienia sezonu wegetacji glonów planktonowych związanego z późną wiosną, tak jak w 2004 r. W kwietniu tego roku średni współczynnik zmienności zawartości chlorofilu  $\alpha$  wynosił 23,0%. Z przeprowadzonych obecnie badań wynika, że w sezonie wegetacji glonów planktonowych pierwsze pojedyncze pomiary zawartości chlorofili w wodach nizinnych powinny być przeprowadzone już w kwietniu, ponieważ zawartość chlorofili w tym miesiącu może być bardzo zmienna. W okresie od maja do października pomiary zawartości chlorofili należy przeprowadzać z większą częstotliwością (3–5) w celu uchwycenia maksymalnych zawartości tego barwnika, które są związane z maksymalnym rozwojem populacji zielenic i okrzemek. W jeziorze WICKO średnie zawartości chlorofilu  $\alpha$  w maju były prawie dwukrotnie wyższe do średnich sezonowych, co wskazuje na bujny wzrost populacji tych organizmów w związku ze wzrostem temperatury wody (powyżej 8,5°C) płytkiego akwenu, jakim jest ta część Zalewu Szczecińskiego.

W ramach oceny przydatności stosunku zawartości feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$  jako wskaźnika stanu fizjologicznego fitoplanktonu przedstawiono zależności między tym wskaźnikiem a względną zawartością chlorofili. Ponieważ wpływ czynników fizycznych i biotycznych na rozwój biomasy glonów plankto-

nowych jest bardzo zróżnicowany w poszczególnych częściach Zalewu Szczecińskiego, wyniki średnie wielkości stosunków feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$  przedstawiono dla sezonów wiosennych i letnich ze względu na większą stabilność rozpatrywanych parametrów (rys. 4).

W badanym akwenie stosunek feofityny do chlorofilu  $\alpha$ , traktowany jako wskaźnik fizjologicznego stanu fitoplanktonu, zmieniał się w sezonie wiosennym w przedziale od 0,30 do 1,02, a w sezonie letnim – od 0,30 do 1,62.



Rys. 4. Zależności między wskaźnikiem stanu fizjologicznego fitoplanktonu i względnym przyrostem zawartości chlorofilu  $\alpha$  w sezonie wiosennym i letnim

Fig. 4. Relationship between the index of physiological status of phytoplankton and relative increase of chlorophyll  $\alpha$  in the spring and summer period

W sezonie wiosennym wartości omawianego współczynnika większe niż 0,45 obserwowano w okresie, kiedy fitoplankton był w fazie stagnacji zimowej. W sezonie letnim wartość stosunku zawartości feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$  powyżej 0,60 obserwowano na początku wegetacji glonów planktonowych, a dla wielkości powyżej 1,00 – w okresie poprzedzającym maksymalny rozwój glonów planktonowych w sezonie wegetacyjnym. Podobne zależności wartości stosunku zawartości feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$  w wodach trzech rzek Pomorza Zachodniego podają SIWEK, WYBIERSKI i GAŁCZYŃSKA [2001].

## WNIOSKI

1. W wodach powierzchniowych Zalewu Szczecińskiego notowano dwa szczyty występowania glonów planktonowych – wiosenny, w którym dominowały okrzemki i letni z przewagą zielenic.

2. Podczas sezonu wegetacji glonów planktonowych pomiary kontrolne zawartości chlorofilu powinny rozpoczynać się, gdy temperatura wody osiągnie 8,5°C.

3. Stosunek zawartości feofityny do zawartości chlorofilu  $\alpha$  może być przydatny do oceny stanu fizjologicznego fitoplanktonu zbiorników wodnych.

## LITERATURA

- FRANCE R.L., PETERS R.H., 1992. Temporal variance function for total phosphorus concentration. *Can. J. Aquat. Sci.* 49 s. 975–977.
- GALLE A.E., MURTHA P.A., 1992. Specific absorption and backscattering spectra for suspended minerals and chlorophyll- $\alpha$  in Chilko lake, British Columbia. *Remote Sens. Environ.* 39 s. 103–118.
- JAKOBSEN T.R., RAI H., 1990. Comparison of spectrophotometric, fluorometric and HPLC methods for determination of chlorophyll  $a$  in aquatic samples. W: Effect of solvent and extraction procedures. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 75, 2 s. 207–217.
- LORENZEN C.J., 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343–346.
- SIWEK H., WYBIERAŁSKI J., GALCZYŃSKA M., 2001. Zawartość chlorofilu  $\alpha$  i jego feopochodnych jako element monitoringu rzek. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 476 s. 497–502.

*Henryk JANUKOWICZ*

### CONTENT OF CHLOROPHYLL $\alpha$ AND PHEOPIGMENTS AS AN ELEMENT OF THE WATER MONITORING

*Key words: chlorophyll, eutrophication, monitoring, pheophytine*

#### S u m m a r y

Measurements of chlorophyll  $\alpha$  and pheophytin in phytoplankton of Szczecin Lagoon were carried out once a week over three hydrologic years 2002–2004. Concentrations of chlorophyll  $\alpha$  varied within a wide range: the yearly coefficient of variation ranged from 29.4 to 66.0%. May was the best month for measuring chlorophyll  $\alpha$  content since at that time the pigment content was rather stable, high, and close to the yearly average. The pheophytin to chlorophyll  $\alpha$  ratio, which is considered an index of the physiological status of phytoplankton varied between 0.30 and 1.62.

---

Recenzenci:

*prof. dr hab. Andrzej Sapek*

*prof. dr hab. Stanisław Twardy*

Praca wpłynęła do Redakcji 04.10.2005 r.