

SOFIA CELEWICZ¹, BEATA MESSYASZ², LUBOMIRA BURCHARDT²

STRUKTURA ZBIOROWISK FITOPLANKTONU W STREFIE SZUWARU I PELAGIALU W JEZIORZE BUDZYŃSKIM

*Z¹Katedry Botaniki
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
oraz z²Zakładu Hydrobiologii
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*

ABSTRACT. The research of the qualitative and quantitative phytoplankton structure of the rush and open water zones of two basins of the Budzyńskie Lake differing in the presence of submerged macrophytes was conducted. A greater variety of phytoplankton species was present in the overgrow basin, as a result of enrichment of the zone of open water above submerged macrophytes by periphyton taxa. In the same basin the reduction of phytoplankton taxa numbers and biomass appeared, that can be connected with pressure of zooplankton grazing and with repressing influence of macrophytes.

Key words: phytoplankton, shallow lake, submerged macrophytes, rushes, green algae, pelagial

Wstęp

Jeziro Budzyńskie, położone na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego, jest płytkim zbiornikiem polimiktycznym pochodzenia polodowcowego. Ze względu na sukcesję ekologiczną związaną z zarastaniem jeziora przez zespół roślinny *Thelypteridi-Phragmitetum*, zbiornik ten objęto w 1957 roku całkowitą ochroną rezerwatową (Dąbbska i in. 1978). Jeziro Budzyńskie jest interesującym obiektem badawczym, ze względu na obecność dwóch zróżnicowanych pod względem morfometrycznym basenów i występowanie w nich lub brak zanurzonej roślinności makrofitowej. Mimo że od 1996 roku prowadzi się intensywne badania flory i fauny jeziora, to stopień poznania

zmian struktury zbiorowisk fitoplanktonu, kształtowanych pod wpływem różnego zagęszczenia roślinności zanurzonej, jest fragmentaryczny.

Liczne badania (**Kuczyńska-Kippen i Messyasz 1998**, **Celewicz i Messyasz 2000**, **Pęczuła 2000**, **Stefaniak 2000**) wykazały, że gęste skupiska roślinności szuwarowej i zanurzonej w jeziorach w znacznym stopniu wpływają na zróżnicowanie struktury zbiorowisk fitoplanktonu. Badania prowadzone w transektach od strefy brzegowej przez zbiorowiska makrofitów do pelagialu wskazują, że większe zróżnicowanie zbiorowisk fitolitoralne ma wpływ na zwiększenie się zróżnicowania fitoplanktonu w jeziorze (**Pelechaty i Owianny 2000**). Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu makrofitów zanurzonych na kształtowanie liczby taksonów, liczebność oraz biomasa fitoplanktonu w strefie szuwaru wysokiego i pelagialu. Taki wybór został podyktowany stopniem zaawansowania interdyscyplinarnych badań hydrobiologicznych prowadzonych na Jeziorze Budzyńskim.

Material i metody

Jezioro Budzyńskie leży w południowej części Rynny Górecko-Budzyńskiej, na krawędzi wysoczyzny morenowej. Pierwotnie jezioro miało cztery plosa, z których dwa całkowicie zarosły i przekształciły się w podmokłą łąkę (**Dąbbska i in. 1978**). Obecnie składa się z dwóch basenów: północno-zachodniego – o maksymalnej głębokości 1,5 m i południowego – o maksymalnej głębokości 2,7 m. Powierzchnia jeziora wynosi 17,4 ha. Basen północno-zachodni jest silnie wypłycony i w bardzo dużym stopniu porośnięty przez zanurzoną roślinność makrofitową (*Myriophyllum verticillatum* L., *Chara tomentosa* L.), która znacznie zawężyła strefę otwartego lustra wody. Drugi basen ma rozległą strefę pelagialu, a zanurzona roślinność makrofitowa jest ograniczona do kilku płatów ramienic, rosnących bezpośrednio przy strefie szuwaru wysokiego.

Badania fykologiczne na stanowiskach badawczych prowadzono w okresie od 30 kwietnia do 18 października 1998 roku, co dwa tygodnie. Próby wody pobierano równoległe z czterech stanowisk: 1 – strefy szuwaru basenu nie zarośniętego, 2 – strefy otwartej toni wodnej basenu nie zarośniętego, 3 – strefy szuwaru basenu zarośniętego, 4 – strefy toni wodnej basenu zarośniętego. Każdorazowo próby wody do analiz fitoplanktonu pobierano z warstwy powierzchniowej. Zagęszczano je do objętości 5 ml na sączkach membranowych o średnicy 0,2 μm , a następnie konserwowano płynem Lugola (JKJ).

Analizę ilościową komórek glonów prokariotycznych i eukariotycznych prowadzono w komorze Bürkera, na powierzchni wyznaczonej siatką 96 kwadratów, za pomocą obiektywów 25-40 x. Każdą komórkę sinic i glonów traktowano jako jednego osobnika. W przypadku trychomów za pojedynczego osobnika przyjęto długość 100 μm , a u formy kolonijnej sinicy *Microcystis* sp. – powierzchnię 400 μm^2 . Koncentrację biomasy określono metodą ilościową, mnożąc liczebność osobników poszczególnych taksonów przez ich objętość (**Rott 1981**, **Starmach 1989**). Do obliczania koncentracji chlorofilu „a” zastosowano wzory **Stricklanda i Parsons** (1972) z uwzględnieniem modyfikacji **Lorenzen** (1967).

Ze względu na stopień rozwinięcia pokroju roślinności zanurzonej oraz temperaturę wody wyróżniono trzy okresy sezonowe: wiosna (30.04-28.05.1998), lato (23.06-19.08.1998) i jesień (06.09-18.10.1998).

Stan trofii określono na podstawie wskaźników trofii w transformacji logarytmicznej **Carlsona** (1977) obliczonych dla koncentracji chlorofilu „a” i dla widoczności mierzonej krążkiem Secchiego. Podobieństwo taksonomiczne dla poszczególnych stref Jeziora Budzyńskiego obliczono według wzoru Jaccarda (**Kawecka i Eloranta** 1994).

Wyniki

W wyniku szczegółowej analizy prób fykologicznych oznaczono na Jeziorze Budzyńskim 120 taksonów fitoplanktonu. Pod względem liczby taksonów, liczebności i biomasy, w obu basenach jeziora dominowały zielonice (głównie z rzędu *Chlorococcales*). Najmniejszy był udział różnowiciowców (poniżej 1%), reprezentowanych tylko przez jeden gatunek – *Tribonema vulgare* Pascher, występujący jedynie w basenie zarośniętym przez zanurzone makrofity.

Najbogatszą strefą pod względem różnorodności gatunkowej jest szuwar zamknięty (strefa litoral basenu z zanurzonymi makrofitami), gdzie odnotowano 105 taksonów. Stwierdzono tam obecność sześciu gatunków występujących tylko w tej strefie: *Coelastrum astroideum* De Notaris, *Cosmarium constrictum* Delp., *Cosmarium dentiferum* Corda, *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Fragilaria dilatata* (Bréb.) Lange-Bertalot, *Fragilaria fasciculata* (Ag.) Lange-Bertalot sensu lato.

W okresie późnowiosennym i letnim (od 28 maja do 19 sierpnia), kiedy roślinność makrofitowa osiągnęła optimum swojego rozwoju, w składzie fitoplanktonu obu basenów jeziora odnotowano wyraźne różnice. Spośród występujących w basenach grup systematycznych fitoplanktonu zróżnicowanie to najlepiej obrazuje udział bruzdnic i kryptofitów. W basenie nie zarośniętym przez *Myriophyllum verticillatum* L. i *Chara tomentosa* L. było ich stosunkowo mało, natomiast ich udział jakościowy i ilościowy znacznie wzrósł w basenie płytszym, zarośniętym. Współczynnik podobieństwa taksonomicznego potwierdza różnice w strukturze fitoplanktonu obu basenów w tym okresie, gdyż najmniejsze podobieństwo odnotowano pomiędzy otwartą tonią wodną (basen nie zarośnięty) i szuwarem zamkniętym (basen zarośnięty). Wynosiło ono 55%.

Całkowita liczebność (z całego okresu badań) sinic i glonów planktonowych była większa w pelagialu bez udziału roślinności zanurzonej (34 621 tys. os./dm³) niż w pelagialu basenu zarośniętego (29 877 tys. os./dm³). W obu strefach jeziora największą ich liczebność odnotowano jesienią, a najmniejszą w lecie. Całkowita koncentracja biomasy z całego okresu badań również była (podobnie jak liczebność) większa w otwartej toni wodnej (29,98 mg/dm³) niż w toni zamkniętej (28,54 mg/dm³). Wartości koncentracji biomasy były największe jesienią (największy udział miały zielonice, sinice, okrzemki i bruzdnice), a najmniejsze w lecie. Większe wartości liczebności i biomasy fitoplanktonu basenu nie zarośniętego odnotowano w obrębie zieleń, okrzemek, sinic i bruzdnic (głównie w okresie późnowiosennym i letnim). Wyjątek stanowiły kryptofity, które wyraźnie preferowały strefę jeziora z roślinnością zanurzoną (tab. 1).

Tabela 1

Wyniki koncentracji biomasy (mg/dm^3) oraz analizy ilościowej ($1 \text{ osobnik} \cdot 10^3/\text{dm}^3$) fitoplanktonu w Jeziorze Budzyńskim 28.05.1998 roku (w nawiasach podano liczbę osobników)
The results of biomass concentration (mg/dm^3) and quantitative structure ($1 \text{ cell} \cdot 10^3/\text{dm}^3$) of phytoplankton in Budzyńskie Lake on 28.05.1998 (in brackets are number of cells)

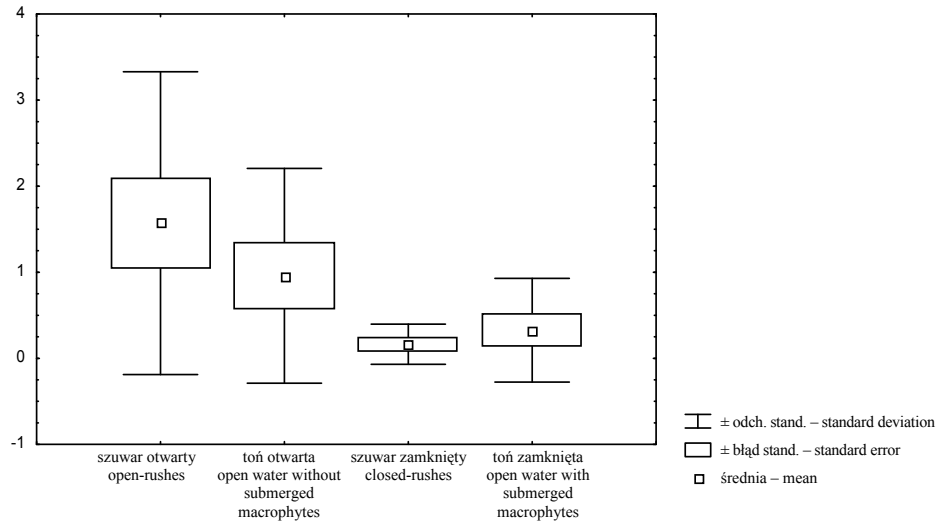
Nazwa taksonu Name of taxa	Pelagial basenu nie zarośniętego Pelagial of not overgrown basin	Pelagial basenu zarośniętego Pelagial of overgrown basin
<i>Chlorophyta</i> (Zielenice – Green algae)	5,957 (7 350)	2,752 (3 969)
<i>Bacillariophyceae</i> (Okrzemki – Diatoms)	3,041 (686)	0,336 (147)
<i>Cyanoprocarvota</i> (Sinice – Blue-green algae)	0,221 (245)	0
<i>Dinophyceae</i> (Bruzdnice – Dinoflagellate)	0,096 (196)	0,072 (147)
<i>Cryptophyceae</i> (Kryptofity – Cryptomonads)	0,034 (294)	0,528 (539)
Razem	9,349	3,688
Total	(8 771)	(4 753)

W okresie jesiennym, kiedy rośliny wodne ulegają rozkładowi, analiza jakościowa nie wykazała znaczących różnic między basenami jeziora. Potwierdza to wysoki stopień najmniejszego podobieństwa taksonomicznego, które wynosiło 70% (pomiędzy tonią wodną basenu nie zarośniętego i strefą szuwaru basenu zarośniętego).

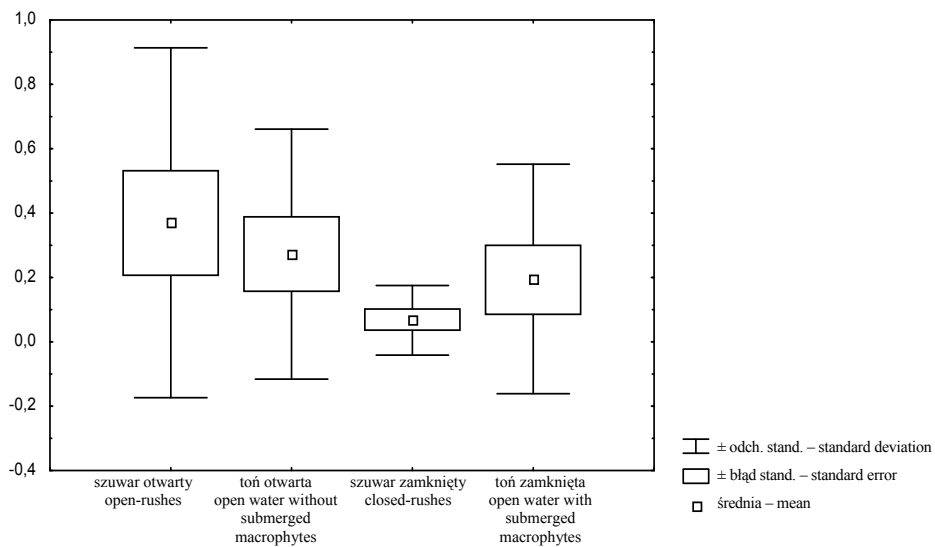
Biorąc pod uwagę cały okres badań, w basenie zarośniętym przez *Myriophyllum verticillatum* L. i *Chara tomentosa* L. odnotowano gatunki obecne tylko w tej części jeziora: *Euglena clavata* Skuja, *Tribonema vulgare* Pascher, *Fragilaria capucina* var *capucina* Desm., *Merismopedia glauca* (Ehr.) Nägeli oraz *Merismopedia punctata* Meyen. Typowy jedynie dla basenu nie zarośniętego był jeden gatunek – *Anabaena flos-aquae* Bréb. ex Bornet et Flahault.

Obliczenia wskaźnika trofii dla koncentracji chlorofilu „a” i widzialności krążka Secchiego wykazały, że Jezioro Budzyńskie miało najczęściej charakter mezoeutroficzny i eutroficzny. Obniżenie stanu trofii (do oligomezotrofii) stwierdzono jedynie w okresach, gdy roślinność makrofitowa nie była w pełni rozwinięta – wiosną i jesienią, a także w lecie w basenie nie zarośniętym. Największą wartość koncentracji chlorofilu „a” ($20 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) odnotowano w basenie nie zarośniętym przez zanurzoną roślinność w dniu 6 września.

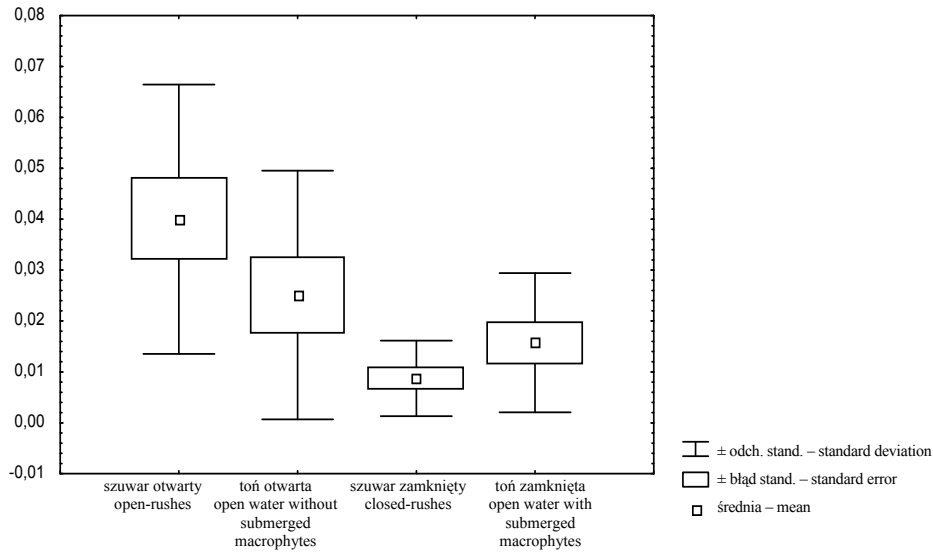
Dominanty Jeziora Budzyńskiego wyodrębniono na podstawie biomasy, liczebności oraz stopnia stałości według **Starmacha** (1989). Stałym dominantem na wszystkich czterech stanowiskach był gatunek *Closterium acutum* var *variable* Bréb. in Ralfs. Wyróżniono także taksony dominujące, które wyraźnie różnicują oba baseny jeziora: *Leptolyngbya thermalis* Anagn. i *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg (ryc. 1, 2, 3), najmniej liczne w szuwarze zamkniętym.



Ryc. 1. Koncentracja biomasy *Closterium acutum* var *variabile* w okresie od 30.04 do 18.10.1998 roku w strefie szuwaru i pelagialu obu basenów Jeziora Budzyńskiego
 Fig. 1. Biomass concentration of *Closterium acutum* var *variabile* from 30.04 to 18.10.1988 in the rush and pelagic zones of both basins in Budzyńskie Lake



Ryc. 2. Koncentracja biomasy *Leptolyngbya thermalis* w okresie od 30.04 do 18.10.1998 roku w strefie szuwaru i pelagialu obu basenów Jeziora Budzyńskiego
 Fig. 2. Biomass concentration of *Leptolyngbya thermalis* from 30.04 to 18.10.1988 in the rush and pelagic zones of both basins in Budzyńskie Lake



Ryc. 3. Koncentracja biomasy *Tetraedron minimum* w okresie od 30.04 do 18.10.1998 roku w strefie szuwaru i pelagialu obu basenów Jeziora Budzyńskiego

Fig. 3. Biomass concentration of *Tetraedron minimum* from 30.04 to 18.10.1988 in the rush and pelagic zones of both basins in Budzyńskie Lake

Dyskusja

Badania fykologiczne przeprowadzone na Jeziorze Budzyńskim wykazały, że w okresie letnim w strefie szuwaru basenu zarośniętego przez zanurzone makrofity wystąpiła największa liczba taksonów fitoplanktonu. Świadczy to o tym, że zwarty płat roślinności makrofitowej może tworzyć specyficzne środowisko i przyczynić się do zwiększenia różnorodności gatunkowej planktonu (**Kuczyńska-Kippen** i **Messyasz** 1998). Roślinność makrofitowa wzbogaca również zbiornik wodny o dodatkowe taksony peryfitonowe. Spadek liczebności i koncentracji biomasy glonów planktonowych w okresie letnim, w basenie zarośniętym jeziora, wskazuje na limitujący wpływ roślinności makrofitowej, która w tym sezonie była w pełni rozwinięta. Makrofity prawdopodobnie ograniczały dostęp światła i tym samym hamowały fotosyntezę fitoplanktonu. Przyczyną ich tłumiącej roli mogły być również takie czynniki, jak: allelopatia, zwiększenie wartości pH oraz konkurencja w czerpaniu substancji biogennych i tlenu (**Kawecka** i **Eloranta** 1994, **Kraska** 1990). Należy także wziąć pod uwagę znaczną ilość zooplanktonu, który w ciągu dnia znajduje schronienie przed drapieżnikami w strefie litoralu i roślinności zanurzonej, redukując liczebność fitoplanktonu. Limitująca rola makrofitów nie dotyczy jednak sinic oraz form wiciowych glonów planktonowych. Badania **Szyski** (1990) wykazały, że udział sinic w strefie z zanurzoną roślinnością nie

zmienia się. Poza tym jest to grupa fitoplanktonu mało podatna na wyjadanie, dlatego też duży udział zooplanktonu w strefie makrofitów nie wpływa na zmianę jej liczebności. Z badań **Kowalczewskiego i Pieczyńskiej** (1976) oraz **Schrivera i in.** (1995) wynika, że taksony fitoplanktonu zaopatrzone w wici preferują strefę z roślinnością makrofitową. Dotyczy to obecnych w Jeziorze Budzyńskim kryptofitów, bruzdnic oraz różnowiciowców. Brak makrofitów wpływa na obniżenie stanu trofii jeziora (**Kraska** 1990), co zaobserwowano w okresie letnim w basenie nie zarośniętym oraz w sezonie wiosennym i jesiennym w basenie zarośniętym. Ma także wpływ na wzrost koncentracji chlorofilu „a” i tę zależność stwierdzono w Jeziorze Budzyńskim.

Wnioski

Badania fykologiczne przeprowadzone na Jeziorze Budzyńskim w całym okresie wegetacyjnym w 1998 roku dowiodły, że zwarty płat roślinności zanurzonej (*Myriophyllum verticillatum* L. i *Chara tomentosa* L.) wywarł znaczący wpływ na zmiany w strukturze jakościowej i ilościowej fitoplanktonu w strefie litoralu i pelagialu tego akwenu. Rola makrofitów była najlepiej widoczna w sezonie późnowiosennym i letnim, ponieważ w tym czasie osiągnęły one maksimum swojego rozwoju. Pozwoliło to zaobserwować różnice w strukturze fitoplanktonu pomiędzy basenem zarośniętym i nie zarośniętym jeziora. Roślinność makrofitowa wyraźnie wzbogacała basen zarośnięty o dodatkowe taksony peryfitonowe oraz w pewnych okresach hamowała rozwój większości grup systematycznych fitoplanktonu (z wyjątkiem sinic i form wiciowych glonów planktonowych). Pełniła również funkcję izolatora, zapobiegając wymieszaniu gatunków pomiędzy strefami jeziora.

Literatura

- Carlson R.E.** (1977): A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22: 361-369.
- Celewicz S., Messyas B.** (2000): Horizontal distribution of summer algae community in polymictic Lake Budzyńskie, Poland. W: *Materiały Zjazdowe XIX Sympozjum Sekcji Fykologicznej PTB. Ekologia i taksonomia – małżeństwo z rozsądku?* Wyd. FIL, Bydgoszcz: 111-112.
- Cerbin S., Kuczyńska-Kippen N., Wieścicka I.** (1999): Does dense submerged vegetation have an effect on the zooplankton of the rushes and open water zone? *Acta Hydrobiol.* 41, 6: 179-183.
- Dąbska I., Hładka M., Niedzielska E., Pańczakowa J., Szyszka T.** (1978): Hydrobiologiczne badania jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego. Cz. 1. Jeziora Rynny Górecko-Budzyńskiej. *Pr. Kom. Biol. PTPN* 67: 5-46.
- Kawecka B., Eloranta P.V.** (1994): *Zarys ekologii wód słodkich i środowisk lądowych.* PWN, Warszawa: 11-250.
- Kowalczewski A., Pieczyńska E.** (1976): *Algae.* W: *Selected problems of lake littoral ecology.* Red. E. Pieczyńska. University of Warsaw, Warszawa: 55-68.

- Kraska M.** (1990): Makrofity Jeziora Budzyńskiego. W: Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja. Część 2. Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty na ekosystemach. Red. Z. Kajak. Wyd. SGGW-AR, Warszawa: 23-35.
- Kuczyńska-Kippen N., Messyasz B.** (1998): The estimation of phytoplankton and zooplankton in the zones of rushes and submerged vegetation of Lake Lubaskie Duże. *Oceanol. Stud.* 27, 2: 23-29.
- Lorenzen C.J.** (1967): Determination of chlorophyll and pheo-pigments spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-346.
- Pelechaty M., Owsiany P.M.** (2000): Letnie zbiorowiska fitoplanktonowe strefy fitolitoralu i pelagialu jezior Góreckiego i Jarosławieckiego (WPN). W: Materiały Zjazdowe XVIII Zjazdu Hydrobiologów Polskich w Białymstoku. Wyd. LEDA, Białystok: 199.
- Pęczuła W.** (2000): Fitoplankton dwóch różnych siedlisk litoralowych w płytkim humusowym jeziorze na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. W: Materiały Zjazdowe XVIII Zjazdu Hydrobiologów Polskich w Białymstoku. Wyd. LEDA, Białystok: 200.
- Rott E.** (1981): Some result from phytoplankton counting intercalibration. *Schweiz. Z. Hydrobiol.* 43, 1: 34-62.
- Schriver P.J., Bogstrand E., Jeppesen E., Sondergaard M.** (1995): Impact of submerged macrophytes on fish – zooplankton – phytoplankton interactions; large scale enclosure experiments in a shallow eutrophic lake. *Freshwat. Biol.* 33: 255-270.
- Starmach K.** (1989): Plankton roślinny wód słodkich. PWN, Warszawa: 7-62.
- Stefaniak K.** (2000): Struktura zbiorowisk glonów planktonowych na tle różnych zbiorowisk hydromakrofitów jeziora Pławno. Maszyn. Zakład Hydrobiologii UAM, Poznań.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R.** (1972): A practical handbook of seawater analysis. Bull. 167, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa: 1-21.
- Szyszka T.** (1990): Zależność średnich letnich wartości parametrów fitoplanktonowych od koncentracji P w jeziorach eutroficznych. W: Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja. Część 2. Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty na ekosystemach. Red. Z. Kajak. Wyd. SGGW-AR, Warszawa: 45-50.

STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON COMMUNITIES IN RUSH AND PELAGIC ZONES IN THE BUDZYŃSKIE LAKE

S u m m a r y

The paper contains an attempt to describe the changes in the phytoplankton communities of the polymictic Budzyńskie Lake (Wielkopolski National Park) with the estimation of the submerged macrophytes role. The surface water of the Budzyńskie Lake used for the phycological investigations has been taken from four stations: 1 – zone of rushes of not overgrown basin, 2 – zone of open water area of not overgrown basin, 3 – zone of closed-rushes, 4 – zone of open water with large area of submerged macrophytes.

A greater variety of phytoplankton species was present, as a result of enrichment of the pelagic zone above submerged macrophytes by periphyton taxa. The phytoplankton flora was dominated by greens (*Chlorococcales*), diatoms and blue-greens. Other groups of algae were represented by few species. It was found that concentrations of phytoplankton cells were higher in the pelagic zone of not overgrown basin than in pelagic zone in basin with large area of submerged macrophytes. The highest number of phytoplankton cells was found in autumn and the lowest one was found in summer. Phytoplankton taxa present only in one zone and absent in others were

noted during the research period. Differentiation of two basins in the Budzyńskie Lake was acknowledged by a low coefficient of the taxonomic similarity.

From taxa found in 1998 only *Closterium acutum* var *variabile* Bréb. in Ralfs, was dominant in all the studied zones of the lake. The zone of closed-rushes was characterized by the lowest concentrations of *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg and *Leptolyngbya thermalis* Anagn., which were abundant on residual stations.

Low concentrations of chlorophyll "a" and high values of Secchi disk visibility was an evidence of mesoeutrophy or slight eutrophy of the lake.