

NATALIA KUCZYŃSKA-KIPPEN<sup>1</sup>, BEATA MESSYASZ<sup>2</sup>,  
BARBARA NAGENGAST<sup>1</sup>

## STRUKTURA UGRUPOWAŃ PERYFITONOWYCH JEZIORA WIELKOWIEJSKIEGO

Z <sup>1</sup>Zakładu Ochrony Wód  
oraz z <sup>2</sup>Zakładu Hydrobiologii  
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

ABSTRACT. The work presents the results of the research carried out on epiphytic communities in two macrophyte habitats – *Chara tomentosa* and *Typha angustifolia*. The different architecture of both aquatic substrata led to the differentiation of the taxonomical and quantity structure of periphyton.

**Key words:** periphyton, diatoms, green algae, life forms, *Chara*, *Typha*

### Wprowadzenie

Analiza czynników kształtujących strukturę i rozwój zbiorowisk epifitycznych w obrębie różnorodnych siedlisk strefy fitolitoralu może się w dużym stopniu przyczynić do rozpoznania różnorodności gatunkowej w danym ekosystemie wodnym. Jednym z najważniejszych czynników wpływających na zróżnicowanie ugrupowań peryfitonowych jest dostępność światła w danym siedlisku roślinnym, warunkowana strukturą przestrzenną i morfologią konkretnego gatunku makrofitu. Ponadto rodzaj powierzchni i tekstura substratu roślinnego wykorzystywanego przez glony do kolonizacji konkretnego siedliska również modyfikuje charakter zbiorowisk poroślowych (Straškraba i Pieczyńska 1970, Ondok 1978, Duggan 2001).

Udowodniony jest także fakt supresyjnego oddziaływania makrofitów, przez wydzielanie substancji chemicznych, na rozwój fitoplanktonu (Wium-Andersen i in. 1982, Nakai i in. 1999) i zooplanktonu (Dorgelo i Heycoop 1985, Lauridsen i Lodge 1996) w płytkich zbiornikach wodnych, co może się również przyczynić do kształtowania zbiorowisk glonów peryfitonowych strefy litoralu.

Dodatkowym czynnikiem, który może znacząco wpływać na charakter ugrupowań epifitycznych, jest presja organizmów bezkręgowych, które są znane z selektywnego

wyjadania poszczególnych frakcji wielkościowych glonów, co prowadzi niejednokrotnie do istotnych zmian w strukturze tego zbiorowiska (Jones i in. 2000).

Celem badań prowadzonych na Jeziorze Wielkowiejskim była analiza struktury zbiorowisk peryfitonu w dwóch siedliskach makrofitowych, różniących się architekturą i orientacją pędów w przestrzeni. Siedliskami tymi były: płat ramienicy (*Chara tomentosa*) i szuwaru (*Typha angustifolia*). Analizowano w nich strukturę taksonomiczną i dynamikę liczebności peryfitonu z uwzględnieniem zmian sezonowych. Dotychczas na Jeziorze Wielkowiejskim badano przede wszystkim relację ugrupowań planktonowych do makrofitów i parametrów chemicznych siedliska (Kuczyńska-Kippen i Nagengast 2002, 2003, Celewicz i in. 2004, Kuczyńska-Kippen i Nagengast w druku), w związku z czym dane dotyczące ugrupowań epifitycznych są pierwszymi wynikami dla tego terenu. Badania prowadzono w ramach grantu interdyscyplinarnego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza i Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu (PU-II/50).

## Teren badań

Jezioro Wielkowiejskie jest płytkim zbiornikiem wodnym, usytuowanym w zachodniej części Wielkopolskiego Parku Narodowego, o powierzchni 13,3 ha, maksymalnej głębokości 2,8 m i średniej głębokości 1,4 m (Jańczak i in. 1996). Zostało włączone w obręb Parku, wraz z poszerzeniem jego granic, w 1996 roku.

Zbiornik otacza pas roślinności szuwarowej zdominowany przez zbiorowisko pałki wąskolistnej (*Typhetum angustifoliae* Soó 1927 ex Pignatti 1953) i zespół trzciny pospolitej (*Phragmitetum communis* (W. Koch 1926) Schmalke 1939). Duża część misy jeziornej jest pokryta przez roślinność zanurzoną należącą do czterech zbiorowisk: *Nitellopsidetum obtusae* (Sauer 1937) Dąbbska 1961, *Charetum tomentosae* Corillion 1957, *Ch. hispidae* Corillion 1957 oraz *Utricularietum vulgaris* (Soó 1947) Pass. 1961. Dobrze wykształcone zbiorowisko grzybieni białych (*Nupharo-Nymphaeetum albae* Tomaszewicz 1977) pokrywa około 20% powierzchni lustra wody.

Na podstawie wskaźników stanu trofii (Carlson 1977) Jezioro Wielkowiejskie określono jako zbiornik mezotroficzny (Messyasz 2001). Badania ichtiofauny Jeziora Wielkowiejskiego, prowadzone w latach 1991-1997, wykazały obecność 16 gatunków ryb, z dominującymi płocią (*Rutilus rutilus* L.), leszczem (*Abramis brama* L.) i okoniem (*Perca fluviatilis* L.), co wskazuje na eutroficzny charakter jeziora (Mastyński i in. 2001). Jezioro Wielkowiejskie pozostaje pod opieką Polskiego Związku Wędkarskiego.

## Metody

Strukturę zbiorowisk peryfitonu Jeziora Wielkowiejskiego badano w trzech sezonach (wiosna, lato, jesień) w 2003 roku na stanowiskach zlokalizowanych w płatach z *Chara tomentosa* i *Typha angustifolia*. Próby zbierano z części roślin o łącznej długości 0,2 m, wycinanych z głębokości 0,1-0,3 m. Peryfiton był najpierw dokładnie wytrząsany w wodzie destylowanej, a następnie jego pozostałości zeskrobywano nożem i małą

szczoteczką w celu dokładnego zebrania materiału z badanej powierzchni rośliny. Próby w terenie konserwowano 4-procentowym roztworem formaliny.

Ugrupowania glonów i sinic peryfitonowych przedstawiono według klasyfikacji **Anagnostidisa i Komárka** (1988), **Komárka i Anagnostidisa** (1986, 1989), **Krammera i Lange-Bertalota** (1986, 1988, 1991 a, b), **Hindáka** (1984, 1988, 1990) oraz **Starma-cha** (1989). Próby liczone, używając metody sedymentacyjnej **Utermöhla** (1958). Komórka była podstawową jednostką obliczeniową. W przypadku sinic i zielenic nitkowatych za jednego osobnika przyjęto odcinek o długości 100  $\mu\text{m}$ . Biomasa obliczona, mnożąc liczbę komórek danego gatunku przez objętość przyporządkowaną do jego kształtu (**Edler** 1979, **Rott** 1981). Biomasa podano w  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  wody.

Klasyfikację gatunków zagrożonych podano za **Siemińską** (1986) oraz **Lange-Bertalotem i Steindorfem** (1996), natomiast charakterystyka ekologiczna okrzemek została podana według klasyfikacji **Van Dama i in.** (1994).

Wyróżniono formy życiowe okrzemek (**Kuhn i in.** 1981) i przeprowadzono analizę ich udziału na poszczególnych stanowiskach badawczych. Dla zbiorowisk peryfitonu obliczono wskaźnik różnorodności gatunkowej, stosując wzór Shannona-Weavera (**Margalef** 1958). Badano także chlorofil *a* w wodzie pobranej pomiędzy pędami w poszczególnych zbiorowiskach hydromakrofitów.

## Wyniki i dyskusja

W trakcie badań struktury ugrupowań peryfitonowych Jeziora Wielkowiejskiego stwierdzono w nim obecność 186 taksonów sinic i glonów (tab. 1). Najliczniej reprezentowane były *Chlorophyta* (40% struktury taksonomicznej), *Bacillariophyceae* (39%) i *Cyanoprokaryota* (12%). Liczba taksonów pozostałych grup glonów utrzymywała się na stosunkowo niskim poziomie – średnio 2%. Stwierdzono, że w obrębie stanowiska pałki wąskolistnej dominowały jakościowo okrzemki, co jest potwierdzone przez dane literaturowe (**Müller** 1999, **King i in.** 2000).

W Jeziorze Wielkowiejskim oznaczono 72 taksony okrzemek, ale tylko 43 taksony scharakteryzowano pod względem ekologicznym. Na podstawie analizy ekologicznej, według **Van Dama i in.** (1994), wykazano wśród tej grupy glonów przewagę okrzemek o charakterze eutroficznym (44% taksonów) oraz mezoeutroficznym (30%). Stwierdzono, że 21 taksonów (49%) preferuje warunki  $\beta$ -mezosaprobne, natomiast dziewięć taksonów znajduje lepsze warunki rozwoju w środowisku  $\alpha$ -mezosaprobnym. W badanych siedliskach zanotowano głównie okrzemki alkalifilne (49%) oraz okołoneutralne (25%). Zarówno na stanowisku z *Typha*, jak i *Chara* przeważały okrzemki preferujące duże i umiarkowane stężenie tlenu w wodzie. Charakterystyka ekologiczna oparta na strukturze okrzemek potwierdza słabo zaawansowaną eutrofię wód Jeziora Wielkowiejskiego, stwierdzoną wcześniej na podstawie analizy parametrów fizycznych i chemicznych (**Kuczyńska-Kippen i Nagengast** w druku).

W badanym jeziorze nie stwierdzono żadnych gatunków rzadkich czy też zagrożonych wyginięciem na terenie Polski (**Siemińska** 1986). Na podstawie charakterystyki ekologicznej okrzemek (**Lange-Bertalot i Steindorf** 1996) w obu omawianych siedliskach wyróżniono taksony narażone na zmniejszenie swojego występowania na terenie Europy: *E. praerupta* var. *bidens*, *E. praerupta* var. *inflata* i *Achnanthes flexella*.

Tabela 1

**Biomasa peryfitonu w Jeziorze Wielkowiejskim w 2003 roku (mg·l<sup>-1</sup>)**  
**The biomass of periphyton in the Wielkowiejskie Lake in 2003 (mg·l<sup>-1</sup>)**

Stanowisko – Station	Sp Typha	Sp Chara	Su Typha	Su Chara	A Typha	A Chara
1	2	3	4	5	6	7
<b>Cyanoprokaryota</b>						
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg et Komarek	.	.	.	.	.	0,094
<i>Chamaesiphon curvatus</i> Nordstedt	.	.	+	.	.	.
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	0,005	0,005	.	0,023	0,005	0,027
<i>Limnothrix redeckeii</i> (Van Goor) Meffert	.	.	.	+	.	.
<i>Lyngbya birgei</i> G.M. Smith	.	.	.	.	.	+
<i>Lyngbya contorta</i> Lemm.	.	.	.	+	.	.
<i>Lyngbya hieronymusii</i> Lemm.	0,032	0,238	2,505	.	2,452	5,758
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun	.	.	.	+	.	+
<i>Merismopedia maior</i> (Smith) Geitler	.	.	.	.	.	0,13
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	.	.	.	.	.	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	.	.	+	.	.	.
<i>Oscillatoria pseudogeminata</i> Schmid.	.	.	.	.	+	0,473
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	.	.	+	.	.	.
<i>Phormidium amphibium</i> (Ag. ex Gom.) Anagn. et Kom.	+	0,027	.	.	.	.
<i>Phormidium terebriforme</i> Ag. ex Gom.	.	.	.	.	+	0,854
<i>Planktolingbya thermalis</i> Anagn.	0,002	0,236	0,555	0,866	0,188	0,949
<i>Planktothrix agardhii</i> (D.C. ex Gom.) Anagn. et Kom.	.	.	.	+	.	.
<i>Pseudanabaena limnetica</i> Lemm.	+	+	.	.	+	0,079
<i>Scytonema</i> sp.	+	.	.	.	+	.
<i>Spirulina maior</i> Kütz.	0,001	.	+	.	.	.
<i>Woronichinia compacta</i> (Lemm.) Kom. et Hindak	.	.	.	.	+	.
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin	.	.	+	.	0,054	0,15
Suma – Total	0,04	0,506	3,06	0,889	2,699	8,514
<b>Bacillariophyceae</b>						
<i>Achnanthes flexella</i> (Kütz.) Brun.	.	.	.	0,732	.	.
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	.	0,204	0,696	0,845	0,122	.
<i>Achnanthes linearis</i> var. <i>pusilla</i> (W. Smith) Grun.	.	0,011	.	.	.	.
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	0,024	0,365	1,602	0,504	0,632	2,08
<i>Achnanthes nodosa</i> Cleve	.	.	.	.	0,041	0,171
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	0,03	0,02	0,286	+	0,226	.
<i>Caloneis latiscula</i> (Kütz.) Cleve	0,007	.	.	.	.	.

Tabela 1 – cd.

1	2	3	4	5	6	7
<i>Caloneis schumanniana</i> var. <i>biconstricta</i> (Grun.) Reichelt	.	.	0,322	.	.	.
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cleve	.	.	.	0,329	0,055	0,236
<i>Caloneis silicula</i> var. <i>truncatula</i> Grun.	0,013	.	.	.	.	.
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	0,004	.	0,035	.	0,055	.
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	0,029	0,138	0,14	.	.	+
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	.	0,015	.	.	0,008	0,021
<i>Cyclotella operculata</i> (Ag.) Kütz.	.	.	0,005	.	.	0,033
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm.	+	+	.	0,445	.	.
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	0,122	4,673	1,797	6,436	1,752	67,29
<i>Cymbella cistula</i> (Ehr.) Kirchner	0,043	.	.	.	.	.
<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kütz.	0,087	.	.	.	.	.
<i>Cymbella elginensis</i> Krammer	.	.	.	.	0,234	.
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz.	.	.	0,206	.	0,081	.
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Kirchner	0,039	0,289	1,831	0,572	0,578	2,698
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Raben.	0,122	1,221	1,371	2,305	0,916	11,189
<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve	.	.	0,722	.	.	.
<i>Cymbella tumidula</i> Grunow	.	.	1,022	.	0,269	.
<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	.	.	0,028	.	.	0,062
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	0,111	0,465	.	.	.	.
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve	0,056	.	0,053	+	0,042	0,588
<i>Epithemia argus</i> (Ehr.) Kütz.	0,082	.	2,876	.	1,136	.
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	.	.	.	0,112	0,057	.
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehr.) Brun.	.	.	.	.	0,101	.
<i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kütz.	.	.	.	0,25	0,126	.
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills	.	.	0,199	.	.	.
<i>Eunotia exigua</i> (Breb.) Raben.	0,051	2,057	.	.	.	.
<i>Eunotia praerupta</i> Ehr.	0,015	.	1,312	.	1,381	.
<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i> (Ehr.) Grunow	.	.	0,194	.	0,729	0,215
<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>inflata</i> Grunow	.	.	.	.	.	1,121
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	.	0,416	0,176	.	+	+
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.	.	.	.	0,015	.	.
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0,008	0,049	0,532	.	0,394	0,588
<i>Fragilaria dilitata</i> (Breb.) Lange-Bertalot	0,033	0,359	0,227	0,213	0,107	0,803
<i>Fragilaria intermedia</i> Grunow	.	0,059	0,438	0,523	0,11	0,412
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	.	.	0,191	.	0,121	.
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	0,035	0,653	0,853	+	.	0,343
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	0,126	0,983	1,023	1,041	0,281	2,654

Tabela 1 – cd.

1	2	3	4	5	6	7
<i>Fragilaria virescens</i> var. <i>mesolepta</i> Schönfeld	.	.	.	.	0,166	.
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	0,146	1,02	2,675	1,689	0,736	2,326
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Cl.	0,008	.	1,108	1,252	0,543	2,207
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronatum</i> (Ehr.) W. Sm.	.	.	0,292	.	0,058	0,323
<i>Gomphonema angustum</i> Agard.	.	.	0,103	.	0,082	0,229
<i>Gomphonema augur</i> Ehr.	0,024	+	0,513	.	0,037	0,206
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehr.	.	.	0,423	.	0,223	.
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	.	0,279	.	.	.	.
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	.	.	.	0,018	.	.
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Breb.	0,045	0,132	0,143	0,168	0,113	0,765
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	0,034	0,207	2,279	.	0,33	+
<i>Navicula capitata</i> Ehr.	0,004	.	.	.	.	.
<i>Navicula cinta</i> (Ehr.) Ralfs	0,017	0,124	0,057	.	0,045	.
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	.	.	.	.	0,051	.
<i>Navicula elegendensis</i> (Greg.) Ralfs in Pritch.	0,002	.	.	.	.	.
<i>Navicula gastrum</i> (Ehr.) Kütz.	.	.	.	.	.	+
<i>Navicula hungarica</i> var. <i>capitata</i> Ehr.	+	.	.	.	.	.
<i>Navicula lanceolata</i> (Agard.) Ehr.	.	.	.	.	0,111	.
<i>Navicula placentula</i> (Ehr.) Grunow	.	.	.	.	.	+
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	0,074	0,519	0,47	.	1,225	3,846
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	.	.	.	.	0,162	0,907
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	.	0,193	+	.	.	0,54
<i>Pinularia maior</i> (Kütz.) Cleve	0,015	+	.	.	.	1,921
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müller	0,11	1,657	7,873	24,585	11,188	52,209
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müller var. <i>ventricosa</i>	0,037	+	0,351	0,868	3,046	9,304
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	0,098	0,146	.	.	.	.
<i>Surirella biseriata</i> Bréb.	0,147	.	.	.	.	.
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	0,185	0,249	.	.	0,078	.
Suma – Total	1,983	16,503	34,424	42,902	27,748	165,287
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Ankistrodesmus bibrainus</i> (Reinsch) Kors.	.	.	.	.	.	0,273
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	.	0,033	.	0,098	.	0,256
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	.	.	.	1,245	0,122	0,685
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemm.	.	0,149	.	.	.	.
<i>Characium</i> sp.	.	.	+	.	+	.

Tabela 1 – cd.

1	2	3	4	5	6	7
<i>Cladophora glomerata</i> L. (Kütz.)	.	.	+	.	.	.
<i>Closterium acutum</i> Bréb. in Ralfs	.	.	.	0,407	+	.
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> (Lemm.) Krieg.	.	.	.	+	.	.
<i>Closterium ceratium</i> Perty	.	0,128	.	.	.	.
<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneg. ex Ralfs	.	+	.	.	0,265	0,371
<i>Closterium gracile</i> Bréb. ex Ralfs	.	+	.	+	.	.
<i>Closterium strigosum</i> Bréb.	.	.	.	+	.	.
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer	.	.	+	1,461	0,164	0,919
<i>Coelastrum microporum</i> Nageli in A. Braun	.	0,114	0,096	+	.	+
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn	.	+	.	.	0,284	.
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Korš.	.	.	.	.	.	1,066
<i>Cosmarium bireme</i> Nordst.	.	+	.	.	0,143	.
<i>Cosmarium dentiferum</i> Corda	.	.	.	+	.	+
<i>Cosmarium fontigenum</i> Nordst.	.	.	.	1,157	.	0,437
<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. in Ralfs	.	.	.	+	.	+
<i>Cosmarium leave</i> Rabenh.	.	.	+	+	.	+
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Turp.) Ralfs	.	1,426	6,325	12,697	4,279	33,953
<i>Cosmarium phaseolus</i> Breb. in Ralfs	.	.	0,189	+	+	.
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille	.	+	.	+	.	.
<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	0,001	0,052	0,024	0,196	0,033	0,593
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. et G.S. West	.	.	0,005	.	0,001	0,034
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Kom.	.	0,015	.	+	0,017	0,083
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	.	0,029	0,019	+	.	0,082
<i>Desmodesmus grahneisii</i> (Heynig) Fott.	.	.	.	.	+	0,052
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. et G.S. West) Hegew.	.	.	.	+	.	.
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli	0,009	.	.	.	0,362	19,442
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	.	0,418	1,59	24,417	1,883	6,249
<i>Didymocystis bicellularis</i> (Chod.) Kom.	.	.	.	.	.	+
<i>Geminella interrupta</i> (Turpin.) Lagerh.	.	+	.	.	.	.
<i>Gloeotilla turfosa</i> Skuja	.	.	.	2,479	.	.
<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i> (G.M. Sm.) Kom.	.	+	.	.	.	.
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindak	.	.	.	.	.	+
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chod.	.	.	.	+	.	+
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. Legn.	.	.	.	.	+	0,059

Tabela 1 – cd.

1	2	3	4	5	6	7
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	.	.	.	.	.	0,459
<i>Monoraphidium mirabile</i> (W. et G.S. West) Pankow	.	.	.	+	.	+
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. et G.S. West) Kom.-Legn.	.	0,243	.	.	.	.
<i>Oedogonium</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	.	+	.	.	.	.
<i>Oocystis marsonii</i> Lemm.	.	0,045	.	+	.	.
<i>Oocystis parva</i> W. et G.S. West	.	.	0,146	0,909	0,038	0,322
<i>Pediastrum biradiatum</i> Meyen	.	+	.	.	.	4,939
<i>Pediastrum biradiatum</i> var. <i>longecornutum</i> Gutw.	.	0,441	.	+	0,441	+
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Racib.) Sulek	+	.	.	.	.	.
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch	+	2,646	1,117	.	+	1,235
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	.	+	+	+	.	0,484
<i>Pteromonas angulosa</i> (Carter) Lemm.	.	0,007	.	.	.	.
<i>Radiococcus nimbatus</i> (De Wild) Schmidle	.	.	+	0,381	+	1,108
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	0,001	0,087	.	.	.	0,061
<i>Scenedesmus arcuatus</i> var. <i>platydiscus</i> G.M. Smith	.	0,046	.	.	.	0,127
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Ded.	.	0,011	.	.	.	.
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turp.) Kütz.	.	.	.	.	+	.
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb.) Chodat	+	.	.	.	.	.
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	.	.	0,018	.	0,029	0,04
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen	.	0,023	.	0,27	.	+
<i>Scenedesmus serratus</i> (Corda) Bohlin	.	0,032	.	.	.	.
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourrelly	0,005	0,305	0,193	0,226	0,038	1,653
<i>Spirogyra</i> sp.	0,054	3,415	1,527	44,998	+	5,697
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs	.	.	0,087	0,205	+	0,289
<i>Staurastrum inflexum</i> Bréb.	.	+	.	.	.	.
<i>Staurastrum mansfeldtii</i> Delponte	.	.	.	.	+	0,608
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen	+	.	.	.	.	.
<i>Staurastrum polymorphum</i> Bréb.	.	+	.	+	.	+
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Bréb.) Teiling	.	+	.	+	.	+
<i>Stigeoclonium farctum</i> Berthold	0,049	+	.	.	.	.
<i>Tetradesmus crocici</i> Fott et Kom.	.	.	0,024	.	.	0,081
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansg.	.	0,007	0,027	+	0,002	0,009



Tabela 1 – cd.

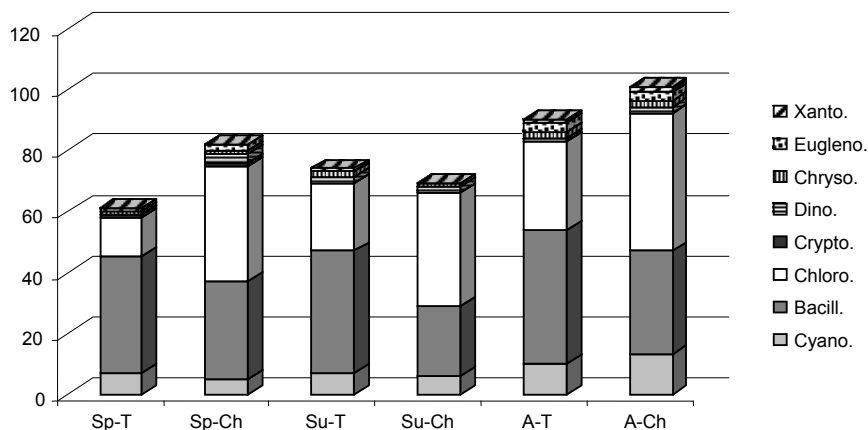
1	2	3	4	5	6	7
<i>Ulotrix subtilissima</i> Raben.	0,142	0,759	.	.	4,405	.
<i>Ulotrix zonata</i> (Weber et Moor) Kütz.	.	.	.	+	.	26,705
<i>Uronema gigas</i> Vischer	0,025	.	.	.	.	.
Suma – Total	0,286	10,431	11,387	91,146	12,506	108,371
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	.	0,049	.	.	.	.
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	0,001	.	.	.	.	.
Suma – Total	0,001	0,049	0	0	0	0
<b>Dinophyceae</b>						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müll.) Bergh	.	+	.	.	.	+
<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Bourrelly	.	0,12	0,304	4,272	.	.
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müll.) Ehr.	.	+	1,245	3,887	3,604	1,835
Suma – Total	0	0,12	1,549	8,159	3,604	1,835
<b>Chrysophyceae</b>						
<i>Cysty Dinobryon</i> sp.	0,004	0,025	0,203	.	+	+
<i>Dinobryon divergens</i> Imhoff	.	.	0,052	0,163	.	.
<i>Dinobryon sociale</i> Ehr.	.	.	.	.	+	+
Suma – Total	0,004	0,025	0,255	0,163	0	0
<b>Euglenophyta</b>						
<i>Euglena acus</i> Ehr.	.	.	.	.	0,177	+
<i>Euglena proxima</i> Dang.	.	+	.	.	.	.
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	.	.	.	.	.	+
<i>Phacus orbicularis</i> Hübner	.	.	.	.	.	0,234
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	.	.	.	.	0,132	.
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko	0,002	+	.	.	+	.
Suma – Total	0,002	0	0	0	0,309	0,234
<b>Xantophyceae</b>						
<i>Tribonema vulgare</i> Pasch.	.	.	1,097	.	+	+
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	.	.	.	.	.	+
Suma – Total	0	0	1,097	0	0	0
Biomasa ogółem – Total biomass	2,316	27,634	51,772	143,259	46,866	284,241

Sp – wiosna, Su – lato, A – jesień, . – nie stwierdzono, +- obecny w analizie jakościowej.

Sp – spring, Su – summer, A – autumn, . – not noted, +- present in quality analysis.

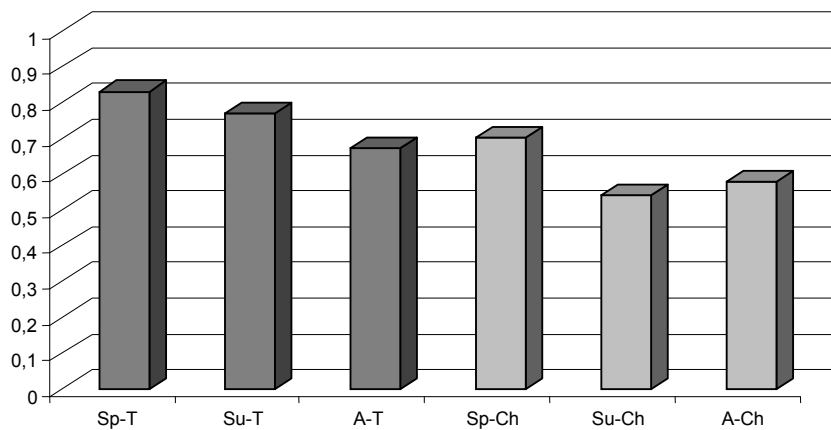
Analiza sezonowa struktury taksonomicznej nie wykazała znacznych różnic w żadnym z badanych siedlisk (ryc. 1), przy czym każdorazowo większą liczbę taksonów okrzemek stwierdzano na stanowisku z *Typha*, natomiast zielenic w płacie z *Chara*. Wskaźnik różnorodności gatunkowej w obu zbiorowiskach makrofitów osiągnął największe wartości

w okresie wiosennym i wykazywał tendencję spadkową w kolejnych sezonach (ryc. 2). Większe wartości tego wskaźnika wyraźnie charakteryzowały strefę szuwaru.



Ryc. 1. Liczba taksonów poszczególnych grup systematycznych stwierdzonych w peryfitonie Jeziora Wielkowiejskiego w 2003 roku (Sp-T – wiosna Typha; Sp-Ch – wiosna Chara; Su-T – lato Typha; Su-Ch – lato Chara; A-T – jesień Typha; A-Ch – jesień Chara; Cyano. – *Cyanoprokaryota*; Bacill. – *Bacillariophyceae*; Chlo. – *Chlorophyta*; Crypto. – *Cryptophyceae*; Dino. – *Dinophyceae*; Chryso. – *Chrysophyceae*; Eugleno. – *Euglenophyta*; Xanto. – *Xantophyceae*)

Fig. 1. Taxa numbers of particular taxonomical groups identified in periphyton communities in the Wielkowiejskie Lake during 2003 (Sp-T – spring Typha; Sp-Ch – spring Chara; Su-T – summer Typha; Su-Ch – summer Chara; A-T – autumn Typha; A-Ch – autumn Chara; Cyano. – *Cyanoprokaryota*; Bacill. – *Bacillariophyceae*; Chlo. – *Chlorophyta*; Crypto. – *Cryptophyceae*; Dino. – *Dinophyceae*; Chryso. – *Chrysophyceae*; Eugleno. – *Euglenophyta*; Xanto. – *Xantophyceae*)



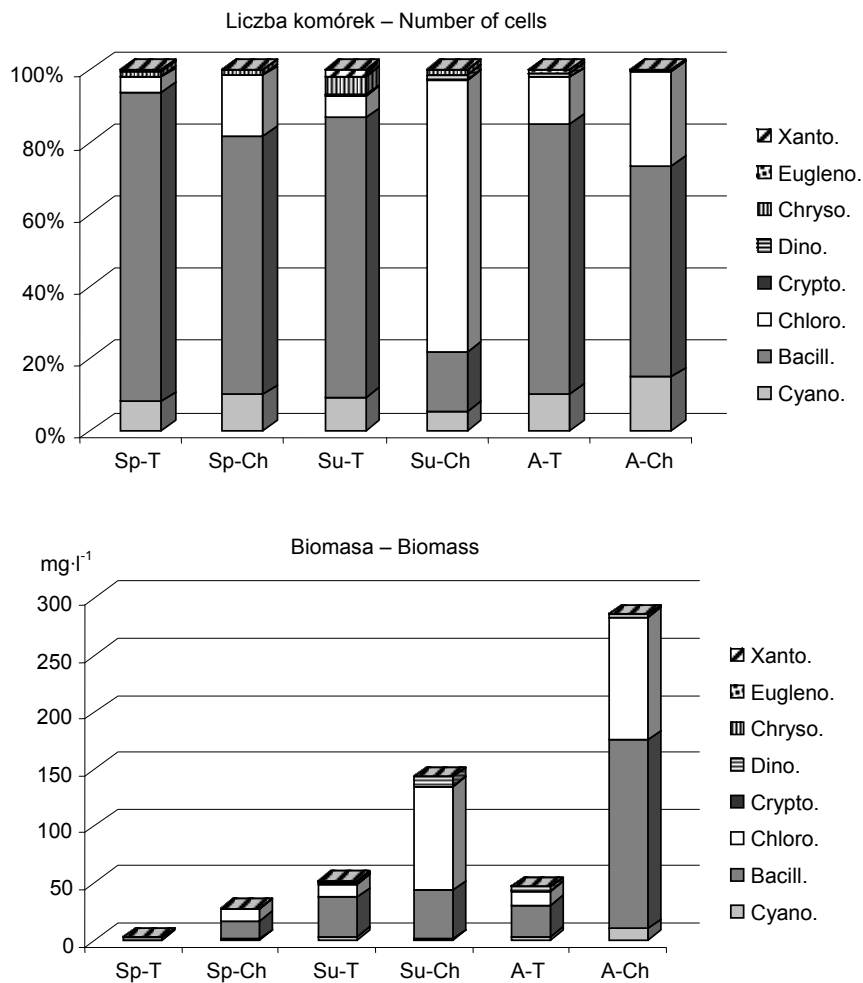
Ryc. 2. Wartości współczynnika „evenness” w zbiorowiskach makrofitów w Jeziorze Wielkowiejskim w 2003 roku

Fig. 2. The value of the evenness index in the macrophyte zones of the Wielkowiejskie Lake during 2003

Charakterystyczną cechą ugrupowań epifitycznych jest także szeroki zakres wartości biomasy peryfitonu. Na stanowisku z *Typha* biomasa całkowita peryfitonu wynosiła od 2,316 mg·l<sup>-1</sup> do 51,772 mg·l<sup>-1</sup>, a na stanowisku z *Chara* od 27,634 mg·l<sup>-1</sup> do 285,349 mg·l<sup>-1</sup>. Porównując liczebność i biomasa zbiorowisk peryfitonu, zauważono, że bez względu na porę roku większe wartości występowały zawsze w płacie z *Chara* (ryc. 2), czego potwierdzeniem były też zdecydowanie większe wartości stężeń chlorofilu *a* w siedlisku z ramienicą, niezależnie od sezonu badawczego. Wyraźnie mała biomasa wiosną, w stosunku do okresu letniego i jesienno, mogła być związana z niewielką stabilnością struktury rozwijającego się peryfitonu na początku sezonu wegetacyjnego, co również zostało potwierdzone w badaniach (Roos 1983). Największą całkowitą wartość biomasy odnotowano w próbie jesiennej w strefie ramienicy (285,349 mg·l<sup>-1</sup>) (ryc. 3), co było wynikiem dominacji okrzemek i zielenic o dużych rozmiarach komórek, takich jak: *Rhopalodia gibba*, *Cymbella affinis*, *Cosmarium margaritatum*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum* oraz *Ulothrix zonata*. W badanym jeziorze maksymalna biomasa zielenic w strefie ramienicy wynosiła 91,146 mg·l<sup>-1</sup> latem i 108,371 mg·l<sup>-1</sup> jesienią (tab. 1).

Wiele zbiorowisk peryfitonowych charakteryzuje duża biomasa, porównywalna z największymi wartościami notowanymi w ekosystemach hipertroficznym (Lampert i Sommer 1997). Rozwój ugrupowań poroślowych może być jednak hamowany przez spadek dostępności biogenów, mimo że organizmy te mogą czerpać substancje mineralne wprost z substratu roślinnego czy też z toni wodnej. Przytwierdzone do substratu taksony peryfitonowe nie podlegają procesowi sedymentacji, dlatego są w mniejszym stopniu narażone na presję wyjadania przez konsumentów roślinożernych niż fitoplankton w otwartej toni wodnej. Staje się to często głównym powodem większej biomasy stwierdzanej w strefie litoralu w porównaniu z pelagialem (Sand-Jensen i Borum 1991). Wyraźnie większe koncentracje chlorofilu *a* i biomasy sinic i glonów w płacie z *Chara* w porównaniu ze stanowiskiem z *Typha* jest najprawdopodobniej związane z większym różnicowaniem w strukturze przestrzennej oraz bardziej skomplikowanej, dodatkowo inkrustowanej kryształami węglanu wapnia powierzchni ramienicy, która może być kolonizowana przez różnorodne ugrupowania epifitów. Siedlisko takie staje się bardziej heterogeniczne, oferując zasiedlającym je organizmom większą ilość niszy ekologicznych. Ponadto gęsto ułożone pędy *Chara* ograniczają częściowo falowanie wody, co zmniejsza odrywanie gatunków poroślowych od stałego podłoża (Sand-Jensen i Borum 1991) i równocześnie przyczynia się do wzrostu biomasy tych organizmów. Pędy *Typha* natomiast są narażone bezpośrednio na proces falowania, w wyniku którego część organizmów epifitycznych ulega oderwaniu i trafia do epipelonu zawieszonoego w wodzie, a następnie sedymentującego w kierunku dna zbiornika wodnego. Jest to również jeden z czynników, który przyczynia się do zdominowania struktury jakościowej zbiorowiska peryfitonowego na pędach *Typha angustifolia* przez okrzemki, które dzięki wytwarzaniu silnych stylików oraz wydzielaniu struktur polisacharydowych silnie przymocowują się do substratu.

Zróżnicowanie struktury ugrupowań epifitycznych w poszczególnych siedliskach i sezonach jest wynikiem działania wielu czynników środowiskowych. Najistotniejsze z nich to m.in. zróżnicowana architektura roślin i powierzchnia pędów makrofitów (Albay i Akcaalan 2003) oraz konkurencja poszczególnych grup glonów o przestrzeń i światło w procesie kolonizacji substratu roślinnego (Dodds 1991). Zmieniająca się kompozycja gatunkowa i ilościowa peryfitonu mogła być w dużej części spowodowana także przez zróżnicowaną presję bezkręgowców, selekcyjnie wyjadających poszczególne frakcje wielkościowe glonów (Jones i in. 2000). Teoria Carneya (1990) sugeruje, że



Ryc. 3. Procentowy udział ilościowy komórek glonów peryfitonowach i wartości ich biomasy w Jeziorze Wielkowiejskim w 2003 roku (Sp-T – wiosna Typha; Su-T – lato Typha; A-T – jesień Typha; Sp-Ch – wiosna Chara; Su-Ch – lato Chara; A-Ch – jesień Chara; Cyano. – *Cyanoprokaryota*; Bacill. – *Bacillariophyceae*; Chloro. – *Chlorophyta*; Crypto. – *Cryptophyceae*; Dino. – *Dinophyceae*; Chryso. – *Chrysophyceae*; Eugleno. – *Euglenophyta*; Xanto. – *Xantophyceae*)

Fig. 3. Percentage contribution of cells algae and biomass of periphyton in the Wielkowiejskie Lake during 2003 (Sp-T – spring Typha; Su-T – summer Typha; A-T – autumn Typha; Sp-Ch – spring Chara; Su-Ch – summer Chara; A-Ch – autumn Chara; Cyano. – *Cyanoprokaryota*; Bacill. – *Bacillariophyceae*; Chloro. – *Chlorophyta*; Crypto. – *Cryptophyceae*; Dino. – *Dinophyceae*; Chryso. – *Chrysophyceae*; Eugleno. – *Euglenophyta*; Xanto. – *Xantophyceae*)

frakcja dostępnych dla bezkręgowców glonów jest większa w zbiornikach mezotroficznych niż w eutroficznych. Stąd dominacja w biomacie glonów o dużych rozmiarach komórek, szczególnie nitkowatych zielenic, sugeruje, że Jezioro Wielkowiejskie jest ekosystemem o stosunkowo wysokiej trofii wód. W badanym zbiorniku wodnym oba rodzaje dużych zielenic nitkowatych: *Spirogyra* sp. (biomasa 44,998 mg·l<sup>-1</sup> latem w płacie ramienicy) i *Ulothrix zonata* (biomasa 26,705 mg·l<sup>-1</sup> jesienią w płacie ramienicy), ze względu na swój rozmiar, mogą być mniej preferowanym źródłem pokarmu dla drobnej frakcji zwierzęcej, reprezentowanej przez ugrupowania zooplanktonowe. *Spirogyra* sp. jest również zbyt duża jako pokarm dla tej grupy zwierząt, ale może być doskonałym źródłem pokarmu dla frakcji makrobezkręgowców. Spadek liczebności nitkowatych zielenic stwierdzano w obecności dużych bezkręgowców wodnych (Hillebrand i Kahlert 2001), co może tłumaczyć mniejszą biomasę *Spirogyra* sp. w strefie szuwaru w Jeziorze Wielkowiejskim.

Zespół dominantów peryfitonowych Jeziora Wielkowiejskiego tworzyło ogółem 17 taksonów, przy czym dla strefy *Typha* wykazano 13 taksonów, natomiast dla płatu z *Chara* 11. W strefie szuwaru wystąpiło osiem taksonów dominujących okrzemek, podczas gdy w strefie ramienicy pięć taksonów zielenic oraz zaledwie cztery gatunki okrzemek. Stwierdzono, że *Tabellaria fenestrata*, *Surirella biseriata*, *Ulothrix subtilissima*, *Fragilaria ulna* var. *acus*, *Gomphonema acuminatum*, *G. truncatum*, *Eunotia arcus*, *Lyngbya hieronymusii*, *Peridinium cinctum* dominowały wyłącznie w obrębie stanowiska z pałąką wąskolistną, podczas gdy *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Cymbella minuta*, *Pediastrum boryanum* var. *longecornutum*, *Eunotia exigua*, *Spirogyra* sp., *Ulothrix zonata*, *Peridiniopsis elpatiewskyi* dominowały w obrębie ramienicy (tab. 2). Wyłącznie jeden gatunek – *Rhopalodia gibba* – dominował niezależnie od siedliska i sezonu badawczego.

Dominanty występujące w Jeziorze Wielkowiejskim należą do gatunków kosmopolitycznych, występujących głównie w wodach eutroficznych (Roos 1983, Van Dam i in. 1994). *Gomphonema truncatum* (= *G. constrictum* Ehr.), stwierdzona wśród dominantów na roślinności szuwarowej, jest gatunkiem najczęściej notowanym wśród epifitów jezior mezotroficznych (Danilov i Ekelund 2001). Natomiast *Gomphonema olivaceum*, która niezależnie od sezonu tworzyła znaczną biomasę w obu badanych siedliskach Jeziora Wielkowiejskiego, jest przez tych samych autorów uważana za gatunek ograniczony w występowaniu wyłącznie do jezior eutroficznych. W pełni sezonu wegetacyjnego tylko w strefie ramienicy dominowała zielenica *Dictyosphaerium pulchellum*, podawana w literaturze jako gatunek charakterystyczny dla okresu letniego (Starmach 1989). Dominację tego gatunku stwierdzono także w strefie szuwaru, ale w okresie jesiennym.

Struktura taksonomiczna, koncentracja chlorofilu *a* i biomasy to najczęściej rozpatrywane zmienne podczas charakteryzowania zbiorowisk epifitycznych. Ponadto analizując ugrupowania epifitów z uwzględnieniem ich form życiowych, wyróżnić można trzy frakcje: luźno przytwierdzone do stałego podłoża, mocno przytwierdzone oraz zachowujące zdolność przemieszczania się, które najczęściej leżą na substracie. Model kolonizacji podłoża (Kuhn i in. 1981, Rogers i Breen 1981) zakłada, że wraz z rozwojem zbiorowiska epifitów obserwuje się większy udział gatunków przytwierdzonych do podłoża. Podobną tendencję stwierdzono w strukturze ugrupowań peryfitonowych zarówno pałki, jak i ramienicy w Jeziorze Wielkowiejskim (Kuczyńska-Kippen i Messyasz w druku).

**Tabela 2**

**Struktura dominantów peryfitonu w strefie szuwaru i ramienicy Jeziora Wielkowiejskiego  
w 2003 roku**  
**Structure of dominance of periphyton within the rush vegetation and stonewort  
in the Wielkowiejskie Lake in 2003**

Sezon Season	Typha	Chara
Wiosna Spring	<i>Tabellaria fenestrata</i> <i>Surirella biseriata</i> <i>Ulotrix subtilissima</i> <i>Cymbella affinis</i> <i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> <i>Rhopalodia gibba</i>	<i>Cymbella affinis</i> <i>Spirogyra</i> sp. <i>Pediastrum boryanum</i> <i>Eunotia exigua</i> <i>Rhopalodia gibba</i> <i>Cosmarium margaritatum</i>
Lato Summer	<i>Rhopalodia gibba</i> <i>Cosmarium margaritatum</i> <i>Gomphonema acuminatum</i> <i>Lyngbya hieronymusii</i> <i>Gomphonema truncatum</i> <i>Eunotia arcus</i>	<i>Spirogyra</i> sp. <i>Rhopalodia gibba</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> <i>Cosmarium margaritatum</i> <i>Cymbella affinis</i> <i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>
Jesień Autumn	<i>Rhopalodia gibba</i> <i>Cosmarium margaritatum</i> <i>Ulotrix subtilissima</i> <i>Peridinium cinctum</i> <i>Lyngbya hieronymusii</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	<i>Cymbella affinis</i> <i>Rhopalodia gibba</i> <i>Cosmarium margaritatum</i> <i>Ulotrix zonata</i> <i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> <i>Cymbella minuta</i>

Zbiorowiska glonów planktonowych są często wykorzystywane do określania zmian zachodzących w ekosystemach wodnych. Opierają się one głównie na zmianach w strukturze jakościowej i ilościowej zbiorowiska i stanowią fragment charakterystyki troficznej badanych jezior. Struktura fitoplanktonu charakteryzuje się zmiennością w zależności od działania czynników ekologicznych (fizycznych, chemicznych i biologicznych), często zróżnicowanych ze względu na porę roku. Na strukturę zbiorowisk peryfitonowych mają wpływ te same czynniki, ale ugrupowanie epifitów jest bardziej stabilne niż planktonowe, stąd też coraz częściej ta grupa ekologiczna organizmów wodnych jest wykorzystywana do określania wpływu eutrofizacji na poziom różnorodności gatunkowej w danym zbiorniku wodnym, co przekłada się na stan jakości wód. Badania struktury epifitów prowadzone w Jeziorze Wielkowiejskim wykazały, że różnorodność gatunkowa w obu zbiorowiskach makrofitów jest bardzo duża, niemniej dalsze, bardziej szczegółowe badania pozwolą na kontrolę jakości wód oraz w razie zmian na wykazanie ewentualnych tendencji i kierunku tych zmian.

## Literatura

- Albay M., Akcaalan R.** (2003): Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia* 506, 1: 531-540.
- Anagnostidis K., Komárek J.** (1988): Modern approach to the classification of Cyanophytes. 3 – *Oscillatoriales*. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80: 327-427.
- Carlson R.E.** (1977): A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22: 361-369.
- Carney H.J.** (1990): A general hypothesis for the strength of food web interactions in relation to trophic state. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 24: 487-492.
- Celewicz S., Klimko M., Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B.** (2004): Wpływ zróżnicowanej struktury płatów roślinnych na zespoły planktonowe trzech płytkich jezior Wielkopolski. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Ser. B*, 53: 95-106.
- Danilov R.A., Ekelund N.G.A.** (2001): Comparison of usefulness of three types of artificial substrata (glass, wood and plastic) when studying settlement patterns of periphyton in lakes of different trophic status. *J. Microbiol. Meth.* 45: 167-170.
- Dodds W.K.** (1991): Community interactions between the filamentous algae *Cladophora glomerata* (L.) Kützing, its epiphytes, and epiphyte grazers. *Oecologia* 85: 572-580.
- Dorgelo J., Heycoop M.** (1985): Avoidance of macrophytes by *Daphnia longispina*. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 22: 3369-3372.
- Duggan I.C.** (2001): The ecology of periphytic rotifers. *Hydrobiologia* 446/447: 139-148.
- Edler L.** (1979): Recommendations for marine biological studies in the Baltic sea. Rep. of Unesco working group 11. Marine Biologists. National Swedish Environment Protection Board, Stockholm: 5-38.
- Hillebrand H., Kahlert M.** (2001): Effects of grazing and nutrient supply on periphytic biomass and nutrient stoichiometry in habitats of different productivity. *Limnol. Oceanogr.* 46: 1881-1898.
- Hindák F.** (1984): Studies on the chlorococcal algae (*Chlorophyceae*) III. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava, *Biol. Práce* 84, 1: 1-310.
- Hindák F.** 1988. Studies on the chlorococcal algae (*Chlorophyceae*) IV. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava, *Biol. Práce* 88, 1-2: 1-264.
- Hindák F.** (1990): Studies on the chlorococcal algae (*Chlorophyceae*) V. Veda. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava, *Biol. Práce* 90: 1-228.
- Jańczak J., Brodzińska B., Kowalik A., Sziwa R.** (1996): Atlas jezior Polski. T. 1. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Jones J.I., Moss B., Eaton J.W., Young J.O.** (2000): Do submerged aquatic plants influence periphyton community composition for the benefit of invertebrate mutualists? *Freshw. Biol.* 43: 591-604.
- King L., Barker P., Jones R.I.** (2000): Epilithic algal communities and their relationship to environmental variables in lakes of the English Lake District. *Freshw. Biol.* 45: 425-442.
- Komárek J., Anagnostidis K.** (1986): Modern approach to the classification of Cyanophytes. 2 – *Chroococcales*. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 73: 157-226.
- Komárek J., Anagnostidis K.** (1989): Modern approach to the classification of Cyanophytes. 4 – *Nostocales*. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 82: 247-345.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** (1986): Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. T. 2/1. Fisher, Jena.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** (1988): Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. T. 2/2. Fisher, Jena.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** (1991 a): Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. T. 2/3. Fisher, Jena.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** (1991 b): Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. T. 2/4. Fisher, Jena.

- Kuczyńska-Kippen N., Messyasz B.** (w druku): Habitat selectivity of epiphytic algae communities of the rushes and stoneworts zones in three shallow lakes of Wielkopolska region, Poland. Arch. Hydrobiol.
- Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B.** (2002): Wpływ hydromakrofitów na strukturę zespołów zooplanktonu Jeziora Wielkowiejskiego (Wielkopolski Park Narodowy). Morena 9: 7-16.
- Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B.** (2003): The role of the architecture of macrophytes on the spatial structure of zooplankton of Wielkowiejskie lake. Roczn. AR Pozn. 354, Bot. 6: 121-129.
- Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B.** (w druku): The influence of the spatial structure of hydromacrophytes and differentiating habitat on the structure of the rotifer and cladoceran communities. Hydrobiologia.
- Kuhn D.L., Plafkin J.L., Cairns J., Lowe R.L.** (1981): Qualitative characterization of aquatic environments using diatom life-form strategies. Trans. Am. Microsc. Soc. 100: 165-182.
- Lampert W., Sommer U.** (1997): Ekologia wód śródlądowych. [Ecology of freshwaters]. PWN, Warszawa.
- Lange-Bertalot H., Steindorf A.** (1996): Rote Liste der limnischen Kieselalgen (*Bacillariophyceae*) Deutschlands. Schriftenr. Vegetationskd. 28: 663-677.
- Lauridsen T.L., Lodge J.** (1996): Avoidance of *Daphnia magna* of fish and macrophytes: chemical cues and predator-mediated use of macrophyte habitat. Limnol. Oceanogr. 41, 4: 794-798.
- Margalef R.** (1958): Information theory in ecology. Gen. Syst. 3: 36-71.
- Mastyński J., Andrzejewski W., Czarnecki M.** (2001): Ichtyofauna jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego. W: Ekosystemy wodne Wielkopolskiego Parku Narodowego. Red. L. Burchardt. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań: 329-338.
- Messyasz B.** (2001): Charakterystyka struktury fykoflory jezior i stawów Wielkopolskiego Parku Narodowego. W: Ekosystemy wodne Wielkopolskiego Parku Narodowego. Red. L. Burchardt. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań: 109-148.
- Müller U.** (1999): The vertical zonation of adressed diatoms and other epiphytic algae on *Phragmites australis*. Eur. J. Phycol. 34: 487-496.
- Nakai S., Inoue Y., Hosomi M., Murakami A.** (1999): Growth inhibition of blue-green algae by allelopathic effect of macrophytes. Water Sci. Tech. 39, 8: 47-53.
- Ondok J.P.** (1978): Radiation climate in fish pond littoral plant communities. W: Pond littoral ecosystems – structure and functioning. Red. D. Dykyjová, J. Květ. Ecol. Stud. 28: 113-125.
- Rogers K.H., Breen C.M.** (1981): Effects of epiphyton on *Potamogeton crispus* L. leaves. Microbiol. Ecol. 7: 351-363.
- Roos P.J.** (1983): Dynamics of periphytic communities. W: Periphyton of freshwater ecosystems. Red. R.G. Wetzel. Junk Publ.: 5-9.
- Rott E.** (1981): Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz. Z. Hydrol. 43, 1: 34-62.
- Sand-Jensen K., Borum J.** (1991): Interactions among phytoplankton, periphyton, and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries. Aquat. Bot. 41: 137-175.
- Siemińska J.** (1986): Red list of the threatened algae in Poland. W: List of threatened plants in Poland. Red. K. Zarzycki, W. Wojewoda. PWN, Warszawa: 31-44.
- Starmach K.** (1989): Plankton roślinny wód słodkich. [The freshwater phytoplankton]. PWN, Warszawa.
- Straškraba M., Pieczyńska E.** (1970): Field experiments on shading effect by emergents on littoral phytoplankton and periphyton production. Rozpr. Cesk. Acad. Ved Rada Mat. Prir. Ved 80: 7-32.
- Utermöhl H.** (1958): Zur Vervollkornung der quantitativen Phytoplankton – Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 9: 1-38.
- Van Dam H., Martens A., Sinkeldam J.** (1994): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Neth. J. Aquat. Ecol. 28, 1: 117-133.
- Wium-Andersen S., Anthoni U., Christophersen C., Hoen G.** (1982): Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). Oikos 39: 187-190.



THE STRUCTURE OF THE PERIPHYTIC COMMUNITIES  
OF THE WIELKOWIEJSKIE LAKE

S u m m a r y

The aim of the research carried out on the shallow Wielkowiejskie Lake, situated in the area of the Wielkopolski National Park, was to analyse the structure of periphytic communities in two macrophyte habitats, differing in their spatial structure and morphology, represented by *Chara tomentosa* and *Typha angustifolia*. There were 186 taxa of cyanoprokaryota and algae identified altogether, however, *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae* and *Cyanoprokaryota* were taxonomically richest. When comparing the abundance and the biomass of epiphytic communities it was found that the higher concentrations were always present in the *Chara* bed, irrespective of the examination season. This was probably due to the higher variation in the architecture of this macrophyte species and the greater complication of the stonewort surface, additionally encrusted by crystals of calcium carbonate, which allowed various epiphytic assemblages to be colonised.

*Adres do korespondencji: Natalia Kuczyńska-Kippen, Zakład Ochrony Wód, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Drzymały 24, 60-613 Poznań, e-mail: kippen@hot.pl*