

Struktura fitoplanktonu hipertroficznego Jeziora Syczyńskiego obciążonego zakwitami sinic (wschodnia Polska)

MAGDALENA TOPOROWSKA i BARBARA PAWLIK-SKOWROŃSKA

TOPOROWSKA, M. AND PAWLIK-SKOWROŃSKA, B. 2011. Taxonomic structure of phytoplankton in the hypertrophic Lake Syczyńskie suffered from cyanobacterial blooms (Eastern Poland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 18(2): 409–426. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: In a shallow hypertrophic lake (near Łęczyńsko-Włodawskie Lakeland, E.Poland) affected by perennial blooms of toxinogenic *Cyanoprokaryota* (mainly *Oscillatoriales* and *Nostocles*) during 4-year studies carried out in all seasons in surface and bottom water layers, very high species richness of phytoplankton (totally 404 taxa) was found. *Chlorophyta* (183 taxa) dominated. *Bacillariophyceae* and *Cyanoprokaryota* taxa were less numerous (64 and 63, respectively). Annual taxa numbers varied from 240 to 276. Only 29% of taxa were found in all years. Slight changes in proportion between biogenic compounds implicated an essential decrease in *Cyanoprokaryota* and an increase in *Chlorophyta* and *Bacillariophyta* taxa.

KEY WORDS: phytoplankton, hypertrophic lake, *Cyanobacteria*, *Cryptophyceae*, *Chlorophyta*, *Euglenophyceae*, *Peridinium aciculiferum*, microcystin-producing *Planktothrix agardhii*

M. Toporowska, Katedra Hydrobiologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Dobrzańskiego 37, PL-20-262 Lublin, Polska; e-mail: magdalena.toporowska@up.lublin.pl;

B. Pawlik-Skowrońska, ¹PAN, Centrum Badań Ekologicznych w Dziekanowie Leśnym, Stacja Badawcza w Lublinie, Niecała 18, PL-20-080 Lublin, Polska. ²Katedra Hydrobiologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Dobrzańskiego 37, PL-20-262 Lublin; e-mail: pawlik@poczta.umcs.lublin.pl

WSTĘP

Postępująca eutrofizacja ekosystemów jeziornych stanowi ich główne zagrożenie i jest przyczyną coraz częściej obserwowanych zakwitów wód, spowodowanych m. in. masowym rozwojem toksynotwórczych sinic (*Cyanoprokaryota*, *Cyanobacteria*) (BRIAND i in. 2002; PAWLIK-SKOWROŃSKA i in. 2004, 2008). Jak dotąd, zarówno w Polsce, jak i na świecie istnieje niewiele prac przedstawiających szczegółowy skład taksonomiczny fitoplanktonu hipertroficznego zbiorników, obciążonych sinicowymi zakwitami wód (BARONE & NASELLI FLORES 1994; BORICS i in. 2000; WOJCIECHOWSKA & SOLIS 2009), a jak wskazują badania ostatnich lat toksyny sinic mogą wywierać hamujący wpływ na niektóre gatunki glonów planktonowych (BABICA i in. 2006). Jezioro Syczyńskie położone na obrzeżu Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego we Wschodniej Polsce jest zbiornikiem o rolniczej zlewni, sąsiadującym z dużą, pozbawioną kanalizacji wsią (KORNIŃÓW i in. 2002). Symptomy znacznej

eutrofizacji jeziora obserwowano od lat 70. XX w. Zakwity sinic z dominacją produkującego mikrocystyny (PAWLIK-SKOWROŃSKA i in. 2008) nitkowatego gatunku *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. & Kom. (*Oscillatoriales*), obserwowane były w zbiorniku od ponad 10 lat (KORNIJÓW i in. 2002; WIŚNIEWSKA i in. 2007; TOPOROWSKA i in. 2010). Przejściowo występował również w zbiorniku masowy rozwój sinic z rodzaju *Anabaena* (*A. lemmermannii*, *A. flos-aquae*) i *Aphanizomenon* spp. (dane niepublikowane) – potencjalnych producentów neurotoksyn (BURCHARDT & PAWLIK-SKOWROŃSKA 2005).

Celem pracy była szczegółowa, całoroczna analiza składu gatunkowego fitoplanktonu w płytkim jeziorze, charakteryzującym się długotrwałymi zakwitami wód powodowanymi przez tworzące toksyny *Cyanoprokaryota*.

MATERIAŁ I METODY

Jezioro Syczyńskie jest małym (6 ha), płytkim (głębokość maksymalna 2,9 m) przepływowym zbiornikiem położonym na Wyżynie Lubelskiej (szer. geogr. 51°17', dł. geogr. 23°14') sklasyfikowanym jako zbiornik hipertroficzy (KORNIJÓW i in. 2002). W związku z możliwością zajmowania przez glony planktonowe różnych stref w kolumnie wody, próby fitoplanktonu do badań taksonomicznych (jakościowych) pobierano przez zaczerpnięcie z powierzchniowych (do 0,5 m) i przydennych (1,8–2,3 m) warstw wody (czepaczem Rittnera o pojemności 5 dm³) w centralnej części Jeziora Syczyńskiego, raz w miesiącu, od lutego do grudnia (także spod lodu) w latach 2006–2009. W roku 2009, próby przydenne pobierane były raz na 2 miesiące. Próby utrwalano zaraz po pobraniu płynem Lugola (JKJ), a następnie 4% formaliną z gliceryną. Analizowano również materiał żywy.

Określano podstawowe parametry fizyczno-chemiczne wody jeziornej, takie jak: przezroczystość (widzialność krążka Secchiego – SD), odczyn i temperaturę. Oznaczano również stężenie w wodzie azotu amonowego, azotu azotanowego, fosforu fosforanowego oraz chlorofilu *a*. Zawartość azotu amonowego w wodzie oznaczano metodą bezpośredniej nessleryzacji (PN-C-04576-4 1994), azotu azotanowego metodą kolorymetryczną z brucyną (HERMANOWICZ i in. 1976), fosforu fosforanowego – metodą spektrofotometryczną z molibdenianem amonu (PN-EN 1189 2000). Stężenie chlorofilu *a* w wodzie oznaczano spektrofotometrycznie (PN-ISO 10260 2002) po ekstrakcji biomasy fitoplanktonu (zebranej na sączkach Whatmann GF/C z objętości od 200 do 500 ml wody jeziornej) w 90% etanolu (5 min., temp. 75°C). Wyniki przedstawiono jako wartości średnie roczne.

Analizę taksonomiczną fitoplanktonu przeprowadzano w próbach żywych i utrwalonych za pomocą mikroskopu świetlnego (powiększenie 240×, 480× i 1200×) i oparto na kluczach i pracach STARMACHA (1963, 1968, 1974, 1985, 1989), KOMÁRKA i FOTTA (1983), KOMÁRKOVEJ-LEGNEROVEJ i ELORANTY (1992), COX'A (1996), HINDÁKA (1996), KOMÁRKA (1996), KRAMMERA i LANGE-BERTHALOTA (1997, 2004), KOMÁRKA i ANAGNOSTIDISA (1999, 2000, 2005), WOŁOWSKIEGO i HINDÁKA (2005), CRONBERG i ANNADOTTER (2006) oraz BUCKIEJ i WILK-WOŹNIAK (2007). W trakcie analiz wykonywano także dokumentację fotograficzną wybranych taksonów. Podział taksonomiczny glonów planktonowych oparto na systemie VAN DEN HOEK i in. (1995), przy czym zielenice zaklasyfikowano zgodnie z kluczami ETTLA (1983), KOMÁRKA i FOTTA (1983) oraz ETTLA i GÄRTNERA (1988), do klasy *Chlorophyceae*, z modyfikacją nomenklaturą rodzaju *Scenedesmus* wg HEGEWALD (2000) oraz w oparciu o klucz HINDÁKA (1996) do klasy *Ulvophyceae*. Obecnie dyskutowana jest klasyfikacja i zmiana nazewnictwa niektórych planktonowych sinic z *Anabaena* na *Dolichospermum* (WACKLIN i in. 2009), jednakże w niniejszej pracy zastosowano dotychczasową nazwę rodzajową. Masowo rozwijające się w zbiorniku okrzemki identyfikowano po wyprażeniu zakonserwowanego materiału w 33% H₂O₂, dwukrotnym płukaniu wodą destylowaną, wirowaniu oraz utrwaleniu preparatów w Pleuraxie (KAWECKA & ELORANTA 1994). Dwa gatunki najdrobniejszych, centrycznych okrzemek zidentyfikowano za pomocą mikroskopu skaningowego.

WYNIKI

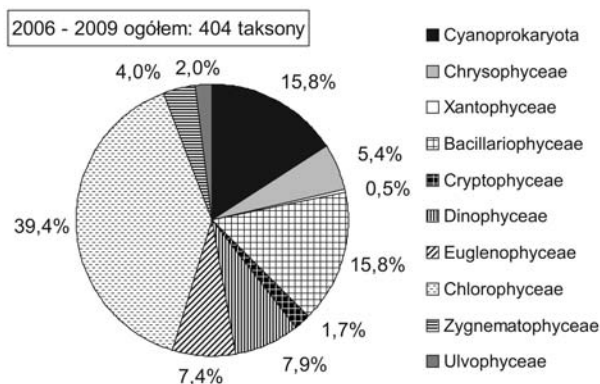
W wodach badanego jeziora, w którym panują warunki sprzyjające nadmiernemu rozwojowi sinic (Tab. 1), w ciągu całego okresu czteroletnich badań zidentyfikowano 404 taksony glonów planktonowych. W badaniach nie uwzględniano jednokomórkowego pikoplanktonu. Wśród tych 404 taksonów (Ryc. 1) 45,5% (183 taksony) należało do *Chlorophyta*, ok. 16% (64 taksony) stanowiły *Bacillariophyceae* i ok. 16% (63 taksony) *Cyanoprokaryota*. *Dinophyceae* i *Euglenophyceae* reprezentowane były przez ok. 30 taksonów (30–32%), a pozostałe grupy stanowiły mniej niż 10% ogólnej liczby taksonów. Najmniej liczne były *Xanthophyceae* (2 taksony).

W poszczególnych latach badań stwierdzono względnie podobną całkowitą liczbę taksonów (Tab. 2), zmieniającą się w zakresie od 240 w 2006 r. do 276 w 2008 r. Z czego liczba

Tabela 1. Charakterystyka fizyczno-chemiczna wód Jeziora Syczyńskiego w latach 2006–2008 (wartości średnie roczne)

Table 1. Physico-chemical characteristics of water of Lake Syczyńskie within 2006–2009 (average annual values)

Parametry/ Parameters	2006	2007	2008	2009
Temperatura wody (°C) Water temperature (°C)	14,0	15,7	16,0	15,8
Przeźroczystość wody –SD (m) Water transparency – SD (m)	0,65	1,20	0,50	0,60
pH	7,8	7,8	7,9	8,2
N-NH ₄ (mg/dm ³)	0,463	0,262	0,382	0,427
N-NO ₃ (mg/dm ³)	0,184	0,094	0,102	0,168
P-PO ₄ (mg/dm ³)	0,095	0,117	0,064	0,077
Chlorofil a (µg/dm ³) Chlorophyll a (µg/dm ³)	105,0	40,4	133,7	61,7



Ryc. 1. Udział procentowy poszczególnych grup systematycznych glonów stwierdzonych w fitoplanktonie Jeziora Syczyńskiego w latach 2006–2009

Fig. 1. Percentage share of particular systematic groups of algae found in the phytoplankton of Lake Syczyńskie in 2006–2009

Tabela 2. Wykaz i liczba taksonów glonów tworzących zespół fitoplanktonu w hipertroficznym Jeziorze Syczyńskim w latach 2006–2009**Table 2.** List and taxa number of algae forming community of phytoplankton in the hypertrophic Lake Syczyńskie in 2006–2009

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
Cyanoprokaryota				
<i>Anabaena flos-aquae</i> Bréb. ex Born. & Flah.	+	+	+	+
<i>Anabaena heterospora</i> Nygaard	+		+	
<i>Anabaena lemmermannii</i> Richt.	+	+	+	+
<i>Anabaena mendotae</i> Trelease	+		+	
<i>Anabaena planctonica</i> Brunnth.			+	+
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb.	+		+	
<i>Anabaena virguieri</i> Denis & Frémy	+	+	+	+
<i>Anabaena zinserlingii</i> Kosinskaja	+		+	
<i>Anabaena</i> cf. <i>heterospora</i> Nygaard			+	
<i>Anabaena</i> sp.	+	+		+
<i>Aphanizomenon gracile</i> (Lemm.) Lemm.	+	+	+	+
<i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> (Usač.) Prošk. Lavr.	+		+	+
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. & G. S. West) Komárková-Legnerová & Cronberg	+			
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronberg & Kom.	+	+	+	+
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg & Kom.	+	+	+	+
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. & G. S. West				+
<i>Aphanothece clathrata</i> W. & G. S. West	+	+		+
<i>Aphanothece smithii</i> Komárková-Legnerová & Cronberg	+			
<i>Aphanothece stagnina</i> (Sprengel) A. Braun in Rabenh.	+	+		
<i>Chloroglea microcystoides</i> Geitler	+			
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	+	+		
<i>Chroococcus</i> sp.		+		
<i>Coelomoron pusillum</i> (Van Goor) Kom.	+	+	+	+
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hind.	+		+	+
<i>Gleocapsa</i> sp.	+	+		
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	+			
<i>Komvophoron</i> sp.		+	+	
<i>Leibleinia epiphytica</i> (Hieronymus) Compère	+			
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.	+			
<i>Leptolyngbya ercegovicii</i> (Čado) Anagn. & Kom.	+			
<i>Leptolyngbya</i> cf. <i>boryana</i> Anagn & Kom.				+
<i>Leptolyngbya</i> cf. <i>tenerrima</i> (Kütz. ex Hansgirg) Kom. & Anagn.		+		
<i>Limnothrix planktonica</i> (Włoszyńska) Meffert	+	+	+	+
<i>Limnothrix redekei</i> (Van Goor) Meffert	+	+	+	+
<i>Limnothrix</i> sp.		+	+	
<i>Lyngbya</i> sp.	+	+	+	+
<i>Lyngbya martensiana</i> Meneghini ex Gomont		+		
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Kütz.	+	+		
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	+			
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	+	+	+	+
<i>Merismopedia trolleri</i> Bachmann		+	+	+
<i>Merismopedia</i> sp.	+			
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	+	+	+	+
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirch.	+	+	+	+
<i>Microcystis</i> sp.			+	+

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
<i>Oscillatoria limosa</i> Ag. ex Gom.	+	+	+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.	+			
<i>Phormidium terebriforme</i> (Ag. ex Gom.) Anagn. & Kom.		+	+	+
<i>Phormidium</i> cf. <i>chlorinum</i> (Kütz. ex Gom.) Anagn.	+			
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. & Kom.	+	+	+	+
<i>Planktolyngbya contorta</i> (Lemm.) Anagn. & Kom.			+	
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronberg	+	+	+	+
<i>Planktolyngbya</i> spp. (2 taksony)		+ (1)	+ (2)	+ (2)
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn		+		
<i>Pseudanabaena mucicola</i> Naumann & Huber-Pestalozzi	+			
<i>Pseudanabaena</i> sp.	+	+	+	+
<i>Pseudoscytonema</i> sp.		+		
<i>Rabdoderma lineare</i> Schmidle & Lauterborn	+		+	+
<i>Romera</i> cf. <i>simplex</i> (Hind.) Hind.		+		
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind.	+	+	+	+
<i>Snowella lacustris</i> (Chod.) Kom. & Hind.	+	+	+	+
<i>Spirulina</i> sp.	+		+	
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin			+	
Liczba taksonów	46	37	39	33
Chrysophyceae				
<i>Chrysococcus</i> cf. <i>rufescens</i> Klebs			+	
<i>Chrysococcus</i> sp.		+		
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof			+	
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		+	+	
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.			+	+
<i>Dinobryon socjale</i> Ehr.	+	+	+	+
<i>Dinobryon</i> sp.	+	+	+	+
<i>Kephyrion globosum</i> (Czosnowski) Bourrelly		+		
<i>Kephyrion planctonicum</i> Hilliard		+	+	+
<i>Kephyrion rubi-klaustrii</i> Conrad	+	+	+	+
<i>Kephyrion skujae</i> Ettl	+		+	
<i>Kephyrion starmachii</i> (Czosnowski) Bourrelly	+		+	
<i>Kephyrion</i> spp. (2 taksony)			+ (2)	+ (1)
<i>Mallomonas accaroides</i> Perty	+	+	+	+
<i>Mallomonas akrokomos</i> Ruttner	+			
<i>Mallomonas tonsurata</i> Teiling	+		+	
<i>Mallomonas</i> cf. <i>ovum</i> Schiller	+	+		+
<i>Mallomonas</i> spp. (2 taksony)	+ (2)		+ (1)	+ (2)
<i>Synura uvella</i> Ehr. emend. Korš.	+		+	+
<i>Uroglena</i> sp.	+	+		
Liczba taksonów	13	10	16	11
Xantophyceae				
<i>Pseudogoniochloris tripus</i> (Pasch.) Krienitz, Hegew., Reymond & Peschke	+		+	+
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	+	+	+	+
Liczba taksonów	2		2	2
Bacillariophyceae				
<i>Achnantidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki		+	+	+
<i>Amphora</i> sp.	+	+	+	+

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+		+	+
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	+	+	+	+
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> O. Müll. Hust.	+	+	+	+
<i>Aulacoseira</i> sp.	+			
<i>Caloneis</i> sp.	+	+		
<i>Cocconeis</i> sp.		+	+	+
<i>Craticula</i> sp.		+		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	+			
<i>Cyclotella</i> spp. (2 taksony)			+	+
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Smith		+	+	
<i>Cymbella</i> spp. (5 taksonów)	+	+	+	+
<i>Diatoma</i> sp.		+		
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	+	+	+	+
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	+	+	+	+
<i>Eumotia</i> sp.	+		+	
<i>Fragillaria biceps</i>				+
<i>Fragillaria capucina</i> Desm.	+	+	+	+
<i>Fragillaria crotonensis</i> Kitt.	+	+	+	+
<i>Fragillaria</i> cf. <i>montana</i> (Krasske) Lange-Bertalot			+	
<i>Fragillaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot s. lato	+	+	+	+
<i>Fragillaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot Sippen	+	+	+	+
<i>Fragillaria ulna</i> var. <i>angustissima</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot Sippen	+	+	+	+
<i>Fragillaria ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kütz. Lange-Bertalot) Sippen	+	+	+	+
<i>Fragillaria</i> sp.	+	+	+	+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	+	+	+	+
<i>Gomphonema</i> cf. <i>olivaceum</i> (Hornemann) Bréb.	+		+	+
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Rabenhorst	+	+	+	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	+	+	+	+
<i>Gomphonema</i> sp.	+	+	+	+
<i>Hippodonta linearis</i> (Østr.) Lange-Bertalot, Metzelin, Witkowski			+	
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag.		+		
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	+	+	+	+
<i>Navicula</i> cf. <i>oblonga</i> (Kütz.) Kütz.		+	+	
<i>Navicula</i> spp. (12 taksonów)	+	+	+	+
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Smith	+	+	+	+
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) in Van Heurck		+		
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	+		+	
<i>Nitzschia</i> spp. (5 taksonów)	+	+	+	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lange-Bertalot		+		
<i>Staurosira construens</i> (Ehr.) Grunow.	+	+	+	+
<i>Stephanidiscus hantzschii</i> Grun.	+	+	+	+
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kütz.) Cleve & Möller	+	+	+	+
Liczba taksonów	36	48	46	44
Cryptophyceae				
<i>Chroomonas acuta</i> Utermöhl	+	+	+	+
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	+	+	+	+
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	+	+	+	+
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.	+	+	+	+

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
<i>Cryptomonas rostratiformis</i> Skuja	+	+		+
<i>Cryptomonas</i> cf. <i>compressa</i> Pasch.	+	+	+	
<i>Cryptomonas</i> cf. <i>erosa</i> var. <i>reflexa</i> Marsson	+	+	+	+
Liczba taksonów	7	7	6	6
Dinophyceae				
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans			+	
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Bergh		+	+	+
<i>Gyrodinium helveticum</i> (Penard) Takano & Horiguchi			+	
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>blax</i> Harris	+		+	
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>paradoxum</i> Schilling	+			
<i>Gymnodinium</i> spp. (4 taksony)	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (2)
<i>Katodinium</i> sp.	+	+	+	+
<i>Peridiniopsis</i> cf. <i>pygmaeum</i> (Lindem.) Bourelly			+	
<i>Peridinium aciculiferum</i> fo. <i>inermis</i> Lemm.	+	+		+
<i>Peridinium bipes</i> Stein	+	+	+	+
<i>Peridinium</i> cf. <i>umbonatum</i> Stein	+		+	
<i>Peridinium</i> sp. (18 taksonów)	+ (4)	+ (8)	+ (9)	+ (10)
Liczba taksonów	12	14	19	16
Euglenophyceae				
<i>Entosiphon sulcatus</i> (Dujardin) Stein				+
<i>Euglena agilis</i> Carter	+		+	+
<i>Euglena limnophila</i> Lemm.			+	
<i>Euglena viridis</i> Ehr.	+	+	+	+
<i>Euglena</i> cf. <i>hemichromata</i> Skuja	+	+	+	+
<i>Euglena</i> sp.	+		+	+
<i>Leptocinclis acus</i> (Müller) Marin & Melkonian	+	+	+	+
<i>Leptocinclis ovum</i> (Ehr.) Minkiewicz	+		+	+
<i>Leptocinclis ovum</i> var. <i>conica</i> Alorge & Lefèvre		+	+	
<i>Leptocynclis tripteris</i> (Duj.) Marin & Melkonian	+	+		
<i>Leptocinclis</i> sp.	+	+	+	
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehr.) Mereschkowsky	+	+	+	+
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	+	+	+	+
<i>Phacus caudatus</i> Hübner			+	
<i>Phacus</i> spp. (4 taksony)	+ (1)	+ (2)	+ (4)	+ (3)
<i>Strombomonas</i> sp.	+		+	
<i>Trachelomonas abrupta</i> var. <i>minor</i> Defl.	+	+	+	+
<i>Trachelomonas caudata</i> Ehr.			+	
<i>Trachelomonas intermedia</i> Dangeard	+	+	+	+
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swirenko var. <i>planctonica</i> fo. <i>planctonica</i>	+		+	+
<i>Trachelomonas rugulosa</i> Stein var. <i>rugulosa</i>	+	+	+	+
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	+	+	+	+
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>hispidia</i> (Perty) Stein	+			
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>verrucosa</i> Stokes	+	+		+
<i>Trachelomonas</i> spp. (3 taksony)	+ (1)	+ (1)	+ (3)	+ (3)
Liczba taksonów	20	16	26	21
Chlorophyceae				
<i>Actinastrum aciculare</i> Playf.	+		+	
<i>Actinastrum hantzshii</i> Lagerh.	+	+	+	+

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
<i>Actinastrum raphidioides</i> (Reinsch) Brunthaler	+	+	+	+
<i>Ankistrodesmus bibralianus</i> (Reinsch) Korš.			+	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	+	+		
<i>Ankistrodesmus fasciculatus</i> (Lundb.) Kom.-Legn.			+	+
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	+	+		+
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemm.	+	+	+	+
<i>Ankistrodesmus</i> sp.		+		
<i>Ankyra judayi</i> (G. M. Smith) Fott		+		+
<i>Ankyra lanceolata</i> (Korš.) Fott	+	+		
<i>Botryococcus terribilis</i> Kom. & Marvan	+			+
<i>Carteria</i> sp.		+		
<i>Catenococcus tortuosus</i> Hind.	+	+		
<i>Characium</i> cf. <i>acuminatum</i> A. Braun	+	+		
<i>Characium</i> cf. <i>curvatum</i> G. M. Smith	+	+		
<i>Characium</i> spp. (4 taksony)	+ (1)	+ (3)	+ (4)	+ (4)
<i>Chlamydomonas globosa</i> Snow	+	+	+	+
<i>Chlamydomonas</i> cf. <i>braunii</i> Gorosch.		+	+	+
<i>Chlamydomonas</i> cf. <i>monadina</i> Stein	+	+	+	+
<i>Chlamydomonas</i> cf. <i>subcaudata</i> Wille		+	+	
<i>Chlamydomonas</i> spp. (5 taksonów)	+ (1)	+ (3)	+ (5)	+ (5)
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	+	+	+	+
<i>Chlorella</i> sp.	+	+	+	+
<i>Chlorobion braunii</i> (Näg.) Kom.	+	+	+	
<i>Chloromonas teilinglii</i> (Bour.) Gerloff & Ettl.	+	+	+	+
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	+	+	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Näg. in A. Br.	+	+	+	+
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn	+		+	
<i>Coelastrum speciosum</i> (Wolle) Brunthaler		+	+	
<i>Coelastrum</i> sp.		+		+
<i>Coenochloris planctonica</i>				+
<i>Coenochloris sphagnicola</i> Hind.	+	+		
<i>Coenochloris</i> sp.		+	+	+
<i>Coenocystis planctonica</i> Korš.	+	+	+	+
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Korš.		+	+	
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. & G. S. West		+		
<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemm.) Kom.		+		
<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Kom.		+		
<i>Crucigeniella neglecta</i> (Fott & Ettl) Kom.	+	+	+	+
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Näg.) Kom.		+	+	+
<i>Dactylosphaerium jurisii</i> Hind.	+			
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) Hegew.	+	+	+	+
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohl.) Hegew.	+	+	+	+
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (Richt.) Hegew.	+	+		+
<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turp.) Hegew.	+	+	+	+
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>insignis</i> (W. & G. S. West) Hegew.		+	+	
<i>Diacanthos belenophorus</i> Korš.	+		+	
<i>Dictyochlorella</i> cf. <i>globosa</i> (Korš) Silva		+		
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i> Van Goor	+	+	+	+

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium cf. chlorelloides</i> (Naum.) Kom. & Perman	+	+	+	+
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	+	+	+	+
<i>Didymocystis bicellularis</i> (Chod.) Kom.			+	+
<i>Didymocystis planctonica</i> Korš.	+			
<i>Didymocystis</i> sp.	+			
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	+	+		
<i>Eutetramorus fottii</i> Hind.		+		+
<i>Eutetramorus</i> sp.	+			
<i>Franceia ovalis</i> (Francé) Lemm.			+	
<i>Franceia</i> sp.			+	
<i>Golenkinia solitaria</i> (Korš.) Korš.	+	+	+	+
<i>Golenkinia radiata</i> Chod.				+
<i>Golenkiniopsis parvula</i> (Woronichin) Korshikov	+		+	
<i>Golenkiniopsis</i> sp.	+			+
<i>Jauarynella javorkae</i> (Horton.) Hortob.		+	+	
<i>Kirchneriella aperta</i> Teiling		+		
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohl.	+	+	+	+
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohl. var. <i>elegans</i> (Plyf.) Kom.	+			
<i>Kirchneriella irregularis</i> var. <i>irregularis</i> (G. M. Smith) Korš.		+	+	+
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	+	+		
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i> sp.	+	+		+
<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemm.) Silva	+	+	+	+
<i>Korshikoviella schaefernae</i> (Fott) Silva		+	+	
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chodt.		+	+	
<i>Lagerheimia citriformis</i> (Snow) Collins			+	
<i>Lagerheimia genevenensis</i> (Chod.) Chod.	+	+	+	+
<i>Lagerheimia marssonii</i> Lemm.	+		+	
<i>Lagerheimia subsalsa</i> Lemm.			+	
<i>Lagerheimia tetraedriensis</i> Roll	+			
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröd.	+	+	+	+
<i>Lagerheimia</i> sp.				+
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	+	+	+	+
<i>Micractinium</i> sp.				+
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korš.) Hind.	+	+	+	+
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	+	+	+	+
<i>Monoraphidium dybowski</i> (Wołosz.) Hind. & Kom.-Legn.	+	+	+	+
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	+	+	+	+
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn. Nygaard	+	+	+	+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard	+	+	+	+
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.	+	+	+	+
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.	+			+
<i>Nephrocytium limneticum</i> (G. M. Smith) G. M. Smith	+	+		+
<i>Oedogonium</i> sp.	+	+		
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	+	+	+	+
<i>Oocystis marssonii</i> Lemm.		+		+
<i>Oocystis romboides</i> Fott	+	+		
<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory	+	+	+	+

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
<i>Pediastrum biradiatum</i> var. <i>biradiatum</i> Meyen			+	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.		+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> (Turp.) Menegh.	+	+		
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch	+	+	+	+
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen		+	+	+
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen			+	
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen			+	
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	+	+	+	+
<i>Phacotus lenticularis</i> Ehr. Stein	+			
<i>Pteromonas angulosa</i> (Carter) Lemm.			+	+
<i>Pteromonas cordiformis</i> Lemm.			+	+
<i>Pteromonas</i> sp.	+		+	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	+	+	+	+
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	+	+	+	+
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turp.) Kütz.	+	+	+	+
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chod.) Fott & Kom.		+	+	+
<i>Scenedesmus disciformis</i> fo. <i>obciturus</i> (Uherkovich) Kom.		+		
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehr.) Chod.	+	+	+	+
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>ecornis</i> (Ehr.) Chod.	+	+	+	+
<i>Scenedesmus brevispina</i> (G. M. Smith) Chod.	+			
<i>Scenedesmus granulatus</i> W. & G. S. West		+	+	
<i>Scenedesmus gutwiński</i> Chod.	+	+	+	+
<i>Scenedesmu obliquus</i> (Turp.) Kütz.	+	+	+	+
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen		+	+	+
<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chod.			+	+
<i>Scenedesmus ovalternus</i> var. <i>graevenitzii</i> (Bern.) Chod.			+	
<i>Scenedesmus verrucosus</i> Roll		+	+	
<i>Scenedesmus quadrispina</i> (Turp.)		+	+	+
<i>Scenedesmus</i> spp. (3 taksony)	+ (1)	+ (1)	+ (2)	+ (3)
<i>Schroederia robusta</i> Korš.	+			
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.	+	+	+	+
<i>Siderocelis irregularis</i> Hind.	+			
<i>Siderocelis</i> cf. <i>estheriana</i> Hortobagyi			+	
<i>Siderocelis</i> sp.	+	+	+	+
<i>Stylosphaeridium</i> cf. <i>inhaerens</i> (Bachm.) Pascher	+			
<i>Stylosphaeridium</i> cf. <i>stipitatum</i> (Bachm.) Geitler & Gimesi		+		
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg.		+		
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	+	+	+	+
<i>Tetraëdron triangulare</i> Korš.	+	+	+	+
<i>Tetraëdron incus</i> (Teil.) G. M. Smith			+	+
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	+		+	
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstr. & Tiff.	+		+	
<i>Tetrastrum peterfii</i> Hortob.	+			
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröd.) Lemm.	+	+	+	+
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chod.) Kom.	+		+	+
<i>Tetrastrum</i> sp.	+		+	
<i>Treubaria setigera</i> (Arche) G. M. Smith		+		
<i>Treubaria triappendiculata</i> Bern.				+
<i>Treubaria</i> sp.	+			
Liczba taksonów	96	109	107	97

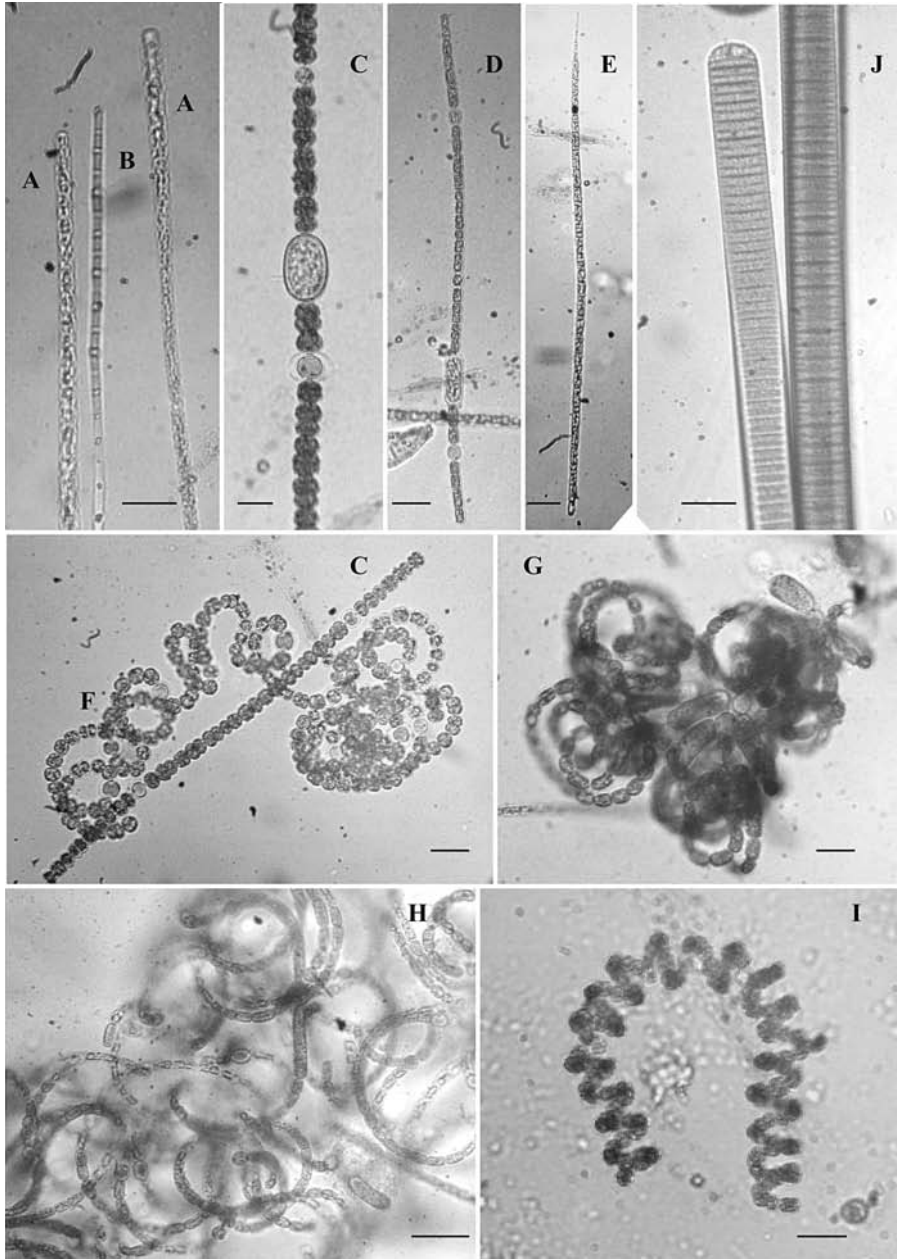
Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony/ Taxa	Rok/ Year			
	2006	2007	2008	2009
Zygnematophyceae				
<i>Closterium acutum</i> Bréb.		+		
<i>Closterium gracile</i> Bréb. ex Ralfs		+		
<i>Closterium incurvum</i> Bréb.		+		
<i>Closterium limneticum</i> Lemm.		+	+	+
<i>Cosmarium</i> cf. <i>fontigenum</i> Nordstedt	+			
<i>Cosmarium</i> cf. <i>nitidulum</i> De Notaris	+			
<i>Cosmarium</i> cf. <i>trilobulatum</i> Reinsh	+			
<i>Planotaenium eugenum</i> (Turn.) W. & G. S. West		+		
<i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schröd.) G. M. Smith	+	+	+	+
<i>Staurastrum</i> cf. <i>apiculatum</i> Bréb.			+	
<i>Staurastrum</i> cf. <i>planctonicum</i> Teiling	+	+		+
<i>Staurastrum</i> spp. (3 taksony)		+ (1)	+ (3)	+ (3)
<i>Stauroidesmus</i> cf. <i>dejectus</i> (Bréb.) Teiling	+		+	
<i>Stauroidesmus</i> sp.			+	+
Liczba taksonów	6	8	8	7
Ulvophyceae				
<i>Elakatothrix acuta</i> Pasch.	+	+	+	+
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille		+		
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hind.	+	+	+	+
<i>Elakatothrix</i> sp.	+	+	+	+
<i>Geminella</i> sp.	+			
<i>Gloeotila subtilis</i> Hind.		+	+	+
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hind.	+	+	+	+
<i>Koliella planctonica</i> Hind.	+	+	+	+
Liczba taksonów	6	7	6	6
Liczba taksonów ogółem	240	259	276	244

W nawiasach podano liczbę taksonów oznaczonych do danego rodzaju
(In parenthesis the taxa number of particular genera is set up)

taksonów zielenic (*Chlorophyta*) zmieniała się w zakresie 118–124, okrzemek 36–48 taksonów, a sinic 33–46 taksonów. Wśród nitkowatych sinic najliczniej reprezentowane były *Nostocales* z rodzaju *Anabaena* (10 taksonów). *Euglenophyceae* występowały w liczbie 16–26 taksonów. Mniej liczne były *Chrysophyceae*, *Dinophyceae* i *Cryptophyceae* – reprezentowane jedynie przez 7 gatunków należących wyłącznie do 2 rodzajów *Cryptomonas* (6) i *Chroomonas* (1). Znalaziono również tylko 2, charakterystyczne dla żywnych wód, gatunki *Xanthophyceae* (*Pseudogoniocloris tribus* i *Ophiocytium capitatum*).

W okresie prowadzonych badań, niektóre gatunki występowały corocznie (Tab. 2): np. 56 taksonów zielenic z rodzajów *Actinastrum*, *Ankistradesmus*, *Chlamydomonas*, *Lagerheimia*, *Monoraphidium*, *Chlorella*, *Desmodesmus*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Tetraëdron*, *Koliella*, *Elakatothrix*, itd.; 23 gatunki okrzemek z rodzajów *Stephanodiscus*, *Gomphonema*, *Epithemia*, *Fragillaria* i *Aulacoseira* oraz 23 gatunki sinic: *Anabaena lemmermanii*, *A. flos-aquae*, *A. virguieri*, *Aphanizomenon gracile*, *Limnothrix* spp., *Microcystis* spp., *Planktothrix agardhii*, *Planktolyngbya limnetica*, *Merismopedia tenuissima*, *Snowella*

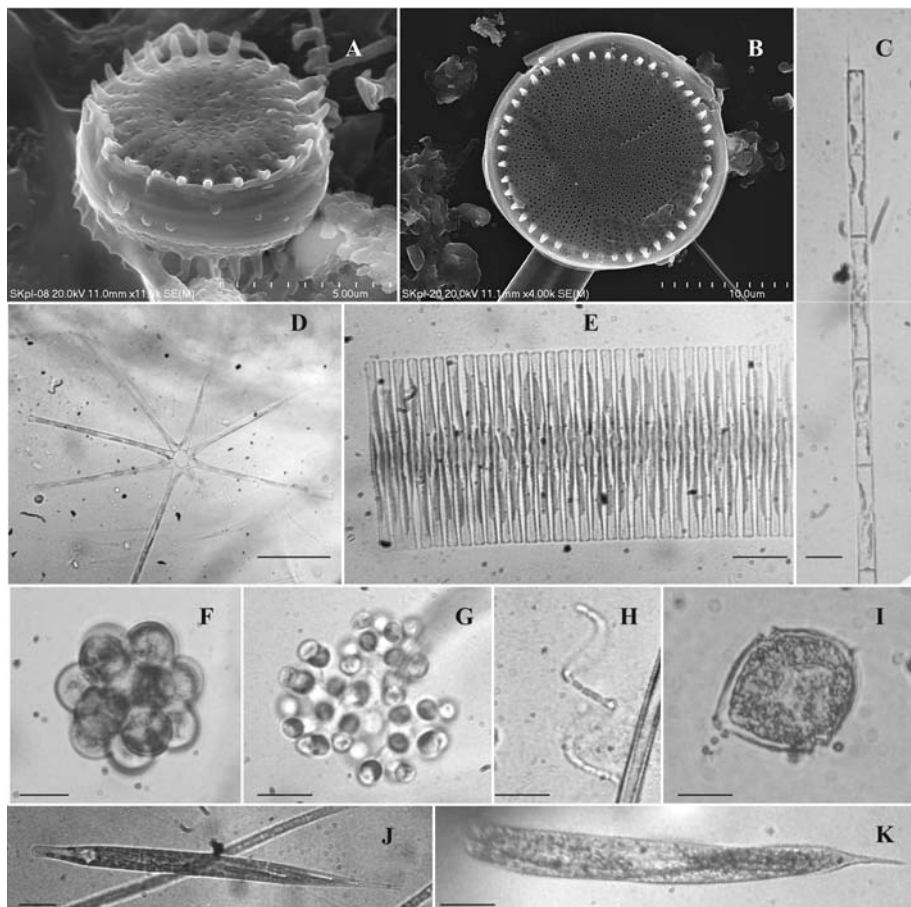


Ryc. 2. Wybrane sinice, często stwierdzane i rozwijające się masowo w Jeziorze Syczyńskim: *Planktothrix agardhii* (A), *Limnothrix redekei* (B) (*Oscillatoriales*), *Anabaena planctonica* (C), *Aphanizomenon gracile* (D), *A. issatschenkoi* (E), *Anabaena flos-aquae* (F), *A. lemmermannii* (G) oraz sporadycznie notowane *A. mendotae* (H) (*Nostocales*), *A. spiroides* (I) (*Nostocales*) i wtórnie planktonowa *Oscillatoria limosa* (J) (*Oscillatoriales*). Skala wynosi 10 μ m

Fig. 2. Chosen Cyanoprokaryota, often found and developing abundantly in Lake Syczyńskie: *Planktothrix agardhii* (A), *Limnothrix redekei* (B) (*Oscillatoriales*), *Anabaena planctonica* (C), *Aphanizomenon gracile* (D), *A. issatschenkoi* (E), *Anabaena flos-aquae* (F), *A. lemmermannii* (G) and seldom noted *A. mendotae* (H) (*Nostocales*), *A. spiroides* (I) (*Nostocales*) and secondarily planktic *Oscillatoria limosa* (J) (*Oscillatoriales*). The scale bar is 10 μ m

spp., *Aphanocapsa* spp. i inne. Na uwagę zasługuje stała obecność 5 gatunków *Euglenophyceae*: *Euglena viridis*, *E. cf. hemichromata*, *Lepocinclis acus*, *Monomorphina pyrum* i *Phacus acuminatus* oraz 4 gatunków *Chrysophyceae*, np. *Dinobryon socjale*, *Kephyrion rubi-klaustrii*, *Mallomonas accaroides*, 5 gatunków *Cryptophyceae*, np. *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas erosa* oraz tylko jednego gatunku *Xantophyceae* – *Ophiocyttium capitatum*. Te corocznie obecne w jeziorze gatunki stanowiły jedynie 29% ogólnej liczby taksonów.

Niektóre z masowo lub często stwierdzanych gatunków sinic i glonów eukariotycznych przedstawiono na rycinach 2 i 3. W czteroletnim okresie badań dało się również zauważyć



Ryc. 3. Wybrane eukariotyczne glony występujące masowo w Jeziorze Syczyńskim: *Stephanodiscus minutulus* (A), *S. hantzschii* (B), *Aulacoseira granulata* (C), *Asterionella formosa* (D), *Fragilaria crotonensis* (E) (*Bacillariophyceae*), *Coelastrum microporum* (F), *Dictyosphaerium pulchellum* (G) (*Chlorophyceae*), *Gloeotila subtilis* (H) (*Ulvophyceae*) oraz inne: *Peridinium aciculiferum* fo. *inermis* (I) – potencjalnie toksyczna bruzdnica, *Leptocinclis acus* (J) – często stwierdzana oraz *L. tripteris* (K) – sporadycznie notowana (*Euglenophyceae*). Skala wynosi 10 μ m

Fig. 3. Chosen eukaryotic algae occurring abundantly in Lake Syczyńskie: *Stephanodiscus minutulus* (A), *S. hantzschii* (B), *Aulacoseira granulata* (C), *Asterionella formosa* (D), *Fragilaria crotonensis* (E) (*Bacillariophyceae*), *Coelastrum microporum* (F), *Dictyosphaerium pulchellum* (G) (*Chlorophyceae*), *Gloeotila subtilis* (H) (*Ulvophyceae*) and others: *Peridinium aciculiferum* fo. *inermis* (I) – potentially toxic dinophyte, *Leptocinclis acus* (J) – often fund, and *L. tripteris* (K) – sporadically noted (*Euglenophyceae*). The scale bar is 10 μ m

zmiany w liczbie taksonów w poszczególnych klasach, które wydają się być związane ze zmianą stężenia związków biogenych w wodach jeziora. W roku 2007 (Tab. 1) wystąpił wyraźny spadek stężenia nieorganicznych form azotu przy jednoczesnym wzroście rozpuszczalnych form fosforu. Ilość chlorofilu *a* i przezroczystość wody także wyraźnie wzrosła. W tym samym okresie obserwowano wyraźny spadek liczby taksonów sinic (Tab. 2) z 46 w roku 2006 do 37 w 2007 r., ich biomasy (dane niepublikowane), a także liczby taksonów euglenin z 20 do 16. Towarzyszył temu wzrost liczby gatunków *Bacillariophyceae* z 36 (w 2006 r.) do 48 i *Chlorophyta* ze 108 do 124. Pojawiły się np. *Gloeotila subtilis*, *Closterium limneticum*, *Kephyrion planktonicum* oraz wcześniej nie występujące gatunki *Chlamydomonas*. W roku 2008, gdy stężenia biogenów wzrosły do wartości zbliżonych do tych występujących w 2006 r., liczba taksonów w głównych grupach pozostała na podobnym poziomie. Niższa całkowita liczba taksonów w 2009 r. związana była z mniejszą częstotliwością analiz w głębszych warstwach wód jeziora.

DYSKUSJA

Bogactwo gatunkowe fitoplanktonu płytkiego Jeziora Syczyńskiego, oszacowane w trakcie czterech lat badań, było wysokie (ogółem 404 taksony glonów). Trochę niższą liczbę taksonów (331) stwierdzono w okresie dwuletnich badań w eutroficznym jeziorze Uluabat w Turcji (KARACAOGLU i in. 2004). Na przykład w eutroficznym jeziorze w Niemczech stwierdzono jedynie 119 taksonów glonów tworzących zespół fitoplanktonu (NIXDORF i in. 2003), w hipertroficznym jeziorze Gineitiskes (Litwa) 136 taksonów (KASPEROVIČIENE & KOREIVIENE 2005), podczas gdy w Jeziorze Syczyńskim liczba taksonów stwierdzana w poszczególnych latach badań zmieniała się w zakresie 238–271. Była ona także ok. dwukrotnie wyższa niż stwierdzona w poprzednich latach, gdy badania prowadzono jedynie w powierzchniowej warstwie wody (TOPOROWSKA i in. 2010). W hipertroficznym zbiorniku retencyjnym Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (wschodnia Polska), w czasie dwuletnich badań, ale jedynie w okresie wiosny i lata, stwierdzono tylko 39 (zbiornik Mytycze), 54 (Krzczeń) i 44 (Dratów) taksony glonów tworzących zespół fitoplanktonu (WOCIECHOWSKA & SOLIS 2009). Z kolei w małym, hipertroficznym stawie rybnym (Węgry) w trakcie czterech lat badań odnotowano 170 taksonów glonów planktonowych (BORICS i in. 2000), ale występujących tylko w powierzchniowej warstwie wody. Te znaczne różnice wynikają przede wszystkim z faktu, że w Jeziorze Syczyńskim prowadzono badania również zimą w czasie zlodzenia zbiornika, jak też dlatego, że próby pobierano nie tylko z powierzchniowej, ale także głębszej warstwy wody. Niektóre z glonów (np. *Oscillatoria limosa*, *Oedogonium* sp., *Characium* spp., oraz niektóre gatunki okrzemek z rodzajów *Cymatopleura*, *Cymbella* i *Cocconeis* są bentosowo/planktonowe i zostały zawieszane w toni przez ruchy wody lub odrywały się od osadów dennych w wyniku wzmożonej fotosyntezy w okresie wiosennym. Jak dotąd, całoroczne badania glonów planktonowych należą do rzadkości, chociaż w przeżyźnionych i zlodzonych zbiornikach, metabolicznie aktywny zimowy fitoplankton, składający się z zaadaptowanych do warunków zimna gatunków, takich jak np. *Planktothrix agardhii*, *Limnothrix redekei*, *Planktolyngbya limnetica*,

Stephanodiscus minutulus, *Peridinium aciculiferum*, *Chroomonas acuta*, *Koliella longiseta*, *Monoraphidium* spp. (WIEDNER & NIXDORF 1998; PHILLIPS & FAWLEY 2002; BURCHARDT i in. 2009) może odgrywać niezmiernie istotną rolę jako producent tlenu. Takie wysokie nasycenie wody tlenem stwierdzano w Jeziorze Syczyńskim zimą (TOPOROWSKA i in. 2010). W tym hipertroficznym zbiorniku, pomimo zakwitów sinic, pod względem liczby taksonów przeważały *Chlorophyta*, w tym *Chlorophyceae*, jednakże taka dominacja nie jest regułą. W tureckim, eutroficznym jeziorze dominowały *Bacillariophyceae*, których tylko w ciągu 2 lat badań stwierdzono w sumie aż 152 taksony (KARACAOGLU i in. 2004), tj. ok. 2,5 raza więcej niż w J. Syczyńskim. Natomiast liczba taksonów sinic i euglenin była bardzo zbliżona. Pomimo podobnej głębokości obu zbiorników (maks. ok. 3 m) inne gatunki toksynotwórczych sinic tworzyły zakwity wód. W J. Syczyńskim była to głównie *Planktothrix agardhii*, natomiast w J. Uluabat *Microcystis aeruginosa*, co mogło wynikać z odmiennych warunków klimatycznych. *Microcystis aeruginosa* jest gatunkiem preferującym wyższe temperatury i słabszą miksję wód. Istnieją dane wskazujące na negatywne oddziaływanie cyjanotoksyn na niektóre gatunki glonów planktonowych (BABICA i in. 2006; HU i in. 2008). Wydaje się jednak, że gatunki występujące w J. Syczyńskim są w stanie przetrwać konkurencję ze strony nadmiernie rozwijających się nitkowatych sinic, chociaż jedynie 29% taksonów występowało corocznie. Jak wykazano we wcześniejszych badaniach (PAWLIK-SKOWROŃSKA i in. 2008) w czasie masowego rozwoju *Planktothrix agardhii*, w sezonie wegetacyjnym mikrocytyny występowały głównie wewnątrz komórek sinic. Natomiast zimą znaczne ich stężenia stwierdzano w wodzie, w formie pozakomórkowej, która może wywierać bezpośredni wpływ na inne gatunki. Uzyskane wyniki wskazują, że w warunkach wysokiej żyzności wód, mogą występować szybkie zmiany w proporcjach pomiędzy poszczególnymi grupami taksonomicznymi będące wynikiem niezbyt silnych zmian w stężeniach związków biogenych (PAWLIK-SKOWROŃSKA i in. 2004; CATHERINE i in. 2008). Tylko całoroczne analizy fitoplanktonu występującego w całym słupie wody mogą dać pełny obraz jego bogactwa i różnorodności gatunkowej.

Podziękowania. Praca została (w części) wykonana w ramach grantu MNiSzW (Nr 304396636). Autorki dziękują prof. dr. hab. K. Wołowskiemu za umożliwienie wykonania zdjęć skaningowych i dr A. Wojtal za konsultacje dotyczące taksonomii niektórych okrzemek.

LITERATURA

- BABICA P., BLAHA L. & MARSALEK B. 2006. Exploring the natural role of microcystins – a review of effects on photoautotrophic organisms. – J. Phycol. **42**: 9–20.
- BARONE R. & NASELLI FLORES L. 1994. Phytoplankton dynamics in a shallow, hypertrophic reservoir (Lake Arancio, Sicily). – Hydrobiologia **289**: 199–214.
- BORICS A., GRIGORSZKY I., SZABÓ S. & PADISAK J. 2000. Phytoplankton associations in a small hypertrophic fishpond in East Hungary during a change from bottom-up to top-down control. – Hydrobiologia **424**: 79–90.
- BRIAND J. F., ROBILLOT C., QUIBLIER – LLOBERAS C. & BERNARD C. 2002. A perennial bloom of *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria) in a shallow eutrophic French lake: limnological and microcystin production studies. – Arch. Hydrobiol. **153**(4): 605–622.

- BUCKA H. & WILK-WOŹNIAK E. 2007. Glony pro- i eukariotyczne zbiorowisk fitoplanktonu w zbiornikach wodnych Polski Południowej. s. 352. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- BURCHARDT L. & PAWLIK-SKOWROŃSKA B. 2005. Zakwity sinic – konkurencja międzygatunkowa i środowiskowe zagrożenie. – *Wiad. Bot.* **49**: 39–49.
- BURCHARDT L., GOŹDZICKA-JÓZEFIAK A., MESSYASZ B., GĄBKA M., DONDAJEWSKA R., LAMENTOWICZ Ł. & RYBAK A. 2009. Wpływ temperatury i żyzności wody na strukturę fitoplanktonu Jeziora Góreckiego (Wielkopolski Park Narodowy) w okresie zlodzenia zimowego. – W: B. WALNA, L. KACZMAREK, M. LORENC & R. DONDAJEWSKA (red.), Wielkopolski Park Narodowy w Badaniach Przyrodniczych, s. 11–26. Poznań-Jeziory.
- CATHERINE A., QUIBLIER C., YEPREMIAN C., GOT P., GROLEAU A., VINCON-LEITE B., BERNARD C. & TROSELLIER M. 2008. Collapse of a *Planktothrix agardhii* perennial bloom and microcystin dynamics in response to reduced phosphate concentrations in a temperate lake. – *Microbiol. Ecol.* **65**: 61–73.
- COX E. J. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. s. 156. Chapman & Hall, London – Weinheim – New York – Tokyo – Melbourne – Madras.
- CRONBERG G. & ANNADOTTER H. 2006. Manual on aquatic cyanobacteria. A photo guide and a synopsis of their toxicology. s. 106. ISSHA, Denmark.
- ETTL H. 1983. *Chlorophyta I. Phytomonadina*. – W: H. ETTL., J. GERLOFF, M. HEYING, & D. MOLLENHAUSER (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, s. 807. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- ETTL H. & GÄRTNER G. 1988. *Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gleodendrales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. s. 436. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- HEGEWALD E. 2000. New combinations in the genus *Desmodesmus* (*Chlorophyceae*, *Scenedesmaceae*). – *Arch. Hydrobiol/Algol. Stud.* **96**: 1–18.
- HERMANOWICZ W., DOŹAŃSKA W., DOJLIDO J. & KOZIOROWSKI B. 1976. – Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. s. 846. Arkady, Warszawa.
- HINDÁK F. 1996. Kl'úč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias (*Ulotrichineae*, *Ulotrichales*, *Chlorophyceae*). – Bulletin Slovenskej spoločnosti pri SAV. Supplement **1**. s. 77. Bratislava.
- HU Z., LI D., XIAO B., DAUTA A. & LIU Y. 2008. Microcystin-RR induces physiological stress and cell death in the cyanobacterium *Aphanizomenon* sp. DC01 isolated from Lake Dianchi, China. – *Fundam. Appl. Limnol. Arch. Hydrobiol.* **173**: 111–120.
- KARACAOGLU D., DERE S. & DALKIRAN N. 2004. A taxonomic study on the phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). – *Turk. J. Bot.* **28**: 473–485.
- KASPEROVICIENE J. & KOREIVIENE J. 2005. Cyanoprocaryotes and microcystins dynamics in shallow hypertrophic lake (South-Eastern Lithuania). – *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* **34** Suppl. **3**: 93–104.
- KAWECKA B. & ELORANTA P. V. 1994. Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych. s. 254. Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa.
- KOMÁREK J. 1996. Klíč k určování vodních květů sinic v České Republice. – W: B. MARŠÁLEK, V. VARŠNER & P. MARVAN (red.), Vodni Květy Sinic, s. 22–85. Brno.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. 1999, 2000. Süßwasserflora von Mitteleuropa. **1: Chroococcales**. s. 548. Spektrum Akademischer Verlag, GmbH, Heidelberg – Berlin.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa. **2: Oscillatoriales**. s. 759. Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier GmbH, München.
- KOMÁREK J. & FOTT B. 1983. *Chlorophyceae* (Grünalgen), Ordnung: *Chlorococcales*. – W: G. HUBER-PESTALOZZI (red.), Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematic und Biologie. **7**(1), s. 1044. Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ J. & ELORANTA P. 1992. Planktic blue-green algae (*Cyanophyta*) from Central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Anabaena*. – *Algol. Stud.* **67**:103–133.
- KORNIJÓW R., PEĆZUŁA W., LORENS B., RECHULICZ J., SUGIER P., PALEOLOG-DEMETRAKI A., LIGEZA S., TARKOWSKA-KUKURYK M., KOWALCZYK D., SZAFRAN K. & HALKIEWICZ A. 2002. Hypertrophication of lake Syczyńskie (Eastern Poland). – *Limnol. Rev.* **2**: 209–215.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1997, 2004. Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Bacillariophyceae*. **1–4**. s. 598. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg – Berlin.
- NIXDORF B., MISCHKE U. & RÜCKER J. 2003. Phytoplankton assemblages and steady state in deep and shallow eutrophic lakes – an approach to differentiate the habitat properties of *Oscillatoriales*. – *Hydrobiologia* **502**: 111–121.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B., PIRSZEL J. & KORNIJÓW R. 2008. Spatial and temporal variation in microcystin concentrations during perennial bloom of *Planktothrix agardhii* in a hypertrophic lake. – *Ann. Limnol.* – *Int. J. Limnol.* **44**(2): 63–68.
- PAWLIK-SKOWROŃSKA B., SKOWROŃSKI T., PIRSZEL J. & ADAMCZYK A. 2004. Relationship between cyanobacterial bloom and anatoxin-a and microcystin occurrence in the eutrophic dam reservoir (SE Poland). – *Pol. J. Ecol.* **52**(4): 379–490.
- PHILLIPS K. A. & FAWLEY M. F. 2002. Winter phytoplankton community structure in three shallow temperate lakes during ice cover. – *Hydrobiologia* **470**: 97–113.
- POLSKA NORMA PN-C-04576-4. 1994. Woda i ścieki. Badania zawartości związków azotu. Oznaczenie azotu amonowego w wodzie metodą bezpośredniej nessleryzacji. s. 6. PKN, Warszawa.
- POLSKA NORMA PN-EN 1189. 2000. Jakość wody. Oznaczenie fosforu. Metoda spektrofotometryczna z molibdenianem amonu. s. 24. PKN, Warszawa.
- POLSKA NORMA PN-ISO 10260. 2002. Jakość wody. Pomiar parametrów biochemicznych. Spektrofotometryczne oznaczenie stężenia chlorofilu-a. s. 11. PKN, Warszawa.
- STARMACH K. 1963. Flora słodkowodna Polski. **1**. Rośliny słodkowodne. Wstęp ogólny i zarys metod badania. s. 271. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- STARMACH K. 1968. *Chrysophyta*. III: *Xanthophyceae* – Różnowiciowe. – W: Flora słodkowodna Polski. **5**. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- STARMACH K. 1974. *Cryptophyceae* – Kryptofity, *Dinophyceae* – Dinofity, *Raphidophyceae* – Rafidofity. – W: Flora słodkowodna Polski. **4**. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.
- STARMACH K. 1985. Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Chrysophyceae* and *Haptophyceae*. **1**. s. 515, Spektrum Akademischer Verlag, Stuttgart – New York.
- STARMACH K. 1989. Plankton roślinny wód słodkich. Metody badania i klucze do oznaczania gatunków występujących w wodach Europy Środkowej. s. 496. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.
- TOPOROWSKA M., PAWLIK-SKOWROŃSKA B., KRUPA D. & KORNIJÓW R. 2010. Winter versus summer blooming of phytoplankton in a shallow lake: effect of hypertrophic conditions. – *Pol. J. Ecol.* **58**(1): 159–168.
- VAN DEN HOEK C., MANN D. G. & JAHNS H. M. 1995. Algae. An introduction to phycology. s. 623. Cambridge University Press, Cambridge.
- WACKLIN P., HOFFMAN L. & KOMÁREK J. 2009. Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et flahaut) comb. – *Nova Fottea* **9**(1): 59–64.
- WIEDNER C. & NIXDORF B. 1998. Success of chrysophytes, cryptophytes and dinoflagellates over blue-greens (cyanobacteria) during an extreme winter (1995/96) in eutrophic shallow lakes. – *Hydrobiologia* **369/370**: 229–235.

- WIŚNIEWSKA M., KRUPA D., PAWLIK-SKOWROŃSKA B. & KORNIJÓW R. 2007. Development of toxic *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et Kom. and potentially toxic algae in the hypertrophic Lake Syczyńskie (E. Poland). – *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* **34**: 173–179.
- WOJCIECHOWSKA W. & SOLIS M. 2009. Glony pro- i eukariotyczne jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. s. 86. Wydawnictwo KUL, Lublin.
- WOŁOWSKI K. & HINDÁK F. 2005. Atlas of euglenophytes. s. 136. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

SUMMARY

The results of the four-year (2006–2009) taxonomic studies on phytoplankton occurring in the hypertrophic Lake Syczyńskie (E. Poland), influenced by blooms of toxin-producing *Cyanoprokaryota* (*Oscillatoriales* and *Nostocales*), are presented. All together 404 algal taxa were identified, among them: green algae – 183, diatoms – 64, cyanoprokaryotes – 63, dinophytes and euglenophytes – about 30 taxa each. Other taxonomic groups were represented by much lower taxa numbers, with only two *Xanthophyceae*. Annual taxa numbers varied from 240 to 276 and only 26% of them occurred every year.

Przyjęto do druku: 20.04.2011 r.