

Różnorodność taksonomiczna zielenic (Chlorophyta) w sześciu wysokogórskich jeziorach polskiej części Tatr

JOANNA LENARCZYK

LENARCZYK, J. 2012. Taxonomic diversity of green algae (Chlorophyta) in six high altitude lakes of the Polish Tatra Mountains. *Fragmenta floristica et Geobotanica Polonica* 19(2): 503–523. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: In the preliminary study on chlorophytes in summer littoral phytoplankton of six limnologically different Tatra lakes 89 taxa, including i.a. 62 desmids and 20 chlorococcal algae, were found. Of these 58 taxa are recorded for the first time from the Polish Tatra lakes. Chlorophytes were most numerous in Litworowy Staw (38) and Toporowy Staw Niżni (35) lakes, which are shallow and situated at a lower elevation above sea level compared to the others. Composition of chlorophyte algae was characteristic for each of the studied lakes. It is shown by small number of common taxa (21). Desmids, including *Closterium closterioides* var. *intermedium*, *Euastrum bidentatum*, *E. denticulatum*, *Staurastrum punctulatum* var. *punctulatum* and *Teilingia excavata* var. *excavata*, are the most expanded chlorophytes in the Polish Tatra lakes. Most taxa found during the recent study are documented in the form of original photos.

KEY WORDS: *Desmidiaceae*, *Chlorococcales*, *Chlorophyta*, diversity, mountain lake, Tatra Mountains

J. Lenarczyk, Zakład Fykologii, Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków, Polska; e-mail: j.kowalska@botany.pl

WSTĘP

Tatry są najwyższym pasmem górskim w Karpatach (najwyższy szczyt – Gerlach, 2665 m n.p.m.), leżącym w Europie Środkowej, na granicy między Polską i Słowacją. Krajobraz tatrzański urozmaicają różnego typu zbiorniki wodne, młaki i potoki górskie. W polskiej części Tatr znajduje się około 40 jezior (dla porównania około 120 po stronie słowackiej), zwanych też na tym obszarze stawami. Posiadają one głównie charakter oligotroficzny, niekiedy dystroficzny. Są też odmienne pod względem położenia nad poziomem morza, genezy i morfometrii (LUKAVSKÝ 1994; RADWAŃSKA-PARYSKA & PARYSKI 1994; KOPÁČEK i in. 2006; KOT 2009).

Zielenice (*Chlorophyta*) są dużą grupą glonów, liczącą na świecie około 9000 gatunków (WOŁOWSKI 2003). Jak podała SIEMIŃSKA (1962) tylko 300 spośród nich notowanych było z różnych ekosystemów, zarówno wodnych, jak i lądowych, polskiej części Tatr. Według najnowszych danych (HINDÁK & KAWECKA 2010) ze zbiorników wodnych tego obszaru znanych jest niewiele – 81 gatunków zielenic.

Do 1990 r. bibliografia fykologiczna dotycząca polskiej części Tatr liczyła już ponad 130 pozycji (SIEMIŃSKA 1990; SIEMIŃSKA & PAJĄK 1992; SIEMIŃSKA & WOŁOWSKI 1993), w tym około 70 zawierało informacje o zielenicach. Spośród wszystkich dotychczasowych prac poświęconych fykoflorze tatrzańskiej tylko dwie, GUTWIŃSKIEGO (1909) i SZKLARCZYK-GAZDOWEJ (1960), traktują szerzej o zielenicach w jeziorach. Ta grupa glonów została dotychczas słabo poznana w jeziorach Tatr, a przez ostatnie pół wieku nie powstała żadna praca poświęcona wyłącznie tej grupie w zbiornikach wodnych tego obszaru.

GUTWIŃSKI (1909) zestawiał listę około 250 gatunków, głównie desmidiów (*Desmidiaceae*), znalezionych podczas 5-letnich badań na ponad 30 stanowiskach badawczych, z których część zlokalizowana była w jeziorach. Opisał i udokumentował około 40 nowych dla nauki taksonów zielenic. Większość jednak oznaczonych przez niego zielenic nie posiada dokumentacji, część ich nazw to dziś synonimy. Już wcześniej SIEMIŃSKA (1970) zauważyła, że w takiej sytuacji trudno niekiedy dociec, jaki takson kryje się pod jego łacińską nazwą w obliczu zmian, jakie zaszły w taksonomii glonów. Niemniej jednak wartość pracy GUTWIŃSKIEGO (1909) pozostaje niezmienna jako punkt odniesienia do porównań między florą zielenic występującą obecnie a tą sprzed stu lat.

Kilkadziesiąt lat później SZKLARCZYK-GAZDOWA (1960) prowadziła intensywne studia nad zielenicami w 11 jeziorach tatrzańskich, z których większość zlokalizowana była w Dolinie Gąsienicowej. Oznaczyła ona w materiale zebranych siatką planktonową 42 gatunki z tej grupy glonów, zaznaczając, że występowały one obficie. Gatunki te nie zostały jednak udokumentowane ani w postaci rysunków, zdjęć, ani w postaci opisu taksonomicznego, a wymienione zostały jedynie ich łacińskie nazwy.

Interesujące udokumentowane dane o kilku rzadkich taksonach zielenic z rzędu *Chlorococcales* występujących w zbiornikach tatrzańskich podała WOŁOSZYŃSKA (1925). Szczególnie jeden z nich, z rodzaju *Pediastrum* Meyen, który łączy w sobie cechy trzech gatunków, a nie został dotychczas ponownie odnaleziony, jest godny uwagi. Informacje o zielenicach w wybranych jeziorach tatrzańskich podali też m.in. GUTWIŃSKI (1913), KAWECKA (1966) i SIEMIŃSKA (1958, 1970) z Morskiego Oka, SIEMIŃSKA (1967) z Toporowego Stawu Wyżniego.

W większości prac dotyczących zielenic w polskich Tatrach opisywane jest występowanie tych glonów w potokach (RACIBORSKI 1910; KAWECKA 1965, 1969, 1971, 1993a, b), na śniegu (SIEMIŃSKA 1951; STARMACH & KAWECKA 1965; KAWECKA 1978, 1983/84), skałach (RACIBORSKI 1888, 1889; STARMACH 1966), torfowiskach (RACIBORSKI 1889; MROZIŃSKA 1984), czy glebie (RACIBORSKI 1910). Również najnowsze prace dotyczące fykoflory jezior tatrzańskich są prawie wyłącznie poświęcone innym grupom glonów – chryzofitom (*Chrysophyceae*) i ich stomatocystom (CABAŁA & PIĄTEK 2004; CABAŁA 2005; PIĄTEK 2006, 2007), oraz okrzemkom (*Bacillariophyceae*; KAWECKA & GALAS 2003; KOWNACKI i in. 2006; GĄSIOROWSKI & SIENKIEWICZ 2010).

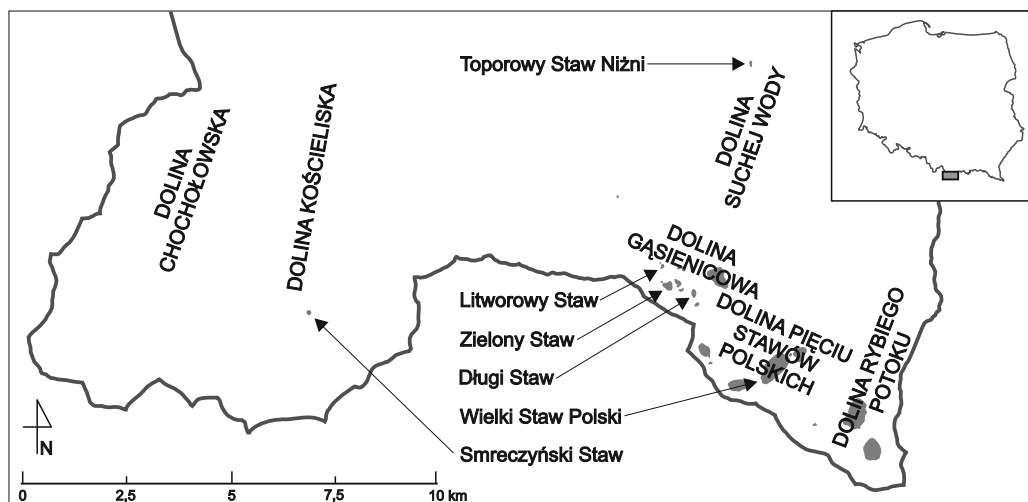
Celem obecnych badań było opisanie i udokumentowanie różnorodności zielenic w letnim planktonie litoralowym sześciu jezior tatrzańskich, jak również porównanie obecnego i dotychczasowego występowania tych glonów w jeziorach polskiej części Tatr. Do badań wybrano zbiorniki różne pod względem limnologicznym: Długi Staw, Litworowy Staw, Smreczyński Staw, Toporowy Staw Niżni, Wielki Staw Polski i Zielony Staw (Ryc. 1).

Wcześniejsze informacje o zielenicach w tych stawach znajdują się w kilku publikacjach. Tylko GUTWIŃSKI (1909) badał wszystkie sześć wymienionych jezior, a SZKLARCZYK-GAZDOWA (1960) wszystkie oprócz Wielkiego Stawu Polskiego. Ten zbiornik badali natomiast wcześniej KAWECKA (1970) i STARMACH (1973). Z Długiego Stawu kilka taksonów zielenic podali również FOTT i in. (1999).

TEREN BADAŃ

Sześć badanych jezior, Długi Staw, Litworowy Staw, Smreczyński Staw, Toporowy Staw Niżni, Wielki Staw Polski i Zielony Staw, położonych jest na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego (Ryc. 1). Toporowy Staw Niżni, otoczony lasem, leży najniżej (1089 m n.p.m.) spośród wszystkich jezior polskiej części Tatr. Znajduje się on w zachodniej części Doliny Suchoj Wody, blisko północnej granicy parku i miejscowości Toporowa Cyrhla. Brzegi zbiornika są częściowo bagniste. Położenie następnego jeziora, Smreczyńskiego Stawu, jest również niskie, 1226 m. Wokół niego występują bagna, las szpilkowy, w skład którego wchodzi głównie świerk (*Picea alba*), oraz łąki. Jezioro usytuowane jest w Tatrach Zachodnich, zbudowanych ze skał osadowych. Leży ono blisko obszernej Doliny Kościeliskiej, pomiędzy dwiema mniejszymi dolinami, Tomanową i Pyszniańską.

Pozostałe zbiorniki znajdują się w Tatrach Wysokich, czyli we wschodniej części masywu górskiego, zbudowanej z granitu. Jeziora te położone są na wysokości pomiędzy 1600–1800 m, w piętrze subalpejskim. Wielki Staw Polski, w Dolinie Pięciu Stawów Polskich, jest najgłębszym (79,3 m) i jednocześnie drugim co do wielkości zbiornikiem wodnym w Tatrach (RADWAŃSKA-PARYSKA & PARYSKI 1994). Wody z pozostałych czterech jezior tej doliny wpływają do Wielkiego Stawu Polskiego, a następnie wypływają



Ryc. 1. Lokalizacja sześciu badanych jezior w polskiej części Tatr

Fig. 1. Localization of the six studied lakes in the Polish Tatra Mountains

potokiem Roztoka. Zbiornik ten otoczony jest kosodrzewiną (*Pinus mugo*), łąkami i skalistymi zboczami. Trzy jeziora, Długi Staw, Litworowy Staw i Zielony Staw, usytuowane są w zachodniej odnodze Doliny Gąsienicowej. Zielony Staw otoczony jest głównie kosodrzewiną, Długi Staw – rumoszem skalnym. Litworowy Staw jest najmniejszym (0,48 ha) i naj płytszym (1,1 m) spośród badanych jezior, zarastanym przez turzycę (*Carex* sp.). Wody z Zielonego Stawu wpływają do Litworowego Stawu potokiem Sucha Woda.

Trofia sześciu badanych jezior jest bardzo niska. Spośród nich Smreczyński Staw i Toporowy Staw Niżni, położone najniżej, są najbardziej produktywne. Świadczy o tym wyższe stężenie chlorofilu a ($21,0\text{--}34,3\ \mu\text{g l}^{-1}$), fosforu ogólnego (około $0,7\ \mu\text{mol l}^{-1}$) i azotu organicznego ($8,1\text{--}44,5\ \mu\text{mol l}^{-1}$), jak podali KOPÁČEK i in. (2006). Zdecydowanie wyższa wartość rozpuszczonego węgla organicznego ($458\ \mu\text{mol l}^{-1}$) w Smreczyńskim Stawie w porównaniu z pozostałymi badanymi jeziorami ($33\text{--}46\ \mu\text{mol l}^{-1}$; KOPÁČEK i in. 2006) oraz brązowy kolor wody określają jego dystroficzny charakter. Na podstawie oryginalnych pomiarów odczynu wody (Tab. 1) i klasyfikacji jezior tatrzańskich ze względu

Tabela 1. Morfometria (według WIT-JÓŻWIKOWEJ & ZIEMOŃSKIEJ 1962), jak również podstawowe parametry fizyko-chemiczne wody (oryginalne pomiary) sześciu badanych jezior w polskiej części Tatr

Table 1. Morphometry (according to WIT-JÓŻWIKOWA & ZIEMOŃSKA 1962), as well as basic physic-chemical water parameters (original measurements) of the six studied lakes in the Polish Tatra Mountains

	Toporowy Staw Niżni	Smreczyński Staw	Litworowy Staw	Wielki Staw Polski	Zielony Staw	Długi Staw
Położenie n.p.m. Locality a.s.l. [m]	1089	1226	1618	1655	1672	1784
Powierzchnia Surface [ha]	0,62	0,75	0,48	34,35	3,84	1,59
Głębokość maksymalna Maximum depth [m]	5,7	5,3	1,1	79,3	15,1	10,6
Głębokość średnia Mean depth [m]	1,9	1,8	0,6	37,7	6,8	5,1
Temperatura Temperature [°C]	17,8	24,9	10,2	ok. 14	14,3	12,6
pH	5,8	4,7	6,9	ok. 6	7,4	7,2
Przewodnictwo elektrolityczne Conductivity [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	13	14	12	ok. 13	10	8

na ich zakwaszenie (FOTT i in. 1999) Smreczyński Staw zaliczałby się do jezior zakwaszonych ($\text{pH} < 5$), Toporowy Staw Niżni do pośrednich ($\text{pH } 5\text{--}6,2$), natomiast Długi Staw, Litworowy Staw i Zielony Staw byłyby dwuwęglanowe ($\text{pH} > 6,2$). Jednakże pojedyncze pomiary wartości pH nie pozwalają na wyciągnięcie miarodajnych wniosków o aktualnym zakwaszeniu badanych jezior.

Dane dotyczące morfometrii i wybranych parametrów fizyko-chemicznych wody badanych jezior zamieszczono w tabeli 1.

MATERIAŁY I METODY

Materiały zebrane zostały z sześciu opisanych powyżej jezior jednorazowo w dniach 23–30 sierpnia 2010 r. W każdym jeziorze zlokalizowane było jedno stanowisko. Blisko stanowisk znajdowały się przeważnie torfowce (*Sphagnum* sp.) i rośliny naczyniowe (Litworowy Staw, Smreczyński Staw, Toporowy Staw Niżni, Zielony Staw), albo otoczenie stanowisk było głównie skaliste (Długi Staw, Wielki Staw Polski). Próby z litoralu zbiorników pobrane zostały siatką planktonową (wielkość oczek 10 µm). Z każdego jeziora prze-filtrowano średnio około 11 litrów wody. Następnie materiał zagęszczony i zakonserwowany w 2–4% roztworze formaldehydu zamykano w około 4 plastikowych pojemnikach, każdy o objętości 35 ml. Wybrane parametry fizyko-chemiczne wody zmierzono w terenie przy pomocy przyrządu CPC-401 firmy Elmetron, wyposażonego w elektrodę EPS-1, czujnik konduktometryczny firmy Elmetron oraz czujnik do pomiaru temperatury firmy Nakamichi.

Pomimo zagęszczenia prób w terenie siatką planktonową ilość materiału była mała. Dlatego przed prowadzeniem obserwacji mikroskopowych większość prób została dodatkowo odwirowana (2500 obr. min.⁻¹). Materiały badano przy użyciu mikroskopów świetlnych Nikon Eclips 600 z kontrastem Nomarskiego i Nikon OPTIPHOT-2, oraz dokumentowano w postaci fotografii wykorzystując do tego celu kamery cyfrowe Nikon DS-Fi1 i PixelINK PL-A661.

Zielenice oznaczono głównie na podstawie kluczy KOMÁRKA & FOTTA (1983), HINDÁKA (1996) oraz COESELA & MEESTERSA (2007). Pełna lista taksonów oznaczonych w przebadanych materiałach, uwzględniając porządek systematyczny według VAN DEN HOEKA i in. (1995), znajduje się w tabeli 2.

WYNIKI I DYSKUSJA

W letnim planktonie litoralowym sześciu jezior tatrzańskich odnotowano łącznie 89 taksonów zielenic, w tym 61 gatunków (Tab. 2). Jest to duża liczba gatunków biorąc pod uwagę, że wcześniej z wód stojących całego obszaru polskich Tatr znano ich tylko 81 (HINDÁK & KAWECKA 2010). Wśród oznaczonych taksonów najwięcej było desmidii (62) i zielenic kokalnych (20), dużo mniej przedstawicieli rzędów *Ulotrichales* (4), *Oedogoniales* (2) i *Zygnematales* (1). Podobnie w planktonie niektórych jezior tatrzańskich, w tym w litoralu Morskiego Oka (GUTWIŃSKI 1913), w Toporowym Stawie Niżnim, Litworowym Stawie czy Zielonym Stawie (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), w peryfitonie Morskiego Oka (KAWECKA 1966) i Wielkiego Stawu Polskiego (KAWECKA 1970), w dystroficznym Toporowym Stawie Wyżnim (SIEMIŃSKA 1967) bogactwo desmidii było największe w porównaniu z innymi rzędami zielenic. Porównując florę oznaczonych zielenic z fykoflorą górską np. Austrii (BOURRELLY 1987) można zauważyć, że żaden z taksonów tatrzańskich nie jest elementem typowo alpejskim. Większość taksonów z rzędu *Desmidiiales*, które występowały podczas obecnych badań, podawanych jest również z Austrii przez LENZENWEGERA (2003). Jednak taksony te znane są albo z terenów nizinnych (do 500 m n.p.m.), albo wyżynnych (500–1100 m), górskich i subalpejskich (1100–2000 m). Żaden z nich nie należy do taksonów arktyczno-alpejskich, których brak na nizinach, a które spotkać można wyłącznie wysoko w Alpach i regionach północno-europejskich. Desmidie, które reprezentowane były podczas obecnych badań przez dużą liczbę taksonów (62), występowały w jeziorach zwykle sporadycznie. Tylko w Litworowym Stawie i Zielonym Stawie obserwowano dużo bardzo drobnych okazów *Xanthidium bifidum* var. *truncatum* (Ryc. 83–86), taksonu znanego wcześniej z Ukrainy (PALAMAR-MORDVYNCEVA 1984). Oznaczone desmidie reprezentowały 13 rodzajów.

Tabela 2. Lista taksonów zielenic (*Chlorophyta*) w letnich zbiorowiskach glonów sześciu badanych jezior tatrzańskich: **D** – Długi Staw, **L** – Litworowy Staw, **S** – Smreczyński Staw, **T** – Toporowy Staw Niżni, **W** – Wielki Staw Polski, **Z** – Zielony Staw. Dotychczasowe występowanie taksonów (uwzględniając ich synonimy podane przez RŮŽIČKĘ 1981; KOMÁRKA & FOTTA 1983; HINDÁKA 1996; LENZENWEGERA 2003; COESEL & MEESTERSA 2007; KOWALSKĄ 2010; GUIRY'EGO M. D. & GUIRY'EGO G. M. 2011) w jeziorach polskiej części Tatr przygotowano na podstawie publikacji cytowanych we wstępie niniejszej pracy. * – taksony nowe dla fykoflory jezior polskiej części Tatr

Table 2. List of chlorophyte taxa (*Chlorophyta*) in summer algal communities of the six studied Tatra lakes: **D** – Długi Staw, **L** – Litworowy Staw, **S** – Smreczyński Staw, **T** – Toporowy Staw Niżni, **W** – Wielki Staw Polski, **Z** – Zielony Staw. Previous occurrence of the taxa (including their synonyms given by RŮŽIČKA 1981; KOMÁREK & FOTT 1983; HINDÁK 1996; LENZENWEGER 2003; COESEL & MEESTERS 2007; KOWALSKA 2010; GUIRY M. D. & GUIRY G. M. 2011) in the Polish Tatra lakes prepared on the basis of papers cited in the introduction of the recent publication. * – taxa new for the phycoflora of the Polish Tatra lakes

Taksony – Taxa	Obecne występowanie – Recent occurrence	Wcześniejsze występowanie w jeziorach polskiej części Tatr – Previous occurrence in the Polish Tatra lakes
Klasa – Class <i>Chlorophyceae</i>		
Rząd – Order <i>Chlorococcales</i>		
<i>Actinastrum</i> cf. <i>raphidioides</i> (Reinsch) Brunnth. (Ryc. 3)	L	*
<i>Ankistrodesmus</i> cf. <i>falcatus</i> (Corda) Ralfs (Ryc. 4)	T, Z	*
<i>A. fusiformis</i> Corda (Ryc. 5)	T	*
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	T	T (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960)
<i>Dictyosphaerium</i> cf. <i>chlorelloides</i> (Naum.) Kom. et Perm. (Ryc. 8–9)	T	*
<i>D. elegans</i> Bachm. (Ryc. 7)	T	*
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korš.) Hind. (Ryc. 6)	L, Z	*
cf. <i>M. tatrae</i> (Hind.) Hind. (Ryc. 10)	L	*
<i>Oocystis marssonii</i> Lemm. (Ryc. 11)	T	*
<i>Oocystis</i> A. Braun sp.	S	Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967)
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh. var. <i>boryanum</i> (Ryc. 12)	L	*
<i>P. boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Racib.) Sulek (Ryc. 13)	L	*
<i>P. boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch	L	various Tatra lakes (WOŁOSZYŃSKA 1925), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1913; KAWECKA 1966)
<i>P. integrum</i> Näg. var. <i>integrum</i> (Ryc. 14)	L	*
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>armatus</i> Chod. (Ryc. 15)	L	*
<i>S. cf. armatus</i> var. <i>suecicus</i> Uherk. (Ryc. 16)	L	*
<i>S. quadrispina</i> Chod.	L	L , Kurtkowiec [SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960, jako <i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>quadrispina</i> (Chod.) G. M. Smith]
<i>Scenedesmus</i> Meyen sp.	T, Z	L, S, T , Czerwone Stawki (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), Morskie Oko (KAWECKA 1966), Wielki Staw Polski (KAWECKA 1970)

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony – Taxa	Obecne występowanie – Recent occurrence	Wcześniejsze występowanie w jeziorach polskiej części Tatr – Previous occurrence in the Polish Tatra lakes
<i>Tetrastrum</i> Chod. sp. (Ryc. 17)	T	*
<i>Radiococcaceae</i> Fott ex Komárek sp. indet.	T, Z	*
Rząd – Order Ulotrichales		
<i>Binuclearia tectorum</i> (Kütz.) Beger et Wichmann	S, T	Mały Staw, Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, 1913, jako <i>Binuclearia tatrana</i> Wittrock)
<i>Elakatothrix biplex</i> (Nygaard) Hind. var. <i>biplex</i> (Ryc. 18)	T	*
<i>Klebsormidium flaccidum</i> (Kütz.) Silva, Mattox et Blackwell	S, Z	W [STARMACH 1973, jako <i>Chlorhormidium flaccidum</i> (Kütz.) Fott]
<i>Microspora</i> cf. <i>willeana</i> Lagerheim (Ryc. 19)	S, T	*
Rząd – Order Oedogoniales		
<i>Bulbochaete</i> C. Agardh sp. (Ryc. 20)	L	*
<i>Oedogonium</i> Link ex Hirn sp.	L, T	L, T , Czarny Staw Gąsienicowy, Dwoiste Stawki, Kurtkowiec (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1913)
Klasa – Class Charophyceae		
Rząd – Order Zygnemetales		
<i>Mougeotia</i> C. Agardh sp.	L, S, T	L, S, T (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), W (KAWECKA 1970), Czarny Staw Gąsienicowy, Dwoiste Stawki, Kurtkowiec, Zielony Staw (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1913; KAWECKA 1966), Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967)
Rząd – Order Desmidiiales		
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb. ex Ralfs) Teiling	L, S	Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967, jako <i>Cosmarium cucurbita</i> Bréb.)
<i>A. silvae-nigrae</i> (Rabanus) Kouwets et Coesel (Ryc. 21–22)	Z	*
<i>Bambusina borrieri</i> (Ralfs) Cleve	S	S (GUTWIŃSKI 1909, jako <i>Gymnozyga moniliformis</i> Ehr.)
<i>Closterium closterioides</i> (Ralfs) A. Louis et F. Peeters var. <i>intermedium</i> (J. Roy et Bisset) Růžička (Ryc. 23)	L, Z	L, T, W, Z (GUTWIŃSKI 1909, jako <i>Penium closterioides</i> Ralfs var. <i>subcylindricum</i> Klebs)
<i>Cl. diana</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>diana</i> (Ryc. 24)	T	*

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony – Taxa	Obecne występowanie – Recent occurrence	Wcześniejsze występowanie w jeziorach polskiej części Tatr – Previous occurrence in the Polish Tatra lakes
<i>Closterium incurvum</i> Bréb. (Ryc. 25)	T	*
<i>Cl. setaceum</i> Ehr. ex Ralfs	T	T (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967)
<i>Cosmarium</i> cf. <i>abbreviatum</i> Racib. var. <i>abbreviatum</i>	L	*
<i>C. cf. asterosporum</i> Coesel (Ryc. 26)	W	*
<i>C. bioculatum</i> Bréb. ex Ralfs var. <i>bioculatum</i> (Ryc. 27)	D, L, Z	Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909)
<i>C. cf. bioculatum</i> Bréb. ex Ralfs var. <i>bioculatum</i> (Ryc. 28)	T	*
<i>C. hornavanense</i> Gutw. var. <i>hornavanense</i> (Ryc. 29)	L	Z (GUTWIŃSKI 1909)
<i>C. cf. majae</i> Strøm (Ryc. 30)	W	*
<i>C. margaritifерum</i> Menegh. ex Ralfs var. <i>margaritifерum</i>	L	Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967, jako <i>C. margaritifерum</i> Ralfs)
<i>C. polygonatum</i> Halász (Ryc. 31)	L	*
<i>C. porteanum</i> W. Archer var. <i>nephroideum</i> Wittr. (Ryc. 32)	L	*
<i>C. pseudoamoenum</i> Wille (Ryc. 33)	T	*
<i>C. regnellii</i> Wille	L	Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1913)
<i>C. cf. reniforme</i> (Ralfs) W. Archer (Ryc. 34)	W	*
<i>C. subcrenatum</i> Hantzsch	L, W	W (KAWECKA 1970), Morskie Oko (KAWECKA 1966)
<i>C. cf. subcrenatum</i> Hantzsch (Ryc. 35)	D	*
<i>Euastrum ansatum</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>rhomboidale</i> F. Ducellier (Ryc. 36)	L	*
<i>E. bidentatum</i> Näg. (Ryc. 37)	L, Z	W (KAWECKA 1970; STARMACH 1973), Dwoisty Staw (GUTWIŃSKI 1909, jako <i>E. rostratum</i> Ralfs), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, 1913, jako <i>Euastrum rostratum</i> Ralfs; KAWECKA 1966), Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967)
<i>E. denticulatum</i> F. Gay (Ryc. 38)	L, T	T , Czarny Staw Gąsienicowy (GUTWIŃSKI 1909, jako <i>Euastrum amoenum</i> Gay), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, 1913, jako <i>E. amoenum</i>), Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967, jako <i>E. denticulatum</i> F. Gay var. <i>angusticeps</i> Grönb.)
<i>E. didelta</i> Turp. ex Ralfs	L, T	L (GUTWIŃSKI 1909; SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), T (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), Czarny Staw nad Morskim Okiem (GUTWIŃSKI 1909)

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony – Taxa	Obecne występowanie – Recent occurrence	Wcześniejsze występowanie w jeziorach polskiej części Tatr – Previous occurrence in the Polish Tatra lakes
<i>E. elegans</i> (Bréb.) Kütz. ex Ralfs	L	L (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960), T , Dwoisty Staw (GUTWIŃSKI 1909), Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967)
<i>E. humerosum</i> Ralfs var. <i>humerosum</i>	T	S (GUTWIŃSKI 1909)
<i>E. cf. obesum</i> Joshua (Ryc. 39)	L	*
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Bréb. ex Ralfs var. <i>dissiliens</i> (Ryc. 40)	L	*
<i>Penium margaritaceum</i> Bréb. in Ralfs	Z	L, T , Dwoisty Staw (GUTWIŃSKI 1909), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, 1913)
<i>P. polymorphum</i> Perty	T	L (GUTWIŃSKI 1909)
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. et G. S. West (Ryc. 41)	D	*
<i>Sp. pulchellum</i> W. Archer (Ryc. 42)	T	*
<i>Staurostrum crenulatum</i> (Näg.) Delponte (Ryc. 43)	T	*
<i>St. dispar</i> Bréb. var. <i>dispar</i> (Ryc. 44–45)	Z	*
<i>St. furcigerum</i> (Bréb. ex Ralfs) W. Archer var. <i>furcigerum</i> (Ryc. 46)	W	*
<i>St. gracile</i> Ralfs ex Ralfs (Ryc. 47–48)	T	*
<i>St. hirsutum</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>hirsutum</i> (Ryc. 49–50)	D	*
<i>St. inflexum</i> Bréb. var. <i>inflexum</i> (Ryc. 51–52)	W	*
<i>St. cf. kouwetsii</i> Coesel (Ryc. 53)	L	*
<i>St. lapponicum</i> (Schmidle) Grönblad (Ryc. 54–55)	T	*
<i>St. orbiculare</i> Menegh. ex Ralfs var. <i>ralfsii</i> W. et G. S. West (Ryc. 56–57)	L	*
<i>St. polymorphum</i> Bréb. in Ralfs	T	T (GUTWIŃSKI 1909), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, 1913)
<i>St. punctulatum</i> Bréb. in Ralfs var. <i>punctulatum</i> (Ryc. 58–60)	D, L, W, Z	D, L, T, Z , Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, jako <i>St. punctulatum</i> Bréb.)
<i>St. striatum</i> (W. et G. S. West) Růžička (Ryc. 61–63)	D	*
<i>St. cf. striatum</i> (Ryc. 64–65)	S	*
<i>St. subavicula</i> (West) West et G. S. West var. <i>luxurians</i> (Lütkemüller) Bourrelly (Ryc. 66–68)	T	*
<i>Staurodesmus brevispina</i> (Bréb.) Croasdale (Ryc. 69)	W	*
<i>Std. cuspidatus</i> (Bréb.) Teiling var. <i>cuspidatus</i> (Ryc. 70)	L	*

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Taksony – Taxa	Obecne występowanie – Recent occurrence	Wcześniejsze występowanie w jeziorach polskiej części Tatr – Previous occurrence in the Polish Tatra lakes
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teiling var. <i>dejectus</i>	W	Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967, jako <i>Staurastrum dejectum</i> Bréb. var. <i>dejectum</i> fo. <i>angustatum</i> Teiling)
<i>Std. dejectus</i> var. <i>apiculatus</i> (Bréb.) Teiling (Ryc. 71–72)	L, T, Z	*
<i>Std. extensus</i> (Borge) Teiling var. <i>extensus</i> (Ryc. 73)	T	*
<i>Std. extensus</i> var. <i>vulgaris</i> (B. Eichler et Racib.) Croasdale (Ryc. 74)	W	*
<i>Std. incus</i> (Bréb.) Teiling var. <i>incus</i> (Ryc. 75–76)	D, L, T	*
<i>Std. incus</i> var. <i>indentatus</i> (W. et G. S. West) Coesel (Ryc. 77)	T	*
<i>Std. mucronatus</i> (Bréb.) Croasdale var. <i>subtriangularis</i> (W. et G. S. West) Croasdale (Ryc. 78)	L	*
<i>Teilingia excavata</i> (Ralfs) Bourr. var. <i>excavata</i> (Ryc. 79)	D, Z	T (GUTWIŃSKI 1909, jako <i>Sphaerosoma excavatum</i> Ralfs), W (GUTWIŃSKI 1909; KAWECKA 1970, jako <i>Sph. excavatum</i>), Morskie Oko (GUTWIŃSKI 1909, 1913, jako <i>Sph. excavatum</i>), Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967, jako <i>Sph. excavatum</i>)
<i>T. granulata</i> (J. Roy et Bisset) Bourr. (Ryc. 80)	T	*
<i>Tetmemorus laevis</i> Kütz. ex Ralfs var. <i>laevis</i>	S	S, T, Z , Czarny Staw nad Morskim Okiem, Czarny Staw Gąsienicowy, Dwoisty Staw [GUTWIŃSKI 1909, jako <i>Tetmemorus laevis</i> (Kütz.) Ralfs i <i>Tetmemorus laevis</i> var. <i>attenuatus</i> Wille]
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz. var. <i>antilopaeum</i> (Ryc. 81–82)	Z	*
<i>X. bifidum</i> (Bréb.) Deflandre var. <i>truncatum</i> (West) Pal.-Mordv. (Ryc. 83–86)	L, Z	*
<i>X. octocorne</i> Ehr. ex Ralfs var. <i>octocorne</i>	T	Toporowy Staw Wyżni (SIEMIŃSKA 1967, jako <i>Arthrodasmus octocornis</i> Ehr.)

Jednakże nie wszystkich przedstawicieli tej grupy zielenic oznaczono do gatunku. Dotyczy to głównie drobnych okazów z rodzaju *Cosmarium*, w tym *C. cf. abbreviatum* var. *abbreviatum*, *C. cf. asterosporum* (Ryc. 26), *C. cf. bioculatum* var. *bioculatum* (Ryc. 28) i *C. cf. majae* (Ryc. 30), jak również *C. cf. reniforme* (Ryc. 34), *C. cf. subcrenatum* (Ryc. 35)

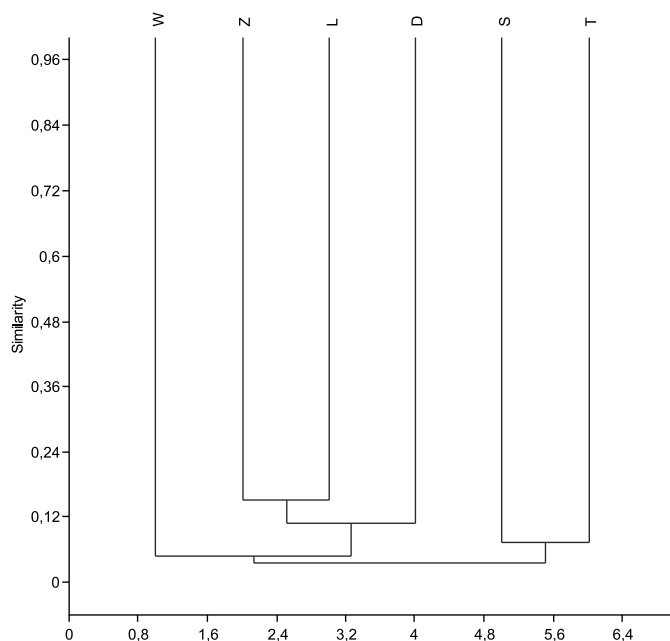
oraz *Euastrum* cf. *obesum* (Ryc. 39), *Stauroastrum* cf. *kouwetsii* (Ryc. 53) i *St.* cf. *striatum* (Ryc. 64–65), które wymagają dalszych badań taksonomicznych na podstawie szerszego materiału algologicznego. Najwięcej taksonów oznaczonych podczas obecnych badań należało do rodzajów *Cosmarium* Corda ex Ralfs (14), *Stauroastrum* Meyen ex Ralfs (14) i *Staurodesmus* Teiling (9). Mniejszy udział taksonów z rodzajów *Euastrum* Ehr. ex Ralfs (6) i *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (4) jest typowy dla obszarów górskich (MATUŁA 1995). Nie zaobserwowano żadnych przedstawicieli należących m.in. do rodzajów *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs czy *Netrium* (Näg.) Itzigsohn & Rothe. Kilka taksonów *Micrasterias* w jeziorach tatrzańskich zanotowanych zostało wcześniej przez SZKLARCZYK-GAZDOWĄ (1960), po jednym gatunku z Morskiego Oka notowali GUTWIŃSKI (1913) i KAWECKA (1966), a z Toporowego Stawu Wyżniego – SIEMIŃSKA (1967). *Netrium*, reprezentowane przez tylko jeden gatunek, *N. digitus* (Bréb. ex Ralfs) Itzigsohn & Rothe, było wcześniej często obserwowane w Toporowym Stawie Niżnim i Smreczyńskim Stawie (SZKLARCZYK-GAZDOWA 1960).

Wśród 20 odnotowanych taksonów zielenic kokalnych (*Chlorococcales*) większość występowała rzadko. Tylko *Oocystis marssonii* (Ryc. 11) w Toporowym Stawie Niżnim oraz *Monoraphidium arcuatum* (Ryc. 6) w Litworowym Stawie i Zielonym Stawie obserwowano zdecydowanie częściej. Oba taksony są rozprzestrzenione w różnego typu zbiornikach wodnych (KOMÁREK & FOTT 1983), często obserwowane były wcześniej w Polsce (SIEMIŃSKA & WOŁOWSKI 2003). Najwięcej taksonów (4) zanotowano w rodzaju *Pediastrum*. Występowały one w Litworowym Stawie, a znane są też z terenów nizinnych kraju (KOWALSKA 2010). Spośród nich wcześniej tylko *P. boryanum* var. *longicorne* notowany był z jezior polskiej części Tatr, natomiast *P. boryanum* var. *boryanum* (Ryc. 12) i *P. integrum* var. *integrum* (Ryc. 14) obserwowano w czwartorzędowych osadach torfowiska „Żabie Oko” w Dolinie Rybiego Potoku (WOŁOWSKI i in. 2002). Na uwagę zasługuje również inna zielenica kokalna, cf. *Monoraphidium tatrae* (Ryc. 10), oznaczona także w materiale z Litworowego Stawu. *M. tatrae* przypomina pod względem morfologicznym oraz wymagań ekologicznych inną zielenicę kokalną, *Chlorolobion lunulatum* Hind. Oba gatunki występują w słowackich Tatrach (HINDÁK 1993). Różnią się pirenoidem, którego brak u pierwszego gatunku. KOMÁREK & FOTT (1983) sugerują nawet, że oba taksony są jednym gatunkiem. U okazów oznaczonych w badanym materiale nie udało się natomiast stwierdzić, czy pirenoid występuje. Niektórych zielenic kokalnych, *Radiococcaceae* sp. indet., z Toporowego Stawu Niżniego i Zielonego Stawu nie udało się oznaczyć do gatunku. Były to kuliste formy w galaretowatych otoczkach, być może stadia rozwojowe *Radiococcus* Schmidle, *Coenochloris* Korš. lub pokrewnych. O występowaniu tego typu kolonii, również nie oznaczonych do gatunku, w kilku jeziorach tatrzańskich, m.in. w Smreczyńskim Stawie i Litworowym Stawie, wspomina SZKLARCZYK-GAZDOWA (1960). Również innych zielenic kokalnych, w tym *Actinastrum* cf. *raphidioides* (Ryc. 3), *Ankistrodesmus* cf. *falcatus* (Ryc. 4), *Dictyosphaerium* cf. *chlorelloides* (Ryc. 8–9), *Oocystis* sp., *Scenedesmus* sp., *S.* cf. *armatus* (Ryc. 15), *S.* cf. *armatus* var. *suecicus* (Ryc. 16) i *Tetrastrum* sp. (Ryc. 17), nie udało się oznaczyć do gatunku.

Wśród taksonów z rzędu *Ulotrichales* uwagę zwraca *Elakatothrix biplex* var. *biplex* (Ryc. 18), dość często obserwowany w Toporowym Stawie Niżnim. Takson znany jest

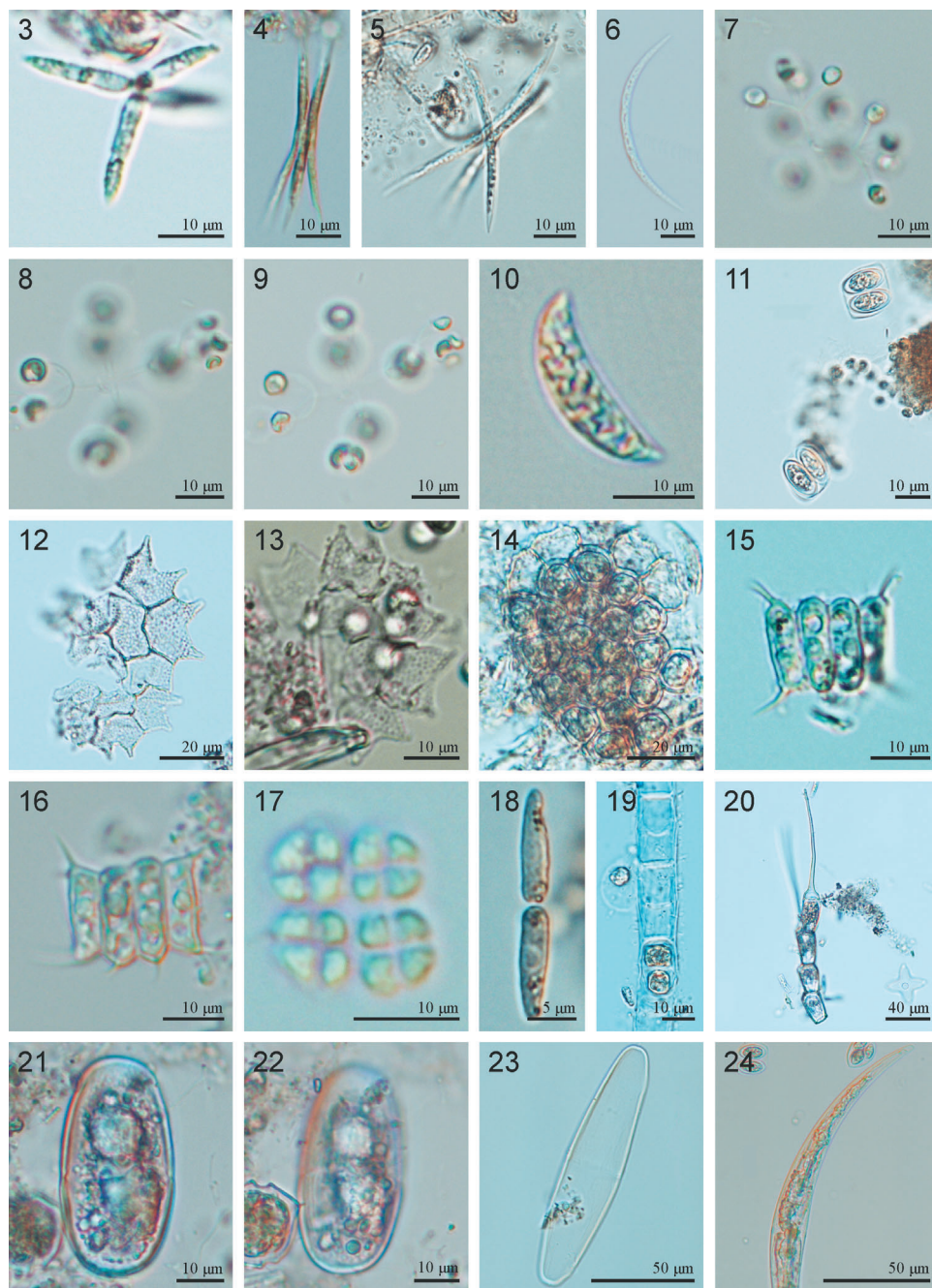
z jezior duńskich, jak również słowackiej części Tatr Wysokich (HINDÁK 1996). Z rzędu *Oedogoniales* oznaczono w badanym materiale tylko płonne plechy *Bulbochaete* sp. (Ryc. 20) i *Oedogonium* sp. Wśród nitkowatych sprężnic (*Zygnematales*) w kilku jeziorach obserwowano wegetatywne formy *Mougeotia* sp. Oprócz pierwszego, pozostałe dwa rodzaje należą do pospolicie występujących zarówno w zbiornikach tatrzańskich (Tab. 2), jak i w całej Polsce (SIEMIŃSKA & WOŁOWSKI 2003).

Podczas obecnych badań najczęściej taksonów zielenic odnotowano w Litworowym Stawie (38) i Toporowym Stawie Niżnim (35), jeziorach płytkich i stosunkowo nisko położonych nad poziomem morza. Również SZKLARCZYK-GAZDOWA (1960) zanotowała największe bogactwo, około 30 taksonów, w tych dwóch jeziorach wśród 11 przez nią badanych, jednocześnie spośród 5 badanych również obecnie. Kilka razy mniej taksonów zielenic odnotowano podczas obecnych badań w pozostałych zbiornikach: Zielonym Stawie – 16, Wielkim Stawie Polskim – 10, Smreczyńskim Stawie – 9 oraz Długim Stawie – 8. Z wyjątkiem Smreczyńskiego Stawu, o odmiennym dystroficznym charakterze, zbiorniki te leżą wyżej, około 1650–1800 m n.p.m. Podobnie LUKAVSKÝ (1994) zaobserwował w jeziorach słowackiej części Tatr, że ogólna liczba taksonów glonów zmniejsza wraz z wysokością.

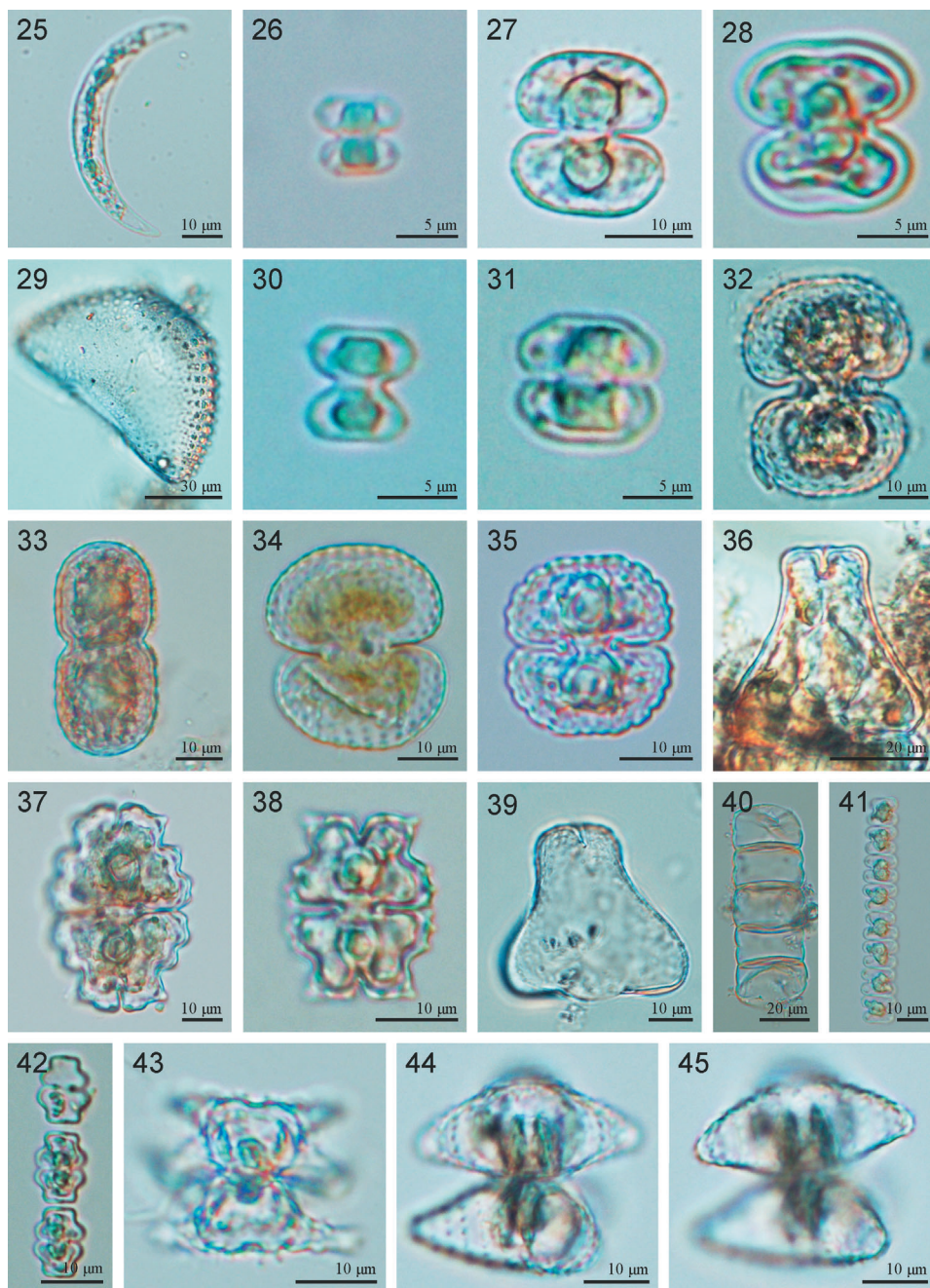


Ryc. 2. Podobieństwa letnich zbiorowisk zielenic w badanych jeziorach: D – Długi Staw, L – Litworowy Staw, S – Smreczyński Staw, T – Toporowy Staw Niżni, W – Wielki Staw Polski, Z – Zielony Staw. Użyto współczynnika Jaccarda jako miary podobieństwa i metody „Paired group” jako miary odległości. Dendrogram utworzono w programie Past, wersja 2.03 (HAMMER i in. 2001)

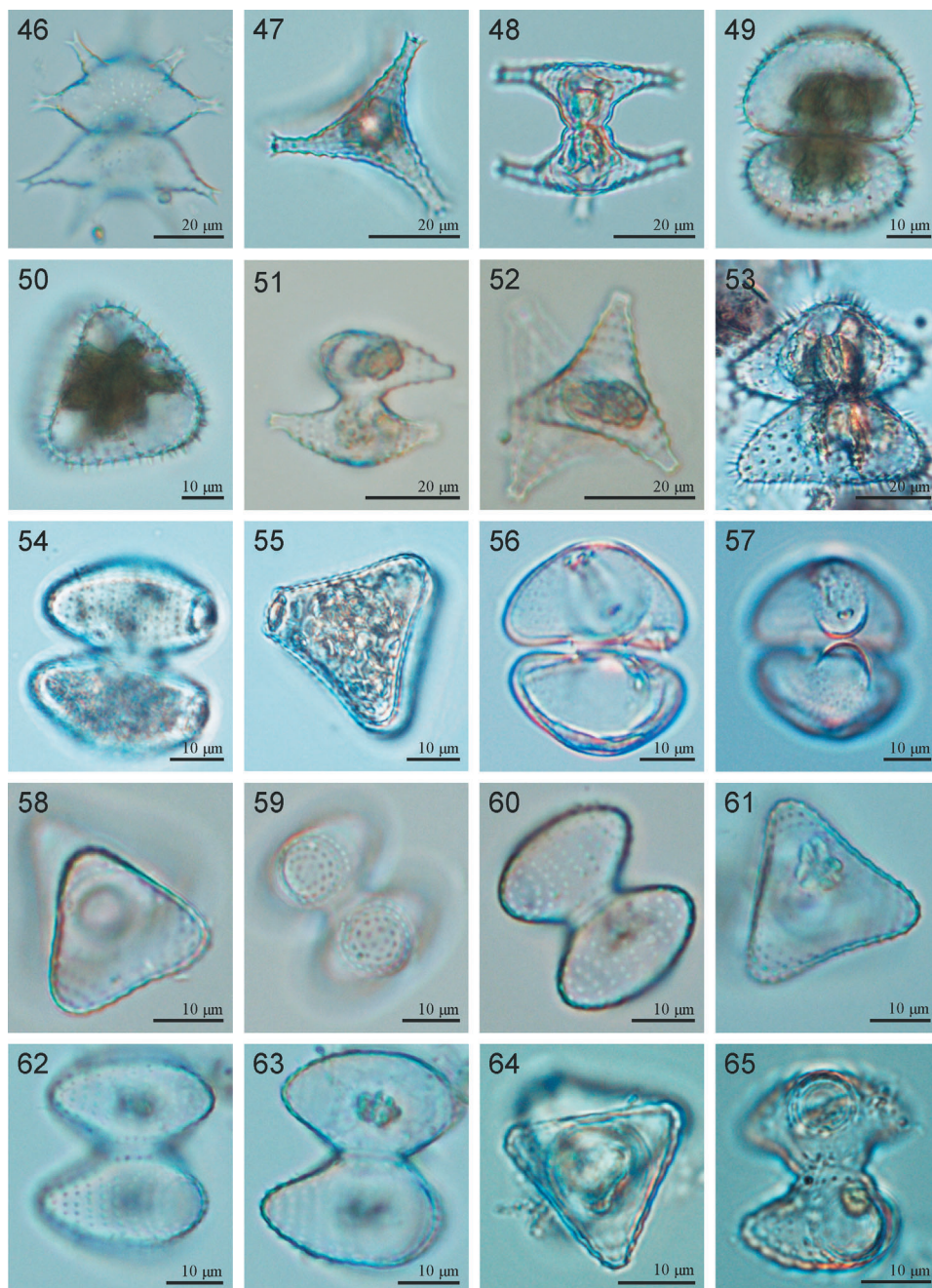
Fig. 2. Similarities in summer chlorophyte communities between the studied lakes: D – Długi Staw, L – Litworowy Staw, S – Smreczyński Staw, T – Toporowy Staw Niżni, W – Wielki Staw Polski, Z – Zielony Staw. Jaccard coefficient as a similarity measure and “Paired group” algorithm as a linkage method were used. Dendrogram was created in Past program, version 2.03 (HAMMER *et al.* 2001)



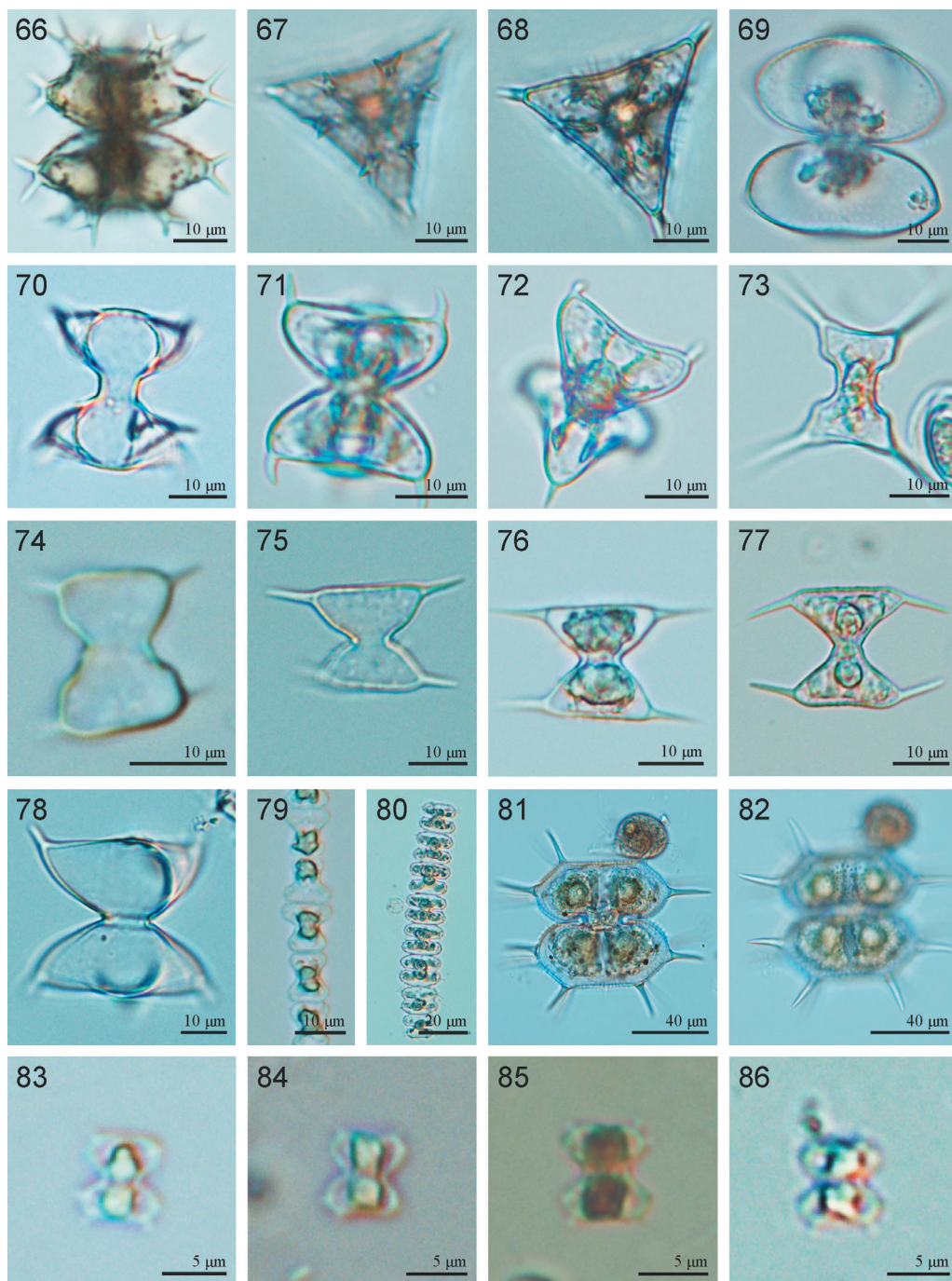
Ryc. 3–24 (Figs 3–24). 3. *Actinastrum* cf. *raphidioides*, 4. *Ankistrodesmus* cf. *falcatus*, 5. *A. fusiformis*, 6. *Monoraphidium arcuatum*, 7. *Dictyosphaerium elegans*, 8–9. *D.* cf. *chlorelloides*, 10. cf. *Monoraphidium tatray*, 11. *Oocystis marssonii*, 12. *Pediastrum boryanum* var. *boryanum*, 13. *P. boryanum* var. *cornutum*, 14. *P. integrum* var. *integrum*, 15. *Scenedesmus* cf. *armatus*, 16. *S.* cf. *armatus* var. *suecicus*, 17. *Tetrastrum* sp., 18. *Elakatothrix biplex* var. *biplex*, 19. *Microspora* cf. *willeana*, 20. *Bulbochaete* sp., 21–22. *Actinotaenium silvae-nigrae*, 23. *Closterium closterioides* var. *intermedium*, 24. *Cl. diana* var. *diana*



Ryc. 25–45 (Figs 25–45). 25. *Closterium incurvum*, 26. *Cosmarium* cf. *asterosporum*, 27. *C. bioculatum* var. *bioculatum*, 28. *C. cf. bioculatum* var. *bioculatum*, 29. *C. hornavanense* var. *hornavanense*, 30. *C. cf. majae*, 31. *C. polygonatum*, 32. *C. porteanum* var. *nephroideum*, 33. *C. pseudoamoenum*, 34. *C. cf. reniforme*, 35. *C. cf. subcrenatum*, 36. *Euastrum ansatum* var. *rhomboidale*, 37. *E. bidentatum*, 38. *E. denticulatum*, 39. *E. cf. obesum*, 40. *Hyalotheca dissiliens* var. *dissiliens*, 41. *Spondylosium planum*, 42. *Sp. pulchellum*, 43. *Staurostrum crenulatum*, 44–45. *St. dispar* var. *dispar*



Ryc. 46–65 (Figs 46–65). 46. *Staurastrum furcigerum* var. *furcigerum*, 47–48. *St. gracile*, 49–50. *St. hirsutum* var. *hirsutum*, 51–52. *St. inflexum* var. *inflexum*, 53. *St. cf. kouwetsii*, 54–55. *St. lapponicum*, 56–57. *St. orbiculare* var. *ralfsii*, 58–60. *St. punctulatum* var. *punctulatum*, 61–63. *St. striatum*, 64–65. *St. cf. striatum*



Ryc. 66–86 (Figs 66–86). 66–68. *St. subavicularia* var. *luxurians*, 69. *Staurodesmus brevispina*, 70. *Std. cuspidatus* var. *cuspidatus*, 71–72. *Std. dejectus* var. *apiculatus*, 73. *Std. extensus* var. *extensus*, 74. *Std. extensus* var. *vulgaris*, 75–76. *Std. incus* var. *incus*, 77. *Std. incus* var. *indentatus*, 78. *Std. mucronatus* var. *subtriangularis*, 79. *Teilingia excavata* var. *excavata*, 80. *T. granulata*, 81–82. *Xanthidium antilopaeum* var. *antilopaeum*, 83–86. *X. bifidum* var. *truncatum*

Skład taksonomiczny zielenic w badanych jeziorach był różny, o czym świadczy mała liczba taksonów wspólnych – 21 (Tab. 2). Bardzo rzadko te same taksony obserwowano w dwóch (16 taksonów), trzech (*Mougeotia* sp., *Cosmarium bioculatum* var. *bioculatum* – Ryc. 27, *Staurodesmus dejectus* var. *apiculatus* – Ryc. 71–72, *Std. incus* var. *incus* – Ryc. 75–76) lub czterech (*Staurastrum punctulatum* var. *punctulatum* – Ryc. 58–60) jeziorach. Większość taksonów (68) obserwowana była w pojedynczych zbiornikach. Również GUTWIŃSKI (1909) rzadko obserwował te same taksony zielenic w dwóch lub w większej liczbie zbiorników. Najwięcej wspólnych taksonów zielenic (7) miały Zielony Staw i Litworowy Staw (Ryc. 2; Tab. 2). Można to wyjaśnić tym, że choć jeziora te różnią się zupełnie pod względem morfometrii, to położone są blisko siebie i połączone potokiem.

Do zielenic najbardziej rozprzestrzenionych w polskich jeziorach tatrzańskich należy zaliczyć te, które obserwowano najczęściej zarówno podczas obecnych, jak i wcześniejszych badań różnych autorów (Tab. 2). Należą do nich następujące desmidie: *Closterium closterioides* var. *intermedium* (Ryc. 23), *Euastrum bidentatum* (Ryc. 37), *E. denticulatum* (Ryc. 38), *Staurastrum punctulatum* var. *punctulatum* (Ryc. 58–60) i *Teilingia excavata* var. *excavata* (Ryc. 79). Są to taksony podawane również często z Polski (SIEMIŃSKA & WOŁOWSKI 2003). W sumie tylko 31 z 89 taksonów zielenic znalezionych podczas obecnych badań notowano wcześniej w jednym lub kilku jeziorach polskiej części Tatr przez różnych autorów. Spośród nich 15 taksonów obserwowano powtórnie w tych samych jeziorach, natomiast pozostałe zielenice nie były wcześniej znane z polskich jezior tatrzańskich (Tab. 2). To oznaczać może, że bogactwo zielenic w tych zbiornikach nie zostało dotychczas dobrze poznane lub ulega ciągłym zmianom. Warto zwrócić uwagę na same gatunki, odmiany i formy zielenic opisane jako nowe dla nauki z materiałów tatrzańskich. GUTWIŃSKI (1909) podał około 40, a RACIBORSKI (1888, 1889) kilka takich taksonów. Podczas obecnych badań nie zostały one odnalezione, z wyjątkiem *Cosmarium hornavanense* var. *hornavanense* (Ryc. 29).

PODSUMOWANIE I DALSZE KIERUNKI BADAŃ

Obecne badania przeprowadzone na materiale pochodzącym z sześciu zbiorników tatrzańskich dają tylko częściowy obraz aktualnej różnorodności taksonomicznej zielenic w jeziorach tego obszaru. Niemniej jednak oznaczono dużą liczbę taksonów (58) nie podawanych wcześniej ze zbiorników polskiej części Tatr. Badania nad zielenicami w jeziorach tego obszaru wymagają więc kontynuacji i poszerzenia w kolejnych latach. Aktualnie zbierany i opracowywany jest w tym celu materiał z planktonu, bentosu i peryfitonu większej liczby jezior.

Poznanie aktualnego składu zielenic w zbiornikach tatrzańskich pozwoli na prześledzenie zmian, jakie zachodziły w ich zbiorowiskach w określonym czasie. Dodanie badań fizyko-chemicznych wód tych zbiorników umożliwi również poznanie związku poszczególnych taksonów z warunkami środowiskowymi panującymi w każdym z jezior oraz sprawdzenie, czy zielenice mogą odzwierciedlać ich stan ekologiczny. To dałoby podstawę

do określenia wpływu na warunki w jeziorach zanieczyszczeń środowiska oraz takich działań, jak np. sztuczne zarybienie pstrągiem źródlanym (*Salvelinus fontinalis*), bytowanie krzyżówek (*Anas platyrhynchos*), czy dokarmianie ich przez turystów. Konieczny jest bowiem monitoring i specjalna ochrona jezior tatrzańskich, unikatowych ze względu na swoje wysokogórskie położenie i niską trofę. Jak dotąd w Tatrach tylko okrzemki wykorzystywane były w badaniach wpływu zanieczyszczeń na jeziora (KAWECKA & GALAS 2003; KOWNACKI i in. 2006). Znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy zielenice mogą być wskaźnikiem zmian ekologicznych zbiorników tatrzańskich, wymaga dalszych intensywnych badań.

Podziękowania. Jestem wdzięczna profesorowi Konradowi Wołowskiemu za cenne uwagi dotyczące manuskryptu niniejszej pracy oraz profesorowi Františkowi Hindákowi (Bratysława, Słowacja) za sprawdzenie oznaczeń niektórych zielenic. Badania były współfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, grant nr N303 070534, oraz działalność statutową Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, w tym w ramach projektu „Młodzi Naukowcy 2011”.

LITERATURA

- BOURRELLY P. 1987. Algues d'eau douce des mares d'alpage de la region de Lunz am See, Autriche. – Bibl. Phycol. **76**: 1–182.
- CABAŁA J. 2005. Chrysophycean stomatocysts from Morskie Oko and Żabie Oko Lakes in the Tatra National Park, Poland. – Acta Soc. Bot. Polon. **74**(4): 305–314.
- CABAŁA J. & PIĄTEK M. 2004. Chrysophycean stomatocysts from the Staw Toporowy Niżni lake (Tatra National Park, Poland). – Ann. Limnol. – Int. J. Lim. **40**(2): 149–165.
- COESEL P. F. M. & MEESTERS K. (J.) 2007. Desmids of the Lowlands. *Mesotaeniaceae* and *Desmidiaceae* of the European Lowlands. s. 352. KNNV Publishing, Zeist.
- FOTT J., BLAŽO M., STUHLÍK E. & STRUNEČKÝ O. 1999. Phytoplankton in three Tatra Mountain lakes of different acidification status. – J. Limnol. **58**(2): 107–116.
- GAŚSIOROWSKI M. & SIENKIEWICZ E. 2010. The Little Ice Age recorded in sediments of a small dystrophic mountain lake in southern Poland. – J. Paleolimnol. **43**: 475–487.
- GUIRY M. D. & GUIRY G. M. 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; baza fykologiczna przeszukiwana pomiędzy 6 sierpnia a 7 października 2011 roku.
- GUTWIŃSKI R. 1909. Flora algarum montium Tatrensium. – Extrait du Bull. intern. Acad. Sci. Cracovie, Cl. sci. math.-nat.: 415–560.
- GUTWIŃSKI R. 1913. Flora i plankton glonów Morskiego Oka. – Kosmos **38**: 1426–1437.
- HAMMER O., HARPER D. A. T. & RYAN P. D. 2001. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. – Palaeontologia Electronica **4**(1): 1–9.
- HINDÁK F. 1993. Súpis siníc a rias Slovenska (1971–1992). – Biologia, Bratislava **48**/Supl. **1**: 3–51.
- HINDÁK F. 1996. Kl'úč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias (*Ulotrichineae*, *Ulotrichales*, *Chlorophyceae*). – Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti pri SAV/Supl. **1**: 1–77.
- HINDÁK F. & KAWECKA B. 2010. Sinice a riasy. – W: A. KOUTNÁ & B. CHOVANCOVÁ (red.), Tatr. Příroda, s. 313–318. Baset, Praha.
- KAWECKA B. 1965. Communities of benthic algae in the River Białka and its Tatra tributaries the Rybi Potok and Róztoka. – Komitet Zagosp. Ziem Górskich PAN **11**: 113–127.

- KAWECKA B. 1966. Glony osiadłe na *Potamogeton* sp. w Morskim Oku. – Acta hydrobiol. **8**(3–4): 321–328.
- KAWECKA B. 1969. Zbiorowiska glonów w potokach tatrzańskich. – Tatrzańska sesja naukowa, Referaty, PTH, Zakopane – Kraków: 1–19.
- KAWECKA B. 1970. Glony na sztucznym podłożu w Wielkim Stawie w Dolinie Pięciu Stawów Polskich (Tatry Wysokie). – Acta hydrobiol. **12**(4): 423–430.
- KAWECKA B. 1971. Strefowe rozmieszczenie zbiorowisk glonów w potokach Tatr Wysokich. – Acta hydrobiol. **13**(4): 393–414.
- KAWECKA B. 1978. Biology and ecology of snow alga *Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille (*Chlorophyta*, *Volvocales*). – Proc. Cryptogamol. Symp. Slovak. Acad. Sci.: 47–52.
- KAWECKA B. 1983/84. Biology and ecology of snow algae. 3. Sexual reproduction in *Chloromonas rostański* (Starmach et Kawecka) Gerloff et Ettl (*Chlorophyta*, *Volvocales*). – Acta hydrobiol. **25/26**: 281–285.
- KAWECKA B. 1993a. Ecological characteristics of sessile algal communities in streams flowing from the Tatra Mountains in the area of Zakopane (southern Poland) with special consideration of their requirements with regard to nutrients. – Acta hydrobiol. **35**(4): 295–306.
- KAWECKA B. 1993b. Green and other algae in the streams of the northern side of the High Tatras. – Polish Bot. Studies. Guideb. Ser. **10**: 17–32.
- KAWECKA B. & GALAS J. 2003. Diversity of epilithic diatoms in high mountain lakes under the stress of acidification (Tatra Mts, Poland). – Ann. Limnol. – Int. J. Lim. **39**(3): 239–253.
- KOMÁREK J. & FOTT B. 1983. *Chlorophyceae* (Grünalgen), Ordnung: *Chlorococcales*. – W: G. HUBER-PESTALOZZI (red.), Das Phytoplankton des Süßwassers. **7**(1), s. 1–1044. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- KOPÁČEK J., STUHLÍK E. & HARDEKOPF D. 2006. Chemical composition of the Tatra Mountain lakes: Recovery from acidification. – Biologia, Bratislava **61**/Supl. **18**: 21–33.
- KOT M. 2009. Życie tatrzańskich wód. Wyd. 2. s. 2. Wydawnictwa Tatrzańskiego Parku Narodowego, Zakopane.
- KOWALSKA J. 2010. Taksonomia i ekologia rodzaju *Pediastrum* Meyen (*Chlorophyta*) w Polsce. s. 154. Mskr. pracy doktorskiej, Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, Kraków.
- KOWNACKI A., DUMNICKA E., KWANDRANS J., GALAS J. & OLLIK M. 2006. Benthic communities in relation to environmental factors in small high mountain ponds threatened by air pollutants. – Boreal Environment Research **11**: 481–492.
- LENZENWEGER R. 2003. Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 4. Bibl. Phycol. **111**: 1–87.
- LUKAVSKÝ J. 1994. Algal flora of lakes in the High Tatra Mountains (Slovakia). – Hydrobiologia **274**: 65–74.
- MATUŁA J. 1995. Warunki troficzne glonów torfowiskowych na obszarze Dolnego Śląska. – Zesz. Nauk. Akad. Roln. we Wrocławiu **256**: 1–132.
- MROZIŃSKA T. 1984. *Botryosphaerella sudetica* (Lemmermann) Silva (*Botryococcaceae*, *Chlorophyta*), a green alga new to Tatra Mts. – Arch. Hydrobiol. Suppl. **67**(3) (Algological Studies **36**): 245–249.
- PALAMAR-MORDVYNCEVA H. M. 1984. Vyznačnyk prysnovodnykh vodorostej Ukrajinської RSR, **8**(1). Kon'jugaty – *Conjugatophyceae*, Mezoteniivi – *Mesotaeniales*, Gonatozygovi – *Gonatozygales*, Desmidievi – *Desmidiales*. s. 509. Naukova dumka, Kyjiv.
- PIĄTEK J. 2006. Stomatocysts of the Dolina Gąsienicowa Valley in the Tatra Mts (Poland). 1. Czarny Staw Gąsienicowy and Zmarły Staw Gąsienicowy Lakes. – Polish Bot. J. **51** (1): 61–77.
- PIĄTEK J. 2007. Some silica-scaled chrysophytes from the Tatra Mountains, Poland. – Polish Bot. J. **52**(2): 133–137.

- RACIBORSKI M. 1888. Materyjały do flory glonów Polski. – Osobne odbicie z XXII T. Sprawozdań Komisji fizyjoigr. Akadem. Umiejęt. s. 43. Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- RACIBORSKI M. 1889. Nowe desmidiyje. – Osobne odbicie z Pamiętn. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Umiej. **17**: 1–41.
- RACIBORSKI M. 1910. Phycoteca polonica. Część II. Nr 51–100. – Kosmos **35**(1–2): 1001–1006.
- RADWAŃSKA-PARYSKA Z. & PARYSKI W. H. 1994. Wielka encyklopedia tatrzańska. s. 1553. Wydawnictwo Górskie, Poronin.
- RŮŽIČKA J. 1981. Die Desmidiaceen Mitteleuropas. **1**(2). Lieferung. s. 736. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SIEMIŃSKA J. 1951. Barwne śniegi w Tatrach. – Chrońmy Przyr. Ojcz. **7**(9–10): 17–23.
- SIEMIŃSKA J. 1958. Nowy dla Tatr i Polski gatunek *Boulbochaete basispota* Wittrock et Lundell. – Fragn. Florist. Geobot. Polon. **3**(2): 151–153.
- SIEMIŃSKA J. 1962. Glony. – W: W. SZAFAER (red.), Tatrzański Park Narodowy. Wyd. 2, s. 305–316. Zakład Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- SIEMIŃSKA J. 1967. Glony z Toporowego Stawu Wyżniego w Tatrach. – Acta hydrobiol. **9**(1–2): 169–185.
- SIEMIŃSKA J. 1970. Niektóre aspekty badań Morskiego Oka w Tatrach. – Kosmos, Ser. A **103**(2): 173–179.
- SIEMIŃSKA J. 1990. Polska bibliografia fykologiczna. – W: J. SIEMIŃSKA (red.), Bibliografie Botaniczne **3**, s. 464. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- SIEMIŃSKA J. & PAJĄK J. 1992. Polska bibliografia fykologiczna za lata 1981–1990. – W: J. SIEMIŃSKA (red.), Bibliografie Botaniczne **6**, s. 181. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- SIEMIŃSKA J. & WOŁOWSKI K. 1993. Phycological bibliography to the Polish part of the Tatra Mountains. – Polish Bot. Guideb. Ser. **10**: 79–95.
- SIEMIŃSKA J. & WOŁOWSKI K. 2003. Catalogue of prokaryotic and eukaryotic algae noted in Poland. s. 255. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- STARMACH K. 1966. Glony naskalne w Dolinie Chochołowskiej w Tatrach. – Fragn. Florist. Geobot. **12**(4): 527–531.
- STARMACH K. 1973. Glony osiadłe w Wielkim Stawie w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach. – Fragn. Florist. Geobot. **19**(4): 481–511.
- STARMACH K. & KAWECKA B. 1965. The yellow-green snow in the Valley Za Mnichem in the Tatra Mountains. – Komit. Zagosp. Ziem Górskich, PAN **11**: 75–80.
- SZKLARCZYK-GAZDOWA C. 1960. Plankton roślinny niektórych stawów Tatrzańskich. – Acta Soc. Bot. Pol. **29**(4): 597–624.
- VAN DEN HOEK C., MANN D. G. & JAHNS H. M. 1995. Algae. An introduction to phycology. s. 627. University Press, Cambridge.
- WIT-JÓŻWIKOWA K. & ZIEMOŃSKA Z. 1962. Hydrografia Tatr Polskich. – W: W. SZAFAER (red.), Tatrzański Park Narodowy. Wyd. 2, s. 125–138. Zakład Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- WOŁOZYŃSKA J. 1925. Algologische Notizen. – Folia cryptogamica **1**(2): 49–52.
- WOŁOWSKI K. 2003. Różnorodność gatunkowa – glony. – W: R. ANDRZEJEWSKI & A. WEIGLE (red.), Różnorodność biologiczna Polski, s. 37–48. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- WOŁOWSKI K., OBIDOWICZ A. & WAWRZYCKA I. 2002. *Pediastrum* species (*Chlorophyceae*) in Quaternary sediments of “Żabie Oko” peat bog in the Tatra Mts. – Acta Palaeobot. **42**(1): 5161.

SUMMARY

Chlorophyte algae living in lakes of the Polish Tatra Mountains have not been studied in detail over the last half century and in most of the lakes they have been only partially recognized so far. Because of this the goal of the recent study was to provide description and documentation of the diversity of the algae living in six limnologically different Tatra lakes, including Długi Staw, Litworowy Staw, Smreczyński Staw, Toporowy Staw Niżni, Wielki Staw Polski and Zielony Staw, and to determine the recent and previous occurrence of the taxa in the Polish Tatra lakes. The materials were collected in August 2010 from littoral phytoplankton and observed in light microscopes after preservation. Together, 89 taxa, including i.a. 62 desmids and 20 chlorococcal algae, were found. Of these 58 taxa were recorded for the first time from the Polish Tatra lakes. Most taxa found during the recent study are documented in the form of original photos. Green algae were most numerous in Litworowy Staw (38) and Toporowy Staw Niżni (35) lakes, which are shallow and situated at a lower elevation above sea level compared to the others. Composition of the algae was characteristic in each of the six studied lakes. It is shown by small number of common taxa (21). Chlorophyte taxa which were observed most often in the recent and previous studies of other authors should be regarded as the most expanded in the Polish Tatra lakes. To this group of taxa belong the following desmids: *Closterium closterioides* var. *intermedium*, *Euastrum bidentatum*, *E. denticulatum*, *Staurastrum punctulatum* var. *punctulatum* and *Teilingia excavata* var. *excavata*. Further studies on green algae in the Polish Tatra lakes are required. Phytoplankton, benthos and periphyton samples from a greater number of lakes have already been collected for future studies.

Przyjęto do druku: 31.08.2012 r.

