

TERESA NOGA

Zakład Przyrodniczych Podstaw Rolnictwa
Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego

RÓŻNORODNOŚĆ SINIC I GLONÓW SŁODKOWODNYCH POLSKI WSKAZÓWKI DLA UCZESTNIKÓW OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ

Glony są interesującym obiektem badań, ze względu na dużą różnorodność organizmów oraz występowanie w zróżnicowanych warunkach środowiskowych. Jest to grupa najprostszych, samożywnych roślin zarodnikowych, żyjących w środowisku wodnym lub w miejscach wilgotnych. Do glonów zaliczamy 11 gromad, w tym dwie prokariotyczne: sinice (Cyanophyta=Cyanobacteria) i prochlorofity (Prochlorophyta) oraz 9 eukariotycznych: glaukofity (Glaucophyta), haptofity (Haptophyta), kryptofity (Cryptophyta), dinofity (Dinophyta), eugleniny (Euglenophyta), krasnorosty (Rhodophyta), różnowiciowe (Heterokontophyta), chlorarachnofity (Chlorarachniophyta) i zielenice (Chlorophyta).

Słowa kluczowe: glony, sinice, różnorodność, systematyka

1. WSTĘP

Często zdarza się, że w najbliższym otoczeniu dostrzegamy istoty, których natury nie znamy. Taki właśnie świat, mało znany przeciętnemu człowiekowi, w odniesieniu do mikroflory - stanowią glony. Są one dużą grupą ekologiczną i odgrywają bardzo ważną rolę w kształtowaniu życia naszej planety. Mają też znaczny wpływ na gospodarkę człowieka [13].

Glony stanowią interesujący obiekt badań ze względu na dużą różnorodność organizmów oraz występowanie w zróżnicowanych warunkach środowiskowych. Nazwa „glony” nie jest terminem taksonomicznym. Została zapożyczona przez J. Rostafińskiego z gwary góralskiej i wprowadzona do systematyki botanicznej dla określenia najprostszych, plechowych, samożywnych roślin zarodnikowych, żyjących głównie w środowisku wodnym lub w miejscach wilgotnych. Występują zatem w zbiornikach wodnych – zarówno stałych jak i okresowych, na śniegach i lodowcach, w gorących źródłach, na glebie, skałach, korze drzew, a także mogą wnikać w zagłębienia tkanek i jamy ciała innych organizmów.

Glony to bardzo liczna grupa, do której oprócz eukariotów (jądrowych) zalicza się także organizmy o prokariotycznej (beźjadrowej) budowie komórek.

* *Pracę recenzowała:* prof. dr hab. Halina Bucka, Polska Akademia Nauk w Krakowie

W jednym z powszechnie stosowanych systemów wśród glonów wyróżnia się 11 gromad [31]. Są wśród nich dwie gromady prokariotyczne: sinice (*Cyanophyta*, *Cyanobacteria*) i prochlorofity (*Prochlorophyta*) oraz 9 gromad eukariotycznych: glaukofity (*Glaucophyta*), haptofity (*Haptophyta*), kryptofity (*Cryptophyta*), dinofity (*Dinophyta*), eugleniny (*Euglenophyta*), krasnorosty (*Rhodophyta*), różnowiciowe (*Heterokontophyta*), chlorarachnofity (*Chlorarachniophyta*) i zielenice (*Chlorophyta*).

Ostatnio stosowana klasyfikacja sinic i glonów została wprowadzona przez Graham i Wilcox [6]. Zawiera typy i klasy, nie wprowadzając podziału na gromady. Z terenu Polski prawdopodobnie znanych jest około 10. 000 taksonów glonów z różnych grup systematycznych [18]. Środowiska wodne, takie jak wody płynące albo stojące należą do tych, z których najlepiej i najłatwiej można pobrać do badań próby glonów i sinic.

Wody stojące

W przyrodzie spotyka się dużą różnorodność wód stojących: od drobnych zbiorników należących do wód okresowych po większe zbiorniki, jak stawy, jeziora należących do mniej lub bardziej stałych wód.

W wodach stojących głównym środowiskiem jest toń wodna (pelagial) oraz strefa przybrzeżna (litoral). W obrębie tych stref rozwijają się charakterystyczne zbiorowiska glonów.

Głony żyjące w toni wodnej (fitoplankton) należą do różnych grup, wśród których najczęściej spotyka się: zielenice (*Chlorophyta*) należące przeważnie do rzędów: toczkowce (*Volvocales*), chlorokokowce (*Chlorococcales*), sprzężnice (*Zygnematales*), desmidie (*Desmidiiales*) i wstężnice (*Ulotrichales*). Wśród sinic (*Cyanophyta*) spotyka się: gatunki głównie z rzędów chrookokowców (*Chroococcales*) i trzęsidłowców (*Nostocales*). Ponadto występują okrzemki (*Bacillariophyceae*), złotowiciowce (*Chrysophyceae*) i dinofity (*Dinophyta*). Eugleniny (*Euglenophyta*) są charakterystyczne dla wód o zwiększonym stężeniu składników pokarmowych oraz zawartości materii organicznej.

W litoralu najczęściej spotykamy zielenice nitkowate głównie z rzędów: Microsporales, wstężnice (*Ulotrichales*), uwikłowce (*Oedogoniales*), sprzężnice (*Zygnematales*) i gałęzatkowców (*Cladophorales*). Gatunki należące do ramienic (*Charophyta*) tworzą niekiedy obfite, makroskopowe skupienia na dnie (tzw. łąki podwodne).

Wody płynące

Wody płynące stanowią środowisko niejednorodne a warunki życia w nich są wypadkową wielu czynników zmieniających się wzdłuż ich biegów. Jednym z najważniejszych czynników wpływających na rozwój zbiorowisk glonów w wodach płynących jest prąd i przepływ wody oraz światło, temperatura i skład chemiczny.

Wody płynące w górnym biegu stanowią najczęściej potoki i rzeki górskie z charakterystycznymi zbiorowiskami glonów [11]. Obficie rozwijają się tu: organizmy zimnowodne; spośród złotowiciowców to: hydrurus cuchnący (*Hydrurus foetidus*), sinice z rodzaju *Chamaesiphon* i *Homeothrix* oraz liczne okrzemki najczęściej z rodzajów: *Diatoma*, *Meridion*, *Fragilaria*, *Achnanthes*. Ważnym elementem we florze glonów potoków górskich są też krasnorosty (m.in. z rodzajów *Batrachospermum* i *Hildebrandtia*).

W zbiorowiskach glonów rozwijających się w środkowym i dolnym biegu rzek przeważają okrzemki z rodzajów: *Cyclotella*, *Melosira*, *Tabellaria*, *Fragilaria*.

W planktonie rzek z zielenic spotyka się liczne gatunki *Scenedesmus*, gwiazdoszek (*Pediastrum*), *Cosmarium*, nowik (*Closterium*); ze złotowiciowców rodzaje synura

(*Synura*), *Cryptomonas* ; niekiedy obserwuje się obfity rozwój sinic (głównie z rodzajów: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Merismopedia*).

II. METODY POBIERANIA, KONSERWOWANIA ORAZ BADANIA PRÓB GLONÓW

Glony zbiera się ostrożnie z mułu, kamieni, roślin lub podnosi się ręką albo pęsetą waty glonów i umieszcza je w probówkach albo w stoikach. Z głębszych wód zbiera się glony za pomocą czerpaka osadzonego na kij, w rzekach i jeziorach używa się drag.

Glony planktonowe pobiera się siatkami planktonowymi sporządzonymi z gazy młyńskiej (siatka nr 25 o średnicy oczek 55-60 μm). Glony porastające kamienie zmywa się twardą szczoteczką lub zdrapuje nożykiem do miseczki. Można też obłamywać kawałki skały, aby zachować naturalną formę zbiorowiska. Naloty glonów na mule lub piasku zbiera się łyżeczką lub pipetą. Glony epifityczne pobiera się z fragmentem rośliny, na której rosną.

W wielu wypadkach glony należy badać w stanie żywym. Analiza próbki powinna być wykonana w ciągu dwóch dni po jej pobraniu, nawet jeśli przechowuje się ją w lodówce. Praca na żywym materiale ma wiele zalet. Komórki zachowują właściwy kształt, wielkość, kolor i zazwyczaj wszystkie krucho elementy budowy (łuski, włoski, witki). Natomiast materiał, który ma być przechowywany przez dłuższy czas należy utrwalić na ogół w 2-4% formalinie. Różne sposoby utrwalań i konserwowania zebranych materiałów przedstawia Starmach [21].

W badaniach glonów prawie zawsze posługujemy się mikroskopem. Preparat oglądamy najpierw pod małym powiększeniem, wyszukując interesujący nas obiekt i dopiero wówczas stosujemy duże powiększenie. Jeśli jakiś obiekt (np. wiciowiec) jest bardzo ruchliwy, wówczas można zwolnić jego ruch dodając do preparatu nieco roztworu gumy arabskiej lub odwaru siemienia lnianego.

Dalszym etapem w badaniach nad glonami jest ich oznaczanie. W wielu wypadkach możliwe będzie oznaczenie tylko do rodzaju, ponieważ mamy do czynienia z organizmami mikroskopijnej wielkości. Identyfikacja do gatunku wymaga często specjalnej preparatyki i bardzo dobrej klasy mikroskopu, do którego uczeń zwykle nie ma dostępu. Mimo istniejących trudności warto spróbować zaznajomić się bliżej z tymi organizmami, które nie są rzadkie w przyrodzie, zwłaszcza w środowisku wodnym. W identyfikacji poszczególnych glonów do rodzajów czy nawet – o ile to możliwe – do gatunków, może pomóc ogólnodostępna literatura dotycząca glonów [3,7,9,10,13,14,30] oraz klucze do oznaczania pod redakcją Starmacha – „Flora słodkowodna Polski” [2,3,5,8,12,16,22,24,25,26,27,28,29].

III. PRZEGLĄD I CHARAKTERYSTYKA GRUP SYSTEMATYCZNYCH NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANYCH W WODACH SŁODKOWODNYCH POLSKI

GROMADA: SINICE (CYANOPHYTA = CYANOBACTERIA)

Organizmy jednokomórkowe, kolonialne lub nitkowate. Nie mają wykształconego jądra ani chromatoforów/chloroplastów. Barwniki asymilacyjne (chlorofil a, β -karoten, ksantofile oraz fikobiliny: niebieska fikocyjanina, czerwona fikoerytryna) znajdują się w tylakoidach. Spośród nich większość stanowią autotrofy. Ekologię sinic opracowali Whitton i Potts [32]. Rozmnażanie przez podział komórek i fragmentację plech. Występują głównie w wodach słodkich, także na glebie i skałach; niektóre żyją w warunkach ekstremalnych (gorące źródła + 85°C) czy na śniegu.

Niektóre gatunki mają zdolność wiązania azotu atmosferycznego. Sinice często występują w fitopanktonie/sestonie, tworząc zakwity. Wiele z nich ma zdolność produkowania groźnych toksyn. Są to tzw. potencjalnie toksyczne sinice m. in.: *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*, *A. spiroides* czy *Aphanizomenon flos-aquae* [1,4,15,19].

Systematyka: klasa cyjanofitowe (*Cyanophyceae*) obejmuje 5 rzędów, z których najczęściej spotykamy: chrookokowce (*Chroococcales*) z rodzajami chrookokus (*Chroococcus* – Ryc. 1d), gleokapsa (*Gloeocapsa* – Ryc. 1e), mikrocytystis (*Microcystis* – Ryc. 1b); drgalnicowce (*Oscillatoriales*) z rodzajem drgalnica (*Oscillatoria* – Ryc. 1f) oraz trzęsidłowce (*Nostocales*) z rodzajami trzęsidłó (*Nostoc* – Ryc. 1c) i anabena (*Anabaena* – Ryc. 1a).

GROMADA: EUGLENINY (EUGLENOPHYTA)

Głony jednokomórkowe, o komórkach nagich lub otoczonych specjalnymi osłonami, najczęściej metabolicznych (tzn. o zmiennych kształtach), często ruchliwych, opatrzonych wiciami. Posiadają czerwoną plamkę oczną i jądro. Chromatofory najczęściej zielone (chlorofil a i b, β -karoteny i inne); niektóre gatunki nie mają chromatoforów i barwników asymilacyjnych i wtedy odżywiają się cudzożywnie (jak zwierzęta). Produktami fotosyntezy są wielocukry (polisacharydy): paramylon, skrobia i laminaryna.

Rozmnażanie przez podłużny podział komórki.

Występują zwykle w wodach zanieczyszczonych, małych i okresowych zbiornikach. Służą do oceny stopnia trofii i zanieczyszczenia wód. Przy rozwoju masowym są symptomem eutrofizacji środowiska wodnego.

Systematyka: jeden rząd euglenowce (*Euglenales*) z najczęściej spotykanymi rodzajami: *Euglena* (Ryc. 1i), *Phacus* (Ryc. 1h), *Trachelomonas* (w formie domków – Ryc. 1g).

GROMADA: DINOFIGITY (DINOPHYTA)

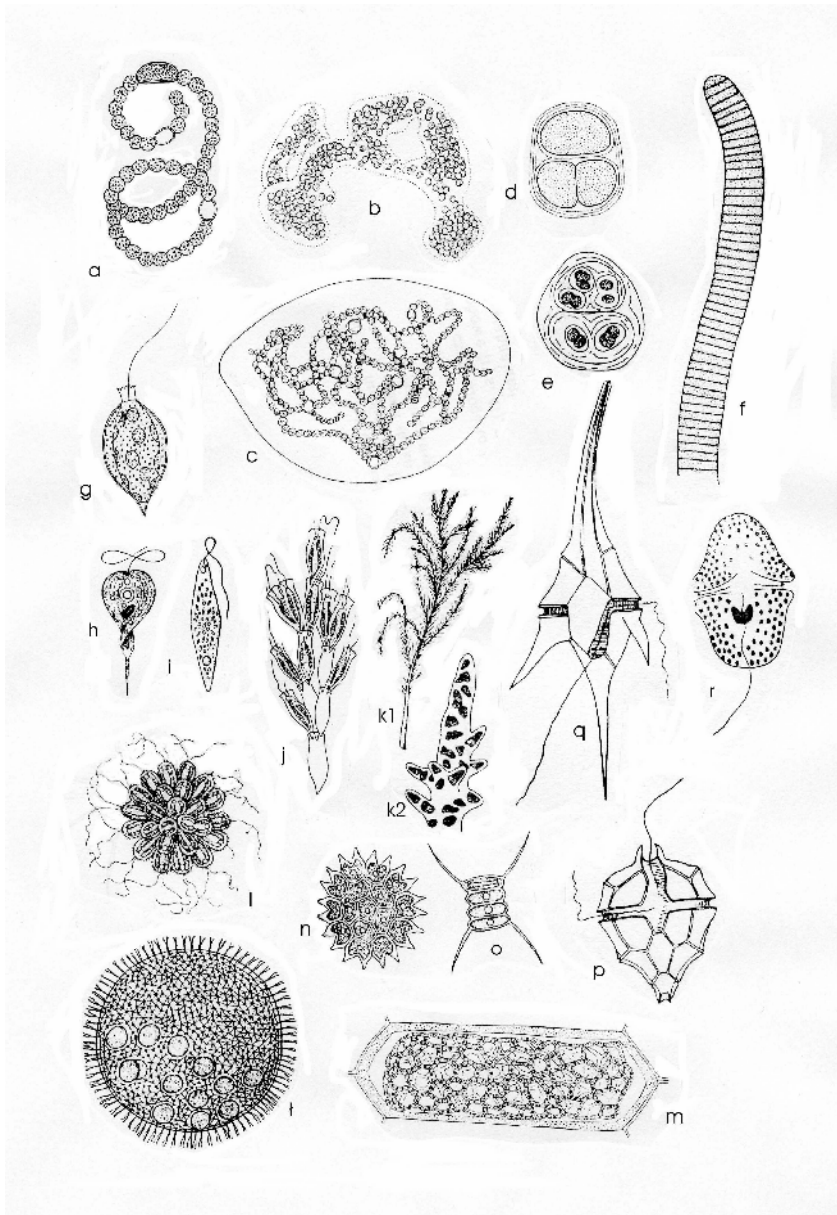
Obejmują głównie formy jednokomórkowe, wiciowcowe, często opancerzone z płytkami celulozowymi różnej grubości (np. *Peridinium*, *Ceratium*). Posiadają dwie wici: poprzeczną i podłużną a protoplast ma dwa rodzaje bruzd: poprzeczną (okrężną) biegnącą wokół komórki i przecinającą się z bruzdą podłużną prawie pod kątem prostym. Chloroplasty zawierają chlorofil a i c. Zabarwienie komórek jest zazwyczaj brązowe. Materiałem zapasowym jest skrobia, rzadziej tłuszcze. Duże jądro komórkowe (tzw. dinokarion) posiada specyficzną strukturę. W procesie jego podziału (w tzw. interfazie) chromosomy są silnie skondensowane i nie ulegają despiralizacji.

Rozmnażanie bezpłciowe odbywa się przez podział komórki; stwierdzono także rozmnażanie płciowe (izogamia, anizogamia). Większość dinofitów to formy słonowodne żyjące w morzach i wodach słonawych, nieliczne są tylko słodkowodne i preferują wtedy wody kwaśne.

Systematyka: rząd peridiniowce in. bruzdnice (*Peridinales*) z najczęściej spotykanymi rodzajami: *Ceratium* (Ryc. 1q), *Peridinium* (Ryc. 1p), *Gymnodinium* (Ryc. 1r).

GROMADA: RÓŻNOWICOWE (HETEROCONTOPHYTA)

Obejmują różnorodne formy od jednokomórkowych, kokalnych lub wiciowcowych aż po formy wielokomórkowe. Chloroplasty zawierają chlorofile a i c oraz fukoksantynę. Do gromady tej należy 9 klas, z których najczęściej występują: złotowiciowce, różnowiciowce, okrzemki, brunatnice. Trzy pierwsze spotykamy licznie w wodach słodkich, natomiast brunatnice to głównie formy morskie.



Rys. 1. Glony: a – *Anabaena*, b – *Microcystis aeruginosa*, c – *Nostoc*, d – *Chroococcus turgidus*, e – *Gloeocapsa*, f – *Oscillatoria*, g – *Trachelomonas*, h – *Phacus*, i – *Euglena*, j – *Dinobryon*, k1-k2 – *Hydrurus foetidus*, l – *Synura*, ł – *Volvox*, m – *Hydrodictyon*, n – *Pediastrum*, o – *Scenedesmus*, p – *Peridinium*, q – *Ceratium hirundinella*, r – *Gymnodinium*

Fig. 1. Algae: a – *Anabaena*, b – *Microcystis aeruginosa*, c – *Nostoc*, d – *Chroococcus turgidus*, e – *Gloeocapsa*, f – *Oscillatoria*, g – *Trachelomonas*, h – *Phacus*, i – *Euglena*, j – *Dinobryon*, k1-k2 – *Hydrurus foetidus*, l – *Synura*, ł – *Volvox*, m – *Hydrodictyon*, n – *Pediastrum*, o – *Scenedesmus*, p – *Peridinium*, q – *Ceratium hirundinella*, r – *Gymnodinium*

KLASA: ZŁOTOWICIOWCE (CHRYSTOPHYCEAE)

Formy od jednokomórkowych, kolonijnych, nitkowatych aż do tworzących proste plechy (np. *Hydrurus* cuchnący). Ściana komórkowa niekiedy z tworami krzemionkowymi lub wapiennymi. Zawierają złotożółte, brunatne chromatofory z chlorofilem a oraz β -karotenem i ksantofilami (głównie fukoksantyną). Materiałem zapasowym jest wielocukier chryzolaminaryna oraz tłuszcze.

Rozmnażanie głównie przez podział rzadziej płciowo.

Preferują wody słodkie, głównie zimne źródła, górskie potoki i jeziora, niektóre są planktonowe.

Systematyka: najpospolitszymi rodzajami są: dinobryon (*Dinobryon* – Ryc. 1j), synura (*Synura* – Ryc. 1l), oraz *Hydrurus* cuchnący (*Hydrurus foetidus* – Ryc. 1k) – pospolity w potokach górskich.

KLASA: RÓŻNOWICIOWE (XANTHOPHYCEAE)

Grupa drobnych, jedno- lub wielokomórkowych glonów. Występują zielone lub żółtozielone chloroplasty zawierające chlorofil a i c oraz β -karoten i ksantofile (woszerioksantyna czy diatoksantyna).

Przeważa rozmnażanie wegetatywne i bezpłciowe, rozwój płciowy zachodzi rzadko – np. oogamia u woszerii (*Vaucheria*).

Prowadzą wolny lub osiadły tryb życia, wiele z nich to formy planktonowe, niektóre mogą występować na wilgotnej glebie.

Systematyka: najczęściej spotykany jest rodzaj woszeria (*Vaucheria* – Ryc. 3k) – pospolita na terenach bagiennych, w wodach słodkich i słonych oraz na brzegu zbiorników wodnych – jest to forma nitkowata o komórczakowej organizacji plechy.

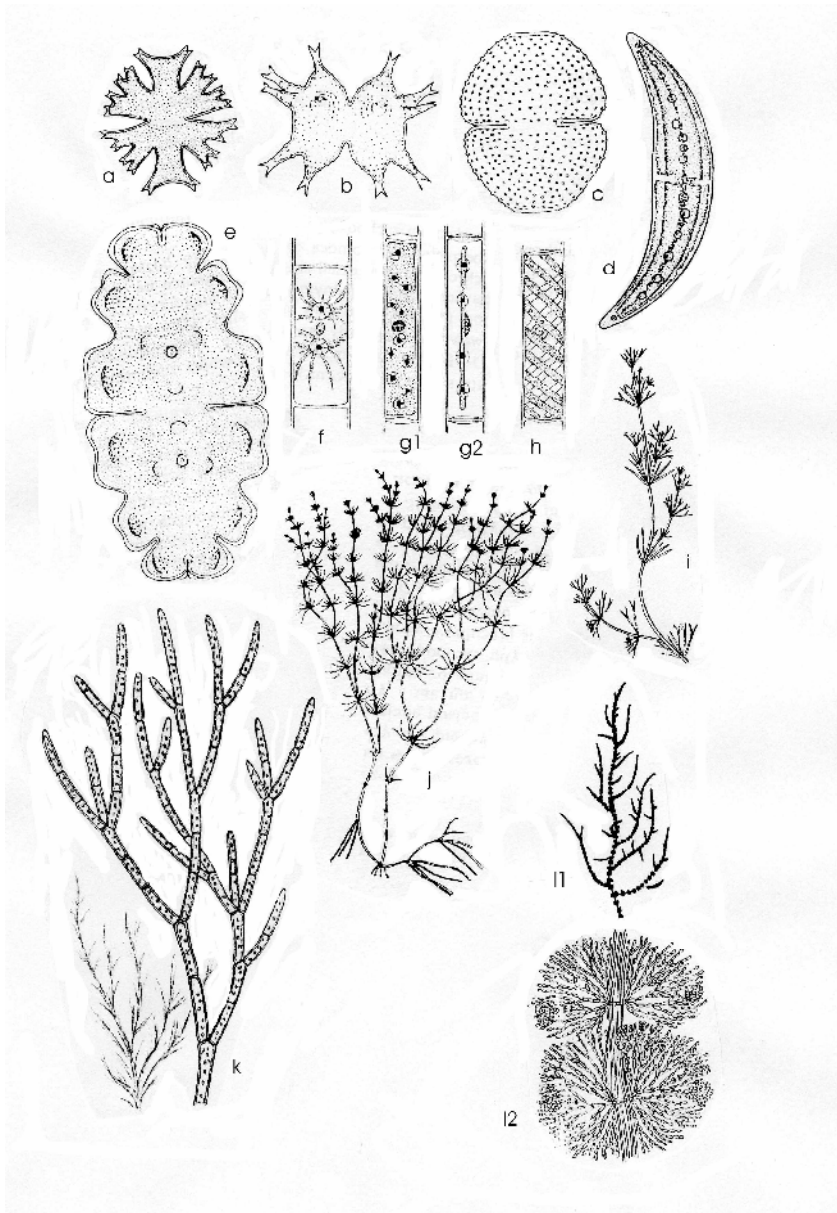
KLASA: OKRZEMKI (BACILLARIOPHYCEAE)

Glony jednokomórkowe, których ściany komórkowe wysycone są krzemionką. Różnokształtne skorupki krzemionkowe zbudowane są z wieczka i denka. Wśród okrzemek wyróżnia się dwie podstawowe grupy: okrzemki centryczne (Centricae) i okrzemki pierzaste (Pennatae). Barwnikami asymilacyjnymi są chlorofile a i c, maskowane przez barwniki ksantofilowe, głównie przez fukoksantynę (stąd zabarwienie złotobrunatne).

Rozmnażają się wegetatywnie (komórka dzieli się na dwie części, każda komórka potomna otrzymuje wieczko a dobudowuje sobie mniejszą część tj. denko) oraz płciowo przez oogamię lub izogamię (tworzą auksosporę).

Okrzemki występują pospolicie w wodach słonych i słodkich, w różnych zbiornikach wodnych. Są dobrymi wskaźnikami wykorzystywanymi do oceny zanieczyszczeń i stopni czystości wód.

Systematyka: W wodach słodkich dominują okrzemki z grupy Pennatae. W szybko płynących potokach i strumieniach przeważają gatunki osiadłe na kamieniach z rodzajów: *Meridion*, *Achnanthes*, *Gomphonema* (może wytwarzać galaretowate styliki); w miejscach spokojniejszych z rodzaju *Diatoma*. Do roślin wodnych przyczepiają się głównie okrzemki z rodzaju *Fragilaria*, *Cocconeis*, zaś w większych rzekach spotykamy najczęściej rodzaje *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Gomphonema*. W planktonie często występują rodzaje *Cyclotella* i *Melosira* (Centricae). Wybrane przykłady okrzemek prezentuje Ryc. 3a-j.



Rys. 2. Glony: a – *Micrasterias*, b – *Staurastrum*, c – *Cosmarium*, d – *Closterium*, e – *Euastrum*, f – *Zygnema*, g1-g2 – *Mougeotia*, h – *Spirogyra*, i – *Nitella*, j – *Chara*, k – *Cladophora*, 11-12 – *Batrachospermum*

Fig. 2. Algae: a – *Micrasterias*, b – *Staurastrum*, c – *Cosmarium*, d – *Closterium*, e – *Euastrum*, f – *Zygnema*, g1-g2 – *Mougeotia*, h – *Spirogyra*, i – *Nitella*, j – *Chara*, k – *Cladophora*, 11-12 – *Batrachospermum*

GROMADA: KRASNOROSTY (RHODOPHYTA)

Organizmy jedno- i wielokomórkowe o charakterystycznej barwie czerwonej, fioletowej i niebieskozielonej spowodowanej występowaniem barwników fikobilinowych (m.in. fikocyjanina, fikoerytryna).

Rozmnażają się bezpłciowo lub płciowo (głównie przez oogamię); może występować przemiana pokoleń.

Są to w większości glony morskie, tylko nieliczne występują w wodach słodkich.

Systematyka: W czystych potokach i rzekach występuje najczęściej rodzaj żabirosł (*Batrachospermum* – Ryc. 2l), zaś w miejscach cienistych hildebrandtia (*Hildebrandtia*), która tworzy buraczkowe naloty na kamieniach.

GROMADA: ZIELENICE (CHLOROPHYTA)

Glony o różnym stopniu organizacji budowy: od jednokomórkowych, przez kolonijne, nitkowate, aż do tworzących okazałe i zróżnicowane plechy. Posiadają chloroplasty zawierające chlorofil a i b (nadają zieloną barwę komórkom). Materiałem zapasowym jest skrobia.

Rozmnażają się płciowo, bezpłciowo i wegetatywnie; może występować przemiana pokoleń.

Występują w wodach słodkich i słonych, w planktonie/sestonie i bentosie. Spotyka się je także na skałach, glebie i na roślinach, niektóre gatunki mogą tworzyć symbiozę z grzybami w porostach.

Systematyka: do zielenic zaliczamy 11 klas, z czego najczęściej spotykane w wodach słodkich są: zielenice właściwe (*Chlorophyceae*), gałęzatkowe (*Cladophorophyceae*), sprzężnice (*Zygnematophyceae*) i ramienice (*Charophyceae*).

KLASA: ZIELENICE WŁAŚCIWE (CHLOROPHYCEAE)

Jest to bardzo zróżnicowana klasa zawierająca glony jednokomórkowe, kolonialne oraz nitkowate.

Systematyka: Pospolitymi glonami cenobialnymi są: toczek (*Volvox* – Ryc. 1h) z rzędu toczkowców (*Volvocales*) oraz gwiazdoszek (*Pediastrum* – Ryc. 1n), *Scenedesmus* (Ryc. 1o) i sieć wodna (*Hydrodictyon* – Ryc. 1m) z rzędu chlorokokowców (*Chlorococcales*).

KLASA: GAŁĘZATKOWE (CLADOPHOROPHYCEAE)

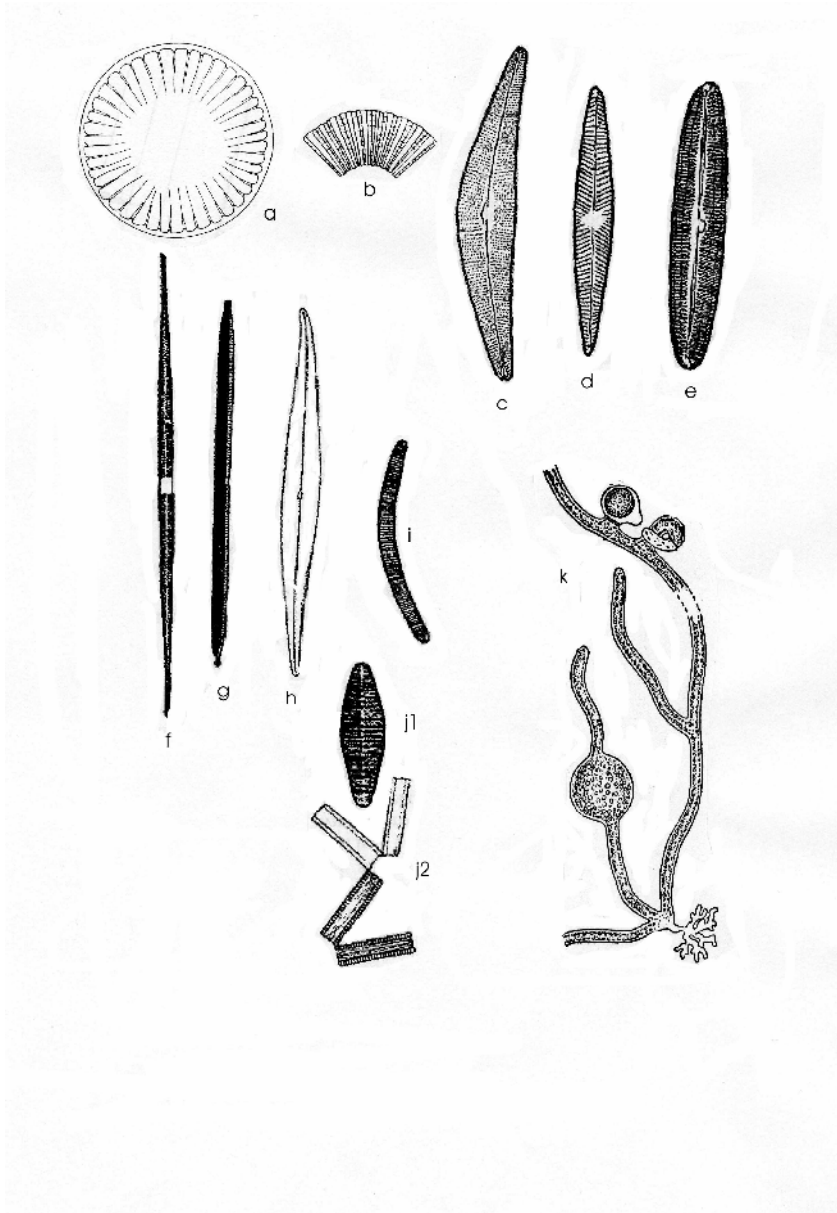
Należą tu organizmy o plechach krzaczastych lub nitkowatych, zbudowane często z komórek wielojądrowych.

Systematyka: Gatunki z rodzaju gałęzotka (*Cladophora* – Ryc. 2k) występują pospolicie w morzach, ale częste są także w wodach słodkich, na torfowiskach i wilgotnych skałach.

KLASA: SPRZEŻNICE (ZYGNEMATOPHYCEAE)

Są to glony jednokomórkowe lub wielokomórkowe, nierozgałęzione formy nitkowate. Posiadają 1 lub 2 chloroplasty, zwykle w środku komórki. Rozmnażają się bezpłciowo lub płciowo na drodze koniugacji. Należą tu gatunki występujące w wodach słodkich na całym świecie.

Systematyka: Najczęściej spotykanymi są sprzężnice z rzędu *Zygnematales*, a wśród nich rodzaje: mużocja (*Mougeotia* – Ryc. 2g), skrętnica (*Spirogyra* – Ryc. 2h) i gwiazdnica (*Zygnema* – Ryc. 2f), które wyodrębnia się m.in. na podstawie różnego kształtu chloroplastów.



Rys. 3. Glony: a – *Campylodiscus*, b – *Meridion circulare*, c – *Cymbella*, d – *Navicula*, e – *Pinnularia*, f – *Fragilaria*, g – *Nitzschia*, h – *Gyrosigma*, i – *Eunotia*, j1-j2 – *Diatoma*, k – *Vaucheria*
Ryc. 3. Algae: a – *Campylodiscus*, b – *Meridion circulare*, c – *Cymbella*, d – *Navicula*, e – *Pinnularia*, f – *Fragilaria*, g – *Nitzschia*, h – *Gyrosigma*, i – *Eunotia*, j1-j2 – *Diatoma*, k – *Vaucheria*

Bogato reprezentowany jest także rząd desmidiów (*Desmidiaceae*), do którego należą głównie glony jednokomórkowe z rodzajów: nowik (*Closterium* – Ryc. 2d), *Micrasterias* (Ryc. 2a), *Cosmarium* (Ryc. 2c), *Euastrum* (Ryc.2e), *Staurastrum* (Ryc.2b).

KLASA: RAMIENICE (CHAROPHYCEAE)

Ramienice z wyglądu przypominają trochę skrzypy. Są to formy wielokomórkowe dorastające nawet do 1 m długości. Zbudowane z długich międzywęźli i krótkich węzłów. Ściana komórkowa u niektórych gatunków bywa inkrustowana węglanem wapnia.

Rozmnażają się wegetatywnie i płciowo (na drodze oogamii).

Żyją przeważnie w wodach słodkich, ale spotykane są także w morzach i wodach słonawych; rozwijają się głównie w wodach czystych.

Systematyka: Do najważniejszych przedstawicieli należą rodzaje ramienica (*Chara* – Ryc. 2j) i krynicznik (*Nitella* – Ryc. 2i).

IV. PODSUMOWANIE

Glony są najlepszym wskaźnikiem stanu troficznego wód. W warunkach obfitości substancji organicznych szczególnie dobrze rozwijają się w wodach eugleniny, które są dobrym wskaźnikiem zanieczyszczeń organicznych. Znaczne stężenie fosforu sprzyja rozwojowi zielenicy i sinicy, natomiast złotowiciowce tolerują jego niskie stężenie [20].

W przyrodzie odgrywają niemałą rolę, chociaż mogą być nie dostrzegane w zbiornikach wodnych, poza skupieniami glonów dennych czy zjawiskami masowego ich rozwoju do formacji zakwitów wody włącznie. Jednak dokładniejsze obserwacje wykazują, że jest to bogata i licznie reprezentowana grupa mikroorganizmów wodnych. Odgrywają główną rolę jako organizmy w większości samożywne, co wiąże się ze zdolnością wydzielania tlenu w czasie fotosyntezy.

W procesie samooczyszczania się wody biorą udział szybko mnożące się w toni wodnej zielenice chlorokokowe oraz glony porastające dno i przedmioty znajdujące się pod wodą. Z obserwacji wynika, że pewnemu stężeniu zanieczyszczeń organicznych zawsze odpowiada określony skład mikroflory. Niektóre z nich mają indykacyjne właściwości, obejmujące zarówno pojedyncze gatunki jak i całe zbiorowiska. Stąd też mogą być uznane za uniwersalne wskaźniki, pomocne w ocenie środowiska wodnego, w aspekcie jego żyzności, czystości, skażeń i monitoringu [33,34]. Te cechy fizjologiczne ułatwiają im szybką reakcję na zmiany zachodzące w siedlisku, co z kolei daje im przewagę nad roślinami naczyniowymi (makrofitami). Obecnie monitoring jest szeroko propagowany, zarówno w wodach stojących (podlegających zmianom sezonowym) jak i płynących. Z uwagi na powyższe dane można je wykorzystać w praktyce do bardziej wnikliwego poznania siedlisk wodnych, ujmujących różnorodność gatunkową w grupach sinicy glonów, celem scharakteryzowania przydatności badanych obiektów, np. dla źródeł dostarczania wody pitnej, dla osiedli, gospodarstw wiejskich czy też sportów wodnych.

Różne grupy taksonomiczne glonów mogą być chronione tylko pośrednio, tj. poprzez ochronę siedlisk, w których występują. Powstają listy gatunków zagrożonych i ginących, np. czerwona lista glonów Polski zawierająca 256 gatunków wymarłych, wymierających, rzadkich itp. [17]. Większość wśród tych gatunków to organizmy miroskopijne, niejednokrotnie niełatwe do zidentyfikowania czy nawet odnalezienia, dlatego trudno jednoznacznie uznać jakiś gatunek za wymarły, zwłaszcza ze stan zbadania flory glonów w Polsce jest nadal niedostateczny.

V. LITERATURA

1. Berg K., Carmichael W.W., Skulberg O.M., Benastad Ch., Underdal B.: Investigation of a toxic water-bloom of *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) in Lake Ahersvatn, Norway. *Hydrobiologie* 144. s. 97-103. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. Netherlands. 1987.
2. Bucka H.: Wykaz organizmów stawowych. Rozdział IV – Sinice i glony. [In:] Bieniarz K., Kownacki A., Epler P.: *Biologia stawów rybnych. Część II.* Wydawnictwo IRŚ. Olsztyn. 2003.
3. Bucka H., Wilk-Woźniak E.: Monografia. Gatunki kosmopolityczne i ubikwistyczne wśród glonów pro- i eukariotycznych występujących w zbiornikach wodnych Polski Południowej. ZBW im. K. Starmacha PAN. Kraków. 2002.
4. Carmichael W.W.: Health Effect of Toxin – producing Cyanobacteria: The CyanoHABs' Human and Ecological Risk Assessment. 7(5). s. 1393-1407. 2001.
5. Dąbska I.: Flora słodkowodna Polski. T. 13. Charophyta. Ramienice. PWN. Warszawa. 1964.
6. Graham L., Wilcox E.: *Algae.* Prentice Hall, Upper Saddle River. 2000.
7. Gumiński S.: *Fizjologia glonów i sinic.* WUW. Wrocław. 1990.
8. Kadłubowska J. Z.: Chlorophyta V. Conjugales, Zynemaceae (Zrostonicowate). *Flora Słodkowodna Polski.* 12 A. PWN. Kraków. 1972.
9. Kadłubowska J. Z.: *Zarys algologii.* PWN. Warszawa. 1975.
10. Kawecka B., Eloranta P. V.: *Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych.* PWN. Warszawa. 1994.
11. Kownacki A., Kawecka B., Kot M., Wojtan K., Żurek R.: *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego.* Red. Mirek Z., Głowacki Z., Klimek K., Piękoś-Mirkowa H.: *Tatry i Podtatrze* 3. Wyd. TPN. Zakopane-Kraków. 1996.
12. Mrozińska T.: *Zielenice (Chlorophyta): Edogoniowce (Oedogoniales).* *Flora Polski.* PAN. Instytut Botaniki. Warszawa. Kraków. PWN. 1984.
13. Podbielkowski Z.: *Glony.* Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa. 1996.
14. Podbielkowski Z., Tomaszewicz H.: *Zarys hydrobotaniki.* PWN. Warszawa. 1996.
15. Rogalska-Kupiec M., Bochnia T.: Toksyny syntetyzowane przez sinice (The toxins of Cyanobacteria). *Wiad. Bot.* 42. s. 11-19. 1999.
16. Siemińska J.: *Bacillariophyceae – Okrzemki.* *Flora Słodkowodna Polski.* 6. PWN. Warszawa. 1964.
17. Siemińska J.: *Czerwona lista glonów zagrożonych w Polsce – Red list of threatened algae in Poland.* [In:] K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Heinrich (eds): *List of threatened plants in Poland* (ed.), pp. 7-19. PAN. Kraków. 1992.
18. Siemińska J., Wołowski K.: *Catalogue of the Polish prokaryotic and eukaryotic algae – Katalog glonów prokariotycznych i eukariotycznych Polski.* PAN. Kraków. 2003.
19. Sivonen K., Niemelä S. I., Niemi R. M., Lepistö L., Luoma T. H., Räsänen L. A.: Toxic cyanobacteria (blue-green algae) in Finnish fresh and coastal waters. *Hydrobiologia* 190. s. 267-275. 1990.
20. Solomon E. P., Berg L. R., Martin D. W., Vilee C. A.: *Biologia. Multico.* Warszawa. 1996.
21. Starmach K.: *Rośliny słodkowodne.* *Flora Słodkowodna Polski.* 1. PWN. Warszawa. 1963.
22. Starmach K.: *Cyanophyta – Sinice. Glaucophyta – Glaukofity.* *Flora Słodkowodna Polski.* 2. PWN. Warszawa. 1966.
23. Starmach K.: *Chrysophyta I. Chrysophyceae – Złotowiciowce oraz wiciowce bezbarwne – Zooflagellata wolnożyjące.* *Flora Słodkowodna Polski.* 5. PWN. Warszawa. 1968.

24. Starmach K.: Chrysophyta III. Xanthophyceae – Różnowiciowce. Flora Śłodkowodna Polski. 7. PWN. Warszawa - Kraków. 1968.
25. Starmach K.: Chlorophyta III. Zielenice nitkowate. Flora Śłodkowodna Polski. 10. PWN. Warszawa - Kraków. 1972.
26. Starmach K.: Cryptophyceae – Kryptofity, Dinophyceae – Dinofity, Raphidophyceae - Rafidofity. Flora Śłodkowodna Polski. 4. PWN. Warszawa - Kraków. 1974.
27. Starmach K.: Phaeophyta – Brunatnice, Rhodophyta – Krasnorosty. Flora Śłodkowodna Polski. 14. PWN. Warszawa - Kraków. 1977.
28. Starmach K.: Euglenophyta – Eugleniny. Flora Śłodkowodna Polski. 3. PWN. Warszawa. 1983.
29. Starmach K.: Plankton roślinny wód słodkich. PWN. Warszawa - Kraków. 1989.
30. Turoboyski L.: Hydrobiologia techniczna (Technical Hydrobiology). PWN. Warszawa. 1994.
31. Van den Hoek C., Manna D. G., Jahns'a H. M.: Algae an introduction to Phycology. University Press. Cambridge. 1995.
32. Whitton B. A., Potts M.: The ecology of Cyanobacteria. Their diversity in time and space. Dordrecht. London. Boston. Kluwer Academic Publishers. 2000.
33. Whitton B. A., Rott E.: Use of Algae for Monitoring Rivers II. Proceedings of the 2 European Workshop. Innsbruck. 1995. Whitton B. A., Rott E. (Eds.). Universität Innsbruck. 1996.
34. Wróbel S.: Eutrofizacja Wisły (Eutrophication of the Vistula). [In:] Kajak Z. (ed.) Ekologiczne podstawy zagospodarowania Wisły i jej dorzecza (Ecological bases of the management of the Vistula). 1983.

DIVERSITY OF FRESHWATER CYANOBACTERIA AND ALGAE IN POLAND. ADVICES FOR PARTICIPANTS OF BIOLOGY OLYMPIAD

Summary

Algae are an interesting study object considering large diversity of organisms and their occurrence in different environmental conditions. It is a group of the most plain, autotrophic and cryptogamic plants, occurring in waters and in different wet habitats. This group of plants comprises 11 divisions including 2 prokaryotic (Cyanophyta= Cyanobacteria, Prochlorophyta) and 9 eukaryotic: (Glaucophyta, Haptophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Rhodophyta, Heterokontophyta, Chlorarachniophyta, Chlorophyta) ones.

Key words: algae, *Cyanobacteria*, diversity, systematic