ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — NR 2
1956

Zielenice w planktonie stawów rybnych gospodarstwa doświadczalnego PAN w Landeku

A Survey of Green Algae in Phytoplankton at the Experimental Fish Farm of the Polish Academy of Sciences in Landek

J. SOSNOWSKA

WSTĘP

Celem mojej pracy było szczegółowe opracowanie zielenic planktonowych stawów doświadczalnych Zakł. Biol. Stawów PAN na Śląsku Cieszyńskim, w powiecie Bielsko w gospodarstwie Landek. Założeniem jej było porównanie występowania zielenic w stawach użyźnianych nawozami mineralnymi (superfosfat) i organicznymi (chów kaczek) oraz w stawie kontrolnym.

Badania wykonano na następujących stawach:

Księżok Rudzicki — staw kontrolny,
Księżok Mały II — nawożenie mineralne,
Księżok Landecki Wielki — nawożenie organiczne,
Faroży — pośrednie przez chów kaczek na stawach.

Wyżej wymienione zbiorniki, leżące na ciężkich, gliniastych ziemiach, są podobnie jak i inne stawy gospodarstwa Landek zasilane wodą z rzeki Iłownicy.

Chciałabym wyrazić tu głęboką wdzięczność panu doc. drowi K. Starmachowi za wszelką pomoc udzielaną mi przy opracowaniu materiału oraz pani dr H. Siemińskiej i pani mgr C. Szklarczykównie za pomoc w opracowaniu systematycznym znalezionych zielenic.

METODYKA

Próby planktonowe pobierano w okresie od 5.V.1953 r. do 24.IX tegoż roku, tzn. od chwili nawodnienia stawów aż do ich spuszczenia — co dwa tygodnie. Materiał pobierano z 5 punktów zbiornika za pomocą wia-

dra planktonowego — z każdego po 10 l. W ten sposób pobraną wodę cedzono przez siatkę planktonową, po czym zagęszczony osad zlewano do buteleczek i konserwowano mieszaniną alkoholu etylowego i formaliny 40% w stosunku 3 : 1. Stanowiska pobierania prób były mniej więcej stałe, materiał bowiem brano z czterech rogów w odległości kilku metrów od brzegu oraz ze środka stawu.

Osad konserwowany zagęszczano w próbówce tak, aby stosunek jego do wody znajdującej się nad nim był 1 : 1. Z próbki takiej, dobrze zmieszanej, pobierano za pomocą pipety kroplę osadu na szkiełko przedmiotowe. Analizę mikroskopową wykonano używając szkiełek przykrywkowych o wymiarze 20 × 20 mm. Materiał liczono (biorąc pod uwagę wyłącznie zielenice planktonowe) zasadniczo do 200 okazów. Ponieważ jednak próby wiosenne i niektóre jesienne wykazywały znikomą ilość zielenic, dlatego ograniczano się w takich wypadkach do liczenia tylko 100 okazów. Z ilości przejrzanych pasów, na których naliczono 200 osobników zielenic, obliczano przeciętne występowanie tej grupy na cm^2. W wypadku dużej ilości zielenic w pełni lata 200 okazów można było znaleźć na niewielu pasach, co dawało duże prawdopodobieństwo ominięcia szeregu gatunków występujących w mniejszej ilości. Dlatego próbę taką przeglądano szczegółowiej, notując formy dotąd nie spotkane, bez zaznaczenia ich ilości.

Materiał liczono pod pow. 408× (24× obiektyw i 17× okular), oznaczano natomiast pod różnymi powiększeniami.

W celu prześwietlenia materiału oraz zapobieżenia zbyt szybkiemu wysychaniu preparatu używano gliceryny 16%. Do oznaczenia szeregu form posiadających osłonki, otoczki galaretowate, nie zawsze widoczne bez podbarwienia — używano błękitu metylenowego w różnych rozcieńczeniach.

Zwracając szczególną uwagę na zielenice wykonano równocześnie pełną, choć pobieżną analizę fitoplanktonu. Umożliwiło to ocenę występowania zielenic w stosunku do innych gatunków fitoplanktonu.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH STAWÓW

Przeprowadzono nieliczne badania fizyko-chemiczne na stawach: Faroży, Ks. Landecki Wielki i Ks. Rudzicki.

Dane termiczne, notowane tylko dla Księżoka Landeckiego Wielkiego, oraz wyniki pomiarów chemicznych podaję w tabeli 1.

Stężenie jonów wodorowych oznaczano kolorymetrycznie. Badania te wykazały, że woda badanych stawów ma charakter zasadowy w ciągu całego okresu wegetacji, pH bowiem waha się 7,25—8,5.

Alkaliczność określano przez miareczkowanie 1/10 n HCL wobec metyloranżu. Pomiary te pozwoliły stwierdzić, że w okresie wiosennym i jesiennym zbiorniki badane wykazują największą alkaliczność, pełni wegetacji towarzyszy jej obniżka.

Tlen rozpuszczony oznaczano metodą Winklera. Otrzymane dane wskazują na wzrost natlenienia w okresie od wiosny do lata, co związane jest z rozwojem fitoplanktonu i glonów nitkowatych. Jesień wykazuje natomiast obniżkę zawartości tlenu spowodowaną spadkiem produkcji fitoplanktonu, zanikaniem kożuchów glonów nitkowatych, a jednocześnie wzrostem procesów utleniających, rozkładowych, uwalniających znaczne ilości CO_2.

Tabela 1

Dane fizyko-chemiczne

Data	Faroży			Księżok Landecki Wielki				Księżok Rudzicki		
1953	ph	alkaliczność	$O_2^{mg/l}$	ph	alkaliczność	$O_2^{mg\ l}$	temp.	ph	alkaliczność	$O_2^{mg\ l}$
5.V	—	—	—	8,7	18,0	12,0	—	7,75	19,0	12,0
19.V	8.0	15,5	10,9	8,25	17,5	12,5	—	8,25	19,0	17,7
2.VI	8,0	17,0	11,2	8,0	17.0	12,0	21,8	8,0	18,0	12,7
16.VI	7,5	16,0	12,3	8,0	14,0	13,5	23,8	8,25	14,0	15,6
30.VI	8,25	16,0	12,3	8,0	14,0	13,9	24,5	8,5	12,0	15,1
14.VII	7,25	16,0	8,0	7,75	13,0	11,2	19,5	8,25	14,0	11,6
28.VII	7,5	15,0	7,5	8,25	13,0	11,0	25,4	8,25	17,0	4,8
11.VIII	7,75	17,0	11,2	8,25	16,0	13,6	22,0	7,75	18,0	12,2
25.VIII	7,5	17,0	9,9	8,25	18,0	15,7	18,8	7,5	20,0	10,3
8.IX	7,25	18,0	9,2	8,0	21,0	12,5	16,5	7,75	20,0	10,4
22.IX	7,25	18,0	7,5	7,25	20,0	9,3	15,5	7,5	20,8	9,5

W celu ewentualnego odkwaszenia dna stawów oraz przeprowadzenia dezynfekcji wszystkie zbiorniki wapnowano.

Dane chemiczne otrzymałam od pani mgr L. Bombianki z Zakł. Biol. Stawów PAN w Krakowie, za które jej dziękuję.

Badane stawy różnią się między sobą wielkością zajmowanej powierzchni, głębokością, stopniem porośnięcia przez roślinność wyższą oraz rodzajem stosowanych na nich zabiegów gospodarczych.

Księżok Mały II

Staw o powierzchni 9,4 ha ma kształt prostokąta, przeciętna głębokość wynosi 129 cm. Od dwóch lat nawożony był superfosfatem i od dwóch lat obserwowano na nim zakwity sinicy *Microcystis aeruginosa*, powodujące charakterystyczną zielonawoniebieską barwę wody, utrzymującą się w ciągu całego okresu wegetacyjnego, a wzmacniającą się szczególnie silnie w okresie osiągnięcia maksimum rozwoju tego gatunku w końcu lipca i początku sierpnia. Wówczas obserwowano makroskopowo zielonawoniebieskie kolonie *Microcystis aeruginosa* pozbijane w grudki. W czasie pobierania prób owe zbite grudki ulegały rozdrobnieniu i zawiesina stawała się mniej więcej jednorodna. Zakwit utrzymywał się aż do spuszczenia stawów, naturalnie o intensywności stopniowo malejącej. Nie stwierdzono notowanej często przez hodowców karpi zgorzeli skrzel towarzyszącej masowym pojawom tego gatunku glonu.

Ten niewielki staw jest stosunkowo mało pokryty roślinnością wyższą. Z roślin naczyniowych spotykamy tu przeważnie *Phragmites communis* T., mniej *Gyceria aquatica* (L.) W., *Juncus effusus* L., *Sparganium ramosum* H. oraz różne gatunki turzyc. Zupełnie pojedynczo obserwujemy *Batrachium aquatile* (L.) D., *Polygonum amphibium* L., *Potamogeton lucens* L., *P. natans* L. Tu i ówdzie występują pojedyncze, rzadko rozrzucone kępy *Scirpus acicularis* L. Na granicy między lądem i stawem spotyka się przeważnie *Glyceria aquatica* (L.) W., *Phragmites communis* T., *Typha angustifolia* L. oraz turzyce. Między tę dość zwartą roślinność włącza się pojedynczo *Juncus effusus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Phalaris arudinacea* L.

Stopień porośnięcia stawu wynosi 25%, w tym przeważa flora twarda (rybacy przez florę twardą rozumieją rośliny wyrastające dużymi pędami nad wodę, jak trzcina, manna, sitowie, natomiast przez florę miękką — rośliny podwodne, nie wyrastające ponad powierzchnię wody), a zaledwie około 5% przypada na roślinność miękką.

Faroży

Najmniejszy z badanych stawów o kształcie trójkąta zajmuje 1,07 ha powierzchni. Zbiornik ten w pełni wegetacji wykazuje silne porośnięcie, dochodzące do 70%. Charakter florze nadają rośliny twarde, stanowiące 50%, na miękką pozostaje 20%. Dno stawu pokrywają kępy *Scirpus acicularis* L., *Fontinalis antipiretica* L. Spośród roślinności twardej dominuje *Glyceria aquatica* (L.) W. zajmująca około 50% powierzchni stawu. Brzegi zbiornika porastają: *Juncus effusus* L. oraz turzyce, głównie: *Carex gracilis* C., *C. hirta* L., *C. Goodenoughii* G., *C. elongata* L. Charakter roślinności brzeżnej nadają więc turzyce, między nie wmieszane są: *Scirpus*

silvaticus L., *Lythrum salicaria* L., *Sparganium ramosum* H., *Lisimachia vulgaris* L., *Equisetum limosum* L., *Lycopus europeus* L.", *Rumex* sp.

Nasturtium palustre D. C., *Lysimachia nummularis* L. stanowią tylko domieszkę. Na powierzchni wody obok *Glyceria aquatica* (L.) W. spotykamy *Salvinia natans* L., *Riccia fluitans* L., *Riciocarpus natans* (L.) C. oraz *Potamogeton lucens* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Oenanthe* sp., *Polygonum amphibium* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Phragmites communis* T., *Scirpus lacustris* L. Ogólnie można powiedzieć, że charakter roślinności twardej nadaje *Glyceria aquatica* (L.) W.

W Farożym stosowano dodatkowe użyźnianie przez wprowadzenie stada podstawowego kaczek złożonego z 200 sztuk.

Księżok Landecki Wielki

Księżok Landecki Wielki jest największym stawem spośród badanych. Powierzchnia lustra wody wynosi 11,48 ha, a przeciętna głębokość 106 cm. Stopień porośnięcia roślinnością wyższą jest nierównomierny. Część powierzchni stawu jest zupełnie pozbawiona roślin, na innych zaś procent porośnięcia jest bardzo duży. Z punktu widzenia pokrycia roślinnością wyższą możemy przeprowadzić granicę po przekątnej zbiornika w kierunku półn.-połd. Obszar na zachód od niej wykazuje bardzo duży stopień porośnięcia, natomiast odcinek wschodni zawiera minimalną ilość roślinności wyższej.

Gęsty zarost odcinka zachodniego tworzy *Phragmites communis* T., *Glyceria aquatica* (L.) W., *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Equisetum limosum* L. oraz turzyce: *Carex gracilis* C., *C. Goodenoughii* C., *C. hirta* L., *C. vulpina* L. W odcinku wschodnim lustro stawu porastają pojedynczymi okazami *Sagittaria sagittifolia* L., *Batrachium aquatile* (L.) D., *Potamogeton lucens* L., *P. natans* L., *Elodea canadensis* R. et M., *P. obtusifolius* M. et K., *P. compressus* L., *Scirpus lacustris* L. i *Oenanthe aquatica* (L.) P. Na dnie tworzy kępy *Scirpus acicularis* L. Powierzchnię stawu pokrywają: *Salvinia natans* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L. W części półn.-zach. *Batrachium aquatile* (L.) D. zarasta okresowo całą powierzchnię tego odcinka, ku jesieni zanika.

Na obszarze porośniętym obserwujemy w pełni okresu wegetacji zakwity glonów nitkowatych (*Spirogyra, Mougeotia, Oedogonium, Bulbochaete*), tworzące gęste kożuchy, które spotykano głównie przy brzegach stawu.

Ogólnie roślinność twardą ocenia się w Księżoku Landeckim W. na 50% z przewagą 30% *Phragmites communis* T., a miękką na 20% z przewagą *Scirpus acicularis* L. stanowiące około 7%.

Na stawie tym hodowano stado kaczek (I4.VII wprowadzono 500 sztuk), przez co uzyskano pewne użyźnienie wody ich odchodami.

Księżok Rudzicki

Zbiornik o 8 ha powierzchni ogroblowanej, a przeciętnej głębokości 117 cm. Księżok Rudzicki traktowano jako staw kontrolny w stosunku do wyżej omówionych, ponieważ nie stosowano na nim ani nawożenia mineralnego, ani organicznego. Podobnie jak i inne stawy wapnowano go, stosując wapno nawozowe w ilości 22,6 kwintala na zbiornik.

Część wschodnią stawu stanowi wierzchowina, wśród której przeważają trawy. Dookoła niej *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L. oraz turzyce, głównie *Carex gracilis* C., stanowią gęsty zarost. Również odcinek płd.-zach. pokrywa zwarta, gęsta roślinność naczyniowa, wśród której obok dominującego *Phragmites communis* T. spotyka się *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L. i *Equisetum limosum* L.

Bogato także rozwinięta jest flora przybrzeżna. Obserwujemy tu *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Glyceria aquatica* (L.) W., *Sparganium ramosum* H., *Iris pseudocyperus* L., *Carex gracilis* C., *C. Goodeonoughii* G. (jako dominujące) oraz *Equisetum limosum* L., *Juncus effusus* L., *Scirpus silvaticus* L. *S. lacustris* L. i *Rumex conglomeratus* M. Powierzchnię lustra wody pokrywają pojedynczo *Sagittaria sagittifolia* L., *Glyceria aquatica* (L.) W., *Potamogeton lucens* L., *P. obtusifolius* M. et K., *P. trichoides* Ch. et S., *P. compressus* L.

W pełni wegetacji *Batrachium aquatile* (L.) D. na całej powierzchni stawu tworzy gęsty łan. W tym czasie zajmuje on około 30% powierzchni zbiornika. W okresach, w których jaskra jest mniej, przeważa *Potamogeton lucens* L.

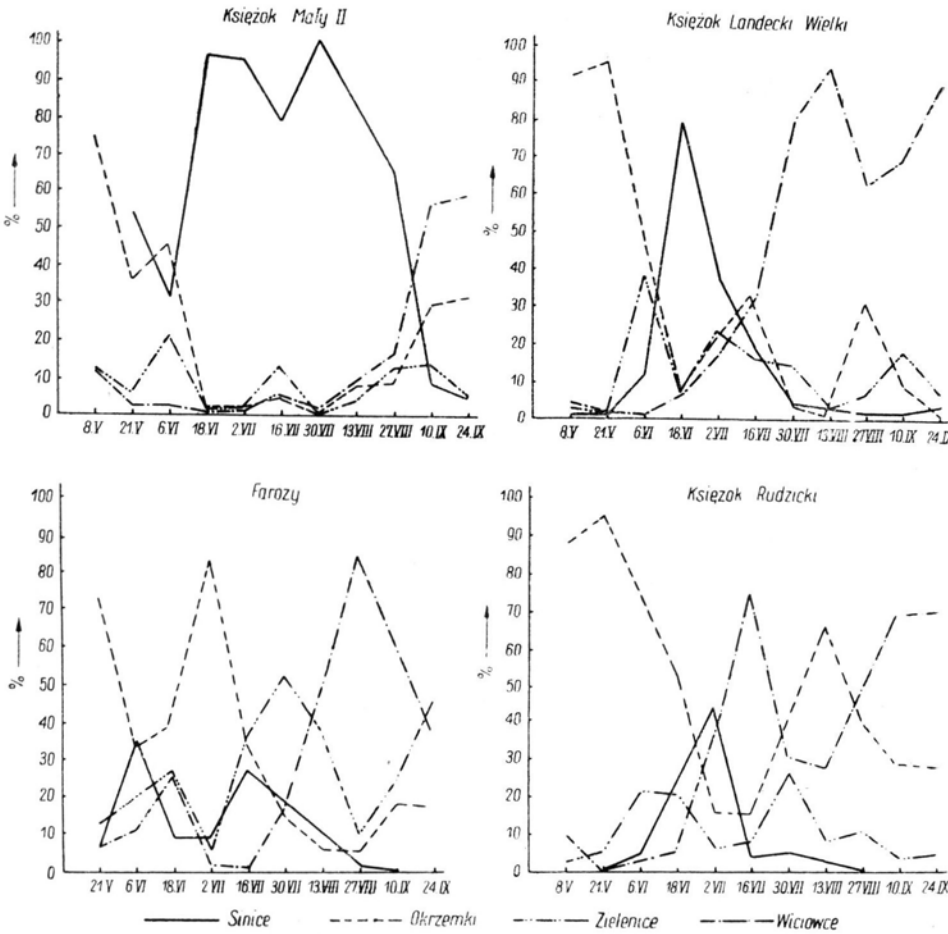
Ogółem pomijając *Batrachium aquatile* (L.) D. stopień porośnięcia Księżoka Rudzickiego przez rośliny wyższe ocenia się na 38%, w tym roślinności twardej 35%, a zaledwie 3% przypada na miękką. Wśród roślinności twardej dominuje *Phragmites communis* T.

*

Przy charakterystyce stawów pod względem roślinności wyższej korzystałam z materiałów mgr L. Krzeczkowskiej z Zakł. Biol. Stawów PAN w Krakowie, za co jej dziękuję.

PORÓWNANIE ZIELENIC Z INNYMI GRUPAMI FITOPLANKTONU

Ilość zielenic w badanych zbiornikach w stosunku do innych grup fitoplanktonu jest niewielka (wykres 1). Podobnie i sinice występują również w małej ilości. Wyjątek stanowi tu Księżok Mały II, w którym obserwowano na wiosnę bogaty rozwój *Anabaena spiroides*, a w ślad za nią postępujący zakwit *Microcystis aeruginosa*. Także i w Księżoku Landec-



Wykres 1. Porównanie zielenic badanych stawów z innymi grupami fitoplanktonu

kim W. w próbie z 18.VI zanotowano znaczne nasilenie ilościowe *Anabaena* sp.

We wszystkich badanych zbiornikach okrzemki i wiciowce odgrywają w planktonie znaczną rolę. Maksimum rozwojowe okrzemek przypada na wiosnę, później jej nasilenie ilościowe bądź znacznie maleje (tak jest w Księżoku Landeckim W.), bądź też spada nieznacznie i tak utrzymuje się w ciągu całego okresu wegetacji np. w Księżoku Rudzickim. Skład gatunkowy tej grupy w okresie wegetacyjnym ulega zmianie. Na wiosnę przeważają: *Synedra acus* i *S. ulna*, w okresie letnim i jesiennym dominuje przede wszystkim *Melosira granulata*.

Wiciowce mają duże znaczenie w fitoplanktonie drugiej połowy lata i jesieni. Podobnie jak i okrzemki wykazują zastępowanie się gatunków

w obu okresach. W drugiej połowie lata przeważają: *Dinobryon* sp., głównie *D. divergens* i *D. stipitatum, Ceratium hirundinella, Trachelomonas* sp., głównie *T. volvocina;* w jesiennym planktonie maksimum rozwoju osiągają: *Synura uvella* i *Mallomonas caudata.*

Zauważono, że maksymalny rozwój *Ceratium* następuje w okresie zanikania okrzemek. Obserwacje te potwierdzają badania Cabejszek (1950) oraz Gusiewy (1952).

Jesienne występowanie *Synura uvella* obserwowano i na innych zbiornikach wodnych (Hublet-Pawłowska 1939).

Według niektórych badaczy (Aljeew i Mudriecowa 1937, Gierasimow 1936, Gusiewa 1935, 1938, 1952, Weimann 1935) istnieje zależność występowania poszczególnych glonów planktonowych od składu chemicznego wody. Szczegółowo zagadnieniem tym zajęła się Gusiewa (1952), badając zakwity planktonowe zbiornika wchodzącego w system kanału łączącego rzeki Moskwę i Wołgę.

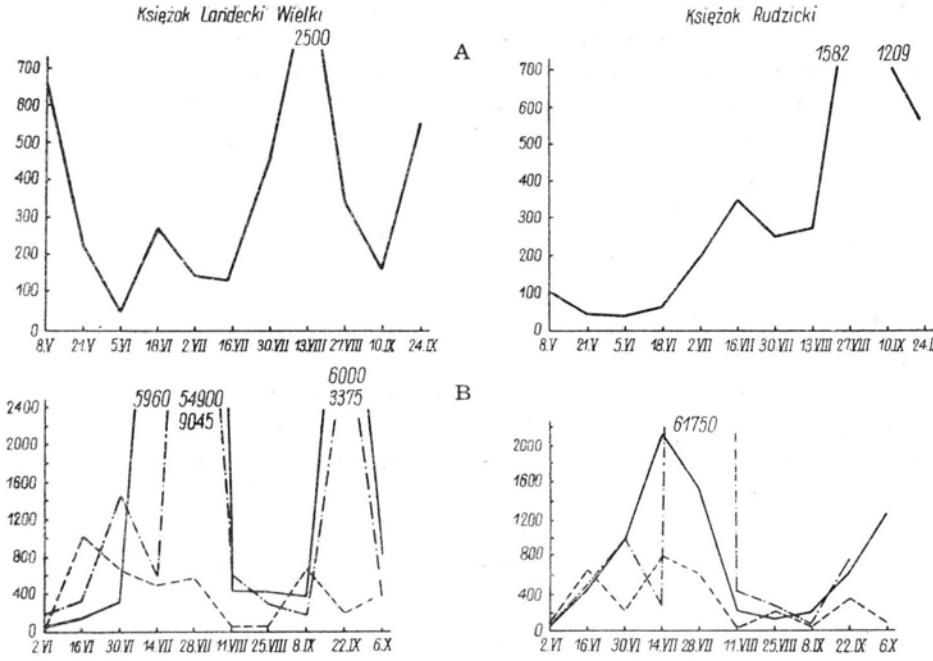
PORÓWNANIE ROZWOJU FITOPLANKTONU Z ROZWOJEM BAKTERII W CIĄGU OKRESU WEGETACJI NA BADANYCH STAWACH

Badania mikrobiologiczne przeprowadzono na dwóch (spośród opracowywanych przez nas pod względem algologicznym) stawach Księżoku Landeckim Wielkim i Księżoku Rudzickim (Matusiak 1954).

Księżok Landecki W. (kaczki) wykazuje dwa maksima rozwojowe bakterii: większe w drugiej połowie lipca, mniejsze w drugiej połowie września. Intensywniejszy rozwój fitoplanktonu obserwowano tu od zalania stawu (wykres 2), to jest od początku maja, po czym następuje jego spadek ilościowy, utrzymujący się do połowy lipca. W drugiej połowie lipca fitoplankton wykazuje tendencje rozwojowe, gwałtowny wzrost następuje w połowie sierpnia, następnie zaznacza się duży jego spadek. Jesień (druga połowa) odpowiada pod względem stanu ilościowego nasilenia rozwoju glonów planktonowych stanowi po zalaniu stawu.

Z przedstawionych wyżej danych widać, że w okresie intensywnego rozwoju bakterii rozwój fitoplanktonu jest średni (wykres 2 — 16.VII, 30.VII), maksymalny wzrost glonów planktonowych przypada na okres gwałtownego spadku bakterii (wykres 2 — 13.VIII).

Księżok Rudzicki (kontrolny) posiada maksimum rozwoju bakterii w drugiej połowie lipca, po czym następuje ich spadek do nieznacznej ilości. Rozwój fitoplanktonu wykazuje dwie kulminacje: jedną niższą w połowie lipca, drugą wyższą w drugiej połowie sierpnia i na początku września. Podobnie jak w poprzednim stawie maksimum rozwoju bakterii odpowiada średnia ilość glonów planktonowych. Natomiast op-



Wykres 2. Krzywe rozwoju fitoplanktonu i bakterii dwóch badanych stawów. A — ilość glonów planktonowych na cm²; B — ilość drobnoustrojów na różnych stanowiskach i różnych głębokościach wg Matusiaka

timum rozwoju fitoplanktonu zbiega się z minimum rozwoju bakterii (wykres 2 — 27.VIII, 10.IX).

Konfrontując okresy maksimum i minimum rozwoju bakterii i fitoplanktonu badanych stawów zaobserwowano, że intensywny rozwój drobnoustrojów w y p r z e d z a optima rozwojowe glonów planktonowych.

Zaobserwowane stosunki między fitoplanktonem a bakteriami można by tłumaczyć konkurencją pokarmową między tymi dwoma grupami organizmów oraz wydzielaniem przez glony związków działających toksycznie na drobnoustroje.

Badania A r t a r i w r. 1913 (cyt. G u s i e w a 1952) oraz obserwacje G u s i e w y (1952) wykazują, że większość glonów korzysta zarówno ze związków organicznych (podobnie jak bakterie), jak i nieorganicznych, jakkolwiek fitoplankton może obchodzić się bez pierwszych. Z badań G u s i e w y (1952) wynika, że zapotrzebowanie na związki organiczne jednej bakterii jest 10—25 razy większe niż w tym samym czasie zapotrzebowanie komórki glonu przy wspólnej hodowli tych dwóch organizmów. Według D i j a n o w e j i W o r o s z i ł o w e j (1937) usunięcie planktonu przez filtracje z izolowanych prób pochodzących z Morza Kaspijskiego zwiększa nagromadzenie bakterii — rozwój ich

zachodzi tu głównie na koszt rozpuszczonych związków organicznych. W próbach takich z jednej strony drobnoustroje są pozbawione konkurencji pokarmowej glonów, z drugiej zaś brak zooplanktonu żywiącego się między innymi bakteriami prowadzi do nagromadzenia tych ostatnich.

W świetle powyższych badań wydaje się prawdopodobne, że intensywny rozwój bakterii poprzedzający rozwój fitoplanktonu jest związany z małą konkurencją pokarmową glonów. Maksimum rozwojowe fitoplanktonu przypada na okres największego spadku bakterii. Wiąże się to prawdopodobnie z wydzielanymi przez glony związkami działającymi toksycznie na bakterie (Pratt a. Fong, 1940 — cyt. Gusiewa 1952).

Prawdopodobnie ma tu pewne znaczenie i konkurencja pokarmowa. W okresie bowiem intensywnego rozwoju fitoplanktonu, kiedy ilość komórek glonów przewyższa znacznie ilość komórek drobnoustrojów, wykorzystanie związków organicznych przez fitoplankton następuje znacznie szybciej niż przez bakterie. Bakterie potrzebujące do swego rozwoju większych od glonów ilości związków organicznych mają mniejsze szanse wytrzymania tej konkurencji.

Analizując krzywe rozwoju bakterii i fitoplanktonu badanych zbiorników, obserwujemy na jesieni po spadku ilości glonów — zwyżkę drobnoustrojów. Prawdopodobnie zachodzi ona na koszt związków wydzielanych w czasie rozkładu fitoplanktonu.

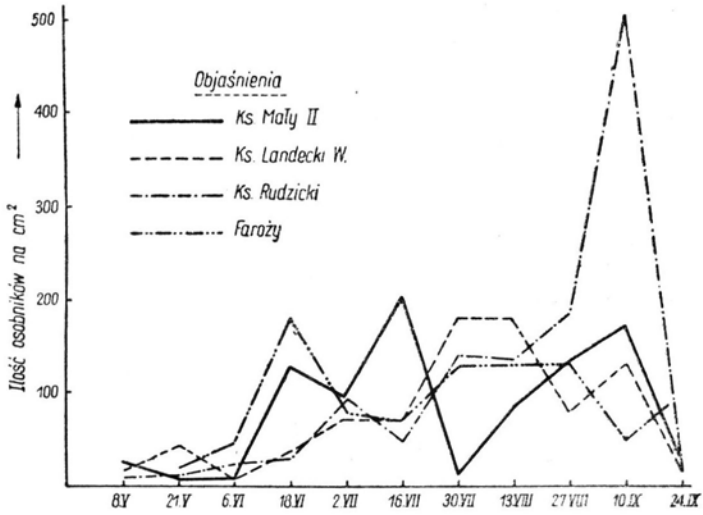
SZCZEGÓŁOWA ANALIZA BADANYCH STAWÓW

Analiza krzywej frekwencji zielenic Księżoka Małego II

Okres pełnego rozwoju zielenic (wykres 3) przypada od drugiej połowy czerwca do pierwszej połowy września. Wiosna oraz jesień wykazują obniżkę produkcji tej grupy. Jeżeli spojrzymy na listę gatunków (tabela 2) okresu wiosennego i porównamy ją z wykazem gatunków pełnego rozwoju, zauważymy istotną różnicę ilościową. Podczas gdy wiosną (8.V—6.VI) znaleziono 43 gatunki zielenic, to w pełni lata (18.VI—27.VIII) spotkano 71, a więc blisko dwa razy tyle. Próbę z 18.VI zaliczono dlatego do letnich, ponieważ skład gatunkowy zielenic w niej zbliżony jest do letniego. Jesień natomiast wykazuje zubożenie gatunkowe zielenic (27 gat.). Analizując ich skład gatunkowy w ciągu całego badanego okresu stwierdzamy, że inny jest wiosną, inny latem, a jeszcze inny jesienią. Sposób zachowania się gatunków wiosennych jest różny:

1. Pewne gatunki z początkiem wiosny opanowują środowisko wodne i w tym okresie dochodzą do maksimum rozwoju, a z nastaniem lata, kie-

dy skład gatunkowy zielenic wzbogaca się — zanikają. Przykładem tego rodzaju zachowania się jest w omawianym stawie *Ankistrodesmus falcatus*, stanowiący 21.V — 33%, a malejący w VIII do 0,5%.



Wykres 3. Krzywe frekwencji zielenic na podstawie szczegółowej analizy materiału

2. Inne gatunki rozpoczynają na wiosnę okres rozwoju i stopniowo zwiększają udział w fitoplanktonie zbiornika z nastaniem lata. Tak zachowuje się *Dictyosphaerium pulchellum*, częściowo *Crucigenia rectangularis*, rodz. *Scenedesmus*, zwiększający się zarówno jakościowo, jak i ilościowo.

3. Wreszcie trzecia grupa, występująca w minimalnej ilości w ciągu całego okresu wegetacji, nie ulega poważniejszym wahaniom ilościowym, np. *Crucigenia Tetrapedia* i inne.

We wszystkich badanych stawach mniej więcej te same gatunki zielenic rozpoczynają rozwój planktonu roślinnego.

Formami, które pierwsze opanowują środowisko wodne, są:

1. *Ankistrodesmus falcatus*,
2. *Actinastrum Hantzschii*,
3. rodz. *Scenedesmus* — głównie *S. quadricauda*,
4. *Dictyosphaerium pulchellum*.

Obserwacje powyższe są zgodne ze spostrzeżeniami Humblet-Pawłowskiej (1939), która w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie znalazła podobne stosunki.

Tabela 2

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Małym II

Gatunki występujące	Daty połowów										
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²										
	25	7	8	130	93	200	9	80	130	170	36
	Procentowe występowanie gatunków										
Actinastrum Hantzschii Lag.	14	11	7	9,5	11,5	0,5	1	1,5	1		
Ankistrodesmus falcatus (C.) R.	30	33	14	2,5	6	0,5	1	1	0,5		
Ankistrodesmus spiralis (T.) Lemm.		1	2								
Coelastrum microporum Näg.		2	2	0,5	1,5	2	9,5	3,5	2	1,5	1
Coelastrum reticulatum (D.) Senn.						16		1,5	3,5		2
Characium gracilipes Lamb.				0,5			5,5				
Characium limneticum Lemm.			2		0,5		11		0,5	2	1
Crucigenia quadrata Morren	1			0,5				0,5	4	4	
Crucigenia rectangularis (Näg.) Gay	2	11	7	8	0,5			4	23	35	11,5
Crucigenia Tetrapedia (K.) W. &. G. S. West	2	2	0,5	0,5				0,5	0,5	6	
Dictyosphaerium pulchellum Wood	11	4	18	33	26,5	23	1	12,5	2,5	4	4
Dictyosphaerium Ehrenbergianum Näg.	1			1,5	0,5	4	0,5	0,5			
Eudorina elegans (L.) Ehr.	3				0,5	0,5			1	0,5	2
Gleocystis ampla Ktz.							1				
Gleocystis planctonica (W. et G. S. West) Lemm.					0,5	7,5		1,5	3,5		
Kirchneriella contorta (Schm.) Bohl.			3						1,5	0,5	
Kirchneriella lunaris (K.) Mob.		1			0,5					0,5	1
Kirchneriella obesa (W. W.) Schm.									0,5		
Lagerheimia ciliata (L.) Chodat									0,5		
Lagerheimia genevensis Chodat			1	0,5	0,5						
Lagerheimia subsalsa Lemm.					0,5						
Lagerheimia wratislavensis Schroeder				4,5	4,5			2,5	1,5	0,5	
Oocystis Borgei Snow							2	2	1	1	

Tabela 2 (c. d.)
Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Małym II

Oocystis Novae-Semliae forma major Wille									0,5		
Oocystis parva W. &. G. S. West			1					1,5	2		
Oocystis pusilla Hansg.				1			1	5	1,5	0,5	1
Oocystis solitaria Wittr.	1	6	3		0,5	1,5	1				
Pandorina morum (Müll.) Bory			1		1	4			0,5		2
Quadricula lacustris (Chodat) G. M. Smith	1								0,5		
Pediastrum biradiatum Meyen									0,5		
Pediastrum Boryanum (T.) Menegh	1	1	2	3	0,5	0,5	5	1,5	3,5	2,5	11
Pediastrum duplex Meyen	1	1		0,5		2	20	7,5	2,5	2	3
Pediastrum duplex var. *clathratum* (A. Br.) Lag.						0,5	6	3	10,5	5,5	13
Pediastrum duplex var. *coronatum* Racib.				0,5							
Pediastrum duplex var. *gracillimum* W. &. G. S. West	1		1	2,5				1.5		0,5	2
Pediastrum Tetras (Ehr.) Ralfs			1		1			1		0,5	1
Pediastrum Tetras var. *exisum* Rab.	1		1	2,5	0,5			0,5		0,5	1
Pediastrum Tetras var. *tetraodon* (C.) Hansg.	1	3		1,5		0,5			1,5	2	
Scenedesmus abundans (K.) Chodat				2,5	1,5	2,5	1	3,5	2,5	5,5	
Scenedesmus acutiformis (Lag.) Schroeder	1			1		1,5		3		0,5	
Scenedesmus armatus Chodat				0,5							
Scenedesmus armatus var. *bicaudatus* (Gugl.) Chodat	3	1		1	10.5	3,5	1			2	
Scenedesmus armatus var. *typicus* Chodat			1	1	0,5	2		0,5		0,5	
Scenedesmus Bernardii G. M. Smith					1						
Scenedesmus bijugatus (Turp.) Kg.	1	4	7	2	4,5	0,5	1	15,5	3	2,5	4
Scenedesmus carinatus (Lemm.) Chodat					2,5						
Scenedesmus dimorphus (T.) Ktz.	2		2	2,5	1,5			0,5	0,5	1,5	2
Scenedesmus ecornis var. *disciformis* Chodat		2	2,5				0,5				
Scenedesmus falcatus Chodat		2		1	2,5		1	0,5	1	1,5	1
Scenedesmus microspina Chodat			3								
Scenedesmus obliquus (T.) Ktz.				0,5		1		0,5			
Scenedesmus quadricauda (T.) Breb.	17	9	7	6,5	10	0,5	2			1,5	10
Scenedesmus quadrispina Chodat			3		0,5			4,5	0,5		1
Scenedesmus platydiscus (G. M. Smith) Chodat		1	1		1	15,5			9,5	1,5	7
Sorastrum spinulosum Näg.											2
Sphaerocystis Schroeteri Chodat			1	2,5	1	10	11	0,5	6	0,5	1
Schroederia Judayi G. M. Smith				0,5	1		3				
Tetraëdron caudatum (C.) Hansg.	1	1						0,5		0,5	1
Tetraëdron hastatum (R.) Hansg.					0,5				0,5		

Tabela 2 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Małym II

Gatunki występujące	Daty połowów										
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²										
	25	7	8	130	93	200	9	80	130	170	36
	Procentowe występowanie gatunków										
Tetraëdron limneticum Borge				0,5							
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	1	2	3	2,5				0,5	0,5	6,5	4
Tetraëdron muticum (A. Br.) Hansg.							1				
Tetraëdron regulare Chodat					1						
Tetraëdron regulare var. *Incus* Teil.		1	1		0,5				1		
Tetraëdron planctonicum G. M. Smith					0,5						
Tetraëdron Schmidlei (Schroed.) Lemm.								0,5	1		1,5
Tetraëdron trigonum (Nag.) Hansg.	1			1				0,5		0,5	
Tetraëdron trigonum var. *gracile* (Reinsch) de Toni				0,5							1
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schroeder) Lemm.	2	1	1					3	0,5	1	
Volvox aureus Ehr.			1	1			13	10,5	1,5	4	7
Westella botryoides (W. W.) de Wild.					2			2,5	1,5	0,5	1

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi

Actinastrum Hantzschii var. *fluviatile* Schroeder

Pediastrum Boryanum var. *granulatum* (Kutz.) Al. Braun

Oocystis gleocystiformis Borge

Pediastrum muticum var. *longicorne* Racib.

Scenedesmus acuminatus (Lag.) Chodat

Scenedesmus arcuatus Lemm.

Scenedesmus quadricauda var. *dispar* Breb.

Scenedesmus sp.

Tetraëdron minimum forma apiculatum Reinsch

Wykreśloną krzywą frekwencji zielenic możemy podzielić pod względem ilościowego występowania na trzy odcinki:

1. 8.V—6.VI — wiosna,
2. 18.VI—10.IX — lato,
3. 24.IX — jesień.

Próbę z 10.IX zaliczono jeszcze do okresu letniego ze względu na dużą produkcję zielenic, równającą się okresowi pełnego lata.

W pierwszym okresie na krzywą rozwoju zielenic składają się przede wszystkim licznie występujące: *Ankistrodesmus falcatus, Actinastrum Hantzschii, Scenedesmus quadricauda* i *Dyctyosphaerium pulchellum.*

Z początkiem czerwca zaczyna się pojawiać *Anabaena spiroides,* a w ślad za nią masowo *Microcystis aeruginosa,* co nie hamuje rozwoju zielenic. Charakter specyficzny, odróżniający plankton tego stawu od innych, nadają mu: *Coelastrum reticulatum,* pojawiający się gwałtownie w połowie lipca i równie szybko zanikający, oraz *Sphaerocystis Schroeteri* i *Lagerheimia wratislavensis,* występująca tu wyjątkowo w dużych ilościach. Wymienione gatunki, jakkolwiek nie występujące masowo, wyodrębniają plankton tego zbiornika od innych. Jeżeli dodamy do nich *Volvox aureus, Characium limneticum, Pediastrum sp., Scenedesmus* sp. i *Dictyosphaerium pulchellum,* to uzyskamy obraz zielenic w okresie letnim. Otrzymane punkty pozwalające na wykreślenie krzywej są tylko bardzo ogólnym obrazem rozwoju zielenic. Szereg bowiem kolonii, takich jak *Dictyosphaerium pulchellum, Crucigenia rectangularis, Ankistrodesmus falcatus,* w materiale konserwowanym ulega rozpadnięciu i wówczas trudno ocenić, czy stosunkowo mała kolonia jest częścią rozpadniętej, czy też jest taką normalnie. I tak np. *Dictyosphaerium pulchellum* mniej więcej w 50 procentach to kolonie o czterech komórkach, a pozostałe kolonie mają 8—16 lub więcej komórek. Pod koniec lipca następuje, jak zaznaczono na wykresie, spadek zielenic. W tym też czasie *Microcystis aeruginosa* dochodzi do szczytu rozwoju. Glony planktonowe w próbie z tego okresu nie osadzają się, w całym słupku próbówki sinica ta tworzy gęsty, niebieski zakwit (wykres 1 i 3). W świetle powyższych danych lipcowy spadek zielenic należy rozumieć nie jako bezwzględne obniżenie ich ilości, ale na skutek zakwitu obniżenie ich udziału w stosunku do całego fitoplanktonu.

Próbę z 24.IX możemy uważać za początek jesieni. Następuje spadek jakościowy i ilościowy. Czym możemy tłumaczyć to obniżenie krzywej zielenic? W okresie tym następuje zwyżka wiciowca *Mallomonas caudata* i okrzemki *Melosira granulata;* jest prawdopodobne, że notowany jesienny spadek zielenic jest związany z ich intensywnym rozwojem, podobnie jak przy masowym rozwoju sinic. Przemawiałby za tym fakt, że

Tabela 3

Lista gatunków zielenic znalezionych w Farożym

Gatunki występujące	Daty połowów									
	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²									
	17	45	180	80	71	130	130	130	53	100
	Procentowe występowanie gatunków									
Actinastrum Hantzschii Lag.	89									
Ankistrodesmus falcatus (C.) Ralfs	2	26	21	30,5	6	8	1	19,5	13	11
Ankistrodesmus spiralis (T.) Lemm.		1,5					0,5	0,5		
Coelastrum microporum Näg.		3	0,5	1	1			5		1
Characium limneticum Lemm.		2	1	1,5	7,5			2		0,5
Crucigenia quadrata Morr.				1	1	14		2	1	0,5
Crucigenia rectangularis (Näg.) Gay		6	2	1,5	4	11	2	4	8,5	8
Crucigenia Tetrapedia (Kirch.) W. &. G. S. West						1		1		
Dictyosphaerium pulchellum Wood.	4	15	12	6,5	4,5	0.5	2	7,5	5	2,5
Dictyosphaerium Ehrenbergianum Näg.					1,5	1	0,5			
Eudorina elegans (L.) Ehr.		1,5	1,5	1	1.5	1,5	59	12	34.5	35
Gleocystis ampla Kutz.				2,5						0.5
Gleocystis bacillus Teil					1	0,5				
Gleocystis planctonica (W. et G. S. West) Lemm.		2,5	2,5	0,5				2,5		
Kirchneriella contorta (Schm.) Bohl								0,5		
Kirchneriella lunaris (Kirch.) Mob.				0,5						
Oocystis Borgei Snow					0.5	0,5	0,5			
Oocystis parva W. &. G. S. West		0,5	0,5			1		1		
Oocystis pusilla Hansg.		0,5	0,5		0,5	0.5	1,5			
Oocystis solitaria Wittr.		15,5	20	14,5	7,5	6.5		1		1
Quadricula lacustris (Chodat) G. M. Smith		4	0,5		1	1	0,5	1.5		
Pandorina morum (Müll.) Bory		5	9,5				0,5		2	8,5
Pediastrum biradiatum Meyen								0,5	0,5	0,5
Pediastrum Boryanum (T.) Menegh								0,5		0.5
Pediastrum Boryanum var. *granulatum* (Kutz) Al. Braun			0,5							

Tabela 3 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Farożym

Pediastrum duplex Meyen			1,5				0,5	0,5		1,5
Pediastrum duplex var. *clathratum* (A. Br.) Lag.					0,5		1	1,5		0,5
Pediastrum Tetras (Ehr.) Ralfs			1	0,5	1	0,5	0,5		0,5	1
Pediastrum Tetras var. *tetraodon* (Corda) Hansg.		1						3,5	2,5	1
Scenedesmus abundans (Kirch.)		0,5	0,5	2,5	0,5	1	0,5	2,5	4,5	3,5
Scenedesmus acutiformis Schroed.			0,5	2,5	2	1,5		4	2,5	2,5
Scenedesmus aristatus Chodat										0,5
Scenedesmus armatus Chodat										0,5
Scenedesmus armatus var. *bicaudatus* (Hansg.) Chodat				0,5	1,5				1,5	5,5
Scenedesmus armatus var. *typicus* Chodat		0,5				0,5		1		
Scenedesmus bijugatus (T.) Kg.		3	8,5	15	6	6	2,5	9,5	5,5	6
Scenedesmus dimorphus (T.) Ktz.	1	1	1	0,5	0,5	1,5	0,5	1	3	1,5
Scenedesmus ecornis var. *disciformis* Chodat							0,5	0,5		0,5
Scenedesmus falcatus Chodat								0,5	0,5	1
Scenedesmus obliquus (T.) Ktz.		1,5		2,5	0,5					
Scenedesmus quadricauda (T.) Breb.		0,5	0,5			0,5	0,5	1	2	2,5
Scenedesmus platydiscus (G. M. Smith) Chodat		1	0,5		1,5	0,5	1,5	0,5	0,5	2
Selenastrum Bibraianum Reinsch.							0,5	0,5		
Selenastrum gracile Reinsch.									1	
Sorastrum spinulosum Näg.		1,5	8	4,5	0,5			0,5	1,5	
Schroederia Judayi G. M. Smith					40,5	1				
Sphaerocystis Schroeteri Chodat	2	0,5	2,5	5,5	2,5	4,5	2,5	2	4,5	
Tetraëdron caudatum (C.) Hansg.		0,5	1,5	0,5					0,5	
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	1	2	0,5		0,5	2		5,5	2,5	0,5
Tetraëdron muticum (A. Br.) Hansg.				1,5	1	0,5				
Tetraëdron trigonum (Nag.) Hansg.		0,5		0,5						
Tetraëdron trilobatum (Rein.) Hansg.		1								
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schr.) Lemm.									0,5	
Westella botryoides (W. W.) de Wild.		1,5	1,5	2,5	1,5	7,5	3	2		
Volvox aureus Ehr.	1	0,5			2	25,5	18	2,5	2	

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi.

Ankistrodesmus falcatus var. *acicularis* (A. Br.) G. S. West
Ankistrodesmus falcatus var. *duplex* (Kg.) G. S. West
Dimorphococcus lunatus A. Br.
Elaktotrix viridis (Snow) Printz
Pediastrum biradiatum var. *emarginatum* A. Br.
Pediastrum obovatum (Ehr.) A. Br.
Scenedesmus carinatus (Lemm.) Chodat
Scenedesmus microspina Chodat
Scenedesmus quadrispina Chodat

Tabela 4

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Landeckim Wielkim

Gatunki występujące	Daty połowów										
	8.V	21.V.	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²										
	19	43	10	36	75	69	180	180	80	130	15
	Procentowe występowanie gatunków										
Actinastrum Hantzschii Lag.	16	3	11			1	0,5		1		
Ankistrodesmus falcatus (C.) Ralfs		5	2	4	7,5	4,5	1	1	1,5		1
Ankistrodesmus spiralis (T.) Lemm.				2			2				
Coelastrum microporum Näg.	1	2	1	1	2	0,5	2	2,5	2	4	
Coelastrum reticulatum (D.) Senn			1				0,5		1	0,5	1
Characium gracilipes Lamb.							1				
Characium limneticum Lemm.			35	54	13	6	5	1,5	4	1,5	
Chodatella quadriseta Lemm.	1										
Crucigenia quadrata Morren		5				2	3	1,5	0,5	7	
Crucigenia rectangularis (Näg.) Gay	1	21	1	11	8	1	6	3,5	9	17,5	17
Crucigenia Tetrapedia (Kirch.) W. &. G. S. West		2	1	1	0,5		0,5		0,5	3,5	
Dictyosphaerium Ehrenbergianum Näg.			1			4,5	3	15,5	1	5	1
Dictyosphaerium pulchellum Wood.	12	15	4		6	36	27	13	17	8	3
Elaktotrix gelatinosa Wille					1,5				1	0,5	
Eudorina elegans (L.) Ehr.	1				0,5	5	8	19	15	1	17
Gleocystis ampla Ktz.					2,5						
Gleocystis planctonica (W. et G. S. West) Lemm.	3.5		1					1.5	0,5		
Kirchneriella contorta (Schmidle) Bohlin										0,5	
Kirchneriella obesa (W. W.) Schmidle									1,5		
Lagerheimia ciliata (Lag.) Chodat									0,5		
Lagerheimia Droescherii (Lemm.) Printz									0,5		
Lagerheimia wratislavensis Schroeder								2,5			
Oocystis Borgei Snow						1	0.5			0.5	

Tabela 4 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Landeckim Wielkim

Oocystis eliptica W. West					1,5						
Oocystis lacustris Chodat					0,5						
Oocystis parva W. &. G. S. West					2		0,5			0,5	
Oocystis pusilla Hansg.		3	2			0,5			1	1,5	
Oocystis solitaria Witt.	1		2		9,5			0,5		0,5	
Quadricula lacustris (Chodat) G. M. Smith			1		0,5					0,5	
Pandorina morum (Müll.) Bory	2	4		2		0,5			1	1	8,5
Pediastrum biradiatum Meyen											1
Pediastrum biradiatum var. *emarginatum* Al. Braun									0,5		
Pediastrum Boryanum (T.) Menegh		1			0,5	1		0,5	0,5	0,5	4
Pediastrum duplex Meyen		2	1	1	0,5	0,5			2		6,5
Pediastrum duplex var. *clathratum* (A. Br.) Lag.		3			0,5	0,5	0,5	1,5		3	1
Pediastrum duplex var. *coronatum* Racib.				1					0,5		
Pediastrum duplex var. *reticulatum* Lag.										0,5	
Pediastrum Tetras (Ehr.) Ralfs	1		1	2	5	0,5			0,5		7
Pediastrum Tetras var. *excisum* Rab.								1,5	1		
Pediastrum Tetras var. *tetraodon* (C.) Hansg.					2,5	1	1	1	1	1,5	
Scenedesmus abundans (Kirch.) Chodat	3,5	4	4	1	1	1	2	4,5	6,5	0,5	2
Scenedesmus acutiformis Schroed.	2	1	1	1	0,5	2,5	6	1,5	2		
Scenedesmus armatus var. *bicaudatus* (Gugl.) Chodat	2		3		1		1	1		1	1
Scenedesmus armatus var. *typicus* Chodat	1	4	1	2	1,5	1,5		1,5	0,5	1,5	1
Scenedesmus bijugatus (T.) Kg.	3			5	6	6	5	10	6	8,5	13
Scenedesmus dimorphus (T.) Ktz.	7,5		2						0,5		
Scenedesmus ecornis var. *disciformis* Chodat						0,5					
Scenedesmus falcatus Chodat	1	1			0,5		0,5	1	1,5	1	
Scenedesmus microspina Chodat			1								
Scenedesmus obliquus (T.) Ktz.			2						0,5		1
Scenedesmus quadricauda (T.) Breb.	14,5	5	3		0,5	1,5	0,5	1,5	3,5	1,5	10
Scenedesmus quadricauda var. *Westii* G. M. Smith			1					0,5			
Scenedesmus quadrispina Chodat					0,5						
Scenedesmus platydiscus (G. M. Smith) Chodat					1	0,5	1	0,5	0,5	2,5	
Sorastrum spinulosum Näg.				1					0,5		1
Sphaerocystis Schroeteri Chodat	1		6	4	7	3,5	2,5	1,5	2	0,5	1
Tetraëdron caudatum (C.) Hansg.					0,5					0,5	

Tabela 4

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Landeckim Wielkim

Gatunki występujące	Daty połowów										
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²										
	19	43	10	36	75	69	180	180	80	130	15
	Procentowe występowanie gatunków										
Tetraëdron limneticum Borge				1							
Tetraëdron hastatum (Rein.) Hansg.						0,5					
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	2	9	8	3	3,5	1	0,5	0,5	4,5	1	1
Tetraëdron regulare Chodat					1			0,5			
Tetraëdron trigonum (Näg.) Hansg.				1	0,5	0,5	1	1	1,5	0,5	1
Tetraëdron victorieae Wolos.	1	2					0,5				
Tetrastrum heteracanthum (N.) Chodat							1	1		1	
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schroeder) Lemm.	2	4			0,5	0,5			0,5	6,5	
Westella botruoides (W. W.) de Wild.	20	4	2	2	3	1,5	2,5	1,5	1	1	
Volvox aureus Ehr.			1		7	13	15	5,5	4	13,5	

Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi

Actinastrum Hantzschii var. *fluviatile* Schroeder
Ankistrodesmus falcatus var. *acicularis* (A. Br.) G. S. West
Nephrocytium Agardhianum Näg.
Oocystis Novae-Semliae forma major Wille
Scenedesmus abundans (Kirch.) Chodat
Scenedesmus brasiliensis Bohlin
Selenastrum gracile Reinsch
Schroederia Judayi G. M. Smith
Tetraëdron minimum forma apiculatum Reinsch

w Farożym, w którym na jesieni krzywa wiciowców jest najniższa ze wszystkich badanych stawów, zielenice utrzymują się w znacznej ilości, największej w tym czasie w porównaniu z innymi zbiornikami.

Występowanie *Mallomonas caudata* świadczyłoby o zmianach chemizmu wody korzystnych dla tego gatunku, a być może hamujących rozwój zielenic. Brak odpowiednich danych nie pozwala osądzić, który z wymienionych czynników ma znaczenie zasadnicze.

Analiza krzywej frekwencji zielenic w Farożym (wykres 3)

Rozpatrując skład gatunkowy zielenic (tabela 3) i ich występowanie zauważamy, że w maju przeważa *Actinastrum Hantzschii* dochodzący aż do 89% całej grupy i notowany jest w Farożym wyłącznie w tej jednej próbie, podczas gdy w Księżoku Małym II, jakkolwiek posiada optimum rozwojowe także na wiosnę, to jednak utrzymuje się przez całe lato. Począwszy od czerwca wzbogaca się jakościowo grupa zielenic *Ankistrodesmus falcatus* 21%, *Dictyosphaerium pulchellum* 12%, *Pandorina morum* 9,5%, *Scenedesmus bijugatus* 8,5%, *Sorastrum spinulosum* 8% oraz *Oocystis solitaria* 20%, występująca wyłącznie w postaci pojedynczych komórek. W drugiej połowie lata zmienia się nieco skład jakościowy zielenic. Następuje rozwój niektórych gatunków, dotąd występujących w znikomej ilości. Rozwija się gwałtownie od połowy sierpnia *Eudorina elegans*, stanowiąca 13.VIII — 59% zielenic i utrzymująca się aż do spuszczenia stawów w dużej ilości, bo do 35%. Drugim gatunkiem, który także istotnie wpływa na charakter planktonu w drugiej połowie lata, jest *Volvox aureus*, maksimum którego (25%) następuje 30.VII. Rozwój tego ostatniego jest krótki, trwa zaledwie przez około jeden miesiąc, rozwój *Eudorina elegans* gwałtowny od 13.VIII i trwa dłużej, bo do jesieni, do spuszczenia stawu. Rozwojowi *Eudorina elegans* towarzyszy *Ankistrodesmus falcatus*, a częściowo i *Crucigenia rectangularis*.

Analiza krzywej frekwencji zielenic w Księżoku Landeckim Wielkim (wykres 3)

Rozwój jakościowy zielenic w stawie tym poprzedza wzrost ilościowy tej grupy. Wzbogacenie bowiem w gatunki (tabela 4) następuje z początkiem lipca, podczas gdy intensywny rozwój ilościowy zielenic ma miejsce pod koniec tegoż miesiąca. Bogactwo gatunkowe zielenic utrzymuje się do połowy września, pod koniec miesiąca maleje. Wśród majowych zielenic dominują: *Actinastrum Hantzschii, Crucigenia rectangularis, Dictyosphaerium pulchellum, Westella botryoides, Scenedesmus*

quadricauda. Z początkiem okresu letniego wyżej wspomniane gatunki ilościowo ubożeją, a na ich miejsce wchodzą nowe dominanty, takie jak *Characium limneticum, Oocystis solitaria*. Równocześnie z osiągnięciem maksimum rozwoju letniego zielenic zaznacza się poważny wpływ rodz. *Scenedesmus*, który wzbogaca się zarówno jakościowo, jak i ilościowo i wykazuje w tym czasie największe zróżnicowanie gatunkowe. Spośród innych zielenic dominuje *Volvox aureus* i *Eudorina elegans*. Pod jesień ogólnie spada liczba gatunków oraz ich ilościowe nasilenie. Z dominantów jesiennych wymienić należy: *Crucigenia rectangularis, Eudorina elegans, Scenedesmus quadricauda* i *Scenedesmus bijugatus*.

Analiza krzywej frekwencji zielenic Księżoka Rudzickiego (wykres 3)

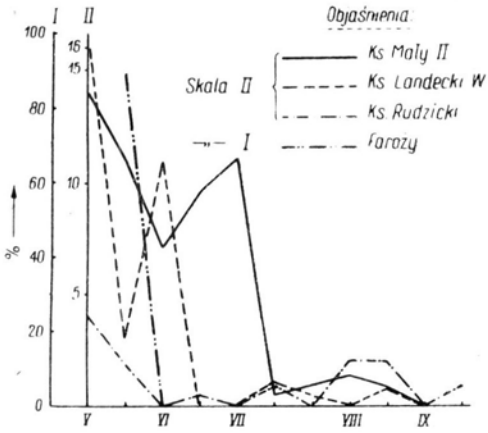
Zielenice majowe wykazują małe zróżnicowanie gatunkowe (tabela 5). Ilościowo przeważają: *Ankistrodesmus falcatus, Scenedesmus quadricauda, S. abundans. Actinastrum Hantzschii* nie odgrywa większej roli, w przeciwieństwie do fitoplanktonu innych stawów. Z początkiem czerwca następuje wzbogacenie jakościowe zielenic, dominuje *Characium limneticum*. Z nastaniem pełni lata udział gatunków przeważających w zielenicach planktonu majowego maleje, a rozwijają się inne formy nadające mu nowy charakter: *Eudorina elegans, Dictyophaerium pulchellum, Crucigenia rectangularis, Volvox aureus*. Skład gatunkowy zielenic planktonowych późnego lata i jesieni jest podobny, a różny od pełni lata, mimo że zróżnicowanie jakościowe i nasilenie ilościowe w tym czasie maleje. Na pierwszy plan wysuwa się *Crucigenia rectangularis* osiągająca 10. IX maksimum nasilenia. Tej to formie należy przypisać gwałtowny skok krzywej frekwencji w tym czasie. W jesiennym planktonie zielenic ma również duże znaczenie *Scenedesmus quadricauda*.

PORÓWNANIE WYSTĘPOWANIA DOMINUJĄCYCH ZIELENIC W OKRESIE WEGETACYJNYM

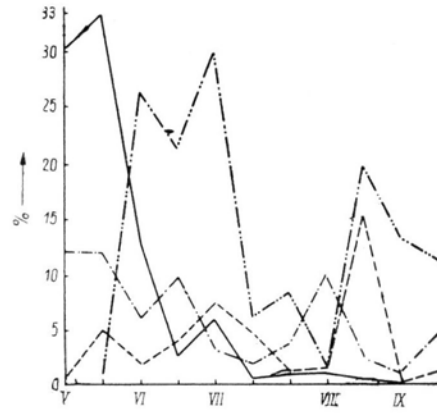
Actinastrum Hantzschii Lag.

Okres wegetacyjny tego gatunku w badanych stawach trwa V—IX. Intensywniejszy jego rozwój następuje wiosną (Ks. Mały II, Faroży, Ks. Landecki W.). Wawrzyniak (1931) stwierdza jego obecność w stawach Wielkopolski w miesiącach letnich VII—IX i sporadycznie II, III, Humblet-Pawłowska (1939) podaje występowanie tej formy w IX. W materiale badanym przeważa *Actinastrum Hantzschii* var. *fluviatile* o ostro zakończonych końcach komórek. Kolonie zbudowane z róż-

nej ilości komórek: 4—8. Spotykano kolonie czterokomórkowe, w innych wypadkach tylko ośmiokomórkowe. Długość komórek waha się 14—26 μ; szer. 2—3 μ (wykres 4).



Wykres 4. *Actinastrum Hantzschii*



Wykres 5. *Ankistrodesmus falcatus* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Ankistrodesmus falcatus (C.) Ralfs

Forma występująca przez cały okres wegetacji (wykres 5). Wykazuje dwa maksima rozwojowe: jedno — wiosna, wczesne lato, drugie — druga połowa lata. Wiosenna kulminacja tego gatunku osiąga większe wartości — dochodzi do 33% ogólnej ilości zielenic (Ks. Mały II). Gatunek ten spotykano głównie w postaci pojedynczych komórek. Trudno ocenić, czy pochodziły one z rozpadniętych kolonii, czy też występowały tak normalnie. Zarówno długość, jak i szerokość waha się w obszernych granicach: dł. 22,9—79 μ; szer 3—4,5 μ. Wawrzyniak (1923, 1924, 1931) spotyka tę formę na stawach i jeziorach Wielkopolski w miesiącach IV, VIII, IX, XI, II; Weimann (1938) na stawach w Miliczu stwierdza jej występowanie w IV—VII i IX; Humblet-Pawłowska (1939) obserwuje rozwój tego gatunku w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie w okresie od wiosny do jesieni (IV—VIII) i sporadycznie w I. Podobne obserwacje przeprowadziła Bursch (1953) badając fitoplankton w Müggelsee.

Dictyosphaerium pulchellum Wood.

Optimum rozwoju osiąga w okresie letnim (wykres 6), stanowiąc 35% znalezionych w tym czasie zielenic. Stanowi ważny składnik fitoplanktonu wszystkich badanych stawów w całym okresie wegetacji. Po-

Tabela 5

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Rudzickim

Gatunki występujące	Daty połowów										
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²										
	12	13	21	30	87	47	143	133	182	500	19
	Procentowe występowanie gatunków										
Actinastrum Hantzschii Lag.	4	2		0,5		1		2,5	2		1
Ankistrodesmus falcatus (C.) Ralfs	13	13	6	9,5	3	2	3,5	9,5	2,5	1	4
Ankistrodesmus spiralis (T.) Lemm.				1			1	4,5			1
Characium gracilipes Lamb.				5	1,5		0,5				
Characium limneticum Lemm.		1	16	17,5	4	0,5					
Coelastrum microporum Näg.	1		2	2,5	2	3	3,5	2,5	2	0,5	1
Coelastrum proboscideum Bohlin				1		0,5		0,5		0,5	
Coelastrum reticulatum (D.) Senn	1		0,5			2,5	5	0,5			2
Crucigenia quadrata Morren			0,5	0,5	0,5	0,5	8,5	3	2	1,5	
Crucigenia rectangularis (Näg.) Gay	2	1	21	4	1,5	1	18,5	19	27,5	35	32
Crucigenia Tetrapedia (Kirch.) W. & G. S. West.			1	1.5	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	2	1
Dictyosphaerium Ehrenbergianum Näg.					1	1	1,5	0,5	0,5		
Dictyosphaerium pulchellum Wood.	4	1	6	5	21,5	9	10,5	5	4	2	
Elaktotrix gelatinosa Wille						1					
Eudorina elegans (L.) Ehr.		2	1,5	2	20,5	17		0,5			
Gleocystis ampla Ktz.			0,5		1,5						
Kirchneriella contorta (Schmidle) Bohlin				0,5				2	0,5		
Kirchneriella lunaris (Kirch.) Möb.					0,5			0,5	0,5		
Kirchneriella obesa (W. W.) Schmidle						0,5					
Lagerheimia ciliata (Lag.) Chodat					0,5						
Lagerheimia wratislavensis Schroeder			1					0.5	1,5	2,5	
Oocystis Borgei Snow			0.5	2							
Oocystis lacustris Chodat				0,5							
Oocystis parva W. &. G. S. West				0,5	0,5						1

Tabela 5 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Rudzickim

Oocystis pusilla Hansg.			0,5	2	1,5		1		0,5		
Oocystis solitaria Wittr.		1	0,5	2,5	2	1,5		0,5			
Quadricula lacustris (Chodat) G. M. Smith		1									
Pandorina morum (Müll.) Bory	1	5,5	3,5	3,5							
Pediastrum biradiatum Meyen			2	0,5		0,5	1	0,5			
Pediastrum biradiatum var. longecornutum Gutw.							0,5	0,5			
Pediastrum Boryanum (T.) Menegh.				1,5		1		0,5			3
Pediastrum duplex Meyen		1	2	1		0,5	0,5	0,5	0,5		
Pediastrum duplex var. *clathratum* (A. Br.) Lag.				0,5		1,5	2	3,5		0,5	
Pediastrum duplex var. *coronatum* Racib.			2								
Pediastrum duplex var. *gracillimum* W. &. G. S. West			1				0,5	2	1,5	3	4
Pediastrum Tetras (Ehr.) Ralfs	1	1	1,5	2,5	0,5	1,5	4,5	2,5	1,5	4	7
Pediastrum Tetras var. *excisum* Rab.	2	2	0,5	2,5	0,5	0,5	1	2			
Pediastrum Tetras var. *tetraodon* (C.) Hansg.			0,5		1,5			2	5	3	1
Scenedesmus abundans (Kirch.) Chodat	11	6	4,5	1,5	0,5	3,5	0,5	2	1,5	8,5	2
Scenedesmus acutiformis (Lag.) Chodat	2	6,5	0,5	2	2	0,5	0,5		1,5		
Scenedesmus armatus Chodat	2			0,5							
Scenedesmus armatus var. *bicaudatus* (Gugl.) Chodat	2	3	1,5	3	1,5	4,5	1,5	3,5		3	1
Scenedesmus armatus var. *typicus* Chodat	5	2	0,5	1		4,5	1,5	2,5	1	1,5	3
Scenedesmus bicaudatus (Hansg.) Chodat		1									
Scenedesmus bijugatus (T.) Kg.	8	5	1,5	4,5	2,5	8,5	9,5	2,5	1,5	1	
Scenedesmus brasiliensis Bohlin						0,5	1	0,5			
Scenedesmus carinatus (Lemm.) Chodat								1	1	1,5	
Scenedesmus cieszynicus Sosn.	1	4		0,5					2		
Scenedesmus denticulatus Lag.				0,5							
Scenedesmus dimorphus (T.) Ktz.	4	2		0,5	1,5	0,5			1		1
Scenedesmus ecornis var. *disciformis* Chodat	2		2,5	0,5	0,5	1	0,5	1,5	4	5	4
Scenedesmus falcatus Chodat	1		0,5	1		1	2	3	7,5	1,5	1
Scenedesmus obliquus (T.) Ktz.				0,5							
Scenedesmus quadricauda (T.) Breb.	17	11,5	2,5		0,5	4	3,5	2	3,5	8,5	22
Scenedesmus quadricauda var. *Westii* G. M. Smith								0,5	4,5		
Scenedesmus quadrispina Chodat	4	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5			1	

Tabela 5 (c. d.)

Lista gatunków zielenic znalezionych w Księżoku Rudzickim

Gatunki występujące	Daty połowów										
	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
	Frekwencja osobników na cm²										
	12	13	21	30	87	47	143	133	182	500	19
	Procentowe występowanie gatunków										
Scenedesmus platydiscus (G. M. Smith) Chodat				0,5	3,5	3,5	3	1	2		
Schroederia Judayi G. M. Smith				1	1						
Sorastrum spinulosum Näg.				0,5	0,5	0,5					
Sphaerocystis Schroeteri Chodat	2	4,5	4,5		1	5	0,5	0,5		0,5	
Tetraëdron caudatum (C.) Hansg.		1	1,5		0,5			2	2,5	1,5	
Tetraëdron hastatum (Reinsch.) Hansg.								0,5			
Tetraëdron limneticum Borge	1					0,5	0,5				
Tetraëdron minimum (A. Br.) Hansg.	1		4,5	2	1	1,5	1,5	3	3,5	3	3
Tetraëdron planctonicum G. M. Smith			0,5		0,5	1			0,5		1
Tetraëdron regulare Chodat					1	1,5			0,5		
Tetraëdron regulare var. *Incus* Teil	1	1						2	3,5	1	
Tetraëdron Schmidlei (Schroeder) Lemm.							4,5	1,5			
Tetraëdron trigonum (Näg.) Hansg.	1		1	1		1	0,5		0,5		1
Tetraëdron trigonum var. *gracile* (Reinsch) de Toni					0,5	0,5	0,5	1		0,5	
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schroed.) Lemm.			0,5				2,5		1,5	5,5	2
Westella botryoides (W. W.) de Wild	6	5	2,5	0,5	1,5	1		0,5	0,5		
Volvox aureus Ehr.		15		7,5	14,5	8	1,5	1	1,5	1	1

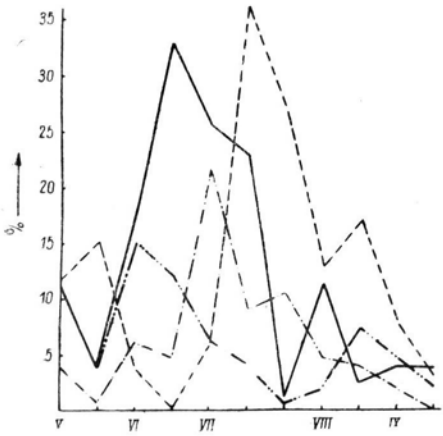
Gatunki zielenic, które znaleziono bądź oznaczono poza okazami liczonymi.

Dimorphococcus lunatus A. Br.

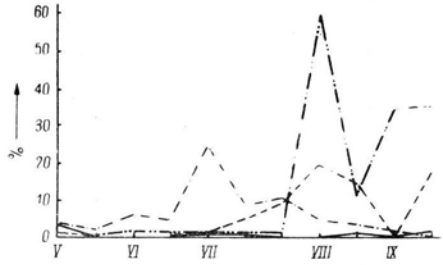
Lagerheimia genevensis Chodat

Tetraëdron gracile (Reinsch) Hansg.

dobne występowanie stwierdził W e i m a n n (1938) w stawach w Miliczu. Spotykano kolonie o przekroju wahającym się w granicach 4,3—6,6 μ. Znalezione kolonie rzadko tylko wykazywały wyraźną osłonkę galaretowatą.



Wykres 6. *Dictyosphaerium pulchellum* (obj. jak w wykresie 4)



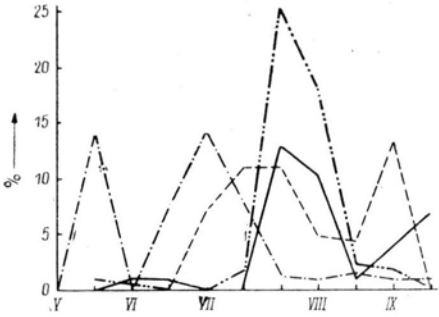
Okres 7. *Eudorina elegans* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Eudorina elegans (L.) E h r.

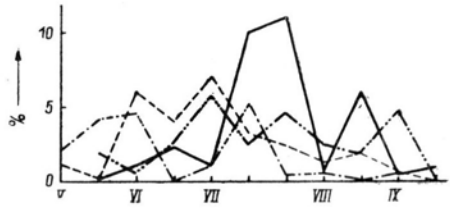
Występuje przez cały okres wegetacji dochodząc do kulminacji w połowie lata: VII—VIII (wykres 7). Największe nasilenie rozwoju osiąga w Farożym, gdzie w okresie maksimum (VIII) stanowi 60% zielenic. W jesieni następuje w Farożym i Ks. Landeckim W. powtórne nasilenie rozwoju, ale znacznie niższe niż w okresie letnim. Występowanie jej jest zgodne ze spostrzeżeniami A p s t e i n a (1896 cyt. za W a w r z y n i a k i e m (1931). Z a c h a r i a s (1894), S c h a e d e l stwierdzają jej największy rozwój w miesiącach ciepłych, minimalny zaś w okresach chłodnych. Odmienne występowanie *Eudorina elegans* obserwuje W a w r z y n i a k (1923) w jesieni i w zimie z maksimum produkcji w XII.

Volvox aureus E h r.

Okres intensywnego rozwoju przypada na miesiące letnie: VII—VIII. Największy jego wzrost obserwujemy w Farożym, gdzie w czasie kulminacji stanowi 25% zielenic (wykres 8).



Wykres 8. *Volvox aureus* (objaśnienia jak w wykresie 4)



Wykres 9. *Sphaerocystis Schroeteri* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Sphaerocystis Schroeteri Chodat

Gatunek ten, występujący w badanych stawach w znikomej ilości, w Ks. Małym II nadaje zasadniczy charakter całemu planktonowi zielenicowemu. Większość spotykanych okazów to kuliste kolonie o 8 komórkach, przeważnie ułożonych w sposób dwojaki: albo komórki zbite są w środku osłonki galaretowatej, tak że tworzą coś w rodzaju kuli (Tablica III, rys. 43), bądź też poszczególne komórki ułożone są w różnych płaszczyznach galaretowatej kulistej otoczki. Oprócz tego rodzaju kolonii spotykano galaretowate skupienia nieokreślonego kształtu z ośmiu komórkami bezładnie rozrzuconymi (Tabl. III, rys. 44). Te ostatnie jednak mają minimalną frekwencję. W miarę rozwoju kolonii *Sphaerocystis Schroeteri* komórki zaczynają się dzielić (Tab. III, rys. 45), wytwarzają się kolonie wtórne, składające się przeważnie z ośmiu komórek (Tab. III, rys. 46), jakkolwiek spotykano i szesnastokomórkowe. Komórki nowopowstałe mają kształt kulisty bądź wydłużony. Zaobserwowano, że nowopowstałe kolonie, występujące jeszcze w osłonce galaretowatej kolonii macierzystej, nie zawsze, ale często są okryte otoczką widoczną wyraźnie bez podbarwienia, która bądź otacza całą nowopowstałą kolonię, bądź tylko jej część (Tab. III, rys. 47). Jednocześnie z zachodzącym podziałem komórek macierzystych osłonka galaretowata otaczająca kolonię ulega ześluzowaceniu, kulisty kształt jej zatraca się i gatunek osiąga wówczas stadium Palmelli. W stadium tym w wypadku zetknięcia się kilku kolonii *Sphaerocystis Schroeteri* następuje połączenie ich ześluzowaciałych powłok galaretowatych i w ten sposób powstają duże, kilkukolonialne skupienia galaretowate, bezkształtne, bez zaznaczenia granic poszczególnych kolonii. Takie ześluzowacenie galaret otaczających kolonie macierzyste umożliwia uwolnienie się potomnych kolonii.

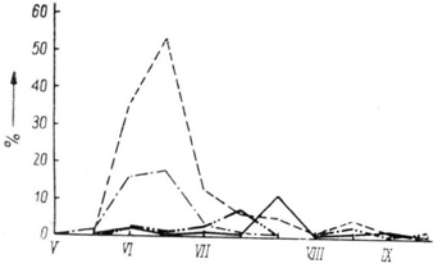
Sphaerocystis Schroeteri występuje VI—IX osiągając 30.VII maksimum rozwoju (wykres 9).

Characium limneticum Lemm. i *Schroederia Judayi* G. M. Smith.

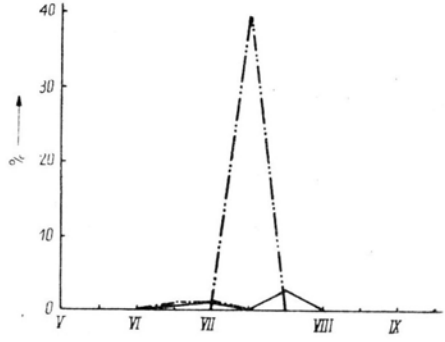
Oba gatunki rozpatrujemy łącznie ze względu na ich epifityczny charakter. *Characium limneticum* podawane w kluczach jako epifit na Diaphanosoma spotykano na innych gatunkach *Cladocera*. *Schroederia Judayi*, gatunek zbliżony bardzo do *Characium gracilipes* ze względu na charakterystyczne styliki, różni się od niego budową jednokomórkową. Forma dotąd niedostatecznie znana. Smith (1920) opisując rodz. *Schroederia* zaznacza, że dotychczas ani *S. setigera*, ani *S. Judayi* nie były spotykane jako epifity bądź na glonach, bądź na skorupiakach.

Autor przypuszcza, że są to formy wolno pływające. W materiale opracowywanym spotykano *Schroederia Judayi* jako formy epifityczne na wioślarce *Sida crystallina* głównie i *Scapholeberis* rzadziej.

Maksimum rozwoju tych dwóch gatunków przypada na ten sam czas, tzn. na połowę lipca. W tym też okresie zooplankton pokrywają różne epifity, między innymi *Characium limneticum* i *Schroederia Judayi*. Obserwując ten ostatni gatunek zauważono, że oprócz osobników o pojedynczym pirenoidzie w chloroplaście występują okazy posiadające dwa pirenoidy. Ponieważ badano materiał konserwowany, a form o dwóch pirenoidach znaleziono niewiele, nie jest pewne, czy obserwacja jest słuszna (wykres 10 i 11, Tablica I, rys. 1 i 2; Tabl. III, rys. 41 i 42).



Wykres 10. *Characium limneticum* (objaśninia jak w wykresie 4)



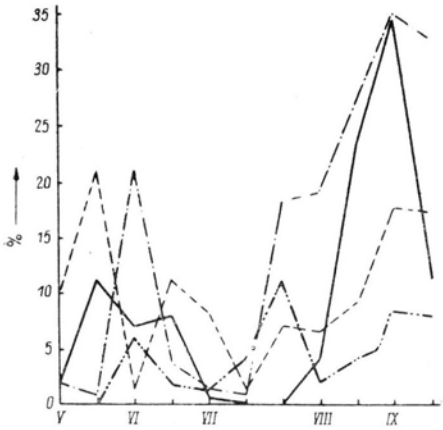
Wykres 11. *Schroederia Judayi* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Characium limneticum do maksymalnego rozwoju dochodzi w Ks. Landeckim W., w pozostałych stawach występuje w mniejszej ilości. Krzywe jej rozwoju wykazują jeden szczyt VI—VII.

Schroederia Judayi w badanych zbiornikach występuje sporadycznie w znikomej ilości z wyjątkiem Farożego, w którym w połowie lipca stanowi 40% znalezionych zielenic.

Wymiary *Characium limneticum:* dł. kom. 33—78 μ; szer. 5,7—8,6 μ.

Wymiary *Schroederia Judayi:* dł. kom. z wyr. 37—52 μ; szer. 4,3 μ.



Wykres 12. *Crucigenia rectangularis* (objaśnienia jak w wykresie 4)

Crucigenia rectangularis (A. Br.) Gay.

Gatunek spotykany we wszystkich stawach przez cały okres wegetacji. Stanowi pokaźny udział w zielenicach planktonowych badanych zbiorników. Wykazuje dwa optima rozwojowe: wiosenne (V—VI) i jesienne (druga połowa VIII i IX) (wykres 12).

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

1. Nie stwierdzono istotnych różnic ilościowych i jakościowych, dotyczących zielenic, między stawami użyźnianymi nawozami mineralnymi i organicznymi a stawem kontrolnym. Opierając się na średnich frekwencji na cm² na pierwsze miejsce pod względem ilościowym wysuwa się Ks. Rudzicki (110 osobników), na drugie Faroży (94 osobn.), na trzecie Ks. Mały II (79 osobn.), ostatnie zajmuje Ks. Landecki W. (75 osobn.).

Stosowanie nawożenia organicznego w nieznacznym tylko stopniu korzystnie wpływa na wzbogacenie gatunkowe zielenic:

Ilość znalezionych gatunków zielenic łącznie z odmianami przed i po nawożeniu

Nazwa stawu	Przed nawoż.	Po nawoż.	Różnica
Faroży (kaczki 16. VII)	44	49	+ 5
Ks. Rudzicki (kontrolny)	67	57	—10
Ks. Landecki W. (kaczki-4. VII)	52	59	+ 7
Ks. Rudzicki	64	60	— 4

Jakościowy wzrost tej grupy przebiega podobnie w stawach nawożonych i stawie kontrolnym:

Ilość znalezionych gatunków zielenic łącznie z odmianami w badanych stawach w okresie wegetacyjnym

Nazwa stawu	8.V	21.V	6.VI	18.VI	2.VII	16.VII	30.VII	13.VIII	27.VIII	10.IX	24.IX
Farożу		6	28	26	24	29	27	23	34	24	28
Ks. Landecki Wielki	23	21	28	20	36	31	31	31	41	36	22
Ks. Mały II	24	22	32	35	37	23	23	36	40	35	30
Ks. Rudzicki	27	27	38	46	38	43	38	46	37	28	22

1. Istnieje duże podobieństwo badanych zbiorników odnośnie udziału gatunków w poszczególnych okresach rozwoju zielenic. W okresie wiosennym dominują *Ankistrodesmus falcatus, Actinastrum Hantzschii* i *Scenedesmus quadricauda.* W pełni lata następuje wzbogacenie jakościowe zielenic, udział wyżej wymienionych gatunków zwykle maleje, a dominują nowe formy: *Dictyosphaerium pulchellum,* rodz. *Scenedesmus, Characium limneticum, Volvox aureus, Crucigenia rectangularis, Eudorina elegans.* Skład gatunkowy zielenic wszystkich stawów jest podobny. Istnieją różnice w procentowym składzie poszczególnych gatunków między omawianymi zbiornikami.

2. Istotne różnice badanych stawów leżą w jakości gatunków bezwzględnie dominujących, odmiennych we wszystkich badanych zbiornikach. I tak w Ks. Małym II dominantami są: *Microcystis aeruginosa, Anabaena spiroides, Mallomonas caudata;* w Ks. Rudzickim przeważa *Trachelomonas sp., Melosira granulata, Synura uvella, Mallomonas caudata;* w Ks. Landeckim W. decydują o charakterze planktonu roślinnego *Synedra ulna, S. acus, Dinobryon,* głównie *D. divergens,* a w Farożym *Ceratium hirundinella* osiąga maksimum. Według szeregu autorów intensywny rozwój tych gatunków jest związany z chemizmem wody.

3. Stwierdzono, że intensywny rozwój glonów planktonowych przypada na okresy minimalnego rozwoju bakterii, co można by tłumaczyć konkurencją pokarmową tych dwóch grup organizmów oraz wydzielaniem przez glony toksycznie działających związków.

Opisy nowych lub mniej znanych odmian i gatunków

1. *Characium gracilipes* Lamb. (Tablica I, rys. 3, 4).

Spotykano osobniki *Characium gracilipes* jako formy epifityczne na Cladocera bądź jako wolne (przypuszczalnie oderwane) różniące się

znacznie wymiarami od podawanych w kluczach. Notowane wielkości dla tego gatunku wahają się w granicach 70—480 μ dł. kom., podczas gdy znajdowane okazy mają wymiary: dł. kom. 30—66 μ.

2. *Crucigenia quadrata* M o r. (Tabl. I, rys. 5).

Gatunek oznaczony na podstawie G. M. S m i t h (1920). Forma znaleziona odbiega nieco od podawanych przez autora rycin, wskazujących na zmienność tego gatunku, zgadza się jednak z opisem.

Komórki spotykanych okazów trójkątne, bardzo lekko wypukłe ze strony obwodowej. Tworzą skupienia po cztery. Skupienia te często zwielokrotniają się do szesnastu. Zwykle widoczna jest między nimi pozostałość błony macierzystej. Chromatofor pojedynczy, zajmujący całą przestrzeń komórki, bądź też występuje w postaci prostokąta; pirenoidów nie zauważono. Chromatofor słabo zielony, błona komórkowa gładka.

Przekr. kom. 2,8 μ; średnica czterokom. skupienia — 6 μ.

3. *Lagerheimia wratislavensis* S c h r o e d.

Wszystkie znalezione w badanych stawach okazy wykazują znacznie mniejsze wymiary od podawanych w kluczach. Wielkości spotykanych form są następujące: dł. kom. 5,7—8,6 μ; szer. 4,9—5,7 μ; dł. wyr. 11,4—14,3 μ.

Wymiary podawane w kluczach: dł. kom. 11—12 μ; szer. 8—9 μ; dł. wyr. 24—31 μ.

4. *Oocystis Nowae-Semliae* forma *major* W i l l e. (Tabl. I, rys. 8).

Gatunek ten, nie notowany dotychczas w dostępnej mi literaturze polskiej, znaleziono dwukrotnie: 27.VIII w Ks. Małym II oraz 30.VII w Ks. Landeckim W. Znalezione okazy odbiegają nieco swym wyglądem od opisu podawanego przez B r u n n t h a l e r a. Długość komórek przekracza nieco wielkości podawane przez autora, natomiast komórki są nieco węższe. Ponadto wielkość całej kolonii znalezionych okazów jest większa.

Na uwagę zasługuje fakt, że po podbarwieniu kolonii błękitem metylenowym grupy czterokomórkowe, oprócz zasadniczej osłonki ściśle przylegającej i widocznej bez podbarwienia, posiadają jeszcze drugą, bardzo delikatną osłonkę galaretowatą, o grubości około 4 μ, która wykazuje bardzo delikatne prążkowanie dośrodkowe, widoczne po podbarwieniu i przy użyciu silnych powiększeń. Gatunek podawany przez B r u n n t h a l e r a z Anglii.

Dł. kom. 11,4—14,3 μ; szer. kom. 5,7 μ; śred. grupy czterokom. 25,7 μ; grub. drugiej osł. 4,2 μ; dł. kol. 79,3 μ; szer. kol. 62,9 μ.

5. *Pandorina morum* (M ü l l e r) B o r y.

Wiele okazów tego gatunku posiadało szczególnie na wiosnę osłonkę galaretowatą, otaczającą komórki o zabarwieniu błękitnym. Obserwację tę uczyniła już W o ł o s z y ń s k a (1922), badając plankton Wigierek i Stawu w zimie. Letnie okazy w materiale badanych stawów tego zabarwienia nie wykazywały. Obserwując osłonki galaretowate *Pandorina morum* pod silnymi powiększeniami zauważono, że niektóre z nich wykazują oprócz normalnych, spotykanych u wszystkich form prążkowań koncentrycznych w ilości 2—3, także bardzo delikatne dośrodkowe prążkowania błony galaretowatej. Takie np. kolonie *Pandorina morum* spotkano 6.VI w Farożym.

6. *Scenedesmus armatus* var. *bicaudatus* (G.) C h o d a t (Tabl. II, rys. 16—20).

Wykazuje dużą zmienność w długości i ułożeniu wyrostków (dł. kom. 6,6—12 μ; szer. 3,6—4 μ; dł. wyr. 4,3—8,6 μ).

Chodat opisując tę odmianę zaznacza, że kolonie są czterokomórkowe i tylko środkowe komórki wykazują prążkowania. W Ks. Rudzickim kilkakrotnie znalazłam kolonie o 8 komórkach, z których wszystkie wykazywały prążkowania. Komórki brzeżne jak u typowej odmiany posiadały charakterystyczne małe wyrostki. Wielkość ich przekracza nieco wymiary wyżej podane: dł. kom. 14,3 μ; szer. 4 μ; dł. wyr. 2,5 μ.

7. *Scenedesmus bijugatus* (T.) K t z. (Tabl. II, rys. 24).

Oprócz kolonii typowych kilkakrotnie spotkano w Ks. Małym II kolonie zbliżone do *Scened. bijugatus* var. *flexuosus* L e m m., ale odbiegają od niego wielkością i ułożeniem komórek. Wielkość znalezionych form jest większa (od podawanych w kluczach): dł. kom. 8,6—11,4 μ; szer. 3,2—3,7 μ, podczas gdy B r u n n t h a l e r podaje dla tej odmiany wymiary następujące: dł. kom. 18 μ, szer. 8 μ. Istotną jednak różnicą jest ułożenie komórek: *Scenedesmus bijugatus* var. *flexuosus* posiada komórki spiralnie zwinięte, a kształt komórek szeroko jajowaty. Komórki znalezionych form, ułożone w jednym szeregu, posiadały kształt eliptyczny z szeroko zaokrąglonymi biegunami, komórki brzeżne szesnastokomórkowej kolonii wykazywały we wszystkich wypadkach wgłębienia boczne.

Przypuszczam, że jest to nowa odmiana, którą można by nazwać *Scenedesmus bijugatus* var. *rectus*.

8. *Scenedesmus cieszynicus* J. S o s n. n. s p. (Tabl. III, rys. 37).

Kolonie z czterech komórek eliptycznych, zaostrzonych, opatrzonych jednym lub dwoma żeberkami podłużnymi. Komórki środkowe uzbrojone pojedynczymi, grubymi kolcami na jednym biegunie oraz cienkimi

kolcami po jednym lub dwa na obu biegunach. Komórki brzeżne na jednym biegunie z grubym kolcem skierowanym podłużnie i dwoma kolcami cienkimi, a na drugim biegunie z jednym kolcem cienkim i jednym grubym, nieco z boku umieszczonym i skierowanym poprzecznie (do osi komórki). Przekrój komórki sześciokątny.

Coenobia e cellulis quaternis, elipticis, acutatis costa 1 vel 2 longitudinali praeditis. Cellulae intermediae spinis singulis crassis in uno polo (alio in una, alio in altera cellula), nec non spinis tennibus singulis vel binis in polo utroque armatae.

Cellulae marginales in uno polo cum spina crassa longitudinaliter versa et duabus spinis tennibus, altero autem polo cum una sina tenui in apice posita et una spina crassa — laterali et transversa.

Dł. kom. 14,4—16,8 μ; szer. kom. 4,6—6,8 μ.

Znalezioną formę należy zaliczyć (opierając się na systematyce rodz. *Scenedesmus* wprowadzonym przez C h o d a t w jego monografii — 1926) do subgen. *Desmodesmus* Seria 3. S t r i a t i ze względu na obecność żeberkowania oraz uzbrojenia komórek kolonii.

Scenedesmus cieszynicus stoi najbliżej *Scenedesmus Hystrix* L a g. oraz *Scened. brasiliensis* B o h l. Od *Scened. Hystrix* różni się gładką błoną komórkową oraz różną ilością grubych kolców i ich odmiennym ułożeniem (*Scenedesmus Hystrix* posiada komórki o błonie pokrytej drobnymi wyrostkami, na każdym biegunie po jednym dużym kolcu).

Do *Scenedesmus brasiliensis* omawiany gatunek zbliża się ze względu na żeberkowania (kom. środkowe *Scened. brasiliensis* mają po dwa żeberka, a brzeżne po trzy) oraz na obecność 2—3 kolców na biegunach. Jednakże w przeciwieństwie do *Scened. cieszynicus* kolce te, niezróżnicowane pod względem grubości, umieszczone są identycznie na obu biegunach; umieszczenie biegunowe typowe. Uzbrojenie komórek brzeżnych i środkowych *Scenedesmus brasiliensis* identyczne.

9. *Scenedesmus falcatus* C h o d a t (Tabl. II, rys. 29—31).

W materiale badanym spotykano kolonie cztero- i ośmiokomórkowe. Wymiary kolonii ośmiokomórkowych są większe (dł. kom. 20—28,6 μ; szer. kom. 3,2 μ) od kolonii czterokomórkowych (dł. kom. 18,6—22,9 μ; szer. kom. 3,2—3,4 μ) i większe od podawanych przez C h o d a t (1926). Co do kolonii czterokomórkowych nasuwały się wątpliwości, czy oznaczone okazy jako *Scened. falcatus* nie są koloniami *Scened. acuminatus*. Jednakże opierając się na opisie tego gatunku podanym przez C h o d a t zdecydowano, że spotkane formy to *Scened. falcatus*, ponieważ istnieje zgodność wymiarów $\left(\frac{18 - 25}{3,4 - 6}\right)$ a u *Scened. acuminatus* wielkości są na-

stępujące: $\left(\frac{30 - 40}{6 - 7}\right)$, a więc komórki tego ostatniego są znacznie większe od znalezionych. Poza tym sporadycznie spotykano *Scened. acuminatus* typowe.

Wchodziły tu jeszcze w grę *Scened. dimorphus* Kg. posiadający te same wymiary, co i omawiany gatunek. Jednakże komórki brzeżne *Scened. falcatus* są znacznie bardziej sierpowato wygięte, w przeciwieństwie do *Scened. dimorphus*, którego kom. brzeżne, sierpowato wygięte, są krótko zaostrzone, środkowe zaś proste. Kształt znalezionych form zbliża je do pierwszych z omówionych gatunków.

10. *Scenedesmus* sp.$_1$ (Tabl. III, rys. 39 i 40)

Przez *Scened.* sp.$_1$ określono dwie formy, zbliżone do siebie zarówno kształtem komórek, jak i wielkością. Różnią się między sobą ułożeniem ich. Komórki obu form szeroko wrzecionowate, o zaostrzonych biegunach. Komórki brzeżne kolonii odmiennego kształtu od środkowych: środkowe proste, brzeżne księżycowato wygięte. Kolonie ośmiokomórkowe ułożone w dwa szeregi po cztery w każdym.

W pierwszym typie kolonii oba szeregi komórek ułożone względem siebie ukośnie, połączone są ze sobą w ten sposób, że końcowa komórka dolnego szeregu wchodzi między 2—3 komórkę górnego. W ten sposób zarówno górny, jak i dolny szereg posiada komórki brzeżne wolne.

W drugim typie kolonii komórki nie tworzą dwóch wyraźnych szeregów, lecz ułożone są w jeden poziom sześciokomórkowy, w którym dwie komórki środkowe ulegają obniżeniu i między nie wchodzą dwie pozostałe; dł. kom. 8,6—11,4 μ; szer. 2,8—3 μ.

11. *Scenedesmus* sp.$_2$ (Tabl. III, rys. 38)

Kolonie czterokomórkowe, o kom. brzeżnych podłużnie jajowatych, gładkich. Komórki środkowe odmiennego kształtu, zaopatrzone w pojedyncze wyrostki na obu biegunach, umieszczone bocznie. Wyrostki skierowane na zewnątrz. Dł. kom. 15,6 μ; szer. 6 μ; dł. wyr. 5,2 μ.

Kolonię tę spotkano tylko jeden raz 18.VI w Ks. Małym II.

12. *Tetraëdron Schmidlei* L e m m. (Tabl. IV, rys. 59)

Komórka o czterech wyrostkach ułożonych przestrzennie. Długość wyrostków dochodzi do 20 μ, powierzchnię posiadają gładką, stopniowo zwężają się, barwa ich jest brunatna. W przeciwieństwie do rysunku podawanego przez B r u n n t h a l e r a, u którego wyrostki są zaokrąglone, spotykane okazy tego gatunku mają wyrostki wybitnie zaostrzone. Chromatofor wyraźnie środkowo ułożony, średnica kom. 7,2 μ.

13. *Tetrastrum heteracanthum* (N.) C h o d a t (Tabl. IV, rys. 61)

Znalezione kolonie odbiegają nieco od typowych form swym wyglądem. Budowę posiadają bardzo delikatną. Podczas gdy u typowych okazów wyrostki dość grube zakrzywiają się, u badanych form są one cienkie i proste.

Przekr. kom. 4,3 μ; dł. wyr. dłuż. 8,6—11,4 μ; dł. wyr. krót. 3—5,7 μ.

Instytut Botaniczny UJ
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 27.V.1955 r.)

S U M M A R Y

In the vegetation season of 1953 a survey of phytoplankton with special regard to chlorophyceae was made on four ponds of the experimental fish farm in Landek of the Department of Pond Biology of the Polish Academy of Sciences. At the time of the survey three of the ponds were fertilized, one with mineral feritilizers, two by rearing ducks, while the fourth was not fertilized for control.

Samples were taken every two weeks, from May 5-th to September 24-th, using a special plankton bucket, and filtering 50 litres of water through No. 17 mill-gauze. The adequately concentrated sediment was examined microscopically.

It was found that the quantities of green algae produced in the ponds surveyed were not great comparatively to other phytoplankton groups, and more or less equal in all four ponds. Diatoms and *Flagellatae* were predominant. The diatoms developed most abundantly in spring and *Synedra acus* and *S. ulna* were then dominant, while in summer *Melosira granulata* prevailed. In late summer and autumn *Flagellatae* became prevalent, of these *Dinobryon divergens, D. stipitatum, Ceratium hirundinella* and *Trachellomonas volvocina* were most often observed in summer, and *Synura uvella* and *Mallomonas caudata* in autumn.

On two of the ponds (one fertilized by droppings of the ducks and the control one) microbiological observations were made (M a t u s i a k 1954). By relating those results with these of the present plankton survey it appeared that intense development of micro-organisms preceded the peak development of algae, and vice versa, the peak in phytoplankton development coincided with the lowest level of bacteria. This is considered to be due to competitive food requirements of the two groups of organisms, and also to the algae producing substances toxic for the bacteria.

In the case of green algae no significant, either quantitative or qualitative, differences were noted between the ponds fertilized with mineral or organic fertilizers and the nonfertilized control pond. Fertilization had only a very limited effect on the increase in the number of species of green algae. The qualitative growth of these algae was much the same in both the fertilized and the control ponds.

There was a marked similarity in the ponds covered by the survey in respect to the species appearing during the various vegetative stages of the green algae. In spring the prevailing species were *Ankistrodermus falcatus, Actinastrum Hantzschii,* and *Scenedesmus quadricauda.* In full summer the qualitative enrichment of the green algae occurred, the proportion of the species mentioned above dropped, and the prevalent species were: *Dictyosphaerium pulchellum,* the genus *Scenedesmus, Characium limneticum, Volvox aureus, Crucigenia rectangularis* and *Eudorina elegans.* The specific composition of green algae was very similar in all four ponds, though, there were considerable differences in quantitative ratios of the species in each pond.

The real differences between the ponds consisted in the species which were predominant. In each of the four ponds there was a marked predominance of a different species. In the pond fertilized with superphosphate the dominant species were: *Microcistis aeruginosa, Anabaena spiroides* and *Mallomonas caudata.* In the nonfertilized control pond there was a predominance of: *Trachelomonas* sp., *Melosira granulata, Synura uvella,* and *Mallomonas caudata.* In one of the ponds on which ducks were reared the plant plankton characteristic was mainly due to *Synedra ulna, S. acus,* and *Dinobryon divergens,* while in the other *Ceratium hirundinella* was most common. According to many workers the intense development of these species is caused by the chemical properties of water.

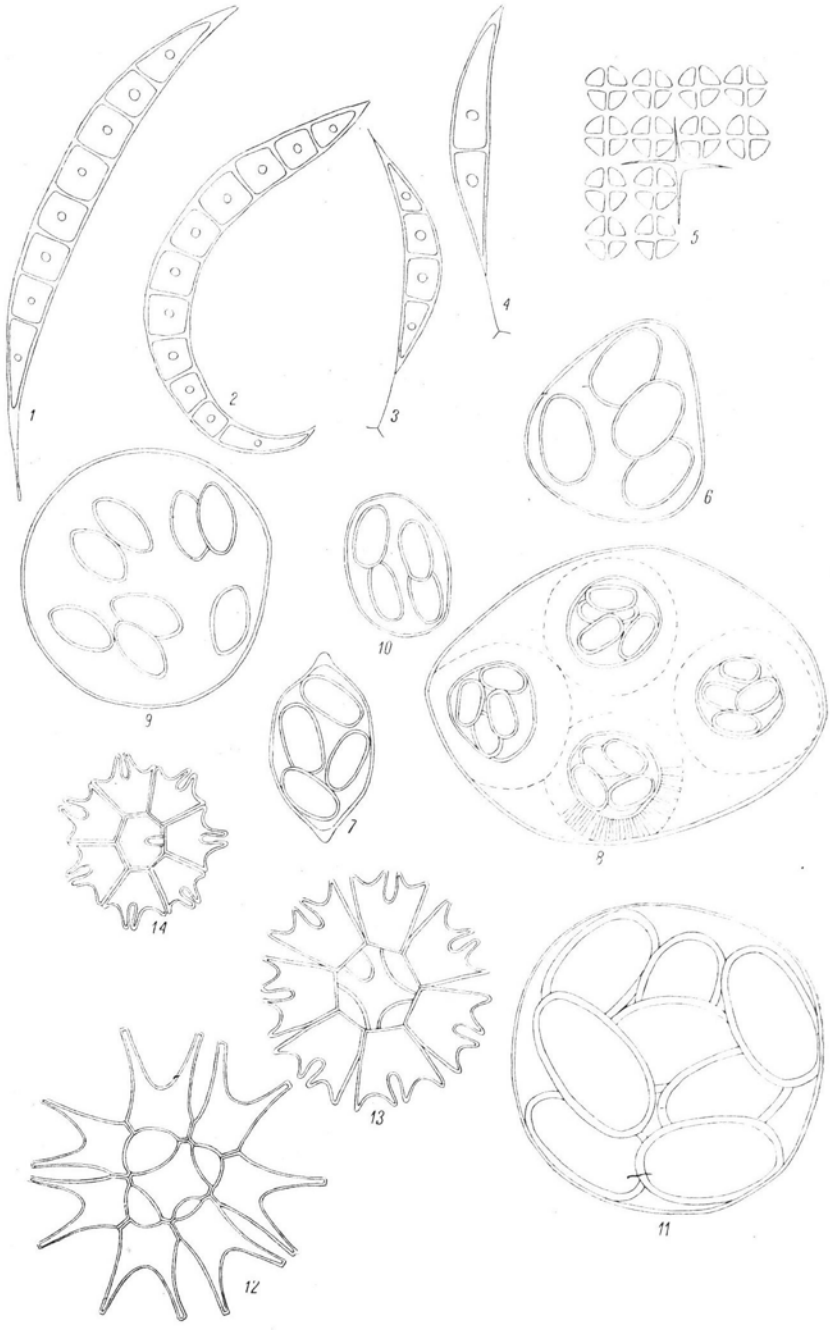
Objaśnienia do tabl. I (s. 240).

1, 2. *Characium Limneticum* 680 ×
3, 4. *Characium gracilipes* 680 ×
5. *Crucigenia quadrata* 640 ×
6. *Oocystis Borgei* 680 ×
7. *Oocystis solitaria* 680 ×
8. *Oocystis Novae-Semliae* 480 ×
9. *Oocystis parva* 680 ×
10. *Oocystis pusilla* 680 ×
11. *Gleocystis bacillus* 347 ×
12. *Pediastrum duplex* var. *gracillimum* 680 ×
13. *Pediastrum biradiatum* 680 ×
14. *Pediastrum Tetras* var. *tatraodon* 480 ×

Objaśnienia do tabl. II (s. 241).

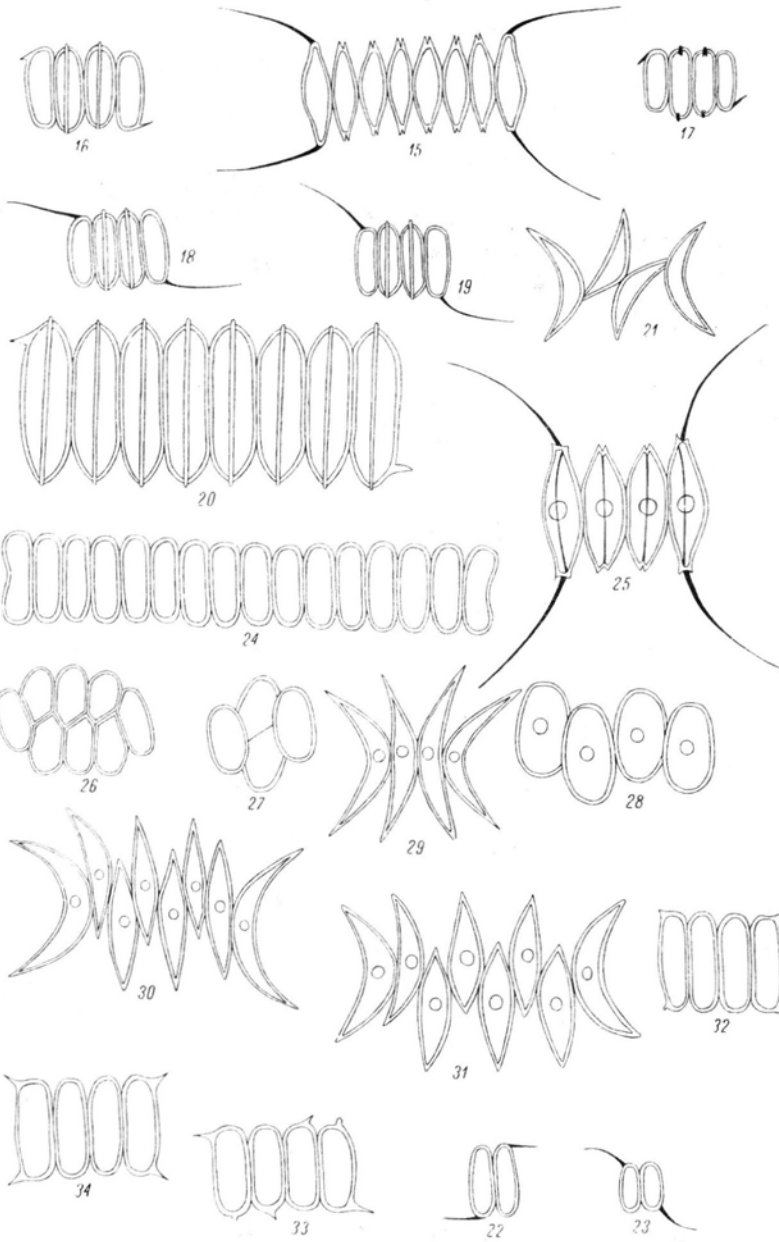
15. *Scenedesmus aristatus* 680 ×
16 - 20. *Scenedesmus armatus* var. *bicaudatus* 680 ×
21. *Scenedesmus Bernardi* 680 ×
22, 23. *Scenedesmus bicaudatus* 680 ×
24. *Scenedesmus bijugatus* 680 ×
25. *Scenedesmus carinatus* 680 ×
26 - 28. *Scenedesmus ecornis* var. *disciformis* 680 ×
29 - 31. *Scenedesmus falcatus* 680 ×
32. *Scenedesmus microspina* 680 ×
33. *Scenedesmus quadricauda* var. *dispar.* 680 ×
34. *Scenedesmus quadrispina* 680 ×

TABLICA I

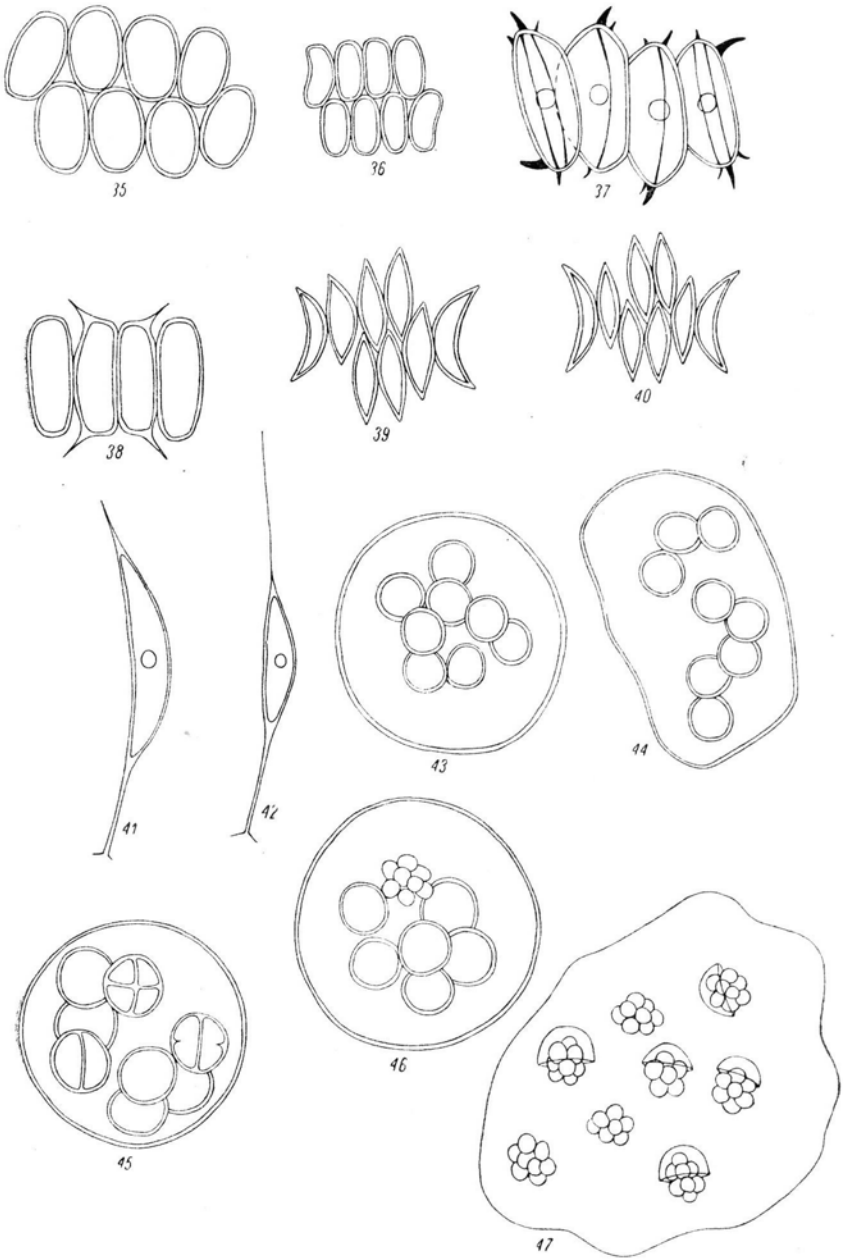


Objaśnienia na s. 239

TABLICA II

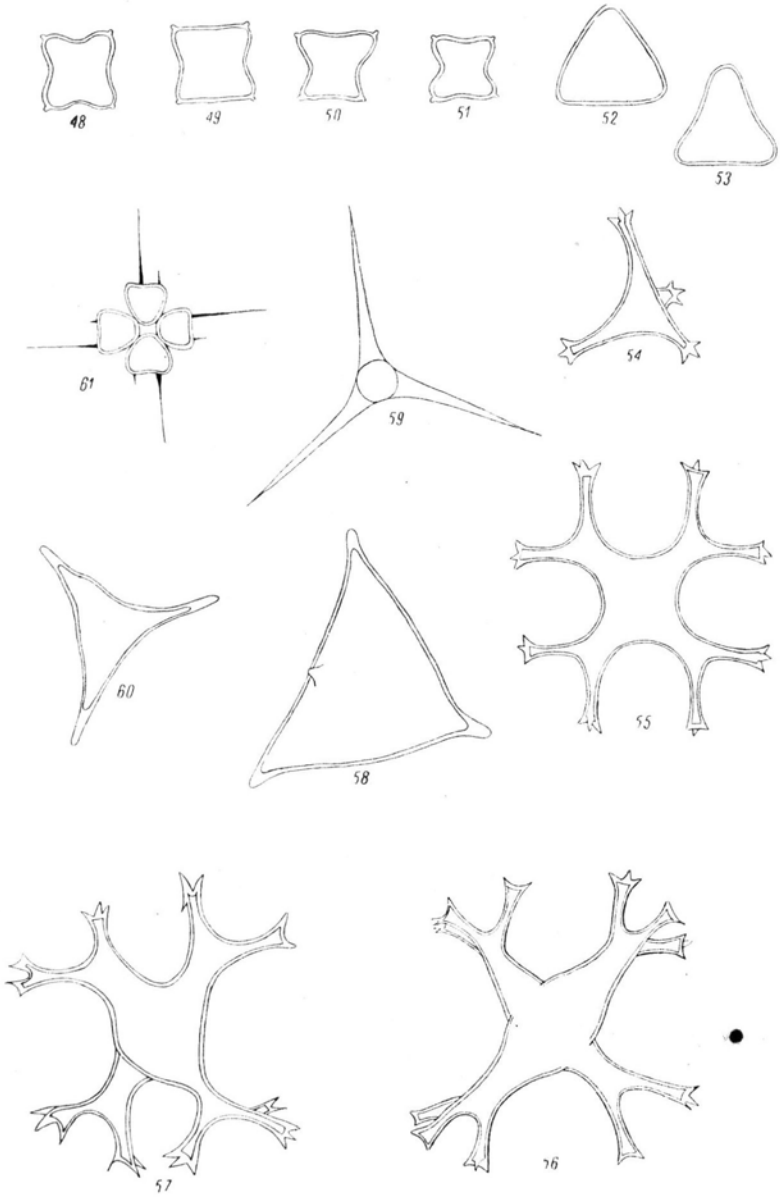


TABLICA III



35 - 36. *Scenedesmus platydiscus* 680 ×
37. *Scenedesmus cieszynicus* 680 ×
38. *Scenedesmus* sp$_2$. 680 ×
39 - 40. *Scenedesmus* sp$_1$. 680 ×
41 - 42. *Schroederia Judayi* 680 ×
43 - 47. Stadia rozwojowe *Sphaerocystis Schroeteri* 480 ×

TABLICA IV



43 - 51. *Tetraëdron minimum* forma *apiculatum* 680 ×
52 - 53. *Tetraëdron muticum* 680 ×
54. *Tetraëdron hastatum* 480 ×
55. *Tetraëdron gracile* 680 ×
56. *Tetraëdron limneticum* 680 ×
57. *Tetraëdron planctonicum* 680 ×
58. *Tetraëdron regulare* 680 ×
59. *Tetraëdron Schmidlei* 680 ×
60. *Tetraëdron trigonum* var. *gracile* 680 ×
61. *Tetrastrum heteracanthum* 680 ×

LITERATURA

Aljeew B. C. i Mudriecowa K. A., 1937, Rol fitopłanktona w dynamikie azota w wodie swietuszczewo wodojema, Mikrobiołogija VI, 3.

Bursche M. E., 1953, Phytoplanktonhaushalt des Müggelsees, Zeit. f. Fish. Berlin II, N. F. 3/4.

Cabejszek I., 1950. Plankton roślinny jeziora Charzykowo, Warszawa.

Chodat R., 1926, Scenedesmus — étude de génétique, de systematique expérimentale et d'hydrobiologie Aarau.

Gierasimow P. A., 1936, O wlijanii ziernokisłej miedi na wodorosli grupy Protococcales, Mikrobiołogija VI, 1.

Gusiewa K. A., 1935, Usłowja masowo razwitja i fizjołogja pitanja Synura, Mikrobiołogija IV, 1.

Gusiewa K. A., 1938, Gidrobiołogiczeskaja proizwoditielnost i prognoz cwietienja wodojema, Mikrobiołogija VII, 3.

Gusiewa K. A., 1952, „Cwietienie" wody, jewo priczyny, prognoz i miery worby z nim, Trudy wsiesojuznowo gidrobiołogiczeskowo obszczestwa IV.

Humblet-Pawłowska H., 1939, Roczna zmienność fitoplanktonu w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie, Planta Polonica, Materiały do flory Polski i krajów sąsiednich, Warszawa.

Matusiak K., 1954, Badania mikrobiologiczne stawów doświadczalnych w Landeku i Gołyszu, Ekologia Polska, Warszawa II, 3.

Migula W., 1907, Kryptogamen (Flora von Deutschland, Deutsch Oesterreich und der Schweiz), Gera, Algen — II.

Pascher A., 1915, Die Süsswasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, Jena 5.

Skuja H., 1948, Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden, Uppsala.

Smith G. M., 1920, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, Madison, Wis, I.

Wawrzyniak F., 1923, 1924, 1931, Flora jezior wielkopolskich, Praca Kom. Mat. Przyr. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu, Poznań.

Weimann R., 1935, Chemisch-biologische Untersuchungen an einem Teich, Archiv. f. Hydrob. Stuttgart XXVIII.

Weimann R., 1938, Planktonuntersuchungen im niederschlesischen Karpfenzuchtgebiet, Zeit. f. Fisch. Berlin XXXVI, 2.

Wołoszyńska J., 1922, Plankton roślinny Wigierek i Stawu w zimie, Spraw. Stacji Hydrob. na Wigrach, Wigry I, 1.

Worosziłowa A. A. i Dijanowa E. B., 1937, Rol planktona w rozmnożenii bakterii w izolirowannych probach morskoj wody Mikrobiołogija VI, 6.